



STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

**WETENSCHAPPELIJK PROGRAMMA 1987
MEERJARENPLAN 1988-1992**

**ALGEMENE INLEIDING
DEEL 1**



CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA



STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

**WETENSCHAPPELIJK PROGRAMMA 1987
MEERJARENPLAN 1988-1992**

**ALGEMENE INLEIDING
DEEL 1**



CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA

Copyright © 1986, Stichting Mathematisch Centrum,
Kruislaan 413, 1098 SJ Amsterdam,
Postbus 4079, 1009 AB Amsterdam.

Algemene Inleiding

De Stichting Mathematisch Centrum (SMC) is een onder de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek (ZWO) ressorterende stichting. Volgens haar statuut dient zij de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde in de meest ruime zin te bevorderen. Om dat doel te bereiken, heeft de SMC al direct bij haar oprichting in 1946 een instituut voor fundamenteel onderzoek in het leven geroepen: het Mathematisch Centrum. Vanaf het begin heeft dit instituut een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van de informatica in Nederland. De uitgroeï van de informatica tot een zelfstandige discipline ging gepaard met een sterke toename van het aantal onderzoekers op dit terrein. Dit weerspiegelde zich in een nieuwe naam voor het instituut sinds september 1983: het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI). Landelijk leidde deze groei tot het ontstaan in 1981 van SION, de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, die als doelstelling heeft: de bevordering van het fundamentele onderzoek op het gebied van de informatica. De SMC onderhoudt nauwe banden met SION.

Een ander middel waarmee de SMC de stichtingsdoelstelling wil realiseren, is de financiering van projectonderzoek bij de Nederlandse universiteiten dat binnen de tweede geldstroom (ZWO, STW) past; in het vervolg de 'Landelijke Projecten' genoemd.

Hieronder zijn kort enkele gegevens vermeld over de huidige organisatie van de SMC (CWI en Landelijke Projecten) en de relatie tot SION.

SMC

De Stichting wordt bestuurd door een Curatorium. De dagelijkse leiding is in handen van een directie bestaande uit een Wetenschappelijk Directeur, een Directeur Beheerszaken en een Adjunct-directeur. De directie heeft tevens de dagelijkse leiding van het Instituut CWI. De Landelijke Projecten zijn georganiseerd onder de naam Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC.

CWI

Het CWI telt thans acht wetenschappelijke afdelingen:

- Zuivere Wiskunde (ZW)
- Toegepaste Wiskunde (TW)
- Mathematische Statistiek (MS)
- Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie (MB)
- Numerieke Wiskunde (NW)
- Programmatuur (AP)
- Algoritmiek en Architectuur (AA)
- Interactieve Systemen (IS)

Binnen het CWI zijn nog enkele ondersteunende sectoren die soms ook een externe functie hebben:

- Bibliotheek
- Computersystemen en Telematica (CST)
- Onderzoeksbeheer en -voorlichting (OBV)
- Sociaal Economische Zaken (SEZ)
- Technische Ondersteuning (STO)

Landelijke Projecten

Het landelijk projectonderzoek binnen de SMC is georganiseerd in vijf Werkgemeenschappen (WGM) en drie Landelijke Samenwerkingsverbanden (LSV):

WGM

- Numerieke Wiskunde
- Stochastiek
- Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie
- Discrete Wiskunde
- Analyse

LSV

- Algebra en Meetkunde
- Logica en Grondslagen van de Wiskunde
- Mathematische Fysica (in samenwerking met de Stichting FOM)

Daarnaast is er een Landelijk Werkcontact Geschiedenis en Maatschappelijke Functie van de Wiskunde.

Het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica is in mei 1986 opgericht door SMC en FOM gezamenlijk. Binnen dit Samenwerkingsverband worden reeds projecten uitgevoerd.

De SMC zorgt voor de ondersteuning van de WGM'en en LSV'en, alsmede voor de begeleiding van de projecten. Deze taak is toebedeeld aan de Sector OBV.

Adviesstructuur

De Stichting kent een Wetenschapscommissie die het Curatorium adviseert over beleid en uitvoering van onderzoek, zowel binnen de Landelijke Projecten als binnen het CWI. In deze commissie hebben onderzoekers uit universiteiten en het CWI zitting. Alle WGM'en en LSV'en zijn hierin vertegenwoordigd.

Daarnaast zal een Adviesraad voor het CWI worden ingesteld waarin personen uit de sfeer van de overheid, het bedrijfsleven en uit de academische wereld zitting hebben. Deze raad zal Curatorium en Directie adviseren over het algemene onderzoeksbeleid en de strategische keuzen daarbinnen, van het CWI. Er functioneren Vakadviescommissies die aan één of meer afdelingen adviseren over de invulling en uitvoering van de onderzoeksplannen. Vanaf 1987 zullen regelmatig Evaluatiecommissies worden ingesteld die ad hoc zullen adviseren aan Curatorium en Directie betreffende een vakgebied (bij voorkeur niet beperkt tot een afdeling). De Commissies van de WGM'en en LSV'en adviseren de Wetenschapscommissie over het onderzoek binnen hun gebieden.

SION

De betrokkenheid van SION bij de SMC is geformaliseerd in een Vaste Overlegcommissie SMC-SION. Via deze commissie neemt SION deel in de beleidsvorming en de evaluatie ten aanzien van het informatica-onderzoek op het CWI.

Het bureau van SION is gevestigd bij het CWI.

Het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1988-1992 (WP/MP) van de SMC bestaat uit drie delen:

- Een inleidend stuk waarin het algemeen beleid van de SMC wordt beschreven en waarin een globale beschrijving wordt gepresenteerd van het totale onderzoek binnen de Stichting. De betreffende teksten zijn deels overgenomen uit de Beleidsbegroting 1987 die reeds eerder aan ZWO werd voorgelegd en waarvan het voorliggende WP/MP de uitwerking is, deels ook nader toegespitst op deze uitwerking.
- Het eerste deel van het WP/MP bevat gedetailleerde onderzoeksplannen voor het CWI. Hierin wordt, gerangschikt naar afdeling, een goed overzicht gegeven van het onderzoek dat het CWI, indien het de daartoe benodigde financiële middelen kan verwerven, voornemens is tot uitvoering te brengen in 1987 en volgende jaren. Dit WP/MP vormt de basis van de begroting voor het wetenschappelijk personeel bij het CWI. In de tabellen per afdeling wordt aangegeven hoeveel personeel ten laste wordt gebracht van enerzijds het regulier ZWO-subsidie en de INSP-gelden, anderzijds van externe financieringsbronnen als STW, Prioriteitenprogramma Informatica (PPI), Nationale Faciliteit Informatica (NFI) enz.

In de beschrijving van de plannen worden dikwijls niet met name genoemde 'wetenschappelijk medewerkers' e.d. genoemd. In zo'n geval is er sprake van een in 1987 te vervullen vacature, als deze medewerker ook in de afdelingstabel wordt genoemd, of van een gewenste uitbreiding (aangegeven met p.m.) die niet op de begroting is opgenomen doch waarvan realisatie afhangt van de ontwikkeling van de financiële middelen in 1987.

- Het tweede deel geeft de beschrijvingen van de projecten die binnen het kader van de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden tot uitvoering zullen worden gebracht. Ook hier zijn enkele projecten p.m. opgenomen in de plannen opdat realisatie kan worden overwogen indien de financiële ruimte dit toelaat.

In het voorliggende boekwerkje is de Algemene Inleiding en Deel I (CWI) opgenomen. Deel II (Landelijke Projecten) wordt als afzonderlijk boekwerk gerealiseerd. Beide delen kunnen niet los gezien worden van het jaarverslag 1985 van de SMC, waarin het retrospectieve deel van de projecten wordt gegeven.

ALGEMEEN BELEID

Centraal in de doelstellingen van de SMC staat de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde en informatica. De Stichting geeft hieraan gestalte door voor haar onderzoeksbeleid de volgende uitgangspunten te kiezen:

- bevordering van een hoge kwaliteit van het onderzoek;
- streven naar een goede coördinatie van het onderzoek binnen Nederland;
- initiëren van nieuw en versterken van lopend onderzoek, waar dat uit wetenschappelijk en maatschappelijk oogpunt van belang wordt geacht.

Daarbij dient het CWI een centrum te blijven dat zich in de eerste plaats richt op fundamenteel onderzoek. Bij de keuze van de onderzoeksthema's vormen vraagstellingen vanuit de praktijk echter een belangrijk richtsnoer.

De uitwerking van deze uitgangspunten heeft geleid tot onderstaande beleidslijnen.

- Afstemming van het onderzoek op de strategische belangen van bedrijfsleven en overheid wordt steeds belangrijker. Dat heeft geleid tot een noodzakelijk geachte aanpassing der planningsmechanismen en adviseringsstructuren voor het onderzoek, waarin meer plaats is ingeruimd voor inbreng vanuit de praktijk en van buitenlandse experts. Teneinde *onderzoek op hoog niveau* te laten verrichten, functioneren er onder meer voor de CWI-afdelingen adviescommissies, waarin externe deskundigen zitting hebben, en ten behoeve van de landelijke projecten commissies voor de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden. Deze adviseren omtrent de keuze der onderzoeksthema's en de bijbehorende uitwerking van het wetenschappelijk programma. Wel moet men rekening houden met de ervaring dat bij het onderzoek in het kader van landelijke projecten een strakke planning weinig zinvol is.

Meer dan eens zijn interessante resultaten gevonden terwijl men naar iets geheel anders zocht. De SMC vervult met betrekking tot de landelijke projecten dan ook vooral een coördinerende rol. Haar beleid is in deze terughoudend en beperkt zich tot het scheppen van mogelijkheden tot ont-plooiing van initiatieven door individuen en kleine groepen. Het onderzoek bij het CWI is in sterkere mate onderworpen aan strategische sturing.

- Een deel van de coördinerende rol van het CWI is gericht op de bevordering van *kennisoverdracht* en *kadervorming*. Wat betreft het eerste zal de komende jaren speciale aandacht uitgaan naar samenwerking met het bedrijfsleven. Bij de kadervorming denkt men in de eerste plaats aan de vorming van hooggekwalificeerde jonge onderzoekers, die later kunnen doorstromen naar het wetenschappelijk onderwijs, het bedrijfsleven, of andere instellingen waar zuiver en toegepast onderzoek wordt bedreven. Onder meer met het oog hierop streeft de SMC ernaar een basis te scheppen waarop regelmatig toponderzoekers enige tijd op het CWI kunnen doorbrengen. Ook door middel van cursussen draagt het CWI bij tot bovengenoemde doelstellingen. De onderwerpen bestrijken voornamelijk de eigen expertiseterreinen. Een zelfstandige functie van het CWI binnen het bedrijfsgerichte tweede-fase-onderwijs of het post-academisch onderwijs wordt niet wenselijk geacht. Eventuele activiteiten zullen steeds gekoppeld zijn met het Wetenschappelijk Onderwijs.
- De rol van het CWI als *centraal punt* binnen de Nederlandse wereld van wiskunde- en informatica-onderzoek, waar onder meer Nederlandse en buitenlandse onderzoekers elkaar kunnen ontmoeten, zal nog worden versterkt. Een factor van belang is hierbij de uitstraling die uitgaat van de aanwezigheid op het CWI van toponderzoekers van elders. Voor dezen zijn de goede infrastructurele faciliteiten op het instituut, zoals de beschikbaarheid van een modern computerpark, geavanceerde tekstverwerking en een goed uitgeruste bibliotheek, ongetwijfeld aantrekkelijke factoren. Verdere verbetering van die infrastructuur staat mede daarom hoog op de prioriteitenlijst. Ook door het (mede) organiseren van congressen wordt aan de centrale functie van het CWI gestalte gegeven. Versterking in de personele sfeer heeft het mogelijk gemaakt hieraan de komende jaren meer aandacht te schenken.

Bij de huidige onstuimige ontwikkelingen in de wiskunde en de informatica blijkt de wederzijdse bevruchting van ogenschijnlijk ver uit elkaar liggende vakgebieden een belangrijke drijvende kracht te zijn. Organisatie en werkwijze van het CWI zijn altijd al uitstekend hierop afgestemd geweest en de SMC wil dan ook dit mechanisme waar mogelijk helpen bevorderen.

Een speciale plaats wordt in dit verband ingenomen door de wisselwerking tussen de wiskunde enerzijds en de daaruit voortgekomen informatica met haar incarnatie, de computer, anderzijds. Bij verschillende wiskundige onderzoeken op het CWI vormt de computer thans een essentiële schakel. Zo zal

vanuit de afdelingen ZW en TW een *dynamisch-systeem laboratorium* worden opgebouwd (indien de daarvoor noodzakelijke personele en materiële middelen beschikbaar komen). Vanuit reeds aanwezige deskundigheid betreffende formulemanipulatie in de algebra zal onderzoek worden verricht op het gebied van symbolisch rekenen. Daarbij zullen computerhulpmiddelen worden ontwikkeld die dan worden toegepast om meer inzicht te krijgen in de wiskundige aspecten van diverse ingewikkelde processen (biologische, chemische, fysiologische, e.a.). Ook krijgt men steeds meer te maken met complexe, informatiedragende beelden. De analyse, transmissie en (re)constructie van zulke beelden, welke zonder computer ondenkbaar zouden zijn, vormen thans een veelbelovend veld van wiskundige studie. Het belang hiervan onderkend heeft het CWI dan ook met hoge prioriteit een project *Analyse en (re)constructie van beelden* gestart. In de mathematische beslistkunde vormt bij het onderzoek naar *interactieve planningsmethoden* de informatica een essentiële schakel. Een ander gebied is de *telematica* (de studie van telecommunicatie- en computernetwerken), waarbinnen vooral bij de prestatie-analyse van computersystemen de inbreng van de wiskunde tot vruchtbaar onderzoek kan leiden. De numerieke wiskunde is altijd al nauw verbonden geweest met de ontwikkelingen op computergebied. Bij het vinden van nieuwe oplossingsmethoden wordt thans veel verwacht van de mogelijkheden van *vectoriseren en paralleliseren* van algoritmen. De beschikbaarheid in Nederland van vectorcomputers stimuleert in belangrijke mate de ontwikkeling van vectoralgoritmen. Helaas beschikt Nederland nog niet over geavanceerde parallelle machines, waardoor internationaal in de belangstelling staand onderzoek hier nog niet kan worden geëntameerd. De ontwikkeling van de micro-elektronica brengt zelf interessante, nieuwe numerieke probleemstellingen voort (b.v. halfgeleiderfysica). De enorm toegenomen computercapaciteit heeft ook een nieuwe discipline voortgebracht: de *experimentele wiskunde*. Onder andere in de getaltheorie leverde de computeranalyse reeds enkele interessante resultaten op, zoals de ontkrachting van het 'vermoeden van Mertens'; ook andere problemen zullen op soortgelijke wijze worden aangepakt.

Mede door de financiële ondersteuning vanuit het INSP is het informatica-onderzoek op het CWI aanzienlijk uitgebreid. De keuze der onderzoeksthema's wordt voor een groot deel, maar niet uitsluitend, bepaald door vragen die een gevolg zijn van het snel goedkoper worden van geheugens en de verwerkingscapaciteit van computers. In verband met de daarmee gepaard gaande schaalvergroting van de apparatuur is de studie van *gedistribueerde gegevensverwerking* een belangrijk aandachtspunt. De prijsdaling van apparatuur veroorzaakt een sterk stijgende vraag naar programmatuur, vooral voor interactief gebruik. Hier richt het onderzoek zich op methoden en technieken voor het programmeren ('*software engineering*'), op de studie van *programmeertalen en -omgevingen* en op het ontwerpen van *informatiesystemen*. Een ander gevolg van de steeds goedkopere apparatuur is de toename van het interactief computergebruik. Daarom wordt veel aandacht besteed aan de gebruikers-interfaces en programmatuur voor *grafische beeldschermen*, zoals rasterschermen, gebruikt in geavanceerde werkstations.

De voortgang bij een aantal projecten in deze sector dreigt in de knel te komen, omdat het bedrag aan toegewezen INSP-gelden aanzienlijk lager is uitgevallen dan in 1985 in het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek van het CWI was voorgesteld. Met name het project 'Analyse en (re)constructie van beelden' zal niet uit INSP-middelen worden gefinancierd, terwijl voor projecten als 'Gedistribueerde systemen' en 'Expertsystemen' slechts een fractie van de geprojecteerde INSP-middelen beschikbaar is. Mede ten behoeve van behoud en uitbouw van deze projecten is verhoging van het regulier ZWO-subsidie aangevraagd.

De wiskunde en haar technieken zijn ook van essentieel belang geworden voor diverse andere wetenschappen. Behalve in de informatica, waarvoor dat altijd al gold, en in traditionele gebieden als de natuurwetenschappen en technische wetenschappen, is nu ook in de economie, de geneeskunde en de sociale wetenschappen de belangstelling voor een fundamentele wiskundige aanpak van problemen groeiende. Ook de wisselwerking tussen wiskundige specialisten onderling is toegenomen en heeft al geleid tot opmerkelijke doorbraken. Een voorbeeld is Falting's bewijs van de stelling van Mordell, dat tot stand kwam door toepassing op de getaltheorie van geavanceerde technieken uit de algebraïsche meetkunde. Ook het gebruik van meetkundige methoden bij combinatorische optimaliseringsproblemen is vruchtbaar gebleken, zoals bij de methoden van Khachian en van Karmarkar. En in problemen van spraakherkenning en PET (= Positron Emission Tomography) is het statistische EM-algoritme met succes toegepast.

Het is duidelijk dat, hoewel de wiskunde een veel langere historie heeft dan de informatica, deze laatste thans eveneens sterk in beweging is, en dat beide disciplines elkaar heel wat te bieden hebben. Het is de SMC er dan ook veel aan gelegen de ontwikkeling van het onder haar verantwoordelijkheid vallende onderzoek in de wiskunde en de informatica in harmonie met elkaar te laten verlopen. Het informatica-onderzoek ontvangt tot 1989 extra gelden via het INSP. Hoewel over de financiering vanaf 1989 nog geen besluit is genomen, ligt het in de lijn der verwachting dat de met de INSP-middelen gerealiseerde versterking en verbreding van het informatica-onderzoek in belangrijke mate behouden kan worden door aanpassing van het reguliere ZWO-subsidie. Uit het voorgaande moge blijken dat de SMC verdere stimulering van het wiskundig onderzoek eveneens zeer belangrijk acht. Zij gaat er dan ook van uit dat de financiering van het informatica-onderzoek hierop geen nadelige invloed zal hebben.

Ten gevolge van de nulgroei van het ZWO-subsidie gedurende een aantal jaren is het onderzoek in de wiskunde op het CWI onder grote druk komen te staan. De middelen verkregen via stimuleringsprogramma's voor de informatica, zijn uiteraard vooral het informatica-onderzoek ten goede gekomen. De mede hierdoor gerealiseerde verbreding van het informatica-onderzoek leidde tot deelname in contract- en samenwerkingsonderzoek, i.h.b. in het kader van het ESPRIT-programma; maar opnieuw betrof dit bijna uitsluitend informatica-onderzoek.

Het wiskunde-onderzoek, dat belangrijke bijdragen moet leveren aan de (toepassingen van de) informatica, kon nauwelijks worden geïntensiveerd. Hoewel een aantal STW-projecten de totale onderzoekscapaciteit voor wiskunde bij het CWI vergroot, gaat dit door het niet vergoeden van de overhead en begeleiding van de STW-onderzoekers eerder ten koste van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek. Interne reallocatie is - zeker op korte termijn - nauwelijks mogelijk, gezien enerzijds de kwaliteit en het belang van de lopende projecten, anderzijds de aard van het dienstverband.

Het CWI zal in 1987 nader aandacht besteden aan de wens tot versterking van het wiskunde-onderzoek.

De SMC onderkent ten volle de noodzaak en het nut van uitbreiding der samenwerking op diverse terreinen. Naast de samenwerkingsverbanden binnen de Nederlandse wetenschappelijke wereld is het CWI doende meer contacten te leggen met bedrijven en instellingen in binnen- en buitenland. Voor de behandeling van de daarbij optredende zakelijke en juridische problemen zal het CWI de benodigde kennis gaan opdoen. Opdrachten vanuit de industrie lopen dikwijls via onderzoeksprogramma's in het kader van STW, ESPRIT, SPIN enz. Het CWI is echter voornemens ook zonder tussenkomst contracten met bedrijven te verwerven. Vermeldenswaard is verder dat een voor-overeenkomst tot samenwerking is aangegaan met TNO voor de komende jaren, waarbinnen reeds concrete projecten zijn gedefinieerd.

Het CWI heeft vele contacten met wetenschappelijke instellingen in het buitenland. Twee hiervan genieten speciale belangstelling: INRIA in Parijs en GMD in Bonn. Deze twee instellingen vertonen qua structuur en onderzoeksgebieden nauwe verwantschap met het CWI. Thans worden dan ook de mogelijkheden nader onderzocht om de samenwerking met deze instellingen ook een formele basis te geven. Voor de vervulling van een rol vergelijkbaar met die van deze 'centres of excellence' door het CWI in Nederland is verdere uitbreiding nodig.

Inhoud

AFDELING ZUIVERE WISKUNDE	1
<i>Lijst van projecten</i>	3
<i>ZW 11 Algebra en discrete wiskunde</i>	5
ZW 11.1 Combinatoriek, eindige meetkonden en eindige groepen	7
ZW 11.2 Cryptografie	9
<i>ZW 12 Analyse, in het bijzonder analyse op Liegroepen</i>	11
ZW 12.2 Analyse op halfkelvoudige Liegroepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies	
ZW 12.3 Speciale functies en klassieke analyse	
<i>ZW 13 Algebraïsche mathematische fysica</i>	17
ZW 13.3 Het gegeneraliseerde harde hexagon model	22
ZW 13.5 Relaties tussen eindige-vrijheidsgraden, oneindige-vrijheidsgraden, en rooster-, klassiek- en quantum volledig integreerbare modellen	23
<i>ZW 14 Dynamische systemen</i>	25
AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE	29
<i>Lijst van projecten</i>	31
<i>TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen</i>	33

<i>AP 1 Concurrency</i>	141
<i>AP 2 Formele specificatiemethoden</i>	145
<i>AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen</i>	149
<i>AP 4 Interactieve tekstverwerking</i>	153
<i>AP 5 Expertsystemen</i>	157
<i>AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie</i>	161
<i>AP 2-4 Software engineering</i>	165
AFDELING ALGORITMIEK EN ARCHITECTUUR	167
<i>Lijst van projecten</i>	169
<i>AA 1 Complexiteit en algoritmen</i>	171
<i>AA 2 Transparantie van architecturen</i>	175
<i>AA 3 Computersystemen en ergonomie</i>	179
AA 3.1 Het ABC-project	180
AA 3.2 Mens-Computer Interfaces	183
<i>AA 4 Gespeide adaptieve informatiesystemen (DAISY)</i>	185
<i>AA 5 Constructieve algoritmie</i>	189
AA 5.1 VLSI-ontwerp	190
AA 5.2 Abstracto	192
AFDELING INTERACTIEVE SYSTEMEN	195
<i>Lijst van projecten</i>	197
<i>IS 1 Computergrafiek</i>	199
<i>IS 2 Interactieve werkstations</i>	203
<i>IS 3 Dialoogprogrammering</i>	207
<i>IS 4 Intelligente CAD-systemen</i>	211
IS 4.1 Intelligente CAD-systemen	
IS 4.2 Methodenbanken	
SECTOR COMPUTERSYSTEMEN EN TELEMATICA	215
<i>Lijst van projecten</i>	218

Afdeling

Zuivere Wiskunde

Gegeven de meer op specifieke onderdelen gerichte, relatief welomschreven taken van de andere afdelingen van het CWI zou de afdeling ZW zich meer moeten bezighouden met: combinatoriek, getaltheorie, algebra, meetkunde, de meer zuivere analyse, functionaalanalyse en operatorentheorie, representatietheorie, topologie, globale analyse en theoretische fysica. Historisch gegroeide interessegebieden en beperkingen in middelen en mankracht mankracht maken dat uit dit alles een zeer kleine selectie wordt gemaakt.

De laatste decennia staan in het teken van de integratie van diverse takken van wetenschap, die voordien weinig aanrakingspunten vertoonden en zelfs dreigden uit elkaar te groeien. Ook binnen de wiskunde is een sterke wisselwerking tussen allerlei specialismen op gang gekomen, die reeds tot verrassende resultaten heeft geleid. Vermeld kunnen hier worden de stochastiek en de informatica, waar veel zuiver-wiskundig onderzoek belangrijke toepassingen vindt. Thans zuiver-wiskundige probleemgebieden zijn vaak ontstaan uit een concrete vraagstelling. Bij een gezonde ontwikkeling krijgt zo'n gebied een eigen dynamiek en esthetiek (en daarmee interne criteria voor belang en relevantie), die reeds meermalen heeft geleid tot de ontwikkeling van begrippen en ideeën die later in het oorspronkelijke - of een ander - toepassingsgebied van groot belang bleken. Ijktheorieën en de daaraan verbonden differentiaaltopologie en algebraïsche meetkunde (kandidaat voor de Fieldsmedaille 1986) zijn hiervan een mooi voorbeeld. Opvallend is de groeiende waardering voor (en gebruik van) zuiver-wiskundig onderzoek bij natuurkundigen, chemici en ingenieurs.

De keuze van onderwerpen binnen de afdeling is sterk gericht op onderzoeksgebieden die interessante dwarsverbanden hebben met andere gebieden van de wiskunde. In alle gekozen aandachtsgebieden speelt het idee van symmetrie, meer specifiek het uitbuiten en beschrijven ervan in zoveel mogelijk

situaties, een rol. In het onderzoek spelen ook contacten met de informatica een belangrijke rol, bijvoorbeeld bij de cryptografie, de computeralgebra en het symbolisch rekenen. Daarnaast is het afdelingsbeleid gericht op de versterking van het CWI als expertise-reservoir ten behoeve van de onderzoekswereld, de overheid en de industrie. Het onderzoek binnen de afdeling ZW staat zelf meestal één stap verder van onmiddellijke toepassingen, zodat de afdeling minder betrokken is bij toepassingsgerichte projecten en consultaties. De functie van de afdeling kan en mag echter nadrukkelijk niet bestaan uit het hoofdzakelijk dienen als vraagbaak voor problemen die elders opduiken. Zuivere Wiskunde heeft een eigen dynamiek. Vaak leidt verder onderzoek van de structuur van een wiskundig model via ogenschijnlijke omwegen tot verrassende oplossingen op basis van inzichten die waarschijnlijk niet bereikt zouden zijn als de toepassing steeds centraal was gebleven. 'Zuivere wiskunde' creëert onder meer stukken gereedschap, hulpmiddelen bij het denken, analyseren en synthetiseren, die veelvuldig algemeen bruikbaar blijken te zijn. Vaak is reeds gebleken dat zulk gereedschap veel later ideaal bleek in toepassingsgebieden die toen nog niet bestonden.

Voor het onderzoek van de afdeling ZW is voorts de op het CWI aanwezige 'hardware' van betekenis. Hierdoor zijn in principe problemen aan te pakken die anders ontoegankelijk zouden blijven vanwege de grote hoeveelheid symbolische manipulaties. Het is daarom van groot belang dat het CWI voor deze manipulaties beschikt over programmapakketten als Macsyma, Reduce en Cayley.

Ook zou de afdeling ZW graag in de gelegenheid worden gesteld om talentvolle, niet al te lang geleden gepromoveerde onderzoekers, voor een aantal jaren bij zich te stationeren.

Bij het onderzoek binnen de afdeling ZW zijn er relaties met de WGM Analyse, de WGM Discrete Wiskunde, het LSV Algebra en Meetkunde, en het LSV Mathematische Fysica.

Binnen de afdeling is de aandacht gericht op de volgende onderzoeksprojecten:

- ZW11 Algebra en discrete wiskunde;
- ZW12 Analyse;
- ZW13 Algebraïsche mathematische fysica;
- ZW14 Dynamische systemen.

**Afdeling
Zuivere Wiskunde**

LIJST VAN PROJECTEN

- ZW11 Algebra en discrete wiskunde
 ZW12 Analyse
 ZW13 Algebraïsche mathematische fysica
 ZW14 Dynamische systemen

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

ZUIVERE WISKUNDE									
Naam	ZW11	ZW12	ZW13	ZW14	MB3	A&O	tijd in fte	totaal in manjaar	ext. fin.
Hazewinkel			0.60			0.20	1.00	1.00	
de Vries				0.70		0.30	1.00	1.00	
van Bon	1.00						1.00	1.00	
Brouwer	0.10						0.10	0.10	
Cohen	1.00						1.00	1.00	
Evertse	0.75						1.00	0.75	
van de Graaf	0.25						1.00	-	Verv Dnst
Koornwinder		1.00					1.00	1.00	
vd Lune		0.80				0.20	1.00	1.00	
Ruitenber		0.67					1.00	0.67	
Scholma			1.00				1.00	1.00	
wm 1	p.m.						1.00	P.M.	
wm 2				p.m.			1.00	P.M.	
Chaum	0.50						1.00	0.50	NFI
de Boer	1.00						1.00	1.00	NFI
Ruijsenaers			1.00				1.00	1.00	C&CH
Tot. req.aangest.	3.10	2.47	1.60	0.70	0.20	0.70		8.52	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
gedetacheerd	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00		2.50	
nwe aanvr ged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
STO-onderst.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
TOTAAL	4.60	2.47	2.60	0.70	0.20	0.70		11.02	



TITEL: Algebra en discrete wiskunde

TITLE: Algebra and discrete mathematics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Project ZW 11 heeft twee deelprojecten, te weten:

ZW 11.1 Combinatoriek, eindige meetkunden en eindige groepen;

ZW 11.2 Cryptografie.

In deelproject ZW 11.1 worden Chevalleygroepen en bijbehorende meetkunden onderzocht en, meer algemeen, Buekenhout-Tits-meetkunden.

Ook worden enige algebraïsche/discreet-wiskundige aspecten van Liegroepen onderzocht, bijvoorbeeld de classificatie van eindige ondergroepen van exceptionele Liegroepen. Daarnaast vindt er onderzoek plaats in de coderingstheorie, de designtheorie en de grafentheorie (i.h.b. afstandsreguliere grafen).

In deelproject ZW 11.2 wordt kennis op het gebied van cryptosystemen (gegevensbeveiliging) geïnventariseerd.

TECHNICAL ABSTRACT

Research project ZW 11 consists of two subprojects:

ZW 11.1 Combinatorics, finite geometries and finite groups;

ZW 11.2 Cryptology.

The research in subproject ZW 11.1 is concerned with Chevalley groups and the associated geometries and, more generally, with geometries of Buekenhout-Tits type.

It is also concerned with some algebraic/discrete mathematical aspects of Lie groups, e.g. the classification of finite subgroups of exceptional Lie groups. In addition, there is research in coding theory, the theory of designs and the theory of graphs (especially distance-regular graphs).

The subproject ZW 11.2 is mainly intended to build up know-how on crypto systems (data security).

SAMENSTELLING GROEP

drs. J.T.M. van Bon, prof.dr. A.E. Brouwer, dr. D. Chaum (NFI) (projectleider ZW11.2), dr. A.M. Cohen (projectleider ZW11.1), dr. J.H. Evertse, drs. J. van de Graaf, wetenschappelijk medewerker 1 (p.m.), dr. H. den Boer (NFI)

SAMENWERKING

dr. J. Brinkhuis (EU Rotterdam), prof.dr. F. Buekenhout (UL Brussel, België), prof.dr. R.L. Griess (U. of Michigan, Ann Arbor), prof.dr. J.H. van Lint (TU Eindhoven), dr. A. Neumaier (Freiburg, BRD), prof.dr. D.B. Wales (Cal. tech. Pasadena), dr.ir. H.A. Wilbrink (TU Eindhoven),

AANVANG: 1984

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P110, P120, P150

1980 Math. Subj. Class. : 05-XX, 06-XX, 20-XX, 51EXX, 52-XX, 94BXX



TITEL DEELPROJECT

ZW 11.1 Combinatoriek, eindige meetkunden en eindige groepen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Centraal in het onderzoek van de afgelopen jaren stonden de meetkunden van Lietype (d.w.z. meetkunden die te maken hebben met parabolische ondergroepen van Chevalleygroepen) en de door Buekenhout hiervan afgeleide, zeer algemene notie van meetkunden van het diagramtype. Op deze gebieden is een grote en vrij unieke deskundigheid binnen de afdeling ZW verkregen. Deze deskundigheid wordt benut bij problemen in de bepaling van maximale ondergroepen van gegeven groepen van Lietype en eindige ondergroepen van bepaalde Liegroepen (samenwerking R.L. Griess en D.B. Wales).

De goede voortgang van genoemd onderzoek moet de komende jaren gecontinueerd worden. Dankzij de goede computerfaciliteiten is het CWI de aangewezen plaats om bewerkelijke berekeningen uit te voeren voor onderzoek van zuiver-wiskundige aard. Zo is er een grote bibliotheek van programma's aangelegd voor berekeningen aan groepen en matrices. De ondersteuning van (ook elders uitgevoerd) zuiver-wiskundig onderzoek met gebruikmaking van de computer zou uitgebreid moeten worden. De relaties tussen het onderzoeksgebied en de theorie der groepen zullen belangrijk blijven, maar verwacht wordt dat ook andere algebraïsche aspecten in de eindige meetkunde en de combinatoriek naar voren treden. Hierbij valt te denken enerzijds aan de relaties tussen algebraïsche topologie en de voorstellingen van de eindige meetkunden als celcomplexen, anderzijds aan relaties tussen de algebraïsche meetkunde en de vlaggenruimte in de meetkunde van het diagramtype. Immers, één van de opvallende, recente ontwikkelingen in de discrete wiskunde en de algebra is het toenemen van relaties tussen de discrete wiskunde en algebra (zoals tot nu toe florerend binnen de afdeling) en de commutatieve en homologische algebra en de algebraïsche meetkunde. Hierbij kan gedacht worden aan b.v. de Bruhatordening, Kazhdan-Lusztig-polynomen, Cohen-Macaulay-eigenschappen enz. Het ligt in de bedoeling het onderzoek in deze richting uit te bouwen. Opgemerkt moet worden dat bovengenoemde begrippen ook een belangrijke rol spelen bij onderzoek over Kac-Moody-Lie-algebra's, die op hun beurt van fundamenteel belang zijn voor het onderzoek in de projecten ZW 12 en ZW 13.

Naast het bovengeschetste onderzoek in meetkunde en algebra zal het onderzoek aan andere, zeer regelmatige ('kristallijne') combinatorische objecten zoals afstands-reguliere grafen, codes en designs worden voortgezet.

Relevante literatuur

J. TITS (1974). *Buildings of Spherical Type and Finite BN-pairs*, Springer LNM 386.

SAMENSTELLING GROEP

drs. J.T.M. van Bon
 prof.dr. A.E. Brouwer
 dr. A.M. Cohen (projectleider)
 wetenschappelijk medewerker 1 (p.m.)

AANVANG: 1972

WERKPLAN 1987

- 1 Het werken aan (schrijven van) een drietal boeken:
 - F. Buekenhout, A.M. Cohen: boek over diagrammeetkonden;
 - A.E. Brouwer, A.M. Cohen, A. Neumaier: boek over afstands-reguliere grafen;
 - A.E. Brouwer, J.H. van Lint, H.A. Wilbrink: boek over sterk-reguliere grafen;
- 2 Het doen van onderzoek aan problemen die (bij het werk onder (1) genoemd of anderszins) op natuurlijke wijze naar voren komen.
- 3 Exploratie naar verbanden tussen discrete wiskunde en homologische algebra en algebraïsche meetkunde, met name met gebruikmaking van de computerfaciliteiten; deze activiteit zal afhankelijk zijn van uitbreiding van de medewerkers in de groep.
- 4 Literatuurstudie.
- 5 Zo vroeg mogelijk een begin maken met de hieronder beschreven ombuiging en uitbouw van de activiteiten van deze groep.

WERKPLAN NA 1987

De natuurlijke personeelsontwikkeling van de groep geeft al aan dat relatief minder aandacht zal worden besteed aan puur combinatorische aspecten en meer aan algebraïsche aspecten. Bij het onderzoek dat door de groep wordt en werd uitgevoerd, hebben symbolische (in contrast met numerieke) computerberekeningen altijd een rol gespeeld. Dit zal niet minder worden, ook gezien de wereldwijde ontwikkelingen. Het is de bedoeling de aandacht meer te richten op 'Algebraïsche Symbolische Manipulatie'. Enkele programmapakketten (Caley, Macsyma) zijn hiertoe inmiddels bij het CWI beschikbaar.

Symbolische manipulatie, gedeeltelijk als deelgebied van 'experimentele wiskunde' begint een steeds belangrijker onderzoekshulpmiddel te worden, bijvoorbeeld voor het opstellen en testen van vermoedens. Dit geldt zowel in de algebra als bij 'berekeningen' van symmetriegroepen (of andere kwesties betreffende symmetrie) van stelsels partiële differentiaalvergelijkingen. In deze richting zijn bij de Universiteit Twente aanmerkelijke successen geboekt. Er zijn ook connecties aan te geven met het project ZW13. In de (theoretische) hoge-energiefysica is symbolische manipulatie van belang. Samenwerking met FOM (NIKHEF-H), waar reeds een klein project loopt, is hier van belang.

TITEL DEELPROJECT ZW 11.2 Cryptografie

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Naar verwachting zal het gebruik van gedistribueerde computersystemen in de komende jaren sterk toenemen, bijvoorbeeld in elektronische betalingssystemen en in netwerken waarin vertrouwelijke gegevens worden verstuurd. In gedistribueerde computersystemen zijn computers veelal door onveilige kanalen verbonden. Om te voorkomen dat informatie die over zulke kanalen wordt verstuurd door buitenstaanders kan worden vervalst of 'afgeluisterd', is het noodzakelijk bij het ontwikkelen van veilige gedistribueerde computersystemen gebruik te maken van cryptografische technieken.

De cryptografie is een vakgebied waarin oorspronkelijke wiskundige technieken worden ontwikkeld en onderzocht om vertrouwelijke gegevens door middel van vercijfering te beveiligen (secrecy). Tegenwoordig omvat de cryptografie ook de studie van methoden waarmee voorkomen kan worden dat informatie die over een onveilig kanaal wordt verstuurd door een buitenstaander wordt vervalst (authentication). Deze methoden bestaan meestal uit een manier om gegevens te voorzien van een 'digitale handtekening' en een serie voorschriften (protocol) volgens welke de boodschappen moeten worden verstuurd. Zowel in secrecy- als authentication-methoden wordt vaak gebruik gemaakt van public-key cryptosystemen. In deze systemen worden boodschappen vercijferd met een publieke, aan iedereen bekende sleutel terwijl de boodschappen worden ontcijferd met een geheime steutel die alleen aan de ontcijferaar bekend is. Het meest bekende public-key cryptosysteem is het RSA-systeem, ontwikkeld door Rivest, Shamir en Adleman. De veiligheid van dit systeem berust op de ondoenlijkheid twee priemgetallen van ongeveer honderd cijfers te berekenen als alleen hun produkt gegeven is.

In de komende jaren zal de werkgroep cryptografie van het CWI zich vooral richten op verder onderzoek en verdere ontwikkeling van een nieuw, door D. Chaum ontwikkeld protocol waarmee gegevens van individuen kunnen worden uitgewisseld tussen organisaties. In dit protocol staat de uitwisseling van de gegevens van een individu volledig onder controle van het individu zelf. Het protocol biedt de organisaties een hoge graad van veiligheid tegen misbruik door individuen terwijl het tegelijkertijd de persoonlijke levenssfeer van individuen optimaal beschermt tegenover de organisaties. Het protocol maakt gebruik van het RSA-systeem.

Door een belangrijke financiële bijdrage uit NFI-fondsen is het mogelijk de komende paar jaar een post-doc medewerker aan te stellen. Tevens zal dr. D. Chaum tot september 1987 aan het CWI verbonden blijven als buitenlandse deskundige. Het ligt in de bedoeling regelmatig andere buitenlandse deskundigen uit te nodigen.

Relevante literatuur

- 1 W. Diffie, M.F. Hellman (1976). New directions in cryptography. *IEEE Trans. Inf. Theory* 22, 644-654.
- 2 D.E. Robling-Denning (1982). *Cryptography and Data Security*, Addison-Wesley Publ. Comp., Reading (Mass).
- 3 D. Chaum (1985). *New secret codes can prevent a computerized big brother*, preprint, CWI.

SAMENSTELLING GROEP

dr. D. Chaum (NFI) (projectleider)
dr. J.H. Evertse
drs. J. van de Graaf
dr. H. den Boer (NFI)

AANVANG: 1980

WERKPLAN 1987

- 1 Voortzetting van het onderzoek op bovengenoemd door Chaum ontwikkeld protocol. Dit omvat onder andere:
 - het wiskundig formuleren van eisen die aan het protocol gesteld worden aangaande de privacy van individuen en de veiligheid voor organisaties en het geven van een bewijs dat aan deze eisen voldaan is;
 - het ontwikkelen van algemenere versies van het protocol met meer toepassingsmogelijkheden;
 - het ontwikkelen van een computersimulatie van bovengenoemd protocol om de praktische bruikbaarheid ervan te toetsen en te demonstreren (e.e.a is afhankelijk van de beschikbare computerfaciliteiten).
- 2 Het voortzetten van de werkgroep Cryptografie (eens per maand) om belangstellenden voor te lichten over recente ontwikkelingen; het onderhouden en aanhalen van contacten met medewerkers van TU Delft, TU Eindhoven, UvA, VU Amsterdam, Dr. Neher Laboratorium (Leidschendam), Philips USFA (Eindhoven).
- 3 Het organiseren van de conferentie Eurocrypt 87 (13-15 april, 1987) i.s.m. Dr. Neher Lab. en Philips USFA.

WERKPLAN NA 1987

Zie werkplan 1987, (1) en (2).

TITEL: Analyse, in het bijzonder analyse op Liegroepen

TITLE: Analysis, in particular analysis on Lie groups

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Project ZW12 bestaat uit de volgende deelprojecten:

ZW 12.2 Analyse op halfenkelvoudige Liegroepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies;

ZW 12.3 Speciale functies en klassieke analyse.

Doel is harmonische analyse op (pseudo-)Riemannse symmetrische ruimten, de bestudering van speciale functies en hun groepentheoretische interpretatie, van (nulpunt-)problemen bij speciale analytische functies en van diverse problemen van getaltheoretische aard.

TECHNICAL ABSTRACT

Research project ZW12 consists of the following subprojects:

ZW 12.2 Analysis on semisimple Lie groups and symmetric spaces and the connection with special functions;

ZW 12.3 Special functions and classical analysis.

The purpose is harmonic analysis on (pseudo-)Riemannian symmetric spaces, the study of special functions and their group theoretic interpretation, the study of (zero patterns of) special analytic functions and various problems of a number theoretic nature.

SAMENSTELLING GROEP

dr. T.H. Koornwinder (projectleider)

dr. J. van de Lune, Ph.D.

drs. G.C.M. Ruitenburg

SAMENWERKING

prof.dr. G. van Dijk (RU Leiden)

AANVANG: 1972

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P130, P140

1980 Math. Subj. Class. : 22E30, 22E46, 43A80, 43A85, 43A90,
33A75, 33A65, 33A30, 10-XX, 30-XX

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Het algemene kader van deelproject ZW 12.2 is als volgt. Zij G een reële halfenkelvoudige Liegroep en $X = G/H$ een bijbehorende symmetrische ruimte. Voor ons doel onderscheiden we drie aspecten van harmonische analyse op X .

- 1 Vind zoveel mogelijk informatie over de Plancherelontbinding van $L^2(X)$ voor algemene halfenkelvoudige symmetrische ruimtes, liefst een volledig expliciete Plancherelformule. Deze algemene theorie is voltooid voor Riemannse symmetrische ruimtes en in het groepsgeval $G_1 \times G_1 / \text{diag}(G_1)$, in beide gevallen vooral door het werk van Harish-Chandra. Het geval van een pseudo-Riemannse symmetrische ruimte is thans een zeer actief onderzoeksgebied met belangrijke bijdragen van Oshima e.a., Flensted-Jensen en Van den Ban.
- 2 Harmonische analyse op speciale ruimtes X . In het pseudo-Riemannse geval van rang 1 is dit bijna voltooid door het werk van Faraut en van Van Dijk met promovendi (M.T. Kusters, W. Kusters, Poel). In het Riemannse geval spitst onze aandacht zich toe op het vinden van meer expliciete formules, met name voor de inversie van de Abeltransformatie.
- 3 Imitatie en generalisatie van de sferische harmonische analyse op algemene Riemannse symmetrische ruimtes in het geval van algemene multipliciteiten voor de wortels. Dit oude thema van het huidige deelproject is in een stroomversnelling geraakt door het recente werk van G. Heckman en E. Opdam. Ook hier kan men weer onderscheid maken tussen de algemene theorie, die gebruik maakt van abstracte methodes, en de speciale gevallen, waar meer bij gerekend wordt.

Terwijl juist genoemd punt 3 tot nieuwe speciale functies in meer variabelen leidt, kan men anderzijds voor bekende speciale functies groepentheoretische interpretaties zoeken, zie o.a. het werk van Vilenkin en W. Miller, Jr. In ons deelproject spitst deze aanpak zich thans toe op het groepentheoretisch interpreteren van Askey's tableau van hypergeometrische orthogonale polynomen.

Het pas op het CWI geïmplementeerde formulemanipulatiesysteem Macsyma zal een belangrijk hulpmiddel worden in dit deelproject.

Het deelproject ZW12.2 maakt deel uit van het pas opgerichte landelijke project Liegroepen (Leiden, Utrecht, Groningen, Nijmegen, CWI), dat via de SMC bij ZWO is aangemeld. D.m.v. het deeltijdsverband van T.H. Koornwinder bij de RU Leiden en de tweewekelijkse bijeenkomsten van de werkgroep Analyse op Liegroepen is er binnen genoemd landelijk project een bijzonder hechte samenwerking tussen deelproject ZW12.2 van het CWI en de onderzoeksgroep-Van Dijk van de RU Leiden.

Buiten het landelijk project zijn er o.a. onderzoekscontacten met R. Askey (Madison), E. Badertscher (Bern), L. de Branges (Lafayette), M. Flensted-Jensen (Kopenhagen), G. Gasper (Evanston), A.G. Helminck (Ann Harbor), J.J. Lodder (Inst. voor Plasmafysica, Nieuwegein).

In deelproject ZW12.3 wordt onderzoek gedaan aan speciale analytische functies in meer klassieke zin, o.a. gerelateerd aan getaltheoretische problemen.

Bij dit onderzoek wordt in sterke mate gebruik gemaakt van de computer. Dit onderzoek vindt plaats in samenwerking met de afdeling NW (o.a. H.J.J. te Riele en D.T. Winter).

WERKPLAN 1987

Deelproject ZW12.2

Voor de sferische Abeltransformatie op een niet-compacte semisimpele Riemannse symmetrische ruimte G/K bestaat een inversieformule in termen van euclidische Fouriertransformatie van $|c(\lambda)|^{-2}$ en duale Abeltransformatie. De Fouriergetransformeerde van $|c(\lambda)|^{-2}$ werd in 1985 expliciet uitgerekend door R. Beerends [1]. In het geval van rang 1 bestaat een andere inversieformule in termen van fractionele integralen van Weyltype, cf. [2], die herhaaldelijk in de literatuur is toegepast bij harmonische analyse op ruimten G/K van rang 1. Doel is om analoga van deze laatste inversieformule in het geval van hogere rang te vinden, uitgaande van de speciale gevallen in Aomoto [3] en Meaney [4]. Dit is mede promotiewerk van R. Beerends (RU Leiden).

Nauw samenhangend hiermee is het werk aan orthogonale speciale functies in meer variabelen die met wortelsystemen geassocieerd kunnen worden, c.f. [5], [6. part I]. Een belangrijk gereedschap hierbij zijn de *schuifoperatoren*, i.e. differentiaaloperatoren die speciale functies behorend bij naburige multipliciteiten op elkaar afbeelden. Door recent werk van E. Opdam [6, part III] (RU Leiden, promotiewerk) voor G_2 zijn deze operatoren nu voor alle wortelsystemen van rang 2 gevonden. Het probleem van existentie en expliciete representatie van de schuifoperatoren voor rang 2 is onderwerp van onderzoek, met gebruik van formulemanipulatie op de computer. Voorts expliciete integraalrepresentaties van de orthogonale speciale functies en hun identificatie met Lauricella-achtige hypergeometrische functies in speciale gevallen. Bij wijze van toepassing van Heckman's [6, part II] algemene theorie van deze functies werkt G.C.M. Ruitenburg [7] aan idealen in polynoomalgebra's geassocieerd met sferische representaties.

Het werk [8] aan de groepentheoretische interpretatie van Askey's [9] tableau van hypergeometrische functies is ten dele in samenwerking met E. Badertscher (Bern).

Voorts zal er mogelijk samen met A.G. Helminck (Ann. Arbor) gewerkt worden aan een follow-up van de dissertatie [10] van laatstgenoemde en samen met J.J. Lodder (Inst. voor Plasmafysica, Nieuwegein) aan de nieuwe theorie van generaliseerde functies aangekondigd in [11].

Referenties

- 1 R. BEERENDS (1985). *The Fourier Transform of Harish-Chandra's c -Function and Inversion of the Abel Transform*, preprint, RU Leiden.
- 2 T.H. KOORNWINDER (1984). Jacobi functions and analysis on noncompact semisimple Lie groups. *Special Functions: Group Theoretical Aspects and Applications*, Reidel.
- 3 K. AOMOTO (1967). Sur les transformations d'horisphère et les équations

- intégrales qui s'y rattachent. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo* 14, 1-23.
- 4 C. MEANEY. The inverse Abel transform on complex Grassmann manifolds. *Math. Scand.*, to appear.
 - 5 B. HOOGENBOOM, T.H. KOORNWINDER (1986). *Fonctions d'entrelacement sur les groupes de Lie compacts et polynômes orthogonaux de plusieurs variables*, CWI Report PM-R8601, to appear in the Proceedings of the Ecole d'Analyse Harmonique de Tunis, 1984.
 - 6 G. HECKMAN, E. OPDAM. *Root Systems and Multivariable Hypergeometric Functions*, part I joint, part II by G. HECKMAN, part III by E. OPDAM, in preparation.
 - 7 G.C.M. RUITENBURG (1986). *The $GL(n)$ -invariant Ideals of the Coordinate Ring of Pairs of Symmetric Matrices with Product Zero*, Report, Math. Institute, Univ. of Leiden, in print.
 - 8 T.H. KOORNWINDER (1985). *A Group Theoretic Interpretation of Wilson Polynomials*, CWI Report PM-R8504, to appear in the Proceedings of the International Conference on Complex Analysis and Applications, Varna Bulgaria, 1985.
 - 9 R. ASKEY, J. WILSON (1985). Some basic hypergeometric orthogonal polynomials that generalize Jacobi polynomials. *Memoirs Amer. Math. Soc.* 319.
 - 10 A.G. HELMINCK (1985). *Algebraic Groups with a Commuting Pair of Involutions and Semisimple Symmetric Spaces*, dissertatie, RU Utrecht.
 - 11 T.H. KOORNWINDER, J.J. LODDER (1984). Generalized functions as linear functionals on generalized functions. P.L. BUTZER a.o. (eds.). *Anniversary Volume on Approximation Theory and Functional Analysis*, Birkhäuser.

Deelproject ZW 12.3

Vanaf 1981 is door J. van de Lune (in samenwerking met H.J.J. te Riele en D.T. Winter, beiden NW) veel aandacht besteed aan het numeriek verifiëren van de Riemannhypothese. Met de komst van de supercomputer CYBER 205 (begin 1984) kon, sneller dan aanvankelijk voorzien werd, de Riemannhypothese geverifieerd worden tot en met het $1,5 \times 10^9$ -de nulpunt, een resultaat dat het oorspronkelijk gestelde doel ruimschoots overtrof. In verband hiermee wordt dan ook overwogen dit tijdrovende en kostbare rekenwerk (voorlopig) als beëindigd te beschouwen. De verkregen resultaten zijn beschreven in [1] en [2]. Het is overigens wel de bedoeling bovenbedoelde resultaten nog eens aan een statistisch onderzoek te onderwerpen en, zo mogelijk, het nulpuntenpatroon van de zetafunctie van Riemann te simuleren; vgl. ook [3].

Bij de bestudering van, zich vaak ad hoc aandienende, problemen van getaltheoretische en/of functiethoretische c.q. reëel analytische aard wordt regelmatig samengewerkt met medewerkers van diverse afdelingen en instituten (NW, MS, TW, VU Amsterdam). Verder wordt, in overleg met prof. dr. P. Mullender, gewerkt aan de samenstelling van een (leer)boek over getaltheorie.

Referenties

- 1 J. VAN DE LUNE (1984). *Sums of Equal Powers of Positive Integers*, proefschrift, VU Amsterdam.
- 2 J. VAN DE LUNE, H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER (1986). *On the Zeros of the Riemann Zeta Function in the Critical Strip, IV*, *Math. Comp.* 46 (1986) p.p 667-681.
- 3 A.M. ODLYZKO. *On the Distribution of Spacings between Zeros of the Zeta Function* (to appear).

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.



TITEL: Algebraïsche mathematische fysica

TITLE: Algebraic mathematical physics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Bestudering van de algebraïsche (en algebraïsch meetkundige), combinatorische en representatie-theoretische aspecten van volledig integreerbare Hamiltoniaanse systemen (zowel quantum als klassiek), de exact oplosbare modellen uit de rooster-statistische mechanica en de hier onmiddelijk mee verband houdende stukken van ijktheorieën en representatie-theorie. Project ZW13 bestaat uit de volgende deelprojecten:

ZW 13.3 Het gegeneraliseerde harde hexagon model;

ZW 13.5 Relaties tussen eindige-vrijheidsgraden, oneindige-vrijheidsgraden, en rooster, klassieke, quantum, en relativistische volledig integreerbare modellen.

TECHNICAL ABSTRACT

The investigation of algebraic (and algebraic-geometrical), combinatorial and representation theoretical aspects of completely integrable Hamiltonian systems (both quantum and classical), the exactly solvable models from lattice statistical mechanics and parts of gauge theory and representation theory which are related to this. Project ZW13 consists of the following subprojects:

ZW 13.3 The generalized hard hexagon model;

ZW 13.5 Relations between finite degree of freedom, infinite degree of freedom and lattice, classical, quantum and relativistic integrable models.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. M. Hazewinkel (projectleider)

dr. S.N.M Ruysenaars (C&C Huyghens stipendiaat)

drs. J.K. Scholma

SAMENWERKING

prof. dr. R. Martini (Universiteit Twente)

drs. S.M. Verduyn Lunel (Philips Telecommunicatie, Hilversum)

drs. D.J. Smit (RU Utrecht, via FOM/SMC Samenwerkingsverband Mathematische Fysica)

drs. H.-J. Imbens (Math. Inst. RU Utrecht onder leiding van M. Hazewinkel)

AANVANG: 1982

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P130, P140, P150, P190

1980 Math. Subj. Class. : 14K25, 22E65, 82A67, (81E10), 58F07

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De objecten van onderzoek van dit multi-interspecialistisch gebied zijn enerzijds de zogenaamde exact oplosbare modellen uit de rooster-statistische mechanica en anderzijds de daarmee nauw samenhangende Liouville-integreerbare Hamiltoniaanse systemen. Dit zijn grof gezegd systemen met een maximaal aantal behoudswetten in involutie (voor eindig-dimensionale systemen is deze definitie exact; voor oneindig-dimensionale systemen (beschreven door partiële differentiaalvergelijkingen) is er nog geen goede definitie).

Voorbeelden van Liouville-integreerbare systemen (vaak ook volledig integreerbaar genoemd) zijn: de Todaroosters (modellen van ketens van veren met niet-lineaire veelal exponentiële interacties), de Korteweg-de Vries- en de gemodificeerde Korteweg-de Vries-vergelijking voor ondiepwatervolven, de Sine-Gordon-vergelijking, de niet-lineaire Schrödingervergelijking, de zelf-duale Yang-Mills-vergelijking, de niet-lineaire σ -modellen e.d. en er zijn nog zo'n 20 andere vergelijkingen. Veel van deze vergelijkingen zijn erg belangrijk voor wat de toepassingen betreft.

Voorbeelden van exact oplosbare modellen uit de rooster-statistische mechanica zijn o.a. het harde hexagon model, het Isingmodel en het eight-vertex model. Bij de bestudering van deze objecten komen zeer veel verschillende hoofdstukken uit de wiskunde aan de orde. We noemen:

- algebraïsche meetkunde: thetafuncties, Jacobivariëteiten en vectorbundels daarover enz. (zie [1], [2], [15]);
- scattering en inverse-scattering-theorie (zie [4]);
- het Riemannrandwaardeprobleem, i.h.b. factorisatie van matrixwaardige functies op de cirkel (zie [5], [6], [7], [8], [11]);
- deformaties van holomorfe vectorbundels met een connectie (zie [6]);
- hyperfuncties en holonome quantumveldentheorie (zie [8], [9]);
- ijktheorieën (niet-lineaire σ -modellen; Yang-Mills-velden) (zie [11]);
- Galoistheorie van (partiële) differentiaalvergelijkingen, symmetrieën van systemen van PDV's en GDV's (zie [1], [2], [3], [4], [10], [12], [13], [14], [15], [16]);
- Kac-Moody-Lie-algebra's, de daarbij horende (oneindig-dimensionale) Liegroepen en hun representatietheorie (zie [9], [10], [11], [12], [15], [16], [17]);
- combinatoriek van partities (zie [17]).

Een uitgekristalliseerd beeld met een duidelijk organiserend centrum van hoe dit alles samenhangt, is er zeer duidelijk nog niet en het doel op lange termijn van dit researchproject is juist zo'n beeld op te bouwen (of althans daar een bijdrage aan te leveren). Op dit moment is dit gebied als geheel een mer à boire waaruit enkele scherp omlijnende deelonderwerpen gekozen dienen te worden.

Zoals uit de nummering van de deelprojecten moge blijken, wordt aan een aantal aspecten waaraan aandacht geschonken zou moeten worden geen onderzoekersenergie gewijd. De beschikbare mankracht op het CWI is daarvoor ten enenmale onvoldoende en tot de komst van dr. Ruysenaars per 1 oct. 1986

moet eigenlijk ook gezegd worden dat de beschikbare begeleidingstijd enz. hiervoor nauwelijks toereikend was (gegeven ook de elders aan de orde komende aspecten).

Deze betreffen:

- 1 *Symmetrie-aspecten.* Veel (maar zover bekend is niet alle) integreerbare systemen kunnen geconstrueerd worden uitgaande van een Lie-algebra (en een splitsing daarvan in een directe som van deelalgebra's). Aan de andere kant hebben integreerbare systemen grof gezegd een maximaal aantal behoudswetten en dus maximale commuterende symmetrie. De eerste vraag is wat deze twee symmetrie-aspecten met elkaar te maken hebben. Het lijkt erop dat integreerbare systemen als de NLS en sine-Gordon zich in deren geheel anders (dual?) gedragen dan de systemen van KdV type. Dit was deelproject ZW13.2 waaraan tot zijn vertrek gewerkt werd door S.M. Verduyn Lunel en waaraan met helaas zeer weinig inzet van tijd in samenwerking aandacht geschonken zal blijven worden.
- 2 *De rol van theta- en τ -functies.* Deze vervullen een merkwaardige en niet geheel begrepen rol in het hele integreerbare-systemen-gebeuren. Oorspronkelijk werd aan dit thema gewerkt door G.F. Helminck, nu vertrokken naar de TH Twente en in samenwerking blijft hier enige aandacht naar uitgaan. Dit was deelproject ZW13.1.
- 3 *Prolongaties.* Een symmetrie-algebra-achtig-iets voor een stelsel PDE is de zogenaamde prolongatie-algebra van Estabrook en Wahlquist. Goede programmatuur om deze uit te rekenen is ontwikkeld in tegenstelling tot het direct bepalen van symmetriën, b.v. in de zin van Vinogradov. De precieze relatie tussen prolongatie- en symmetrie-algebra is niet bekend. Dit is een samenwerkingsproject in statu nascendi met de Universiteit Twente (R. Martini). Dit was ZW13.4.
- 4 *De rol van de loop-algebra in de zogenaamde 'dressing methode' van Zaharov-Sabat-Mihailov.* Het gaat hier om een bepaalde representatie (in een ruimte van holomorfe functies) van een loop-algebra die als zodanig optrad als een symmetrie-algebra (groep) niet voor één integreerbaar systeem, maar voor een heleboel alleen tesamen gevoegd. Vraag is voor welke specifieke systemen de stabilisatiegroep groot is mogelijk de hele groep. Een vrij algemene 'orbit' decompositie vraag dus. Er is veel relatie met aspecten van 1 hierboven. Het promotie-onderzoek van H.J. Imbens (tewerkgesteld op het Math. Inst., RU Utrecht o.l.v. M. Hazewinkel) begeeft zich in deze richting.
- 5 *Quantisatie van niet lineaire σ -modellen, de rol van het aantal element van de bijbehorende Kac-Moody-algebra, en anomalieën van sting theorieën.* Dit zijn kort opgesomd de sleutelwoorden van het onderzoek van D.J. Smit (werkzaam bij Theor. Phys., RU Utrecht met op een SMC/FOM onderzoeksplaats van het LSV Math. Physica, o.l.v. M. Hazewinkel, B. de Wit).

Relevante literatuur

- 1 T. SHIOTA (1983). *Soliton Equations and the Schottky Problem*, preprint.
- 2 D. MUMFORD (1983/1984). Tata lectures on Theta I, II. *Progress in Mathematics* 28, 43.
- 3 V.A. DUBROVIN (1981). Theta functions and nonlinear equations. *Russian Math. Surveys* 36:2.
- 4 M.J. ABLOWITZ, H. SEGUR (1981). Solitons and the inverse scattering transform. *SIAM, Studies in Applied Mathematics*.
- 5 L. BOUTET DE MONVEL, A. DOUADY (1983). Problème de Riemann-Hilbert I-II, mathématique et physique. *Progress in Mathematics* 37.
- 6 B. MALGRANGE (1983). Verschillende bijdragen in deel IV van *Progress in Mathematics* 37.
- 7 K. CLANCEY, I. GOHBERG (1981). Factorization of matrix functions and singular integral operators. *Operator Theory: Advances and Applications* 3.
- 8 M. Sato, T. Miva," M. JIMBO 1977-1979). *Holonomic Quantum-Fields XIV 14 en 15*.
- 9 I.B. FRENKEL (1981). Two constructions of affine Lie algebra representations and Boson-Fermion correspondence in quantum field theory. *Journal of Functional Analysis* 44, 259-327.
- 10 E. DATE, M. JIMBO, M. KASHIWARA, T. MIWA (1981). Transformation groups for soliton equations in *Non-linear Integrable Systems - Classical Theory and Quantum Theory, Proc. RIMS-Symposium*.
- 11 K. UENO (1983). Infinite-dimensional Lie algebras acting on chiral fields and the Riemann-Hilbert problem. *Publ. RIMS* 19, 59-82.
- 12 G. SEGAL, G. WILSON (1983). *Loop Groups and Equations of KdV Type*, preprint.
- 13 A.M. VINOGRADOV (1984). Local Symmetries and conservation laws. *Acta Mathematicae Applicandae* 1.
- 14 J.F. POMMARET (1983). *Differential Galois Theory*, Gordon and Breach Science Publishers.
- 15 J.L. VSERDIER (1983). Algèbres de Lie, systèmes Hamiltoniens, courbes algébriques. *Progress in Mathematics* 37, exposé III. 2.
- 16 DRINFELD, SOKOLOV (1983). *Lie Algebras and Equations of KdV-Type*, preprint (in Russisch).
- 17 J. LEPOWSKY, R.L. WILSON (1982). A Lie theoretic interpretation and proof of the Rogers Ramanujan identities. *Adv. in Math.* 45, 21-72.

WERKPLAN NA 1987

Integreerbare systemen worden in de eerste plaats gerekend onder het wetenschappelijk onderzoeksgebied 'globale analyse', hoewel er ook vele representatietheoretische, algebraïsche, algebraïsche-meetkundige en formele aspecten zijn. De AMS classificeert dit gebied onder 58F07, dicht bij: geometric quantization (applications of representation theory), structural stability, ergodic theory and the existence of invariant measures, bifurcation theory.

Het ligt in de bedoeling het hierboven beschreven project Algebraïsche mathematische fysica te laten aansluiten bij aspecten van globale analyse,

zodat ook meer verbindingen kunnen worden gelegd met de activiteiten in ZW12 en ZW14 en met de activiteiten hierboven beschreven die elders in samenwerking aan de orde komen.

TITEL DEELPROJECT**ZW13.3 Het gegeneraliseerde harde hexagon model****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Zie voor de algemene probleemstelling ZW13. Het gegeneraliseerde harde hexagon model heeft zeker iets te maken met de Kac-Moody-Lie-algebra \hat{sl}_2 . Onder meer omdat bepaalde Roger-Ramanujan-identiteiten een belangrijke rol spelen bij het uitrekenen van deelroosterdichtheden en deze identiteiten bewezen kunnen worden via de bestudering van deze zeer specifieke representaties van \hat{sl}_2 . De vraag rijst of het model zelf op compatibele wijze representatietheoretisch geïnterpreteerd kan worden.

Relevante literatuur

Zie bij ZW13 de literatuurverwijzing [17]. Bovendien nog:

R.J. BAXTER (1982). *Exactly Solved Models in Statistical Mechanics*, Academic Press.

G.E. ANDREWS (1981). *The Hard Hexagon Model and New Type RR-Identities*, Report 8167, Penn. State University.

SAMENSTELLING GROEP**prof.dr. M. Hazewinkel****AANVANG: 1984****WERKPLAN 1987****Verrichten van het in de probleemstelling omschreven onderzoek.**

TITEL DEELPROJECT

ZW 13.5 Relaties tussen eindige-vrijheidsgraden, oneindige-vrijheidsgraden, en rooster-, klassieke, quantum en relativistisch volledig integreerbare modellen.

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Voor de algemene probleemstelling zie ZW13. Integreerbare systemen komen (als regel?) voor in diverse varianten zoals in de titel van dit deelproject genoemd. Zo is b.v. de KdV (oneindig veel vrijheidsgraden) te verkrijgen als limiet van de Toda-roosters (eindig veel vrijheidsgraden). Er zijn diverse bekende relaties tussen de verschillende typen modellen zoals 'scaling limits', '(semi)classical limits' quantization, discretisation (à la Bender-Sharp). De vraag komt op hoe de eigenschap 'integreerbaarheid' zich gedraagt onder deze overgangen en of het waar is dat alle integreerbare systemen altijd in alle varianten voorkomen. Zo is verre van duidelijk of er een eindige vrijheidsgraadvariant is van de Sine-Gordon. Zo nee, waarom niet?

Een zeer recent resultaat van dr. S.N.M. Ruysenaars is de ontdekking van relativistische varianten van b.v. de Calogero-Moser integreerbare systemen. De vraag is onder meer of het optreden van deze relativistische varianten in het geval van een aantal bekende systemen een manifestatie is van een algemeen verschijnsel.

Relevante literatuur (uitgangsmateriaal)

L. BOUTET DE MONVEL a.o. (eds.) (1983). *Mathématique et Physique*, Birkhäuser.

H.B. THACKER (1981). Exact integrability in quantum field theory and statistical systems. *Rev. Mod. Phys.* 53:2, 253-285.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. M. Hazewinkel

dr. S.N.M. Ruysenaars

drs. J.K. Scholma

AANVANG: 1985

WERKPLAN 1987

Zie boven.



TITEL: Dynamische systemen

TITLE: Dynamical systems

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Onderzoek aan dynamische systemen, met de nadruk op topologische en maattheoretische aspecten. Later eventueel ook de bestudering van chaotische en stochastische aspecten (b.v. stochastische (partiële) differentiaalvergelijkingen en hun toepassingen). Het project heeft vooralsnog geen deelprojecten.

TECHNICAL ABSTRACT

Research on dynamical systems, with emphasis on topological and measure-theoretic aspects. Later on possibly also chaotic and stochastic aspects (e.g. stochastic (partial) differential equations and their applications) will be studied. For the time being, the project has no subprojects.

SAMENSTELLING GROEP

dr. J. de Vries (projectleider)
wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

AANVANG: 1976

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P130, P140, P150, P170
1980 Math. Subj. Class. : 54H20, 58FXX, 60HXX

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

In de theorie van de dynamische systemen bestudeert men groepen of half-groepen van afbeeldingen van een gegeven ruimte in zichzelf. Deze ruimte kan gezien worden als de toestandsruimte van een fysisch (chemisch, biologisch,...) systeem en de afbeeldingen als mogelijke overgangen van de ene toestand in een andere toestand. Deze overgangen worden vaak beschreven door differentiaal- of differentievergelijkingen (zie b.v. [1]). Bij de bestudering van zulke systemen is men geïnteresseerd in het recurrentiegedrag en asymptotisch gedrag van punten; dit type onderzoek is ontstaan uit de kwalitatieve studie van differentiaalvergelijkingen. Afhankelijk van de oorspronkelijke concrete probleemstelling veronderstelt men extra structuur aanwezig in de ruimte waarop de (half)groep werkt.

In de topologische dynamica bestudeert men groepen van homeomorfismen op topologische ruimten (topologische transformatiegroepen; zie [2]), in de ergodentheorie maatbewarende transformaties in maatruimten (zie [3]), in de differentieerbare dynamica diffeomorfismen op variëteiten (zie [4]).

Van belang is het globale beeld van de banen van de punten onder de (half)groep van de beschouwde afbeeldingen en (al dan niet plotselinge) veranderingen van dit beeld onder invloed van wijziging van een externe parameter (bifurcaties; zie b.v. [5]). Van vrij recente datum is het onderzoek naar 'vreemde attractoren' en chaotisch gedrag van dynamische systemen, waarbij deterministische systemen stochastische aspecten vertonen; zie [6] en [10]. Voor de relevantie van deze onderwerpen voor o.a. de klassieke mechanica verwijzen we naar [7], [8] en voor b.v. de biomathematica, naar [9]. In het algemeen kan gesteld worden dat deze onderwerpen van belang zijn bij alle verschijnselen waarin niet-lineaire aspecten van differentiaalvergelijkingen de hoofdrol spelen. Ook voor bepaalde coderingsproblemen uit de theorie van informatieverwerking spelen methoden uit de topologische dynamica en de ergodentheorie een rol; zie [11].

Uit de veelheid van onderwerpen is een keus gemaakt, welke mede bepaald is door het onderzoek dat in het verleden op de afdeling binnen dit project is gedaan: bestudering van en onderzoek binnen de gebieden die bekend staan als *Abstracte Topologische Dynamica* en de *Ergodentheorie*.

In de (abstracte) topologische dynamica worden topologische problemen bestudeerd die hun oertype hebben in de kwalitatieve theorie van differentiaalvergelijkingen. Een geschikte context voor deze problemen is de theorie van actie's van de additieve groep \mathbb{R} als homeomorfismengroep op een topologische ruimte of, algemener, topologische transformatiegroepen. Vgl. [2] en [12].

Een belangrijk onopgelost probleem is de classificatie van compacte minimale verzamelingen voor een gegeven topologische groep T . De laatste tijd is daarover veel literatuur verschenen en het is de bedoeling, ter afsluiting van het onderzoek op dit deelgebied, hierover een boek te schrijven. Het onderzoek in dit kader heeft veel aanknopingspunten met de ergodentheorie (vgl. [3] en [13]). Op dit gebied zijn er contacten met de TH Delft (prof.dr. J.M. Aarts, prof.dr. M.S. Keane). Buiten Nederland zijn er contacten met een aantal

vooraanstaande onderzoekers op het gebied van de Topologische Dynamica (o.a. J. Auslander, Univ. van Maryland; S. Glasner, Univ. van Tel Aviv).

Relevante literatuur

- 1 V.V. NEMYTSKIC', V.V. STEPANOV (1960). *Qualitative Theory of Differential Equations*, Princeton University Press, Princeton, N.J.
- 2 W.H. GOTTSCHALK, G.A. HEDLUND (1955). *Topological Dynamics*, Amer. Math. Soc. Coll. Publ. 36, Providence, RI.
- 3 P. WALTERS (1982). *An Introduction to Ergodic Theory*, Springer-Verlag, New York.
- 4 J. PALIS Jr., W. DE MALO (1982). *Geometric Theory of Dynamical Systems, an Introduction*, Springer-Verlag, New York.
- 5 S.N. CHOW, J.K. HALE (1982). *Methods of Bifurcation Theory*, Springer-Verlag, New York.
- 6 G. IOOSS, R.H.G. HELLEMAN, R. STORA (eds.) (1983). *Chaotic Behaviour of Deterministic Systems* (Les Houches, Session XXXVI, 1981), North-Holland Publ. Company, Amsterdam.
- 7 R. ABRAHAM, J.E. MARSDEN (1978). *Foundation of Mechanics* (2nd ed.), Benjamin, Reading.
- 8 J. GUCKENHEIMER, P. HOLMES (1983). *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcation of Vector Fields*, Springer-Verlag, New York.
- 9 H.E. NUSSE (1984). Complicated dynamical behaviour in discrete population models, *Nieuw Arch. Wisk. IV* (2), 43-81.
- 10 V.M. ALEKSEEV, M.V. YAKOBSON (1981). Symbolic dynamics and hyperbolic dynamic systems. *Phys. Reports* 75, no. 5, 287-325.
- 11 R.L. ADLER, D. COPPERSMITH, M. HASSNER (1983). Algorithms for sliding block codes. *IEEE Trans. Inform. Theory* IT-29, 5-22.
- 12 I.U. BRONSTEIN (1979). *Extensions of Minimal Transformation Groups*, Sijthoff & Noordhoff, Alphen a.d. Rijn.
- 13 H. FURSTENBERG (1981). *Recurrence in Ergodic Theory and Combinatorial Number Theory*, Princeton Univ. Press, Princeton.

WERKPLAN 1987

Het schrijven van een boek, *Elements of Topological Dynamics*. Daarnaast incidentele publikatie van nieuwe resultaten die niet in dit boek te plaatsen zijn.

WERKPLAN NA 1987

Voltooiing van bovengenoemd boek. Doordat omstandigheden ertoe geleid hebben dat J.C.S.P. van der Woude zich als mede-auteur moest terugtrekken, heeft dit deelproject aanzienlijk vertraging opgelopen. Hierna is het de bedoeling om meer aandacht aan maattheoretische aspecten van dynamische systemen te geven (ergodentheorie). Meer specifiek is het de bedoeling de aanwezige kennis en expertise toepassing te laten vinden in de gebieden: ergodentheorie, existentie van invariante maten, aspecten van globale analyse (van dynamische systemen). Op deze wijze wordt aangesloten bij de

toekomstplannen in ZW13.

Eerder plannen, in de richting van 'chaos vs. stochastiek' en 'numerieke processen als dynamisch systeem' zullen getemporiseerd moeten worden door gebrek aan mankracht en ontwikkelingen in andere CWI-afdelingen.

Afdeling

Toegepaste Wiskunde

Het onderzoek in deze afdeling richt zich op de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen en de wiskunde, dat wil zeggen de mathematische fysica. De doelstelling in dit gebied is om langs wiskundige weg meer inzicht te krijgen in processen die in de natuur voorkomen. Het gaat hierbij om modellerings-, analyse- en interpretatieproblemen. Recente theoretische ontwikkelingen op het gebied van bifurcatietheorie en van chaotische verschijnselen hebben, in combinatie met de sterk vergrote mogelijkheden tot computerexperimenten, geleid tot een hernieuwde opbloei van de mechanica, i.h.b. die van vloeistoffen. Het CWI heeft verkennende studies verricht met betrekking tot de opbouw van een 'dynamisch-systeem laboratorium', d.w.z. een verzameling speciale programma's, te groot om zelf te ontwikkelen (de meeste programma's komen uit de VS en - in mindere mate - de Bondsrepubliek), die onder meer te gebruiken is voor problemen in de biologie, de chemie en de geneeskunde. Zulke 'laboratoria' bestaan al op enkele andere plaatsen, maar nog niet in deze vorm in Nederland. Het CWI beschikt over uitstekende apparatuur voor een dergelijk laboratorium. Doel is de ondersteuning van theoretisch werk aan de kwalitatieve analyse van ingewikkelde dynamische systemen door middel van computerexperimenten. Dit moet leiden tot meer inzicht en vermoedens bij de wiskundige uitwerking. Opbouw van het dynamisch-systeem laboratorium zal een aantal concrete probleemstellingen genereren, bijvoorbeeld in de numerieke bifurcatietheorie, patroonherkenning, computergrafiek en kunstmatige intelligentie, die uitstekend passen binnen andere onderzoeksthema's op het CWI. Het zal echter slechts met extra mankracht mogelijk zijn om tot een bruikbaar resultaat te komen.

Het zwaartepunt van het afdelingsonderzoek ligt bij de ontwikkeling van nieuwe analytische methoden, waarbij in toenemende mate hulpmiddelen uit

de statistiek en de informatica een rol spelen. De aandacht richt zich vooral op nieuwere toepassingsgebieden zoals de biologie, de geneeskunde en de meteorologie, waar de klassieke methoden niet bruikbaar zijn. In het onderzoek spelen ook numerieke experimenten een belangrijke rol. Het werk van de afdeling beweegt zich op andere terreinen van de mathematische fysica dan die in de LSV Mathematische Fysica aan de orde komen. Wel is er samenwerking met andere landelijke projecten, i.h.b. de WGM Analyse.

De afdeling kent vier projecten:

- TW1 Dynamische systemen met stochastische storingen;
- TW2 Asymptotiek;
- TW3 Niet-lineaire analyse en biomathematica;
- TW4/MS4 Analyse en (re)constructie van beelden.

Afdeling
Toegepaste Wiskunde

LIJST VAN PROJECTEN

TW1 Dynamische systemen met stochastische storingen

TW2 Asymptotiek

TW3 Niet-lineaire analyse en biomathematica

TW4 Analyse en (re)constructie van beelden

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

TOEGEPASTE WISKUNDE									
Naam	TW1	TW2	TW3	TW4	Div	A&O	tijd in fte	totaal in manjaar	ext. fin.
Lauwerier			0.20	p.m.			0.20	0.20	
Temme		0.60		0.20		0.20	1.00	1.00	
Diekmann			0.60				0.60	0.60	
Dijkhuis					1.00		1.00	1.00	
Heijmans			0.50	0.50			1.00	1.00	
Roerdink	0.20			0.80			1.00	1.00	
Roozen	1.00						1.00	1.00	
Heesterbeek			0.50				0.50	0.50	
de Kerf	0.42						0.50	0.42	
Metz			-				-		
wm 1		p.m.					1.00	P.M.	
wm 2				0.75			1.00	0.75	
wm 3			p.m.				1.00	P.M.	
pd 1				1.00			1.00	1.00	Shell
de Swart	0.40						0.40	0.40	STW
Tot. reg.aangest.	1.62	0.60	1.80	1.50	1.00	0.20		6.72	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00		1.75	
gedetacheerd	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.40	
nwe aanvr ged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
STO-onderst.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
TOTAAL	2.02	0.60	1.80	3.25	1.00	0.20		8.87	



TITEL: Dynamische systemen met stochastische storingen

TITLE: Dynamical systems with stochastic perturbations

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

In project TW 1 wordt onderzoek verricht naar

- het effect van stochastische storingen op dynamische systemen;
- spectrale modellen van de atmosferische circulatie;
- stochastische processen in de biologie;
- stochastische wandelingen op random netwerken.

Kenmerkend voor de eerste twee onderwerpen is de bestudering van de verwachte verblijftijd van het systeem in de omgeving van een stabiel evenwicht. Voor het derde onderwerp wordt onderzocht in hoeverre diffusiebenaderingen volgen uit het overgangswaarschijnlijkheidsmodel. Bij het vierde onderwerp staat de invloed van het random karakter van het netwerk op de lange-tijds eigenschappen van de stochastische wandeling centraal.

TECHNICAL ABSTRACT

In project TW 1 one investigates

- the effect of stochastic perturbations on dynamical systems;
- dynamics of atmospheric spectral models;
- stochastic processes in biology;
- random walks on random networks.

Characteristic of the first two topics is the study of the expected sojourn time of the system in the neighbourhood of a stable equilibrium. In the third topic it is analyzed how the diffusion approximation is derived from the transition probability model. In the fourth topic the main interest is the influence of the randomness of the network on large time properties.

SAMENSTELLING GROEP

dr. J.B.T.M. Roerdink (projectleider)

ir. H.N.M. Roozen

drs. H.E. de Swart (STW)

B. de Kerf

SAMENWERKING

dr. J.A. Aten (Radiobiologie, UvA)

dr.ir. J.D. Opsteegh (KNMI)

prof.dr. J.T.F. Zimmerman (NIOZ, RU Utrecht)

prof.dr. K.E. Shuler (Dept. of Chemistry, UCSD, La Jolla, USA)

AANVANG: 1982

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P130, B110, P190, P170

NABS-code : N016

1980 Math. Subj. Class. : 60H10, 60J70, 92A15, 86A10, 35P10

1982 CR Classification Scheme : G.1.7, G.1.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Analyse van deterministische eindig-dimensionale dissipatieve systemen bestaat voor een belangrijk deel uit het verwerven van kennis omtrent het gedrag van oplossingen na een lange tijd. Hiertoe zoekt men naar stabiele evenwichten, limietcycli en andere limietverzamelings, zoals de vreemde aantrekkers. Afgezien van een gebied van maat nul in de toestandsruimte zal in het algemeen voor een willekeurige beginwaarde het systeem zich in de richting van één van de bovengenoemde stabiele oplossingen bewegen. Veelal is het systeem een model van de werkelijkheid waarbij allerlei invloeden buiten beschouwing gelaten worden. Deze invloeden laten zich deterministisch niet goed analyseren (anders waren ze wel in het model opgenomen). Om toch een indruk te krijgen waartoe deze effecten kunnen leiden, wordt een model uitgebreid met stochastische storingen. Dit leidt tot essentiële veranderingen in het gedrag van de oplossing. In het geval van meerdere attractoren in de fase-ruimte zal het systeem, zelfs voor willekeurig kleine stochastische storingen, verschillende stabiele toestanden bezoeken.

In de populatiedynamica wordt veelal met modellen gewerkt, die een continue representatie van de omvang van een populatie geven. Voor grote populaties geeft dit geen problemen en zullen de verschillen tussen continue en discrete representaties klein zijn. Introductie van interne of externe stochastische componenten is een andere bron voor verschillen tussen het discrete Markovketenmodel en het continue diffusieproces. Bij het berekenen van bijvoorbeeld de verwachte uitsterftijd van een populatie zijn beide aspecten van belang, omdat de populatie dan ook toestanden die kleine aantallen representeren, doorloopt. De limietprocedure die bij de overgang van het ene type model naar het andere gevolgd wordt, blijkt bij nieuwe problemen telkens tot onverwachte complicaties te leiden, zie [2].

De theorie van stochastische wandelingen op reguliere roosters is goed ontwikkeld. Dat is niet het geval wanneer het reguliere rooster vervangen wordt door een random netwerk, hoewel het onderzoek naar dit onderwerp de laatste jaren in volle gang is, zie b.v. [3], [4]. Vooral het expliciet berekenen van effectieve transportparameters, zoals diffusieconstanten, is in het algemeen uiterst moeilijk.

Literatuur

- 1 N.G. VAN KAMPEN (1982). *Stochastic Processes in Physics and Chemistry*, North Holland, Amsterdam.
- 2 R.M. NISBET, W.S.C. GURNEY (1982). *Modelling fluctuating populations*, Wiley, New York.
- 3 A. BERTUZZI, A. GANDOLFI (1983). Recent views on the cell cycle structure. *Bull. Math. Biol.* 45, 605-616.
- 4 R. DURRET (ed.) (1985). Particle systems, random media and large derivations. *Contemporary Mathematics 41*, AMS, Providence.

WERKPLAN 1987

Het project zal na het vertrek van projectleider Grasman (september 1986) gaandeweg worden afgebouwd.

- Gezocht zal worden naar een methode voor het oplossen van de stationaire Fokker-Planck-vergelijking. De gebruikelijke WKB-aanpak blijkt niet geschikt om voor het gehele aantrekkingsgebied van een evenwicht gebruikt te worden. Met analytische en numerieke technieken worden alternatieve methoden bestudeerd. Toepassingen zullen vooral gezocht worden in de stochastische populatiedynamica (Roozen).
- Bifurcatie-analyse van stationaire, periodieke en andere oplossingen van deterministische spectrale atmosferische modellen; onderzoek naar de relatie tussen hoge orde deterministische spectrale modellen en lage orde subsystemen forceerd met ruis; onderzoek naar de geldigheid van eindige spectrale benaderingen en naar de relatie tussen spectrale modellen en atmosferische data (de Swart, STW).
- In samenwerking met prof. K.E. Shuler (UCSD, La Jolla, USA) zal onderzoek worden verricht naar het afleiden van analytische boven- en ondergrenzen voor de transportcoëfficiënten van random walks op random netwerken. Ter vergelijking zullen numerieke berekeningen worden uitgevoerd (Roerdink).

WERKPLAN NA 1987

Het werk aan spectrale modellen wordt in 1987 afgesloten. Het onderzoek naar het effect van stochastische storingen op dynamische systemen wordt nader toegepast op modellen uit de stochastische populatiedynamica.

Het onderzoek betreffende de stochastische wandelingen oriënteert zich nader in de richting van de wiskundige aspecten van de random matrices zoals die in de theorie optreden.



TITEL: Asymptotiek

TITLE: Asymptotics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Er wordt voornamelijk onderzoek verricht aan asymptotische ontwikkelingen van integralen. Voorts wordt gewerkt aan problemen op het gebied van de analyse en asymptotiek (met numerieke aspecten) uit de fysica, biologie en statistiek.

TECHNICAL ABSTRACT

This project includes research on asymptotic expansions of integrals, and solving problems on analysis and asymptotics (with numerical aspects) from physics, biology, and statistics.

SAMENSTELLING GROEP

dr. N.M. Temme (projectleider)
wetenschappelijk medewerker 1 (p.m.)

SAMENWERKING

drs. C.G. van der Laan (RU Groningen)
prof.dr. J.T.F. Zimmerman (RU Utrecht/NIOZ Texel)
prof. R. Wong (Winnipeg)
prof. K. Soni (Knoxville)

AANVANG: 1975

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie	: P130, P140, P170
NABS-code	: N10
1980 Math. Subj. Class.	: 41A60, 65D20, 33-XX
1982 CR Classification Scheme	: G.1.2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Asymptotische methoden zijn voor veel fysische of biologische problemen belangrijke hulpmiddelen om kwalitatieve informatie te verkrijgen over oplossingen van vergelijkingen en om benaderingen voor oplossingen te construeren. Op deze wijze kan men inzicht verkrijgen over afhankelijkheid van parameters in deze problemen, welk inzicht niet altijd uit numerieke methoden verkregen kan worden.

In de afgelopen jaren is op de afdeling een grote ervaring opgebouwd bij het behandelen van asymptotische problemen, vooral op de aangegeven deelgebieden. Met deze ervaring is het mogelijk gebleken inzicht te verwerven in problemen op het gebied van de fysica of biologie, vooral bij de bestudering van grote en kleine parameters in die problemen. Door de opgebouwde ervaring is de afdeling een vraagbaak geworden voor problemen op het gebied van de complexe analyse, integralen en differentiaalvergelijkingen, waarbij collega's van binnen het CWI, maar ook externe wiskundigen en fysici, met vrucht een klankbord vinden voor hun problemen. In verband met deze contacten en adviezen is in dit project mankracht gereserveerd. Herhaaldelijk worden door buitenstaanders interessante problemen gesteld die een duidelijk researchaspect hebben en die een essentieel onderdeel kunnen vormen van het onderzoek binnen dit project, maar waarvan de planning niet van te voren is aan te geven.

Naast dit probleemgerichte onderzoek wordt ook systematisch onderzoek gedaan om de standaardmethoden en technieken up to date te houden en om deze met nieuwe ontwikkelingen en met fundamentele methoden te ondersteunen en te verrijken. Bij asymptotiek van integralen gaat het vooral om uniforme ontwikkelingen, waarbij aandacht besteed wordt aan rigoreuze resttermschattingen. Dit laatste aspect is door Olver en Wong recentelijk op gang gebracht, waarbij Olver voornamelijk met differentiaalvergelijkingen werkt. De theorie voor integralen is hierbij vergeleken slecht ontwikkeld en vraagt om nieuwe ideeën en gefundeerde methoden. Inspiratiebron voor asymptotiek van integralen zijn vaak functies uit de mathematische fysica en de mathematische statistiek. De aanpak is voldoende algemeen, maar er wordt voornamelijk gewerkt aan problemen die voor toepassingen relevant zijn. Hierbij bestaat ook aandacht voor numerieke aspecten; de resultaten worden getoetst op hun numerieke bruikbaarheid. De opgebouwde kennis en ervaring is van groot nut bij het verstrekken van adviezen en bij het oplossen van door derden gestelde problemen op het gebied van de (complexe) analyse en de berekening van functies. In referentie [5] wordt een overzicht van de probleemstelling in dit vakgebied gegeven.

Literatuur

- 1 F.W.J. OLVER (1974). *Asymptotics and Special Functions*, Academic Press, New York.
- 2 F.W.J. OLVER (1975). Unsolved problems in the asymptotic estimation of special functions. R. ASKEY (ed.). *Theory and Application of Special Functions*, Academic Press, New York, 99-142.

- 3 W. GAUTSCHI (1975). Computational methods of special functions. R. ASKEY (ed.). *Theory and Application of Special Functions*, Academic Press, New York, 1-98.
- 4 R. WONG (1980). Error bounds for asymptotic expansions of integrals. *SIAM Review* 22, 401-435.
- 5 N.M. TEMME (1986). *Uniform Asymptotic Expansions of Integrals*, CWI Monographs 1, 335-351.
- 6 C.G. VAN DER LAAN, N.M. TEMME (1984). *Calculation of Special Functions*, CWI Tract 10.

WERKPLAN 1987

- 1 Het eerder gestarte onderzoek betreffende uniforme asymptotische ontwikkelingen voor Laplace-integralen wordt voortgezet, zij het met andere uniformiteitsparameters. Als modelproblemen worden sommige speciale functies gekozen, waarbij het voordeel is dat vaak via andere methoden (b.v. differentiaalvergelijkingen) reeds analoge resultaten bekend zijn. Er zal een theorie ontwikkeld worden om de resttermen te kunnen begrenzen. Voor integralen is deze theorie nog onvoldoende ontwikkeld, in tegenstelling tot die voor differentiaalvergelijkingen. Het werkplan maakt deel uit van een systematische inventarisatie van problemen op het gebied van uniforme asymptotiek van integralen, zoals beschreven in overzichtsartikel [5]. Een monografie over dit onderwerp is in voorbereiding.
- 2 Algoritmen voor de berekening van speciale functies worden herzien voor het geval dat uniforme asymptotische ontwikkelingen gebruikt kunnen worden. Er is een speciale techniek ontwikkeld die de gecompliceerde structuur van deze ontwikkelingen weet te omzeilen en zeer efficiënte numerieke programma's oplevert.

WERKPLAN NA 1987

- Er zal een tweede deel *Calculation of Special Functions* volgend op [6] met C.G. van der Laan worden samengesteld.
- De monografie over asymptotiek zal een uitgebreide inventarisatie en bestudering van asymptotische problemen noodzakelijk maken, waar nog tot in 1988 aan gewerkt zal worden.



TITEL: Niet-lineaire analyse en biomathematica

TITLE: Nonlinear analysis and biomathematics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Analyse van veelal niet-lineaire differentiaal- en integraalvergelijkingen die een wiskundige beschrijving geven van biologische processen. Ook het opstellen van wiskundige modellen maakt deel uit van de werkzaamheden.

TECHNICAL ABSTRACT

Analysis of differential equations (both ordinary, partial and functional) and integral equations which correspond to a mathematical description of biological processes. Whenever appropriate due attention is paid to the modelling aspects.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. O. Diekmann (projectleider)
ir. J.A.P. Heesterbeek (assistent)
dr.ir. H.J.A.M. Heijmans
prof.dr. H.A. Lauwerier
prof.dr. J.A.J. Metz (adviseur)
wetenschappelijk medewerker 3 (p.m.)

SAMENWERKING

drs. F. van den Bosch (RU Leiden)
prof.dr. Ph. Clément (TU Delft)
dr. M. Gyllenberg (Helsinki University of Technology)
prof.dr. S.A.L.M. Kooijman (VU Amsterdam)
prof. R.M. Nisbet (University of Strathclyde, Glasgow)
drs. A.M. de Roos (RU Leiden)
dr. M.W. Sabelis (RU Leiden)
dr. H.R. Thieme (Universität Heidelberg)
prof. J.J. Tyson (Virginia Polytechnic Institute and State University)
drs. S.M. Verduyn Lunel (Philips Telecommunicatie, Hilversum)

AANVANG: 1975

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P130, B110
NABS-code : N10
1980 Math. Subj. Class. : 92-XX, 34-XX, 35-XX, 45-XX, 58FXX

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De komende tijd zal in dit project de dynamica van populaties met een interne (fysiologische) structuur centraal staan. Het gaat hierbij om boekhoudvergelijkingen die een verband leggen tussen de levensloop van individuen en de ontwikkeling van de populatie als geheel. Het meenemen van een onderscheid op individu-niveau in het model verschaft de mogelijkheid om, uitgaande van biologische kennis, een gedetailleerde beschrijving te geven van de interactie tussen de populatie en haar omgeving (met inbegrip van andere populaties). Veelal zijn concrete toepassingen, zoals de biologische bestrijding van plagen of de evaluatie van experimenten met toxische stoffen, uitgangspunt en inspiratiebron. De samenwerking met biologen speelt een belangrijke rol bij de keuze van onderwerpen.

Wiskundig gezien draait het om eerste orde partiële differentiaalvergelijkingen met niet-lokale termen en/of randvoorwaarden die functionalen zijn van de oplossing. Hierdoor krijgen de vergelijkingen een geheel eigen karakter en een pasklare wiskundige theorie bestaat op dit moment niet. In dit project wordt naar een dergelijke theorie toegewerkt door concrete, biologisch relevante, gevallen op systematische wijze te analyseren. Leidraad hierbij is de kwalitatieve theorie van oneindig-dimensionale dynamische systemen.

In dit project wordt gestreefd naar een synthese van biologische experimenten, modelvorming, kwalitatieve analyse en kwantitatieve numerieke experimenten en simulaties. Een overzicht van de tot nu toe behaalde resultaten en de huidige stand van zaken is te vinden in *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, J.A.J. Metz & O.Diekmann (eds.), *Lecture Notes in Biomathematics* 68, Springer 1986.

WERKPLAN 1987

- 1 De keuze van de populatie-toestandsruimte heeft verstrekkende gevolgen. Zo is bijvoorbeeld het uitwerken van een kwalitatieve theorie voor leeftijdsgestructureerde populaties een moeizame aangelegenheid indien in L_1 gewerkt wordt, omdat in die ruimte het probleem niet semi-lineair is in de klassieke zin (het definitiegebied van de generator is mede bepaald door de details van het model). Het blijkt echter dat het genoemde systeem semi-lineair 'gemaakt' kan worden door een nieuwe klasse van begrensde verstoringen van de generator te introduceren. Hierbij speelt de theorie van duale halfgroepen een uitermate belangrijke rol. In de toekomst zal veel aandacht aan deze aanpak worden besteed, die, naar gebleken is, ook zeer toepasbaar is op functionaaldifferentiaalvergelijkingen en in de controletheorie. Er zal worden samengewerkt met prof.dr. Ph. Clément (TU Delft), dr. M. Gyllenberg (Helsinki University of Technology) en dr. H.R. Thieme (Universität Heidelberg).
- 2 Inmiddels is enige ervaring opgedaan met problemen waarbij de individuen door meer dan één variabele gekarakteriseerd worden. De tijd lijkt rijp om te streven naar een algemene probleemformulering en naar algemene resultaten over existentie, éénduidigheid en stabiliteit. Ook hierbij zal dualiteit een hoofdrol spelen. Oplossingen worden constructief

gedefinieerd via integratie langs karakteristieken, maar op dit moment ontbreekt nog een preciese beschrijving van de zin waarin aan de oorspronkelijke partiële functionaaldifferentiaalvergelijking voldaan wordt. Het lijkt verstandig te beginnen met tijdsafhankelijke lineaire problemen. Als opstapje voor niet-lineaire problemen dient daarbij ook nagegaan te worden hoe een op individu-niveau gegeven input-output relatie tot uitdrukking komt op populatie-niveau. Vervolgens zal aandacht besteed worden aan die niet-lineaire problemen waarbij alle interactie via de 'omgeving' plaatsvindt (b.v. via consumptie van hetzelfde, beperkt voorradige, voedsel).

- 3 Zowel biologisch als wiskundig interessant is het model dat een beschrijving geeft van een gewichtsgestructureerde celpopulatie in een chemostaat, waarbij één van de aannamen is dat de groei van de individuele cellen mede bepaald is door de substraatconcentratie in het medium. Het onderzoek aan een dergelijk model is onlangs gestart en zal in 1987 worden voortgezet.
- 4 Recentelijk is begonnen met de bestudering van een model dat de productie van rode bloedlichaampjes in het beenmerg beschrijft. Uiteindelijke bedoeling hiervan is een verklaring te geven van bepaalde ziekteverschijnselen zoals bloedarmoede. Kenmerkend voor het model is de aanname dat reproductie binnen de beenmergpopulatie zelf gereguleerd wordt door één of andere stof die door die populatie wordt geproduceerd.
- 5 In samenwerking met prof.dr. S.A.L.M. Kooijman (VU Amsterdam) en dr. H.R. Thieme (Heidelberg) zal verder gewerkt worden aan het Daphnia-model. Eén van de doelstellingen van dit model is de vergroting van de mogelijkheid de invloed van toxische stoffen op het milieu te beschrijven en te analyseren.
- 6 In samenwerking met dr. M.W. Sabelis (RU Leiden) zullen modellen voor de groei van spint- en roofmijtpopulaties op tuinbouwgewassen opgesteld en bestudeerd worden. Ook aan spatiële aspecten zal hierbij aandacht besteed worden, zulks als vervolg op ouder werk over de verspreiding van besmettelijke ziekten dat recentelijk door drs. van den Bosch beter toepasbaar werd gemaakt.
- 7 Onder het hoofdje 'Kwalitatieve analyse van Volterra-integraalvergelijkingen en functionaaldifferentiaalvergelijkingen' vallen een aantal activiteiten die geen directe biologische motivatie hebben. Zo zal drs. S.M. Verduyn Lunel zijn studie van de structuur van oplossingsoperatoren voor lineaire vergelijkingen verder uitdiepen en zal O. Diekmann voortgaan met de analyse van (stabiele) periode-twee-oplossingen van een speciale vergelijking waarover eerder een gezamenlijk artikel met S.N. Chow en J. Mallet-Paret geschreven werd.
- 8 In samenwerking met drs. A.M. de Roos (per 1 oktober 1985 BION-onderzoeker op het Instituut voor Theoretische Biologie in Leiden) zal een verkennende en vergelijkende studie gemaakt worden van numerieke methoden voor het oplossen van gestructureerde-populatie-vergelijkingen.
- 9 In navolging van werk van L. Edelstein zullen modellen voor de interactie

van planten en insecten opgesteld en bestudeerd worden, waarbij de planten gekenmerkt worden door één variabele, genaamd 'kwaliteit' (b.v. totaal bladoppervlak).

- 10 In nauwe samenwerking met medewerkers van TW 1 worden de mogelijkheden voor de opbouw van een dynamisch-systeem laboratorium op het CWI onderzocht. Het gaat hierbij om flexibele en gebruikersvriendelijke hulpmiddelen voor het doen van computerexperimenten met dynamische systemen. De nadruk ligt op het interactieve gebruik van de computer en op de grafische representatie van (tussen)resultaten. In de huidige verkennende fase streven we ernaar bestaande software-pakketten voor geautomatiseerde bifurcatie-analyse op het CWI 'draaiende' te krijgen.
- 11 Analyse van (transcendente) karakteristieke vergelijkingen waarvan de ligging van de oplossingen in het complexe vlak het stabiliteitskarakter van evenwichten voor bovengenoemde modellen bepaalt. Hierbij zullen ook numerieke technieken gebruikt worden.

WERKPLAN NA 1987

Het bovenstaande zal niet in één jaar gerealiseerd kunnen worden en daarom zal een deel van het werk pas na 1987 uitgevoerd kunnen worden. Daarnaast zijn er plannen om te werken aan modellen voor kannibalistische populaties, voor populaties waarbij de individuen een juveniele periode van variabele lengte doormaken, enz.

Het is de bedoeling om aspecten uit niet-lineaire analyse in het project aandacht te geven in de toekomst. Hierbij wordt met name gedacht aan de volgende twee onderwerpen:

- Analyse in de trant van J.K. Hale, L.T. Magalhaes, W.M. Oliva, *An Introduction to Infinite Dimensional Dynamical Systems - Geometric Theory* (Springer, 1984) voor (partiële) functionaaldifferentiaalvergelijkingen.
- Bifurcatietheorie in de trant van M. Golubitsky, D.G. Schaeffer, *Singularities and Groups in Bifurcation Theory* (Vol. I, Springer, 1985). Het gaat daarbij om onderzoek van zogeheten 'Organizing Centers' met behulp van analytische methoden. Symbolische manipulaties (ter berekening van normaalvormen) en numerieke experimenten zijn belangrijke hulpmiddelen zodat dit onderzoek ook aansluit bij de plannen voor de opbouw aan een dynamisch-systeem laboratorium.

TITEL: Verwerking en reconstructie van beelden

TITLE: Processing and reconstruction of images

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

- Onderzoek op het gebied van wiskundige en numerieke analyse, statistiek en informatica ter fundering van methoden voor beeldverwerking en -reconstructie.
- Ontwikkeling van algoritmen en software.
- Contacten met medici, biologen, fysici en ontwikkelingslaboratoria.

TECHNICAL ABSTRACT

- Research by means of mathematical and numerical analysis, mathematical statistics and computer science in support of methods for the processing and reconstruction of images.
- Development of algorithms and software.
- Contact with medical investigators, biologists, physicists and laboratories.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. H.J.A.M. Heijmans
dr. J.B.T.M. Roerdink (projectleider)
wetenschappelijk medewerker 2
prof.dr. H.A. Lauwerier (p.m.)
dr. N.M. Temme (p.m.)
post doc 1 (Shell)

SAMENWERKING

Dit project staat in direct verband met MS4 van de afdeling Mathematische Statistiek.

dr.ir. B.M. ter Haar Romeny (Acad. Ziekenhuis, Utrecht)
dr. J. Cuppen (Philips Medical Systems, Best)
dr. F.J. Jacobs (Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium Rijswijk)

AANVANG: 1985

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie :P150, P170
1980 Math. Subj. Class. :69K22, 44A15, 69K40, 69L30

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Onder 'beeldverwerking' verstaat men het manipuleren met gegevens die in de vorm van beelden zijn verkregen of daarvan zijn afgeleid.

Een (zwart-wit) beeld, b.v. een röntgen- of radaropname, kan wiskundig worden gerepresenteerd door een continue functie $f(x,y)$ van twee variabelen, waarbij de grijswaarde (luminantie) afhangt van de positie (x,y) . Een beeld dient, alvorens het per computer verwerkt kan worden, te worden gedigitaliseerd. D.w.z. de waarde van $f(x,y)$ wordt bepaald in een aantal discrete punten (bemonstering), waarna deze waarden worden gekwantiseerd tot een eindig aantal discrete niveau's. Hierna kunnen allerlei bewerkingen worden uitgevoerd, zoals:

- beeldtransformaties: discrete Fouriertransformatie, Walsh-Hadamard-transformatie, Karhunen-Loeve-transformatie etc.
- beeldcodering: datareductie t.b.v. transmissie of opslag.
- beeldrestauratie: het minimaliseren van ruisinvloeden en vervorming (filteringstechnieken).
- beeldverbetering: verbeteren van beeldkwaliteit t.b.v. verdere bewerking door de computer of t.b.v. betere analyse door een menselijke waarnemer.
- beeldsegmentatie: het verdelen van het beeld in homogene componenten.
- beeldanalyse: het verkrijgen van (kwantitatieve) informatie over de door het beeld gerepresenteerde verschijnselen. Kenmerken van objecten (lengte, kromming, ...) worden gemeten en de objecten worden geclassificeerd. Eindresultaat van de analyse zijn uitspraken zoals het percentage afwijkingen in een chromosomenpreparaat, de positie en mate van vernauwing in kransslagaders, enz.

Bij de segmentatie en reconstructie van door ruis vervormde beelden past men vaak *statistische* technieken toe, zoals lineaire discriminant analyse. Er zijn interessante nieuwe ontwikkelingen op dit gebied. Een voorbeeld is de stochastische relaxatie methode van Geman en Geman [5], waarin verscheidene elementen uit de statistische fysica (stochastische Markovvelden, Gibbs-distributies) zijn terug te vinden.

Het gebied dat zich bezig houdt met de reconstructie van beelden uit een eindig aantal projecties met behulp van de computer, wordt met *computertomografie* aangeduid. De wiskundige techniek die hier aan ten grondslag ligt is de Radontransformatie. Een beeld kan in principe worden gereconstrueerd uit oneindig veel projecties. In de praktijk (b.v. de medische diagnostiek of astronomie) werkt men met algoritmen die uit 'slechts' eindig veel projecties toch een 'redelijke' reconstructie van het beeld geven.

De mogelijke toepassingsgebieden van digitale beeldverwerking zijn zeer talrijk. In de medische diagnostiek zijn beeldverwerkingstechnieken een belangrijk

hulpmiddel bij de kwantitatieve analyse van de inmiddels klassieke röntgenfoto's, en de met behulp van moderne reconstructietechnieken verkregen CT- en NMR-opnamen. In het biomedisch onderzoek (celonderzoek, chromosoomanalyse) worden beeldverwerkingstechnieken gebruikt bij de analyse van beelden die met behulp van elektronen- of lasermicroscopen zijn verkregen. Een derde toepassing is de analyse van satellietfoto's voor het doen van weers- of oogstvoorspellingen (remote sensing). Ten vierde, inverse scattering en beeldanalyse van seismische data. Als laatste toepassingsgebied noemen we de industrie, waar men geïnteresseerd is in geautomatiseerde produktinspectie, als ook in het aanbrengen van een visueel systeem in robots.

Literatuur

- 1 A. ROSENFELD, A.C. KAK (1976). *Digital Picture Processing*, Academic Press, New York (2nd ed., Vols I and II, (1982).
- 2 J. SERRA (1982). *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, New York.
- 3 G.T. HERMAN (1980). *Image Reconstruction from Projections, the Fundamentals of Computerized Tomography*, Academic Press, New York.
- 4 S.R. DEANS (1983). *The Radon Transform and some of its Applications*, John Wiley & Sons, New York.
- 5 S. GEMAN, D. GEMAN (1984). Stochastic relaxation, Gibbs distributions, and the Bayesian restoration of images. *IEEE Trans. PAMI* 6, 721-742.
- 6 F. NATTER (1986). *The Mathematics of Computerized Tomography*, John Wiley.

WERKPLAN 1987

Met de afdeling MS is een werkgroep 'Analyse van Beelden' opgericht waarin recente literatuur, bijvoorbeeld het boek van SERRA [2], wordt bestudeerd. In het in 1986 gestarte colloquium 'Beeldverwerking: Theorie en Praktijk' zal door diverse leden van de afdelingen TW en MS de wiskundige fundering behandeld worden van technieken die in de praktijk van beeldverwerking een rol spelen, en zal door sprekers van buiten het CWI ingegaan worden op een groot aantal praktische aspecten. Via deze activiteiten en de contacten die daaruit voortvloeien, of reeds voortgevloeid zijn, zal de research nader gestalte krijgen.

De intentie bestaat om aan de volgende onderwerpen aandacht te gaan besteden:

- beeldreconstructie (3D-reconstructie, computertomografie, NMR)
- beeldtransformaties
- beeldrestauratie
- beeldverwerking
- beeldverbetering
- beeldsegmentatie

WERKPLAN NA 1987

Op langere termijn gaat de belangstelling uit naar o.m. de volgende onderwerpen:

- 1 Onderzoek van de wiskundige structuur van zgn. multiresolutiemethoden in de analyse van grijswaarde-beelden.
- 2 Onderzoek naar het verband tussen de theorie van cellulaire automaten enerzijds en de 'cellular-logic' operaties in de beeldverwerking anderzijds.
- 3 Verdere ontwikkeling van reeds gelegde contacten met industriële partners.

Afdeling

Mathematische Statistiek

In de mathematische statistiek zijn er internationaal thans twee belangrijke drijvende krachten: toepassing in steeds meer wetenschapsgebieden, bijvoorbeeld in de psychometrie, econometrie, demografie, epidemiologie, enz., en het gebruik van nieuwe middelen uit de informatica zoals technieken voor beeldverwerking (waarbij beelden zowel *input* als *output* kunnen zijn). Daarbij vertonen enerzijds de te analyseren gegevens een steeds ingewikkelder structuur, maar zijn anderzijds de mogelijkheden om juist hierbij de computer in te schakelen ook enorm toegenomen. Door toegenomen complexiteit van data en daarbij gesteund door toegenomen rekenmogelijkheden is het mogelijk ook veel complexer en daarbij veel realistischer modellen te ontwerpen en succesvol te analyseren.

Conform deze ontwikkelingen is het onderzoek op het CWI gecentreerd, wetenschappelijk gezien, rond het bedrijven van statistiek in situaties waar parameters of waarnemingen (data) zich niet in eindig-dimensionale Euclidische ruimten bevinden (een klein aantal numerieke gegevens), maar in verzamelingen van veel ingewikkelder structuur. Dit gebied is door U. Grenander *abstract inference* genoemd, vanwege de 'abstracte ruimten' die er in voorkomen. Ondanks de naam richt het zich juist op de meest dringende praktische vragen uit de toegepaste statistiek; tegelijkertijd vormt het (internationaal) de natuurlijke voortzetting van de interne ontwikkelingen in de theoretische statistiek van de laatste jaren, in het bijzonder de samensmelting van de eerder uit elkaar gegroeide gebieden van *parametrische* en van *niet-parametrische* statistiek.

Hoewel er vele dwarsverbanden bestaan tussen de beneden beschreven projecten en andere op het CWI, is het verhelderend de onderzoeksplannen in de volgende vier projectgroepen onder te brengen:

MS1	Semiparametrische statistiek;
MS2	Stochastische processen;
MS3	Toegepaste statistiek;
MS4/TW4	Analyse en (re)constructie van beelden.

In de eerste en tweede projectgroep worden de twee kanten van 'abstract inference' (abstracte parameter respectievelijk waarneming) bestudeerd; hier is het fundamenteel onderzoek van de afdeling geconcentreerd. Het eerste project, dat een spil vormt tussen het onderzoek aan toegepaste statistiek enerzijds en stochastische processen anderzijds, is momenteel amper voldoende bemand, en instandhouding van tenminste deze grootte is vereist wil het CWI zijn voortrekkersfunctie in Nederland in de mathematische statistiek behouden en de vruchten (in de toegepaste statistiek) van de theoretische ontwikkelingen op dit gebied kunnen afwerpen. Behalve statistisch onderzoek (inclusief een STW-project) vindt in de tweede projectgroep fundamenteel onderzoek plaats in de theorie van stochastische processen. Dit is van groot belang als onderbouwing voor het statistisch analyseren van beelden, nog afgezien van de verbanden met ander onderzoek naar stochastische processen op het CWI en van de beoogde samenwerking met theoretisch natuurkundigen. Deze projectgroep is momenteel sterk onderbemand.

In de derde projectgroep zijn de accenten omgekeerd; hier zijn vooral de impulsen uit de praktijk van belang en de uitbuiting van de mogelijkheden van de moderne informatica (interactieve grafische statistische data-analyse, geïntegreerde rapport-generatie). Het beleid is de komende jaren erop gericht, de expertise op het CWI met betrekking tot het innovatieve gebruik van moderne statistische pakketten, zowel voor mainframe als voor micro, te vergroten en uit te stralen. Dit is ook van vitaal belang voor het voortdurend kunnen aantrekken van wetenschappelijk stimulerende en vruchtbare consultaties en samenwerkingsverbanden (waarvan er op dit ogenblik een twintigtal in zeer diverse disciplines lopen). Het project is momenteel niet voldoende bemand om dit beleid adequaat uit te voeren.

Het vierde aandachtsgebied is een specifiek onderdeel, en waarschijnlijk het meest significante, van het raakvlak tussen statistiek en informatica: statistische analyse van beeldmateriaal, en het gebruik van methoden uit de stochastiek bij beeldanalyse. Hier vindt intensieve samenwerking met de afdeling TW plaats en het beleid is erop gericht in de toekomst ook de afdeling IS hierbij te betrekken; afgezien hiervan en van internationale contacten en ondersteuning bestaat al nauwe samenwerking met informatici van de FVI (UvA), met een statisticus van ITI-TNO, en met toepassers, voornamelijk in medisch en biologisch onderzoek. Deze net gestarte, strategisch zeer belangrijke projectgroep moet zeer urgent worden onderbouwd met de aanstelling van een aantal nieuwe medewerkers. De eerste prioriteit is momenteel de opbouw van MS4 door het aantrekken op zeer korte termijn van één of twee medewerkers. Als tweede prioriteit geldt de versterking van MS3 door het aantrekken van één medewerker. Tegelijkertijd moeten de andere projectgroepen op hun huidige sterkte worden gehouden. Hierbij moeten de mogelijkheden van programma's in het kader van STW, SPIN, of EEG-biotechnologie worden uitgebuit.

**Afdeling
Mathematische Statistiek**

LIJST VAN PROJECTEN

- MS1 Semiparametrische statistiek
 MS2 Stochastische processen
 MS3 Toegepaste statistiek
 MS4 Analyse en (re)constructie van beelden

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

MATHEMATISCHE STATISTIEK								
Naam	MS1	MS2	MS3	MS4	A&O	tijd in fte	totaal in manjaar	ext. fin.
Gill	0.40	p.m.	0.20	0.20	0.20	1.00	1.00	
Helmers	0.80		0.10		0.10	1.00	1.00	
Berbee		0.70	0.10	0.20		1.00	1.00	
Dekkers	0.60		0.40			1.00	1.00	
Dzhaparidze	0.30	0.60	0.10			1.00	1.00	
vd Geer			0.67			1.00	0.67	
Heesterman	0.60		0.10			0.70	0.70	
vd Plas		0.47	0.12			1.00	0.58	
Rottschafer			0.30	0.20		0.50	0.50	
Hoogendoorn			1.00			1.00	-	vrv dnst
de Haan	-		-			-		
Groeneboom		-				-		
wm 1				0.50		1.00	0.50	
wm 2		p.m.				1.00	P.M.	
wm 3		p.m.				1.00	P.M.	
Weits		0.80				0.80	0.80	STW
wm 4			1.00			1.00	1.00	STW
vd Horst			1.00			1.00	1.00	**STO
progr 2			0.20			0.20		**STO
progr 3				0.50		0.50		**STO
Tot. reg.aangest.	2.70	1.77	3.08	0.60	0.30		7.45	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00		0.50	
gedetacheerd	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00		0.80	
nwe aanvr ged	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		1.00	
STO-onderst.	0.00	0.00	1.20	0.50	0.00		1.00	
TOTAAL	2.70	2.57	5.28	1.60	0.30		10.75	



TITEL: Semiparametrische statistiek

TITLE: Semiparametric statistics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Het afleiden van statistische procedures en het bepalen van hun eigenschappen bij semiparametrische modellen; d.w.z. modellen die deels parametrisch, deels niet-parametrisch van aard zijn. Verder, het toepassen van technieken uit de parametrische statistiek bij niet-parametrische modellen; i.h.b. schattingstheorie. De deelprojecten zijn:

MS 1.1 Semiparametrische schattingstheorie;

MS 1.3 Stochastische censurering;

MS 1.4 Bootstrapmethoden;

MS 1.5 Order statistics;

MS 1.6 Statistiek voor steekproefuitersten.

TECHNICAL ABSTRACT

The construction of statistical procedures and the derivation of their properties for semiparametric models; i.e. models which are partly parametric and partly nonparametric in character. Furthermore, the application of techniques from parametric statistics in nonparametric models; in particular estimation theory. Subprojects are:

MS 1.1 Semiparametric estimation theory;

MS 1.3 Stochastic censoring;

MS 1.4 Bootstrap methods;

MS 1.5 Order statistics;

MS 1.6 Statistics for sample extremes.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. R.D. Gill (projectleider)

dr. K. Dzhaparidze

drs. C.C. Heesterman

dr. R. Helmers

drs. A.L.M. Dekkers

prof.dr. L. de Haan (adviseur)

SAMENWERKING

prof. J.A. Wellner (Seattle, USA)

prof. N. Keiding, prof. S. Johansen, dr. P.K. Andersen (Kopenhagen, Denemarken)

prof. T.A. Louis (Harvard, USA)

dr. Ø. Borgan (Oslo, Noorwegen)

prof. R.J. Serfling (Johns Hopkins, Baltimore, USA)

AANVANG: 1984 (sommige deelprojecten eerder)

CLASSIFICATIECODES:

ZWO-classificatie : P160

1980 Math. Subj. Class. : 62G05, 62G20, 62F35, 62E20, 62M99, 62P99

TITEL DEELPROJECT

MS 1.1 Semiparametrische schattingstheorie

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De laatste jaren zijn semiparametrische modellen zeer populair geworden in verschillende toepassingsgebieden van de statistiek, i.h.b. de biometrie. Het idee is om de voordelen van zowel de parametrische schattingstheorie als de niet-parametrische toetsingstheorie te verenigen, door een verschijnsel zoveel mogelijk niet-parametrisch te modelleren (d.w.z. zonder veronderstellingen van parametrische aard over de onderliggende verdeling) en alleen het deel van het verschijnsel waarin men speciaal belang stelt, parametrisch te modelleren. Op deze manier is het mogelijk preciese kwantitatieve conclusies te trekken over het primaire deel van het verschijnsel, zonder dat verder niet-realistische veronderstellingen worden gemaakt.

Zo langzamerhand is een theorie tot stand gekomen, die het best mogelijke asymptotisch gedrag van schatters in semiparametrische modellen karakteriseert. Dit gebeurt m.b.v. een oneindig-dimensionaal analogon van Fisher's informatie matrix en zijn inverse; zie J.M. BEGUN, W.J. HALL, W.M. HUANG, J.A. WELLNER (1983): Information and asymptotic efficiency in parametric - non-parametric models, *Ann. Statist.* 11, 432-452. Nog steeds is echter niet duidelijk hoe men in deze zin optimale schatters kan construeren.

Specifieke semiparametrische modellen worden ook bestudeerd in MS1.3, MS1.6, MS2.2 en MS2.3.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. R.D. Gill
dr. K. Dzhaparidze
drs. C.C. Heesterman

AANVANG: 1983

WERKPLAN 1987

Het komt vaak voor dat de methode van de meest aannemelijke schatters in vele semiparametrische modellen goede asymptotische eigenschappen bezit. Het is de bedoeling, in dit deelproject er achter te komen waarom dit zo is. In dit jaar zal de laatste hand worden gelegd aan een algemene theorie waarin niet-parametrische meest aannemelijke schatters als oneindig-dimensionale M-schatters worden gezien. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de von Mises differentiatietheorie gebaseerd op de *Hadamard* of *compacte* afgeleide, geïntroduceerd door J.A. Reeds in een ongepubliceerd Harvard proefschrift uit 1976. Er zal worden samengewerkt met o.a. J.A. Wellner (Univ. of Washington, Seattle), T.A. Louis (Harvard) en F. Ruymgaart (KU Nijmegen) aan een aantal specifieke semi-parametrische modellen: in het bijzonder 'selection-bias' modellen voor complexe (selecte) steekproefsystemen, en mengsel-modellen (empirisch Bayes).

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek, afhankelijk van de eerder verkregen resultaten. In het bijzonder zal in het kader van het ZWO-project 'Statistiek voor grote parameterruimten' met statistici van KU Nijmegen, RU Leiden en UvA samengewerkt worden.

TITEL DEELPROJECT

MS 1.3 Stochastische censurering

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Stochastische censurering is het verschijnsel, vaak voorkomend bij metingen van levensduren of overlevingsduren, dat men voor sommige proefobjecten alleen een ondergrens voor het bijbehorende tijdsinterval aan kan geven. In de laatste twintig jaar is dit onderwerp sterk tot ontwikkeling gekomen in de statistiek, vooral door de toename van grootschalige klinische proeven ter vergelijking van verschillende behandelingen in het kankeronderzoek en van het testen van de carcinogeniteit van nieuwe produkten m.b.v. dierproeven. Ook in industriële 'life-testing' komt censurering vaak voor. Er zijn talrijke nieuwe statistische technieken bedacht. Zelfs zijn er nieuwe bruikbare (?) principes voor statistische inferentie (*partiële* en *marginale* aannemelijkheid) ontwikkeld.

Het onderzoek richt zich op enkele semiparametrische modellen: het regressiemodel van Cox en generalisaties hiervan. In het bijzonder is het de bedoeling niet-waarneembare heterogeniteit in het model te introduceren, zodat ook situaties met afhankelijke levensduren op dezelfde wijze te analyseren zijn.

Er zijn sterke verbanden met project MS2.2.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. R.D. Gill

drs. C.C. Heesterman

AANVANG: 1982

WERKPLAN 1987

- 1 Een model van D.G. CLAYTON (1978): A model for association in bivariate life tables and its application in epidemiological studies of familial tendency in chronic disease incidence, *Biometrika* 65, 141-151, dient als basis voor een zeer flexibel model voor gecensureerde gepaarde waarnemingen. Schatters voor de parameters in dit model zijn al afgeleid uit een niet-parametrische variant van het principe van de meeste aannemelijkheid en hun asymptotische eigenschappen zijn op heuristische wijze afgeleid. Een rigoreus bewijs van deze eigenschappen zal worden gezocht. Wel begint het duidelijk te worden dat dit een bijzonder zwaar probleem is.
- 2 Samen met P.K. Andersen en N. Keiding (Statistical Research Unit, Kopenhagen) en Ø. Borgan (University of Oslo) wordt een boek geschreven (komt gereed in 1988) over de toepassing van de theorie van telprocessen, martingalen en stochastische integralen bij de statistische analyse van stochastische processen en in het bijzonder bij gecensureerde levensduren.
- 3 In samenwerking met drs. N. Keilman en ir. F. Willekens van het NIDI (Nederlands Interuniversitair Demografisch Instituut) zullen methoden uit de stochastische censurering worden gebruikt om een aantal problemen uit

de demografie op te lossen. In 1987 zal dit uitgebreid worden met een samenwerking met het RIVM over problemen van 'selection-bias' veroorzaakt door retrospectieve waarneming van een stochastisch proces in epidemiologische case-control studies.

- 4 Een in 1986 onverwacht gestarte samenwerking met S. Johansen (Kopenhagen) over *produkt-integralen* zal worden voortgezet. Dit is een sterk verwaarloosd onderwerp dat wel telkens opnieuw opduikt in problemen over gecensureerde data (produkt-limiet schatter), inhomogene Markov-processen, en telprocesmodellen. De bedoeling is een goed toegankelijk overzichtsartikel te schrijven, waarin ook nieuwe resultaten over continuïteit en Hadamard (of compacte) differentieerbaarheid van de produkt-integraal zullen worden vastgelegd.

WERKPLAN NA 1987

Het deelproject wordt omstreeks 1989 afgesloten. De werkzaamheden onder punten 2 en 4 zullen dan klaar zijn; en het werk onder punt 1 leidt hopelijk tot een promotie in 1989. De samenwerking genoemd onder 3 zal kunnen leiden tot een nieuw deelproject van MS2 of MS3.

TITEL DEELPROJECT
MS I.4 Bootstrapmethoden

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Bootstrapmethoden zijn sinds de publikatie van het artikel 'Bootstrap methods: another look at the jackknife' van B. Efron in 1979 sterk in de belangstelling komen te staan. De bootstrap is, evenals de verwante jackknife methode, een bij veel statistische problemen toepasbare methode om de variabiliteit van statistische grootheden te schatten. Onderzoek naar de bruikbaarheid en asymptotische eigenschappen van de bootstrap is internationaal in volle ontwikkeling. Hoewel inmiddels wel duidelijk is geworden dat de bootstrapbenadering in veel gevallen in eerste orde asymptotisch correcte eigenschappen bezit, is over de tweede orde limieteigenschappen van de bootstrap veel minder bekend. Een eenvoudig heuristisch argument suggereert dat de verdeling van genormaliseerde - dan wel gestudentiseerde - statistische grootheden en de bootstrapschatter van deze verdeling niet alleen in eerste orde asymptotisch overeenstemmen, maar ook in een tweede orde benadering. Dit vermoeden werd geverifieerd voor het eenvoudige geval van het steekproefgemiddelde door G. Jogesh Babu en K. Singh (1983) (zie ook Abramovitch en Singh (1985) voor verwante resultaten). Het onderzoek zal met name gericht zijn op het bewijzen van deze tweede orde asymptotische optimaliteitseigenschap voor algemene klassen van statistische grootheden. Voor Hoeffding's klasse van U-statistics is dit programma uitgevoerd in [3].

Bootstrapmethoden zijn in brede zin als 'semiparametrisch' te beschouwen: men gebruikt niet-parametrische methoden gebaseerd op empirische verdelingsfuncties om de nauwkeurigheid van schattingen in (o.m.) parametrische modellen te bepalen. De bootstrap vindt inmiddels veel toepassing in de statistische consultatie, MS3.4.

Referenties

- 1 G. JOGESH BABU, K. SINGH (1983). Inference on means using the bootstrap. *Ann. Stat.* 11, 999-1003.
- 2 L. ABRAMOVITCH, K. SINGH (1985). Edgeworth corrected pivotal statistics and the Bootstrap. *Ann. Stat.* 13, 116-132.
- 3 R. HELMERS (1986). *On the Edgeworth Expansion and the Bootstrap Approximation for a Studentized U-statistic*, CWI rapport, verschijnt binnenkort.

SAMENSTELLING GROEP

dr. R. Helmers

AANVANG: 1984**WERKPLAN 1987**

Onderzoek naar tweede orde optimaliteitseigenschappen van de bootstrapbenadering. Verder onderzoek naar asymptotisch gedrag van jackknife- en bootstrapschatters, ook in meer gecompliceerde modellen met weinig veronderstellingen; een situatie waarin meer klassieke methoden vaak niet bruikbaar zijn. In het bijzonder zal aandacht worden besteed aan bootstrap methoden in data-adaptieve lineaire regressiemodellen (in samenwerking met dr. Th.K. Dijkstra, Interfaculteit Econometrie en Actuariële Wetenschappen, RU Groningen), en aan toepassingen voor jackknife- en bootstrapschatters bij statistische analyses gebaseerd op drempelmethoden (zie deelprojecten MS1.6 en MS3.4), mede in verband met de in samenwerking met Rijkswaterstaat en het KNMI uit te voeren werkzaamheden en behoefte van het omvangrijke consultatieproject 'Basispeilen Kustgebied'.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek, afhankelijk van eerder gekregen resultaten.

TITEL DEELPROJECT
MS 1.5 Order statistics

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

In dit deelproject worden diverse aspecten van de asymptotiek voor functies van order statistics bestudeerd. Naast eerste orde asymptotiek komen ook onderwerpen op het terrein van de tweede orde asymptotiek aan de orde. Het onderzoek is in het bijzonder gericht op de volgende klassen van statistische grootheden: generalized L-statistics, lineaire combinaties van order statistics, U-statistics en spacings. Deze grootheden spelen een belangrijke rol in de statistische schattingstheorie, speciaal in semiparametrische modellen. Daarnaast zijn er ook toepassingen in andere gebieden van de statistiek, bijvoorbeeld op het terrein van goodness-of-fit toetsen. Ook zijn er verbanden met en toepassingen bij MS1.1, MS1.4 en MS1.6.

SAMENSTELLING GROEP

dr. R. Helmers

AANVANG: 1984

WERKPLAN 1987

De klasse van 'generalized L-statistics' is bijzonder omvangrijk en bevat als speciale gevallen lineaire combinaties van order statistics (steekproefgemiddelde, steekproefmediaan), U-statistics (steekproefvariantie) en verschillende andere interessante - ten dele nieuwe - grootheden, zoals getrimde U-statistics, die een belangrijke rol kunnen gaan spelen in de robuuste statistiek. Genoemde grootheden worden traditioneel vanuit verschillende gezichtspunten bestudeerd. Doel van het onderzoek naar generalized L-statistics is om een unificerende asymptotische theorie te ontwerpen. Het onderzoek vindt plaats in samenwerking met P. Janssen (LUC, Diepenbeek, België) en R.J. Serfling (Johns Hopkins University, Baltimore, USA).

In samenwerking met D.M. Mason (München, West-Duitsland) zal gewerkt worden aan een overzichtsartikel over de asymptotische theorie voor lineaire combinaties van order statistics.

Verder zal onderzoek worden verricht naar Edgeworthontwikkelingen voor gestudentiseerde statistische grootheden. Dit type tweede orde approximaties zijn o.m. van belang bij het onderzoek naar de nauwkeurigheid van bootstrapbenaderingen (MS1.4). Ook zal mogelijk enige aandacht besteed worden aan spacings.

WERKPLAN NA 1987

Het deelproject zal eind 1987 worden afgesloten.

TITEL DEELPROJECT**MS 1.6 Statistiek voor steekproefuitersten****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

In de 1-dimensionale extreme-waarden-theorie is men sinds het artikel van J. Pickands 'Statistical inference using extreme order statistics' geleidelijk meer aandacht gaan geven aan drempelmethoden. Deze lijken meer natuurlijk en benutten de steekproefinformatie vollediger dan het klassieke gebruik van steekproefuitersten. Er is grote behoefte aan praktisch bruikbare en asymptotisch aanvaardbare schattingen, gebruik makend van drempelmethoden. De theorie houdt verband met een generalisatie van de z.g. Hillschatter, waaraan de laatste tijd veel onderzoek gedaan wordt.

In de meer-dimensionale extreme-waarden-theorie zijn drempelmethoden (en überhaupt statistische methoden) nieuw. De ontwikkeling en bestudering daarvan zijn direct van belang voor praktijkproblemen. Men heeft hier te maken met een klasse van kansverdelingen geïndiceerd door een kansverdeling; d.w.z. een voorbeeld van een semiparametrisch model.

Dit deelproject is voortgekomen uit MS3.4 (Statistische consultatie).

Referenties

- 1 J. PICKANDS III (1975). Statistical inference using extreme order statistics. *Ann. Statist.* 3, 119-131.
- 2 B.M. HILL (1975). A simple general approach to inference about the tail of a distribution. *Ann. Statist.* 3, 1163-1174.

SAMENSTELLING GROEP

dr. R. Helmers (projectleider)
prof.dr. L. de Haan (adviseur)
drs. A.L.M. Dekkers

AANVANG: 1986

WERKPLAN 1987

Onderzoek naar een gegeneraliseerde Hillschatter voor de staart van een uiterste-waarden-verdeling. Verder onderzoek naar de limieteigenschappen van een voorgestelde schatter voor de meer-dimensionale uiterste-waarden-verdelingen.

WERKPLAN NA 1987

Afhankelijk van eerste oriënterende fase van onderzoek. Hopelijk zal het onderzoek leiden tot een promotie in 1990.

TITEL: Stochastische processen

TITLE: Stochastic processes

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Fundamenteel onderzoek naar stochastische processen met speciale nadruk op processen in ruimte én tijd en onderzoek naar de statistische analyse van bepaalde stochastische processen. De deelprojecten zijn:

MS 2.1 Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica;

MS 2.2 Statistische analyse van stochastische processen;

MS 2.3 Statistische analyse van verkeersstromen.

TECHNICAL ABSTRACT

Fundamental research on stochastic processes with special emphasis on processes in space and time, and research on the statistical analysis of particular stochastic processes. The subprojects are:

MS 2.1 Stationary processes and their applications in physics;

MS 2.2 Statistical analysis of stochastic processes;

MS 2.3 Statistical analysis of traffic streams.

SAMENSTELLING GROEP

dr. H.C.P. Berbee (projectleider)

dr. K. Dzhaparidze

prof.dr. R.D. Gill

drs. A.P. van der Plas

drs. E.A.G. Weits (STW)

prof.dr. P. Groeneboom (adviseur)

wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

wetenschappelijk medewerker 3 (p.m.)

SAMENWERKING

Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat

prof. A.N. Shiryayev (Moskou)

R. Chitashvili (Tbilisi)

AANVANG: 1981

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P160

1980 Math. Subj. Class. : 60G10, 60G44, 60G55, 60G60, 60K30,
62M10, 62M99, 90B20, 60J99, 60K05, 60K35

TITEL DEELPROJECT**MS 2.1 Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Een stationair proces heeft een afhankelijkheidsstructuur die op diverse wijzen kan worden bestudeerd. Een ruime klasse van dergelijke processen is de klasse van functionalen op een Markov-afhankelijk proces. In de theorie der Markovrepresentatie poogt men uit te zoeken, voor welke stationaire processen zo'n omschrijving te geven is. In de fysica wordt een andere klasse van processen beschreven door 'interactie'; dit is een beduidend ander gezichtspunt. Een hoofddoel van dit deelproject is dit laatste gezichtspunt te gebruiken als gereedschap bij het onderzoek naar Markovprocessen. Dit is een boeiend terrein waar nog belangwekkende ontdekkingen gedaan kunnen worden.

Speciale onderwerpen uit de theorie van Markovrepresentatie zullen ook worden bestudeerd. In de stochastische leertheorie onderzoekt men o.a. ketens met oneindige verbindingen. Er werd aangetoond door H.C.P. Berbee dat deze ketens omschreven kunnen worden via een Markovrepresentatie. Een probleem blijft tot dusver hoe 'eenvoudig' een dergelijke representatie kan worden gemaakt. Wellicht moet een computergeleide zoekprocedure ontworpen worden voor de 'eenvoudige' Markovrepresentatie. Een andere open vraag betreft de continuïteit. Bij eenvoudige Markovrepresentaties, gezien als keten met oneindige verbindingen, kan een sterke discontinuïteit optreden. De desbetreffende problematiek is nog niet goed begrepen. Ook zullen andere problemen bij stationaire processen worden bestudeerd, met name limiettheorie en het gedrag van gemiddelden.

Al enige tijd is het de bedoeling nieuw onderzoek te starten op het gebied van meerdimensionale roosters van stochastische variabelen. In de statistische mechanica construeert men evenwichtskansmaten uit de interactie tussen deeltjes op een rooster. De vraag naar de eventuele uniciteit van deze kansmaten is verbonden met het verschijnsel van fase-overgang. Een techniek wordt al ontwikkeld om dit te bestuderen met een geassocieerd Markovproces. Op de achtergrond speelt dualiteit. De rol hiervan kan wellicht nog aanzienlijk verbeterd worden. Ook geeft de techniek een nieuw type ongelijkheden. De problematiek heeft raakvlakken met andere terreinen: filevorming uit de verkeertheorie is misschien geassocieerd met fase-overgang (zie MS2.3); tijdsontwikkeling voor deeltjessystemen is in de informatica verwant aan ontwikkeling van cellulaire automaten en in de mathematische biologie met groei of ziekteverspreiding. Deze modellen zijn ook heel belangrijk in de beeldanalyse (MS4).

SAMENSTELLING GROEP

dr. H.C.P. Berbee (projectleider)
wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

SAMENWERKING

dr. J.B.T.M. Roerdink (TW)

AANVANG: 1981

WERKPLAN 1987

Het onderzoek aan Markovrepresentaties zal worden voortgezet. Als de personeelssterkte het toelaat, zal ook een begin worden gemaakt met het onderzoek over stochastische deeltjessystemen.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek, eventueel met nieuwe onderwerpen.

TITEL DEELPROJECT**MS 2.2 Statistische analyse van stochastische processen****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

In vele toepassingen wil men statistische conclusies trekken over een parameter (eindig- of oneindig-dimensionaal) van de compensator in de Doob-Meyer-ontbinding van een semimartingaal. Een speciaal voorbeeld hiervan is het Coxregressiemodel voor gecensureerde overlevingsduren, zoals gegeneraliseerd naar telprocessen (zie deelproject MS 1.3). De doelstelling is klassieke methoden uit de statistiek uit te breiden naar deze situatie; met speciale aandacht voor telprocessen, niet-lineaire tijdreeksen enz. Er zijn veel verbanden met MS 1.1 en MS 1.3.

Ook bij vele toepassingen zijn onvolledige data, zoals gecensureerde of geaggregeerde data, direct beschikbaar voor statistische inferenties over Markovprocessen. Het is dan zinvol de informatie van rechtstreekse waarneming te bestuderen via projectie van schattingsfuncties, gezien als elementen van Hilbertruimten (McLeish, 1984; technical report, University of British Columbia). Het doel van dit onderzoek is deze projectiemethode verder te onderzoeken en toe te passen op Markovprocessen.

SAMENSTELLING GROEP

dr. K. Dzhaparidze

drs. A.P. van der Plas

wetenschappelijk medewerker 3 (p.m.)

AANVANG: 1984**WERKPLAN 1987**

Het onderzoek over semimartingalen wordt voortgezet in twee richtingen. Ten eerste zullen de mogelijkheden worden nagegaan om de speciale asymptotische resultaten beschikbaar voor het Coxregressiemodel uit te breiden tot algemene stochastische procesmodellen. In het bijzonder, uitgaand van een semimartingaal waarvan het voorspelbare (systematische) gedeelte eigenschappen van het Coxregressiemodel heeft, zullen voorwaarden in termen van de voorspelbare karakteristieken van de semimartingaal worden gezocht, waaronder deze prettige asymptotische resultaten gelden. Dit is een voortzetting van resultaten van K. DZHAPARIDZE (1986): On asymptotic inference about intensity parameters of counting processes, herziene versie), te verschijnen als CWI rapport.

Ook zal aandacht worden gegeven aan nieuwe aspecten van het Coxmodel, i.h.b. het probleem van het toetsen van samengestelde hypothesen in een semiparametrisch kader.

Ten tweede zal onderzoek worden gedaan in het verlengde van K. DZHAPARIDZE (1986): On LAN for counting processes, CWI rapport MS-R8606. In het bijzonder zal aandacht worden gegeven aan de situatie waarin de limiet Gaussisch martingaal niet continu is.

Hierbij zal worden samengewerkt met een aantal experts in de Sovjet-Unie, in het bijzonder A.N. Shirayev en R.S. Liptser in Moskou en R. Chitashvili en medewerkers in Tbilisi. Verder zal verwant onderzoek van A. Sieders (TU Delft; een ZWO-project) worden begeleid (een proefschrift zal in 1987 gereed komen). Wellicht zal ook een samenwerking beginnen met L. Vostrikova (Budapest) en E. Valkeila (Helsinki) die in het najaar van 1986 het CWI bezoeken.

Het onderzoek op het gebied van onvolledige waarneming van Markovprocessen zal worden afgerond met een publikatie.

WERKPLAN NA 1987

Bij het toepassen van de methode van de meest aannemelijke schatter en modificaties daarvan op zo'n semiparametrisch model als het Coxregressie-model - in het kader van Aalen's multiplicatieve model voor de intensiteit van het multivariate telproces - kan men hopen in zekere zin asymptotisch optimaal statistische procedures te hebben bepaald. Echter in verband met het abstracte karakter van één parameter, de zogenaamde 'base-line hazard rate', is het een bijzonder delicate zaak, preciese formulering hiervan te vinden en te bewijzen.

Wij hopen een aantal van deze problemen op te lossen, in het bijzonder bij het schatten van de cumulatieve hazard rate met behulp van methoden verwant aan 'meeste aannemelijkheid' zoals de methoden van zeven ('sieves'), 'penalized likelihood', en NPMLE.

TITEL DEELPROJECT**MS 2.3 Statistische analyse van verkeersstromen****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Bij het detecteren van onregelmatigheden en wijzigingen in verkeersstromen op de snelweg worden bepaalde parameters zoals gemiddelde snelheid en gemiddelde volgtijd gemeten. Voor een goede detectie van onregelmatigheden is het van groot belang het statistisch gedrag van deze parameterschattingen te kennen. Getracht zal worden, in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat, stochastische modellen voor de verkeersstromen te ontwikkelen en tevens de betrouwbaarheid van de uit deze modellen voortvloeiende parameterschattingen te bepalen. De modellen zullen worden getoetst aan de hand van gegevens van de dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat.

De resultaten van het onderzoek zijn van belang voor capaciteitsbepalingen van een snelweg en voor het opsporen van kwalitatieve veranderingen in de verkeersstromen ten bate van signaleringssystemen.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. R.D. Gill
prof. dr. P. Groeneboom (adviseur)
drs. E.A.G. Weits (STW)

AANVANG: 1984

WERKPLAN 1987

Bepaalde modellen die het ontstaan en verloop van schokgolven en de verplaatsing en aangroeiing van verstoringen beschrijven, zullen nader worden bestudeerd. De hiervoor ontwikkelde deterministische modellen, gebaseerd op analogieën met ondiepwatertheorie, lijken niet door experimenten ondersteund te worden (in het bijzonder is een vaste golflengte niet duidelijk aanwezig). Gepoogd zal worden de genoemde verschijnselen te beschrijven met behulp van een stelsel stochastische differentiaalvergelijkingen in een functieruimte, gebruikmakend van technieken die o.a. ontwikkeld zijn door Dawson en Ito (zie b.v. K. Itô: Foundations of stochastic differential spaces, Society for Industrial and Applied Mathematics (1984)).

WERKPLAN NA 1987

Getoetst zal worden in hoeverre de onder 'Werkplan 1987' beschreven modellen (d.w.z. de stochastische processen die oplossingen zijn van bepaalde oneindig-dimensionale stochastische differentiaalvergelijkingen) een adequate beschrijving van de praktijk geven. Het STW-project loopt tot 1990. Afhankelijk van de verkregen resultaten, zal worden besloten of het onderzoek nog voortgezet zal worden.

TITEL: Toegepaste statistiek

TITLE: Applied statistics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

De doelstelling van dit project is de mathematische statistiek te bevruchten met nieuwe impulsen uit de praktijk en omgekeerd de resultaten van theoretisch onderzoek toegankelijk te maken voor (potentiële) toepassers op andere gebieden. De (diverse) deelprojecten zijn:

MS 3.2 Breukpuntmethoden;

MS 3.4 Statistische consultatie en samenwerking;

MS 3.6 Classificatie van chromosomen bij 'slit-scan flow cytometry';

MS 3.7 'Computational Statistics'

TECHNICAL ABSTRACT

The aim of this project is to enrich mathematical statistics through new impulses from practical problems, and conversely to make the results of theoretical research available to (potential) users of statistics in other areas.

The (varied) subprojects are:

MS 3.2 Break-point methods;

MS 3.4 Statistical consultation and cooperation;

MS 3.6 Classification of chromosomes in 'slit-scan flow cytometry';

MS 3.7 Computational Statistics

SAMENSTELLING GROEP

dr. K.O. Dzhaparidze

drs. S.A. van de Geer

prof.dr. R.D. Gill (projectleider)

dr. R. Helmers

drs. C.C. Heesterman

drs. A.P. van der Plas

prof.dr. L. de Haan (adviseur)

wetenschappelijk medewerker 4 (STW-aanvraag)

M. Rottschäffer (wet. ass.)

SAMENWERKING

dr.ir. J. Grasman (Wiskunde, RU Utrecht)

dr. J. Aten (Radiobiologie, UvA)

prof.dr. W.R. van Zwet (RU Leiden)

ir. W. de Putter (WAVIN BV)

prof.dr. A. Verbeek (CBS, RU Utrecht)

zie verder MS3.4

AANVANG: 1979

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P160

1980 Math. Subj. Class. : 62H30, 62F05, 62P10, 62PXX

TITEL DEELPROJECT**MS 3.2 Breukpuntmethoden****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Dit deelproject heeft betrekking op statistische modellen met abrupte veranderingen in de parameters. Met name in regressie-analyse worden veranderingen van de coëfficiënten in de loop der tijd, of bij bepaalde waarden van de exogenen, gemodelleerd. Het regressievlak vertoont dan een knik. Het onderzoek is voortgekomen uit een consultatieproject over de levensduren van kunststof buizen onder verhoogde druk en temperatuur, en de onderzoeksresultaten zullen dan ook o.m. teruggekoppeld worden aan deze toepassing.

In de eerste twee jaren van het deelproject is veel inzicht verkregen in de statistische eigenschappen van schatters van de parameters (de coëfficiënten voor en na de knik en het breukpunt) en van toetsen voor de aanwezigheid van het breukpunt. Naast verdere ontwikkeling van het één-dimensionale model, richt het onderzoek zich nu op uitbreiding van de bestaande theorie naar modellen met abrupte veranderingen die met meer dan één parameter moeten worden beschreven. Hierbij blijkt recent ontwikkelde theorie (Pollard, Dudley) over empirische processen zeer bruikbaar. Tevens kunnen resultaten verkregen uit het onderzoek naar abrupte veranderingen nieuwe inzichten op het terrein van empirische processen opleveren. In samenwerking met MB wordt voor praktische toepassingen voor een regressiemodel met breukvlakken een algoritme ontwikkeld, dat parameterschattingen oplevert.

Buiten de regressie-analyse vindt men soortgelijke problemen, b.v. in zogenaamde breukpuntmodellen waarbij een reeks van waarnemingen vanaf een bepaald maar onbekend ogenblik uit een andere populatie dan voorheen wordt getrokken. De verbanden tussen deze problemen zullen worden uitgebuit om hier ook nieuwe resultaten te krijgen.

SAMENSTELLING GROEP

drs. S.A. van de Geer
prof.dr. R.D. Gill (p.m.)

AANVANG: 1984**WERKPLAN 1987**

Het onderzoek naar de asymptotische eigenschappen van schatters in het model met meer-dimensionale breukvlakken zal worden afgerond. Een methode zal worden ontworpen om in praktijksituaties de verdeling van schatters en toetsen te benaderen (bootstrapping, MS 1.4). Ook aan de orde zullen komen: simulatiestudies en het ontwikkelen van algoritmes voor praktijkgebruik. Het onderzoek zal worden afgerond met een dissertatie, te verschijnen in 1987. De nieuw ontwikkelde methoden zullen in statistische consultatie en samenwerking worden toegepast, i.h.b. bij de analyse van de levensduren van kunststof buizen, 'accelerated life-testing' (WAVIN BV). Het onderzoek wordt mede begeleid door prof.dr. W.R. van Zwet (RU Leiden).

WERKPLAN NA 1987

Het project wordt verder afgerond met het laten verschijnen van enkele publicaties, maar wordt waarschijnlijk in 1987 formeel afgesloten.

TITEL DEELPROJECT**MS 3.4 Statistische consultatie en samenwerking****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

De doelstelling van dit deelproject is de mathematische statistiek te bevruchten met nieuwe impulsen uit de praktijk en omgekeerd de resultaten van theoretisch onderzoek toegankelijk te maken voor (potentiële) toepassers op andere gebieden. De huidige deelprojecten MS 1.3, MS 1.6, MS 2.3, MS 3.2 en MS 3.6 zijn alle uit consultatieprojecten voortgekomen. Verder worden middels een actief beleid ten opzichte van de acquisitie van consultatie en het aangaan van samenwerkingsverbanden, resultaten uit andere deelprojecten toepasbaar gemaakt en verdiept door confrontatie met de werkelijkheid. Voor activiteiten op het sterk verwante gebied van statistische programmatuur, zie MS 3.7.

SAMENSTELLING GROEP

drs. A.L.M. Dekkers
drs. S.A. van de Geer
prof.dr. R.D. Gill
prof.dr. L. de Haan (adviseur)
drs. C.C. Heesterman
dr. R. Helmers
R. v.d. Horst (programmeur, STO)
M. Rottschäfer (wet. ass.)
drs. A. van der Plas

WERKPLAN 1987

Naast het aantrekken van nieuwe consultatie- en samenwerkingsverbanden, i.h.b. in aansluiting op MS 4, zal een groot consultatieproject worden afgerond, 'Basispeilen Kustgebied', in samenwerking met Rijkswaterstaat en het KNMI. Hierbij wordt gepoogd recent ontwikkelde theorie over extreme waarden bij stochastische processen toe te passen. In het kader van genoemd project wordt samengewerkt met prof.dr. L. de Haan (EU Rotterdam).

Verder zal o.m. worden samengewerkt met het Instituut voor Perceptie Onderzoek, Eindhoven (taalsegmentering), het accountantsbureau KKC en de Vrije Universiteit (opsporen van uitschieters en breukpunten in meer-dimensionale cijferreeksen) en de Rijksuniversiteit Leiden (citatie-onderzoek). In samenwerking met het Instituut voor Fonetische Wetenschap van de UvA en met het Amsterdams Pedologisch Centrum zal worden gewerkt aan exploratieve data-analysetechnieken en (later) stochastische modellen voor multivariate puntprocessen (zie ook MS 1.3 en MS 2.2). Dergelijke processen worden in veel verschillende disciplines bestudeerd, terwijl (vanuit data-analytisch oogpunt) een abstracte aanpak slechts recent enige aandacht begint te krijgen.

WERKPLAN NA 1987

In het deelproject zullen in de toekomst samenwerkingsprojecten zoals boven steeds meer nadruk krijgen. Bovendien zal naar meer STW-projecten worden gestreefd.

TITEL DEELPROJECT

MS 3.6 Classificatie van chromosomen bij 'slit-scan flow cytometry'

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Statistische methoden zullen worden ontwikkeld voor de automatische detectie van chromosoomafwijkingen. Chromosomen worden morfologisch geanalyseerd door middel van slit-scan flow cytometrie. Onderzoek zal worden verricht naar de toepasbaarheid van statistische methoden voor het onderscheiden van verschillende chromosomen aan de hand van het chromosoomprofiel. De automatische verwerking van grote hoeveelheden meetresultaten in korte tijd stelt bijzondere eisen aan de te ontwikkelen programmatuur.

De mogelijkheden zullen worden onderzocht om de methodologie van T. Gasser (Mannheim) voor de niet-parametrische beschrijving en analyse van curven toe te passen gecombineerd met moderne technieken uit de discriminantanalyse. Er worden pogingen ondernomen om dit project door STW te laten financieren. Er wordt samengewerkt met dr.ir. J. Grasman (RU Utrecht) en dr. J. Aten (Radiobiologie, UvA)

SAMENSTELLING GROEP

drs. S.A. van de Geer (p.m.)

prof.dr. R.D. Gill (p.m.)

wetenschappelijk medewerker 4 (STW, in aanvraag)

AANVANG: afhankelijk van honorering STW-aanvraag.

WERKPLAN 1987

- Literatuurstudie over chromosoomidentificatie en discriminantanalyse
- Voorbereiding van de te analyseren dataset
- Inventarisatie van beschikbare software
- Koppelen van flow-cytometer aan centrale computer
- Opstellen van algoritme voor chromosoomidentificatie
- Implementatie van computer
- Rapportage

WERKPLAN NA 1987

- Verwerking van te identificeren chromosomen
- Evaluatie van verkregen resultaten
- Uitvoering van eventuele modificaties
- Rapportage
- Schrijven van artikelen voor medische/statistische tijdschriften aan de hand van de rapporten
- Onderzoek voor toepassing in praktijkgebruik.

Het aangevraagde STW-project geldt voor de duur van twee jaar. Indien de resultaten daartoe aanleiding geven, zal een verlengingsaanvraag ingediend worden om meer gedetailleerde banderingspatronen nader te analyseren en om de mogelijkheid van 'on-line'-identificatie te onderzoeken.

TITEL DEELPROJECT
MS 3.7 'Computational Statistics'

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Om resultaten van wetenschappelijk onderzoek in de mathematische statistiek in de praktijk te brengen en om statistische consultatie van betekenis uit te voeren, is het onontbeerlijk uitgebreide statistische rekenfaciliteiten te onderhouden. De laatste jaren zijn er grote omwentelingen in het statistisch rekenen geweest, in het bijzonder door de opkomst van PC's en van grafische hardware. Naast klassieke mainframe pakketten zoals BMDP, GLIM en SPSS en bibliotheken zoals IMSL en NAG, komen programma's zoals S, ISP en SAS met belangrijke vernieuwingen op de markt vooral op gebieden als IO, grafische mogelijkheden en interactieve data-analyse. Verder maken prijsdaling en capaciteitsverhoging van de apparatuur complexe of rekenintensieve analyses mogelijk die vroeger onhaalbaar waren. Dit beïnvloedt ook sterk de keuze van theoretisch statistisch onderzoek op het CWI (semiparametrische modellen, bootstraptechnieken, beeldanalyse, ...); zie [1], [2] en [3].

Het CWI heeft uitstekende algemene informaticafaciliteiten, maar de laatste jaren is de statistische software kant sterk achtergebleven. De bedoeling van dit deelproject is in eerste instantie ter ondersteuning van consultatie en onderzoek een achterstand weg te werken door verantwoorde en systematische aanschaf en introductie van nieuwe programmatuur en programmeergereedschap. Daarnaast zal onderzoek worden gedaan aan de algoritmiek van gegeneraliseerde lineaire modellen en in het bijzonder log-lineaire modellen voor meer-dimensionale kruistabellen.

Het is de bedoeling dat het deelproject op den duur tot volwaardig project uitgroeit. Naast de ondersteunende activiteiten zoals boven omschreven, zal dan ook onderzoek worden gedaan op het gebied van algoritmische en numerieke aspecten van statistische methoden (i.h.b. bij semiparametrische modellen).

LITERATUUR

- 1 B. EFON (1979). Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable. *SIAM Review* 21, 460-480.
- 2 W.F. EDDY (ed.) (1986). *Computers in Statistical Research* (report of a workshop sponsored by the Statistical Policy Committee of the Institute of Mathematical Statistics), IMS, Hayward, California.
- 3 R.A. THISTED (1986). Computing environments for data analysis. *Statistical Science* 1, 259-275.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. A. Verbeek (CBS, RU Utrecht)
R. v.d. Horst (programmeur, STO)
M. Rottschäfer (wet. ass.)

WERKPLAN 1987

De geschiktheid van de statistische pakketten S (Bell Labs) en ISP (Princeton, Harvard/Berkeley) voor consultatie en wetenschappelijk onderzoek zullen worden onderzocht. S is een moderne, krachtige en elegante taal voor interactieve grafische data-analyse, die in de VS in korte tijd zeer populair is geworden, maar in Europa nog schier onbekend is. (In het bijzonder is het CWI de enige plaats in Nederland waar S al draait.) Een voordeel van dit pakket is dat het geïntegreerd is met de andere mogelijkheden van het UNIX operating systeem voor het typesetten van wetenschappelijke manuscripten. ISP is een wat eenvoudiger, maar sneller en makkelijker te gebruiken pakket dat ook in PC uitvoering beschikbaar is, wat voor overdracht van programmatuur aan klanten en samenwerkingspartners heel belangrijk is. Dit pakket is ook in Nederland, buiten het CWI, nog niet beschikbaar.

Van de meer mathematisch statistische kant zal worden voortgebouwd op het CT-pack project (Contingency Table package: RU Utrecht, RU Leiden en CBS). Hierin zijn efficiënte algoritmen ontwikkeld voor de analyse van gegeneraliseerde lineaire modellen voor discrete predictoren (Nelder & Wedderburn). Zo'n subroutine-bibliotheek is vooral belangrijk voor situaties waarin efficiëntie vereist is: o.a. bij het bepalen van klein-steekproeven verdelingen, bij bootstrappen en bij simulatiestudies. De mogelijkheden van wiskundige uitbouw in de richting van efficiënte algoritmen voor quasi-likelihood schattingen voor dit soort modellen zal worden onderzocht. Het pakket zal worden ingebouwd in S en ISP (dit is onontbeerlijk voor verspreiding ervan naar de VS) en gedeeltelijk (in samenwerking met NAG, Oxford) in de NAG-bibliotheek. Samen met D. Denteneer (CBS) zal gewerkt worden aan algoritmen voor lineaire modellen met discrete predictoren.

Veel van deze activiteiten, plus algemeen werk aan het opbouwen en ontwikkelen van een statistische programmeeromgeving, zullen in samenwerking met Gammasoft (interuniversitair centrum i.o. voor sociaal-wetenschappelijke programmatuur) plaatsvinden.

WERKPLAN NA 1987

Opzetten van een project Algoritmische aspecten van semiparametrische modellen, waarin onderzoek wordt gedaan naar de computerimplementatie van algemene semiparametrische schattingsmethoden. Het is de bedoeling een geïntegreerde stochastisch algoritmische theorie te ontwikkelen, waarin numerieke zaken zoals de instelling van 'smoothing'-parameters, discretisatiepunten, of aantal iteraties expliciet opgenomen worden.

TITEL: Analyse en (re)constructie van beelden (zie ook TW4)

TITLE: Analysis and (re)construction of images

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

De doelstelling van dit project is onderzoek te doen op het gebied van de statistische analyse van beelden. Hiermee wordt bedoeld het onderzoek naar methodieken voor het oplossen van statistische problemen, waarbij de data worden gerepresenteerd door beelden. Er is één deelproject:

MS4.1 Statistische analyse van beeldgegevens

TECHNICAL ABSTRACT

The aim of this project is to carry out research in the field of the statistical analysis of images. This means the investigation of methods for the solution of statistical problems, when the data are represented in the form of images. There is one subproject:

MS4.1 Statistical analysis of data in the form of images

SAMENSTELLING GROEP

dr. H.C.P. Berbee
prof.dr. R.D. Gill (projectleider)
wetenschappelijk medewerker 1
M. Rottschäfer (wet. ass.)

SAMENWERKING

Projectgroep TW4
dr. J. Bluemink (Hubrechtlab. KNAW, Utrecht)
dr. W. Duinker (FVI, UvA)
drs. L. Barendregt (IT-TNO)
prof. A. Baddeley (CSIRO, Australië)

AANVANG: 1986

CLASSIFICATIECODES

ZWO -classificatie: : P160
1980 Math.Subj. Class. : 62M99

TITEL DEELPROJECT

MS 4.1 Statistische analyse van beeldgegevens (zie ook TW 4).

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Op vele gebieden wordt informatie verkregen in de vorm van beelden, zoals satellietfoto's, röntgenfoto's, verspreidingskaarten in de ecologie en de archeologie enz. De opgave is dan deze beelden te analyseren om er verborgen patronen in te ontdekken, om hun aanwezigheid te toetsen of om een aanwezige onderliggende structuur te reconstrueren. Meestal moet dit bij de aanwezigheid van storende invloeden gebeuren; denk aan het van ruis ontdoen van gecodeerde satellietfoto's en aan het reconstrueren van een drie-dimensionaal object uit twee-dimensionale projecties (röntgenfoto's) of doorsneden (histologische secties, mineraalsecties). Door de mogelijkheden van de huidige elektronica groeit de behoefte aan zulke analyses en worden steeds fundamentele vragen over de betekenis van de resultaten gesteld.

Langzamerhand worden voor verscheidene toepassingen niet alleen technische maar ook specifiek statistische methoden ontwikkeld, zoals bij 'spatial statistics', 'mathematical morphology' en 'stereology'. Ook op het gebied van beeldreconstructie hebben stochastische en statistische denkbeelden voor verrassende nieuwe technieken gezorgd (cf. het werk van S. Geman & D. Geman en J. Besag en medewerkers aan Markovveldmodellen en statistische koeling; en van L. Shepp en medewerkers aan het gebruik van het EM algoritme bij positron emissie tomografie). De tijd lijkt rijp voor het ontstaan van een statistische methodologie voor de analyse van beelden, getuige het feit dat sinds de CWI-plannen zijn geformuleerd, in een zestal andere landen reeds aan dergelijke projecten is begonnen. Het gaat hier om een algemene methodologie voor het aanpakken van klassieke *statistische probleemstellingen* - van exploratieve data-analyse en modelbouw tot schattings- en toetsingsproblemen - terwijl de beschikbare *gegevens* in de vorm van *beelden* zijn i.p.v. cijferreeksen. Uit zo'n algemene doelstelling zullen t.z.t. concrete doelproblemen worden geformuleerd.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. R.D. Gill

dr. H.C.P. Berbee

wetenschappelijk medewerker 1

M. Rottschäfer (wetenschappelijk assistent)

AANVANG: 1986

WERKPLAN 1987

Gezamenlijk met TW zal belangrijke achtergrondliteratuur worden bestudeerd in het kader van een landelijke werkgroep die in 1985 van start ging. Hierin en in het parallelle colloquium (gestart: herfst 1986) zullen ook gebruikers en ontwikkelaars van beeldverwerkings- en beeldanalysetechnieken, alsmede wiskundigen en informatici, voordrachten houden. Beelddata uit de elektronenmicroscopie (eiwitbolletjes aan celwanden; Hubrechts Laboratorium, KNAW, Utrecht) en uit de tomografie (zie TW4) zullen statistisch worden geanalyseerd met behulp van stochastische procesmodellen. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van 'frame-grabbing' apparatuur van het FVI (Facultaire Vakgroep Informatica, UvA; gehuisvest in NIKHEF-H) en beeldverwerkingsprogrammatuur van het Beeldverwerkingscentrum TU Delft. Het WCW-netwerk zal voor communicatie tussen apparatuur en computers zorgen.

Met behulp van het UNIX-netwerk zal ook samenwerking plaatsvinden met A. Baddeley (CSIRO, Australië) die een dergelijk project leidt. In het bijzonder zal het mogelijk zijn dat de verschillende groepen onderzoekers hetzelfde 'case-study' materiaal kunnen gebruiken en resultaten gemakkelijk kunnen uitwisselen.

WERKPLAN NA 1987

De bovengeschetste initiële activiteiten zullen leiden tot concrete mathematisch-statistische probleemstellingen die de leidraad zullen vormen voor verder onderzoek, waarin echter de toepassings- en informatica-aspecten niet uit het oog zullen worden verloren.



Afdeling

Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

UITGANGSPUNTEN

Mathematische besliskunde en systeemtheorie omvatten het onderzoek naar kwantitatieve modellen en methoden ter ondersteuning van optimaal handelen in beslissingssituaties. Motiverende problemen treden bijvoorbeeld op bij de bedrijfsvoering, in de communicatie- en regeltechniek en in de gamma-wetenschappen. In methodologische zin is 'mathematische besliskunde en systeemtheorie' een verzameling van sterk uiteenlopende onderwerpen. Er wordt een beroep gedaan op resultaten en technieken uit vrijwel alle onderdelen van wiskunde en informatica. Het bindende element is de potentiële toepasbaarheid van de onderzochte modellen en methoden.

Bij de selectie van projecten hanteert de afdeling de volgende criteria:

- 1 Binnen het gehele vakgebied wordt een redelijke spreiding van de activiteiten nagestreefd. Zowel de deterministische als de stochastische aspecten van besliskunde en systeemtheorie dienen aandacht te krijgen.
- 2 Het onderzoek dient gericht te zijn op fundamentele resultaten die de grenzen in theoretische of praktische zin verleggen.
- 3 Een project moet een nationale voortrekkersfunctie vervullen en aansluiten bij internationale ontwikkelingen.

In dit beleid past het aangaan van samenwerkingsovereenkomsten, het aantrekken van advieswerk en het ontwikkelen van programmatuur, mits dit aansluit bij het onderzoek en leidt tot originele en geavanceerde resultaten.

SITUATIESCHETS

Er zijn drie zwaartepunten van onderzoek:

MB1 Combinatorische optimalisering;

MB2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken;

MB3 Systeem- en regeltheorie.

Hieronder volgt voor elk van deze onderwerpen een korte schets van het onderzoeks- en toepassingsgebied alsmede een concretisering van het CWI-beleid.

De activiteiten van de afdeling voldoen aan de hierboven gestelde criteria en ontwikkelen zich volgens de voor 1986 gestelde prioriteiten. Aan de eerste prioriteit, de realisatie van MB2, is voldaan door de aanstelling van een projectleider en twee juniormedewerkers. Aan de tweede prioriteit, de realisatie van de drie INSP-projecten van de afdeling, is grotendeels voldaan door de aanstelling van twee medewerkers voor MB1.5 en twee medewerkers voor MB2.3.

PRIORITEITEN

De afdeling is er de afgelopen jaren in ruime mate in geslaagd tijdelijke aanstellingen te financieren uit bijzondere fondsen zoals INSP, NFI en STW, vooral ten behoeve van toepassingsgericht onderzoek. Dit mag niet resulteren in een vermindering van de reguliere CWI-financiering voor zuiver onderzoek. Wij achten het van belang dat het evenwicht tussen deze componenten van onze onderzoeksactiviteiten blijft bestaan en stellen daarom als prioriteit voor 1987 de *vervulling van vacatures binnen CWI-projecten*. Het gaat hierbij om twee juniormedewerkers voor MB1.3,4, een seniormedewerker voor MB2.1 en twee juniormedewerkers voor MB3.3,4. De hoogste prioriteit geldt voor een medewerker voor MB1.4 en een medewerker voor MB3.3.

Afdeling
Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

LIJST VAN PROJECTEN**MB1** Combinatorische optimalisering**MB2** Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken**MB3** Systeem- en regeltheorie*Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten*

MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE							
Naam	MB1	MB2	MB3	A&O	tijd in fte	totaal in manjaar	ext.fin.
Lenstra	0.40			0.40	0.80	0.80	
Anthonisse	0.80			0.20	1.00	1.00	
van den Berg		1.00			1.00	1.00	
Boxma		0.80		0.20	1.00	1.00	
Groenendijk		1.00			1.00	1.00	
Lageweg	1.00				1.00	1.00	
Polderman			0.67		1.00	0.67	
Savelsbergh	1.00				1.00	1.00	
Schrijver	0.20				0.20	0.20	
Schumacher			0.90	0.10	1.00	1.00	
van Schuppen			0.90	0.10	1.00	1.00	
Spreij			0.25		1.00	0.25	
vd Velde	1.00				1.00	1.00	NFI
Cohen		-			-		
wm 1	p.m.				1.00	P.M.	
wm 2	0.50				1.00	0.50	
wm 4		p.m.			1.00	P.M.	
wm 5			p.m.		1.00	P.M.	
wm 6			p.m.		1.00	P.M.	
wm 7	1.00				1.00	1.00	Shell
Smulders			0.80		0.80	0.80	STW
de Waal			1.00		1.00	1.00	STW
wm 3	1.00				1.00	1.00	NFI
prog 1	0.25	0.15	0.30		0.70	0.70	**STO
Tot. reg.aangest.	4.40	2.80	2.72	1.00		10.92	
nieuwe aanvr.	1.50	0.00	0.00	0.00		1.50	
gedetacheerd	0.00	0.00	1.80	0.00		1.80	
nwe aanvr ged	1.00	0.00	0.00	0.00		1.00	
STO-onderst.	0.25	0.15	0.30	0.00		0.70	
TOTAAL	7.15	2.95	4.82	1.00		15.92	



TITEL: Combinatorische optimalisering

TITLE: Combinatorial optimization

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Combinatorische optimalisering houdt zich bezig met de wiskundige bestudering van problemen waarbij een optimale configuratie van een eindig aantal objecten wordt gezocht. De deelprojecten zijn:

- MB 1.1 Ontwerp en analyse van algoritmen;
- MB 1.2 Polyhedrale en polynomiale methoden;
- MB 1.3 Stochastische geheeltallige programmering;
- MB 1.4 Parallele algoritmen;
- MB 1.5 Interactieve planningsmethoden.

TECHNICAL ABSTRACT

Combinatorial optimization is the mathematical study of problems involving the optimal arrangement, grouping, ordering or selection of a finite number of discrete objects. The subprojects are:

- MB 1.1 Design and analysis of algorithms;
- MB 1.2 Polyhedral and polynomial methods;
- MB 1.3 Stochastic integer programming;
- MB 1.4 Parallel algorithms;
- MB 1.5 Interactive planning methods.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.K. Lenstra (projectleider)

J.M. Anthonisse

drs. B.J.B.M. Lageweg

drs. M.W.P. Savelsbergh

prof.dr. A. Schrijver

drs. S.L. van de Velde (NFI)

wetenschappelijk medewerker 1 (p.m.)

wetenschappelijk medewerker 2

wetenschappelijk medewerker 3 (NFI)

SAMENWERKING

ir. A.H.M. Gerards (KU Brabant)

prof.dr. M. Grötschel (Augsburg, BRD)

prof.dr. E.L. Lawler (Berkeley, USA)

prof.dr. L. Lovász (Budapest, Hongarije)

prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan c.s. (EU Rotterdam)

prof.dr. D.B. Shmoys (Cambridge, USA)

AANVANG: 1973

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P160, P170, T120

NABS-code : N024, N059, N069, N089

1980 Math. Subj. Class. : 90CXX, 90BXX

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Vakgebied

Combinatorische optimalisering houdt zich bezig met de wiskundige besturing van problemen waarbij een optimale rangschikking, keuze of toewijzing van een eindig aantal objecten wordt gezocht. Dergelijke problemen treden op in veel concrete beslissingssituaties, zoals het bepalen van distributiesystemen, dienstregelingen, lesroosters, produktieschema's, snijpatronen, vestigingsplaatsen, kamertoewijzingen en zetelverdelingen. Door het *praktisch belang* van dergelijke problemen en door hun traditionele formulering als *mathematische programmeringsproblemen in geheeltallige variabelen* vormt de combinatorische optimalisering een onderdeel van de mathematische beslis-kunde. Er wordt daarnaast op ruime schaal gebruik gemaakt van resultaten uit andere gebieden van de wiskunde zoals discrete wiskunde en waarschijnlijkheidsrekening en er is sprake van een toenemende interactie met de theoretische en toepassingsgerichte informatica.

Onderzoeksthema's

De gevestigde onderzoeksthema's in de combinatorische optimalisering zijn:

- 1 het formeel onderscheid maken tussen 'gemakkelijke' en 'moeilijke' problemen op grond van een analyse van de complexiteit van problemen;
- 2 het ontwerp van algoritmen waarbij voor de gemakkelijke problemen wordt gezocht naar polynomiale algoritmen en voor de 'moeilijke' problemen aftellings- en benaderingsmethoden in aanmerking komen;
- 3 de analyse van algoritmen: empirisch, 'worst case' en probabilistisch.

Onder invloed van ontwikkelingen binnen de wiskunde en de informatica is er een toenemende aandacht voor *meetkundige* en *kanstheoretische* methoden en voor architecturen voor *parallele* en *interactieve* berekeningen. De keuze van deelprojecten op het CWI weerspiegelt deze ontwikkelingen.

Beleid

Het beleid is gericht op het uitvoeren van de volgende vijf deelprojecten.

'Ontwerp en analyse van algoritmen' (MB 1.1) en 'polyhedrale en polynomiale methoden' (MB 1.2) zijn langlopende projecten van algemene aard. Zij omvatten de activiteiten van de seniormedewerkers.

'Stochastische geheeltallige programmering' (MB 1.3) betreft de ontwikkeling van optimaliseringsalgoritmen voor een klasse meerstapsbeslissingsproblemen met probabilistische en combinatorische kenmerken, ten vervolge op in 1984 afgesloten onderzoek naar benaderingsalgoritmen voor deze klasse.

'Parallele algoritmen' (MB 1.4) is vooral gericht op de implementatie van aftellingsmethoden op bestaande (pseudo)parallele architecturen en op het ontwerp en de analyse van een algemeen model voor dergelijke methoden.

'Interactieve planningsmethoden' (MB 1.5) beoogt de toepassing van beslis-kundige algoritmiëk en mens-machine interactie bij de ontwikkeling van geavanceerde en flexibele planningsmethoden. Dit deelproject wordt mede

ondersteund vanuit het INSP en de NFI.

In 1987 zal tevens een deelproject van start gaan dat wordt gefinancierd door Koninklijke Shell Internationale Research Maatschappij BV. Het wordt uitgevoerd in overleg met het Shell Laboratorium te Amsterdam en betreft een onderzoek naar oplostechnieken voor grote gemengd-geheeltallige programmeringsproblemen, zoals die voorkomen op het gebied van de productie- en distributieplanning. In nader overleg zal worden bepaald bij welke deelprojecten aansluiting wordt gezocht.

WERKPLAN 1987

Hiervoor wordt verwezen naar de deelprojecten.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT

MB 1.1 Ontwerp en analyse van algoritmen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De globale probleemstelling en het theoretisch en praktisch belang van dit algemene deelproject zijn reeds beschreven onder MB 1.

SAMENSTELLING GROEP

J.M. Anthonisse
drs. B.J.B.M. Lageweg
prof.dr. J.K. Lenstra

AANVANG: 1973

WERKPLAN 1987

- 1 Schrijven van het boek *Scheduling* (Wiley).
- 2 Ontwerp en redactie van een boek *Computations* in de serie *Handbooks of Operations Research and Management Science* (North-Holland).
- 3 Afronding van publikaties over:
 - het 'test cover' probleem;
 - 'interval scheduling' problemen;
 - toepassingen van combinatoriek, ten behoeve van het *Handbook of Combinatorics* (North-Holland).
- 4 Algoritmisch onderzoek naar andere combinatorische optimaliseringsproblemen, in het bijzonder op het gebied van de routerings- en machinevolgordeproblemen.

WERKPLAN NA 1987

Het onderzoek zal zich blijven richten op de complexiteitsanalyse en de ontwikkeling van efficiënte algoritmen voor combinatorische optimaliseringsproblemen, in het bijzonder voor de distributie- en productieplanning en voor de constructie van lesroosters.

TITEL DEELPROJECT

MB 1.2 Polyhedrale en polynomiale methoden

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Het gebruik van meetkundige methoden is, na het werk van Ford, Fulkerson, Edmonds e.a., van toenemend theoretisch en praktisch belang gebleken in de combinatorische optimalisering. Recente resultaten (de ellipsoïdemethode, de basis-reductie-algoritme, snedenmethoden voor moeilijke combinatorische problemen) laten zien dat het gebied nog steeds interessante nieuwe ontwikkelingen doormaakt.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. A. Schrijver

AANVANG: 1983

WERKPLAN 1987

- 1 Schrijven van het boek *Polyhedral Combinatorics* (Wiley).
- 2 Onderzoek naar snedenmethoden in de combinatorische optimalisering, speciaal toegepast op het vertex-packing-, het strong-connector- en het multicommodity-stroomprobleem.

WERKPLAN NA 1987

- 1 Afronding van het boek *Polyhedral Combinatorics*.
- 2 Voortzetting van het onderzoek naar (geheelvallige) LP-methoden in de combinatorische optimalisering en afleiding van polynomiale algoritmen, polyhedrale karakterisering en combinatorische min-max-relaties.

TITEL DEELPROJECT**MB 1.3 Stochastische geheeltallige programmering****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Deelproject MB 1.3 is een vervolg op het in 1984 afgesloten deelproject 'Hiërarchische planningsmodellen'. Het gaat hierbij om situaties waarbij in elk van een aantal opeenvolgende fasen beslissingen moeten worden genomen op basis van een deterministisch model van de huidige fase en probabilistische veronderstellingen omtrent de latere fasen. Het onderzoek betrof tot nu vooral het ontwerp en de analyse van *benaderingsmethoden* voor tweestaps-beslissingsproblemen met een probabilistische eerste fase en een combinatorische tweede fase. Het nieuwe deelproject heeft tot doel *optimaliseringsalgoritmen* te ontwikkelen en beoogt daarmee een combinatie van de stochastische en de geheeltallige programmering.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.K. Lenstra
wetenschappelijk medewerker 1 (p.m.)

AANVANG: 1987

WERKPLAN

- 1 Oriëntatie in de stochastische programmering (i.h.b. de stochastische lineaire programmering) en de geheeltallige programmering (i.h.b. de polyhedrale combinatoriek).
- 2 Ontwikkeling van theorie en algoritmen:
 - identificatie van problemen waarvoor methoden uit de stochastische lineaire programmering of uit de combinatorische optimalisering bruikbaar zijn of aangepast kunnen worden;
 - algemene stochastische geheeltallige programmering.
- 3 Computerimplementatie en evaluatie van de ontwikkelde methoden.

Het onderzoek zal plaatsvinden in samenwerking met prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan (EU Rotterdam) en prof.dr. R.J.B. Wets (Davis, CA, USA).

TITEL DEELPROJECT
MB 1.4 Parallele algoritmen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Binnen de informatica zijn er opmerkelijke ontwikkelingen op het gebied van de parallelle (concurrente, gedistribueerde) berekeningen. Verscheidene, onderling sterk verschillende, parallelle machines zijn reeds operationeel. De toepassing van dergelijke apparatuur binnen de besliskunde is tot nu toe slechts op bescheiden schaal onderwerp van onderzoek.

In de combinatorische optimalisering leidt de bestudering van parallelle berekeningsmodellen enerzijds tot een verdere complexiteitsclassificatie binnen de klasse der polynomiaal oplosbare problemen. Anderzijds zijn er problemen waarvan de oplossing - ook bij elke redelijke vorm van parallellisatie - een exponentiële tijd kan vergen, maar waarvoor het nog geenszins duidelijk is welke de praktische implicaties van het gebruik van parallelle methoden zijn.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.K. Lenstra
wetenschappelijk medewerker 2

AANVANG: 1982

WERKPLAN

- 1 Onderzoek naar het ontwerp, de analyse en de implementatie van parallelle aftellingsmethoden voor NP-lastige combinatorische problemen. Het doel is de constructie van een *algemeen berekeningsmodel* voor parallelle aftellingsmethoden en de analyse ervan:
 - in empirische zin, door realisatie of (wat waarschijnlijker is) door simulatie;
 - in theoretische zin, zowel 'worst case' (anomalieën en garanties) als probabilistisch.
- 2 Onderzoek naar de parallelliseerbaarheid van in polynomiale tijd oplosbare combinatorische problemen, in het bijzonder naar het onderscheid tussen oplosbaarheid in polylogaritmische tijd en P-volledigheid ten aanzien van transformaties die slechts logaritmische ruimte vergen.

Het onderzoek vindt plaats in samenwerking met drs. H.W.J.M. Trienekens (EU Rotterdam).

TITEL DEELPROJECT

MB 1.5 Interactieve planningsmethoden

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

In talloze praktische beslissingssituaties is het gebruik van optimaliseringsalgoritmen uit de mathematische beslistkunde een noodzakelijke voorwaarde om tot redelijke oplossingen te komen. Zo is bij de bepaling van distributiesystemen voor transportfirma's, productieschema's voor fabrieken, lesroosters voor scholen en kamerindelingen voor kantoren het gebruik van technieken uit de lineaire programmering en de combinatorische en stochastische optimalisering onvermijdelijk geworden. Hierbij doet zich echter het verschijnsel voor dat er in de theorie *geavanceerde* algoritmen worden ontworpen voor bepaalde gestyleerde versies van planningsproblemen, terwijl er in de praktijk behoefte is aan *flexibele* methoden die juist geschikt zijn voor een zekere variëteit van planningsituaties.

Er is een nieuwe generatie van planningsmethoden in ontwikkeling die zijn kracht ontleent aan de combinatie van recente *algoritmische* vorderingen voor deelproblemen met het *interactieve* ingrijpen door de gebruiker bij de besturing van het oplossingsproces. Dit leidt tot betere oplossingen (omdat mens en machine van elkaars sterke punten kunnen profiteren) die sneller worden bereikt (omdat interactie flexibiliteit toestaat bij de manipulatie van gegevens en de selectie van oplossingen) en tot een grotere kans op acceptatie in de praktijk (want de planner wordt niet vervangen door een machine maar krijgt er een hulpmiddel bij).

Het deelproject richt zich op het interactieve gebruik van optimaliseringsalgoritmen, waarbij de kwaliteit van de onderliggende algoritmen, de flexibiliteit van de implementatie en de daadwerkelijke toepassing in een verscheidenheid van praktische beslissingssituaties belangrijke kenmerken zijn.

SAMENSTELLING GROEP

J.M. Anthonisse

drs. B.J.B.M. Lageweg

prof.dr. J.K. Lenstra

drs. M.W.P. Savelsbergh

drs. S.L. van de Velde (NFI)

wetenschappelijk medewerker 3 (NFI)

AANVANG: 1983

WERKPLAN

Distributieplanning. In 1986 is het mede in het kader van een STW-project ontwikkelde pakket CAR ('computer aided routing') bij een eerste gebruiker geïnstalleerd. Hierna komen aan de orde:

- 1 de technisch-wetenschappelijke ondersteuning van de volgende (door anderen te verrichten) praktijkinstallaties van CAR;

- 2 het uitwerken van enkele algoritmische vraagstukken die bij de ontwikkeling van CAR naar voren zijn gekomen;
- 3 de ontwikkeling van een expertsysteem ter ondersteuning van de modellering in distributieplanningssituaties.

Productieplanning. In het kader van een tweetal NFI-projecten zal worden gewerkt aan:

- 4 de ontwikkeling en implementatie van een interactief systeem voor de planning en besturing van een assemblageproces, in samenwerking met een TNO-instituut;
- 5 algoritmen voor 'multicriteria scheduling', in aansluiting op de in de afdeling aanwezige expertise op het gebied van de machinevolgordeproblemen en ter ondersteuning van de activiteiten sub (4) en (6).

Allocatieplanning. Een laatste activiteit op het gebied van de interactieve planning vindt plaats in het kader van een consultatieve opdracht:

- 6 de ontwikkeling van een beslissingsondersteunend systeem voor de toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen, op tactisch en operationeel niveau.



TITEL: Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken

TITLE: Analysis and control of information flows in networks

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Het project betreft de wiskundige modellering, analyse en besturing van informatiestromen in computersystemen en telecommunicatienetwerken. Het bestaat uit de volgende deelprojecten:

MB 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen;

MB 2.2 Telefoonverkeertheorie;

MB 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen.

TECHNICAL ABSTRACT

The project concerns the mathematical modeling, analysis and control of information flows in computer systems and telecommunication networks. It comprises the following subprojects:

MB 2.1 Analysis of mathematical queueing models;

MB 2.2 Telephone traffic theory;

MB 2.3 Performance analysis of computer systems.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. O.J. Boxma (projectleider)

drs. J.L. van den Berg

prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)

drs. W.P. Groenendijk

wetenschappelijk medewerker 4 (p.m.)

SAMENWERKING

dr. B. Meister (IBM Forschungslaboratorium Zürich)

dr. G. Fayolle, dr. F. Baccelli, dr. Ph. Nain (INRIA)

drs. S.J. de Klein (RU Utrecht, ZWO)

AANVANG: 1981

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P160, P170, T180

NABS-code : N025, N070, N076

1980 Math. Subj. Class. : 60K25, 60K30, 90B22

1982 CR Classification Scheme : C.4, D.4.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Vakgebied

Het project omvat de wiskundige modellering, analyse en besturing van informatieverkeersstromen in computersystemen (*computer performance analysis*) en telecommunicatienetwerken (*teletraffic analysis*). De nadruk ligt hierbij op de analyse van congestieverschijnselen en de prestatie-analyse van congestie-controlemechanismen. Wegens het stochastische karakter van de verkeersstromen is de congestie-analyse waarschijnlijkheidstheoretisch van aard: het project behoort tot het vakgebied van de stochastische besiskunde.

Het toepassingsgebied van het project betreft, naast de traditionele communicatiemogelijkheden zoals telefonie en telegrafie, ook de communicatie tussen de diverse hoofdbestanddelen van een computer, tussen een computer en perifere apparatuur en tussen computers onderling, alsmede de communicatie via satellieten en mobilifoonsystemen. De snel groeiende invloed van computer- en communicatienetwerken in het dagelijks leven maakt dit project van steeds groter maatschappelijk belang. Het wetenschappelijk belang van het project is gelegen in het ontwikkelen van wiskundige technieken voor de analyse van complexe stochastische systemen.

Onderzoeksthema's

Het studie-object van het project wordt doorgaans abstract geformuleerd in termen van een netwerk van bedieningsorganen en klanten die daarvan gebruik willen maken. Men spreekt van 'netwerken van wachtrijen'. De wiskundige wachttijdtheorie, die zich met congestieverschijnselen in netwerken van wachtrijen bezig houdt, bestudeert congestiematen zoals wacht- en verblijftijden van klanten, wachtrijlengten en blokkeringskansen. Hiertoe zijn diverse analytische en numerieke technieken ontwikkeld; Nederlandse onderzoekers speelden en spelen daarbij een belangrijke rol. In de internationale onderzoekscentra wordt bovendien wegens de complexiteit van moderne netwerken steeds meer aandacht geschonken aan de ontwikkeling van approximatiemethoden en (simulatie-)standaardpakketten.

Beleid

Het beleid is gericht op het uitvoeren van de volgende drie deelprojecten.

MB 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen. De opzet van het oude project 'Tijdsafhankelijk gedrag van wachtrijsystemen' is verruimd om tevens aandacht te kunnen schenken aan andere boeiende ontwikkelingen die zich, mede onder invloed van de informatietechnologische revolutie, binnen de wachtrijtheorie voordoen.

MB 2.2 Telefoonverkeerstheorie. Dit is een langlopend project betreffende een

traditioneel belangrijk toepassingsgebied van de wachtrijtheorie.

MB 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen. Dit deelproject betreft de wiskundige analyse en optimalisering van de prestaties die computersystemen kunnen leveren. Prestatie-analyse staat internationaal volop in de belangstelling en maakt een sterke ontwikkeling door. Het deelproject wordt ondersteund vanuit het INSP.

WERKPLAN 1987

Hiervoor wordt verwezen naar de deelprojecten.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT**MB 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

De wachtrijtheorie houdt zich bezig met het wiskundig onderzoek naar de prestatie van een systeem dat diensten aanbiedt voor collectief gebruik. Zulk een systeem kan een ziekenhuis of bank zijn, maar ook bijvoorbeeld een 'flexible manufacturing system', telefooncentrale of computernetwerk. De wiskundige modellen variëren enigszins, maar de problematiek is telkens hetzelfde. De deelprojecten MB 2.2 en MB 2.3 zijn gewijd aan de belangrijkste toepassingsgebieden van de wachtrijtheorie: telecommunicatie en computersystemen. Deelproject MB 2.1 beoogt aandacht te schenken aan fundamentele ontwikkelingen en problemen binnen de wachtrijtheorie zelf. Het accent wordt hierbij gelegd op de bestudering van exacte analytische technieken.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. O.J. Boxma

prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)

AANVANG: 1981

WERKPLAN 1987

- 1 De formulering en oplossing van randwaardeproblemen in de analyse van twee-dimensionale stochastische wandelingen en wachtrijmodellen. In dit kader past de mede-begeleiding van ZWO-project 'Randwaardeproblemen in de analyse van stochastische wandelingen en wachttijdmodellen', dat aan de RU Utrecht wordt uitgevoerd door drs. S.J. de Klein, onder leiding van prof.dr.ir. J.W. Cohen.
- 2 Analyse van het tijdsafhankelijk gedrag van wachtrijsystemen. Getracht zal worden meer inzicht te krijgen in de duur van inschakeltijden in wachtrijnetwerken.
- 3 Analyse van de interactie tussen interne en externe verkeersstromen in (eenvoudige) wachtrijsystemen.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT
MB 2.2 Telefoonverkeertheorie

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De analyse en besturing van verkeersstromen in telefoonnetten geschiedt gewoonlijk met behulp van wachtrijnetwerken met de volgende essentiële kenmerken:

- 1 Er is een begrensde wachtruimte bij een station (lijnenbundel), gewoonlijk zelfs géén wachtruimte.
- 2 Het wachtrijnetwerk is van het 'circuit-switching' type.

Deze netwerken zijn van groot praktisch en wetenschappelijk belang, maar krijgen relatief weinig aandacht binnen de Nederlandse wiskunde.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. O.J. Boxma
prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)
wetenschappelijk medewerker 4 (p.m.)

AANVANG: 1983

WERKPLAN 1987

- 1 De ontwikkeling van methoden voor het benaderen van blokkerings- en verlieskansen in grote netwerken van wachtrijen met begrensde wachtruimten.
- 2 De regeling van overbelasting van communicatiesystemen (MB 3.7); in samenwerking met dr. F.C. Schoute (Philips, Hilversum) en dr.ir. J.H. van Schuppen (CWI).

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT**MB 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

De prestatie die een computersysteem, of meer algemeen een tele-informatiesysteem, kan leveren wordt bepaald door de apparatuur en het bedrijfssysteem (inclusief het besturingsprotocol) enerzijds en de omvang en aard van de werklust anderzijds. Prestatie-analyse van een computersysteem heeft tot doel de prestatie te onderzoeken en te optimaliseren. Bij de prestatie-analyse van geïsoleerd werkende computersystemen wordt getracht te komen tot optimale keuzen ten aanzien van multiprogrammeringsgraad, geheugenhiërarchie, grootte van geheugenblokken en buffers enz. Bij de prestatie-analyse van gespreide systemen wordt tevens gelet op de organisatie van het communicatiesysteem voor wat betreft toegangs- en routeringsprotocollen, anticongestiematregelen enz.

SAMENSTELLING GROEP

drs. J.L. van den Berg

dr.ir. O.J. Boxma

prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)

drs. W.P. Groenendijk

wetenschappelijk medewerker 4 (p.m.)

AANVANG: 1985

WERKPLAN 1987

- 1 De bestudering van 'window flow control' protocollen in packet-switched netwerken.
- 2 De wiskundige analyse van diverse 'token-ring' protocollen in 'local area' netwerken en de onderlinge vergelijking van de prestaties van deze disciplines. Ook verwante protocollen in gespreide systemen worden bestudeerd. Dit onderzoek wordt verricht in samenwerking met het IBM Zürich Forschungslaboratorium (dr. B. Meister).
- 3 Het uitbreiden en verbreiden van de op het CWI beschikbare expertise betreffende computerpakketten voor de numerieke analyse en simulatie van congestieverschijnselen in netwerken van wachtrijen. De onlangs op het CWI ter beschikking gekomen pakketten QLIB, QNAP2 en QPACR zullen nader worden bestudeerd en geëvalueerd. De software van QNAP2 zal worden aangevuld.
- 4 De stochastische analyse van machinevolgordeproblemen en van hiermee verwante 'bin-packing' problemen.

WERKPLAN NA 1987
Voortzetting van het onderzoek.

TITEL: Systeem- en regeltheorie

TITLE: System and control theory

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Systeem- en regeltheorie stelt zich ten doel voor dynamische verschijnselen wiskundige modellen op te stellen en te analyseren en regel- en voorspellingsproblemen op te lossen. De deelprojecten zijn:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| MB 3.1 Lineaire systemen; | MB 3.5 Adaptief regelen; |
| MB 3.2 Stochastische systeemtheorie; | MB 3.6 Puntprocesssystemen; |
| MB 3.3 Descriptor-systemen; | MB 3.7 Extern gefinancierde projecten. |
| MB 3.4 Systemen op discrete ruimten; | |

TECHNICAL ABSTRACT

System and control theory aims at formulating and analyzing mathematical models for dynamic phenomena, and at solving control and prediction problems. The subprojects are:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| MB 3.1 Linear systems; | MB 3.5 Adaptive control; |
| MB 3.2 Stochastic system theory; | MB 3.6 Point process systems; |
| MB 3.3 Descriptor systems; | MB 3.7 Externally funded projects. |
| MB 3.4 Systems on discrete sets; | |

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. J.H. van Schuppen (projectleider)

prof.dr. M. Hazewinkel (ZW)

drs. J.W. Polderman

dr. J.M. Schumacher

ir. S.A. Smulders (STW)

drs. P.J.C. Spreij

ir. P.R. de Waal (STW)

wetenschappelijk medewerker 5 (p.m.)

wetenschappelijk medewerker 6 (p.m.)

SAMENWERKING

prof.ir. O.H. Bosgra (TU Delft), prof.dr.ir. H. Kwakernaak (U Twente), prof.dr.ir. J.C. Willems, prof.dr. R.F. Curtain (RU Groningen), dr.ir. E.A. van Doorn (U Twente), dr. F.C. Schoute (Philips Telecommunicatie Industrie Hilversum), drs. J. Bontsema (RU Groningen), dr.ir. R.K. Boel (Gent, België), prof. G. Picci (Padua, Italië)

AANVANG: 1977

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170, T120, T190

NABS-code : N080

1980 Math. Subj. Class. : 93-XX, 49-XX, 60-XX, 62MXX

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Vakgebied

Systeem- en regeltheorie stelt zich ten doel wiskundige modellen voor dynamische verschijnselen op te stellen en te analyseren en algoritmen te ontwikkelen voor regel- en voorspellingsproblemen. Het maatschappelijk belang ligt in de groeiende behoefte aan automatische regeling en gegevensverwerking. Men denke hierbij aan de regeling van robots, elektriciteitsnetwerken, satellieten, vliegtuigen, wegverkeer, computers en computernetwerken, aan spraakverwerking en analyse van seismische gegevens en aan de voorspelling van lucht- en waterverontreiniging.

Onderzoeksthema's

Abstrahering van deze praktische problemen leidt tot de volgende actuele thema's van onderzoek:

- 1 *realisatie en systeemidentificatie*: identificatie van multivariabele systemen, stochastische realisatieproblemen, benaderende realisaties;
- 2 *regeltheorie*: meetkundige benadering van lineaire regelsystemen, robuustheid van lineaire regelsystemen, regelproblemen voor niet-lineaire systemen, stochastische regelproblemen, adaptief regelen, gedecentraliseerde besturing;
- 3 *filtertheorie*: Kalmanfilters, filters voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren.

Beleid

Het beleid is gericht op het uitvoeren van de volgende deelprojecten.

'Lineaire systemen' (MB 3.1) en 'Stochastische systeemtheorie' (MB 3.2) zijn langlopende projecten van algemene aard. Zij omvatten de activiteiten van de seniormedewerkers.

'Adaptief regelen' (MB 3.5) en 'Puntprocessystemen' (MB 3.6) zijn deelprojecten die worden uitgevoerd door juniormedewerkers op basis van ZWO-subsidie. Deze deelprojecten lopen in 1987 af. Er worden twee nieuwe deelprojecten voor juniormedewerkers opgevoerd:

- 'Descriptor-systemen' (MB 3.3) betreft onderzoek aangaande een algemene beschrijvingsvorm voor lineaire systemen;
- 'Systemen op discrete ruimtes' (MB 3.4) is gericht op de ontwikkeling van realisatie- en regeltheorie voor deze klasse van systemen die gemotiveerd wordt door de communicatietechniek en de informatica.

Tenslotte omvat het deelproject 'Extern gefinancierde projecten' twee door de Stichting voor de Technische Wetenschappen gefinancierde projecten.

WERKPLAN 1987

Hiervoor wordt verwezen naar de deelprojecten.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT
MB 3.1 Lineaire systemen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

In verschillende wetenschapsgebieden, zoals de mechanica, de theorie van elektrische netwerken en de econometrie, wordt gewerkt met relaties tussen reëelwaardige variabelen die worden gespecificeerd door stelsels van lineaire differentiaalvergelijkingen en lineaire algebraïsche vergelijkingen. De studie van dergelijke 'lineaire systemen' is een centraal onderdeel van de wiskundige systeemtheorie. In het deelproject MB 3.1 gaat met name aandacht uit naar de volgende drie - onderling verbonden - aspecten:

- realisatietheorie: eenzelfde dynamische relatie kan op verschillende manieren worden gerepresenteerd; we zijn geïnteresseerd in bepaling van het beschrijvend vermogen van diverse representatievormen en in methoden om over te gaan van een gegeven representatie naar één in een andere (nuttiger) vorm;
- metrisering en approximatie: ontwikkeling van methoden om in kwantitatieve termen aan te geven in hoeverre twee systemen op elkaar lijken en bij een gegeven systeem andere (eenvoudiger) systemen te vinden die een benadering binnen een bepaalde marge inhouden;
- regeling en voorspelling: ontwikkeling van algoritmen om, op basis van een model van een bepaald verschijnsel, te komen tot schema's voor regeling teneinde een gewenst gedrag te bereiken, of voor 'filteren' van gewenste informatie uit meetgegevens.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. M. Hazewinkel (ZW)
 dr. J.M. Schumacher

AANVANG: 1984

WERKPLAN 1987

- 1 Representaties voor de dynamica van grote, zeer buigzame mechanische structuren (J.M. Schumacher).
- 2 Mede-begeleiding van het STW-project 'Large flexible space structures' dat aan de RU Groningen wordt uitgevoerd door drs. J. Bontsema, onder leiding van prof.dr. R.F. Curtain. In het bijzonder: ontwerp van robuuste regelaars van lage orde (J.M. Schumacher).
- 3 Voorbereiding van een boek over eindig-dimensionale lineaire systemen (J.M. Schumacher, in samenwerking met J. C. Willems).
- 4 Het realisatieprobleem: de structurele eigenschappen van de parameter-ruimte van lineaire systemen (M. Hazewinkel).
- 5 Metrieken voor lineaire systemen (J.M. Schumacher).

WERKPLAN NA 1987
Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT

MB 3.2 Stochastische systeemtheorie

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Doel is de ontwikkeling van een theorie voor stochastische systemen. Aan de volgende deelproblemen zal aandacht worden besteed:

- 1 stochastische realisatieproblemen en het systeemidentificatieprobleem: voor Gaussprocessen en puntprocessen;
- 2 stochastische filterproblemen: voor continue processen, telprocessen en adaptieve filterproblemen;
- 3 stochastische regelproblemen: voor puntprocesssystemen, adaptieve stochastische regeltheorie, besturing van gedistribueerde stochastische systemen.

Het maatschappelijk belang van de stochastische systeemtheorie ligt in de behoefte aan automatische regeling en automatische voorspelling. Actuele voorbeelden van regel- en voorspellingsproblemen zijn: overload control van telefooncentrales, voorspelling van de afname van elektrische energie, voorspelling van windsnelheden en -richtingen, beeldverwerking en spraakverwerking. Het wetenschappelijk belang van stochastische systeemtheorie ligt in de begripsvorming voor stochastische modellen en de ontwikkeling van regel- en voorspellingsalgoritmen.

Een deel van het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met dr.ir. R.K. Boel (Gent, België) en prof. G. Picci (Padua, Italië).

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. M. Hazewinkel (ZW)
dr. J.M. Schumacher
dr.ir. J.H. van Schuppen

AANVANG: 1978

WERKPLAN 1987

- 1 De bepaling van benaderende stochastische realisaties van Gaussprocessen (J.M. Schumacher, J.H van Schuppen).
- 2 Stochastische realisatie en factoranalyse (J.H. van Schuppen, in samenwerking met G. Picci).
- 3 Het eindige stochastische realisatieprobleem en de factorisatie van positieve matrices (J.H. van Schuppen, in samenwerking met G. Picci).
- 4 Stochastische regelproblemen gemotiveerd door communicatiesystemen en de informatica (J.H. van Schuppen, in samenwerking met R.K. Boel).
- 5 De classificatie van stochastische systemen die tot een eindig-dimensionaal filtersysteem leiden (M. Hazewinkel).

WERKPLAN NA 1987
Voortzetting van het onderzoek.

TITEL DEELPROJECT**MB 3.3 Descriptor-systemen****PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG**

Descriptor-systemen (ook genoemd: systemen met gegeneraliseerde toestandsruimte) vormen een klasse van lineaire systemen die ruimer is dan de veelbestudeerde klasse van 'causale' systemen. Een toestandsrepresentatie van een lineair systeem met voorgeschreven in- en uitgangen kan niet altijd in causale vorm, maar wel steeds in descriptor-vorm worden gegeven. Hoewel er soms goede redenen zijn om causaliteit a priori aan te nemen, komt het in de praktijk toch vaak voor dat goede resultaten kunnen worden bereikt met niet-causale beschrijvingen. Een in de regeltechniek bekend voorbeeld is het gebruikelijke model voor de in de industrie veel gebruikte PID-regelaars. Andere voorbeelden zijn onder meer te vinden in de theorie van de elektrische netwerken.

Dit nieuw te starten deelproject heeft tot doel de 'meetkundige benadering', die met veel succes is ontwikkeld voor causale systemen, uit te breiden naar descriptor-systemen. Het onderzoek sluit nauw aan bij werk dat gebeurt onder deelproject MB 3.1.

SAMENSTELLING GROEP

dr. J.M. Schumacher

wetenschappelijk medewerker 5 (p.m.)

AANVANG: 1987**WERKPLAN 1987**

Start van het onderzoek. Bepaling van structuurindices voor descriptor-systemen in termen van deelruimtes van de toestandruimte.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek. Onder meer: oplosvoorwaarden voor rationele matrixvergelijkingen; differentiërende regelaars.

TITEL DEELPROJECT

MB 3.4 Systemen op discrete ruimtes

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Het doel van dit deelproject is systeem- en regeltheorie te ontwikkelen voor systemen op eindige ruimtes. Dergelijke systemen zijn na enige bewerking vaak weer te representeren als lineaire systemen maar op ruimtes met een andere algebraïsche structuur dan die van de verzameling reële getallen. Voor de systeemtheoretische problemen van realisatie, filteren en regelen moeten dan nieuwe algoritmen en theorieën worden ontwikkeld.

De motivatie van dit deelproject ligt in de communicatietechniek en de informatica. Concrete problemen zijn:

- 1 Signaalverwerking van discreet-waardige signalen. Adaptieve kanaal-egaliserings is een concreet voorbeeld waarvoor belangstelling bestaat bij bedrijven. Toepassing van adaptief filteren is een ander voorbeeld. Er is onderzoek verricht naar de codering en decodering van communicatiekanalen van het Markovtype;
- 2 Representatie- en regelproblemen in de informatica, met name voor relationele gegevensbestanden (relational databases) en voor kennisbestanden (knowledge bases). Bij relationele gegevensbestanden gaat het om het beantwoorden van vragen (query processing) en om het herkennen van classificatie in relaties. Bij kennisbestanden zijn de vragen die van minimale representatie van inferentieregels en die van de constructie van inferentieregels;
- 3 De regeling van geautomatiseerde productiesystemen. Hiervoor wordt op het moment de klasse van systemen met discrete gebeurtenissen bestudeerd. Deze klasse van systemen beschrijft systemen die op zekere tijdstippen beginnen en eindigen, afhankelijk van de beschikbaarheid van grondstoffen. De beschrijving van deze systemen is gebaseerd op Petri-netten met een tijdsstructuur. Alhoewel het hier systemen betreft op een discrete tijdsruimte en met in het algemeen een continue toestandsruimte wordt deze klasse toch gezien als een deelklasse van systemen op discrete ruimtes.

De aanpak van het onderzoek:

- 1 definitie en representatie van deterministische en stochastische systemen op discrete ruimtes, zoals die uit de literatuur en de motivatie naar voren komen;
- 2 realisatietheorie:
 - stochastische realisatietheorie voor systemen op eindige ruimtes; hierbij kan worden voortgebouwd op onderzoek van G. Picci en J.H. Schuppen; de factorisatie van positieve matrices en realisatie-algoritmen dienen de aandacht te krijgen;
 - realisatietheorie van deterministische systemen op eindige ruimtes;

- de uitwerking van factoranalyse voor relaties van eindige verzamelingen; dit is van belang voor het verkrijgen van inferentieregels voor kennisbestanden van gegevensbestanden;
- 3 regeltheorie:
- de uitwerking van toestandsterugkoppeling voor deze klasse van systemen, in combinatie met waarnemers;
 - een onderzoek naar de toepasbaarheid van adaptieve regelalgoritmen voor systemen op eindige ruimtes; dergelijke algoritmen zijn in de literatuur beschreven.

Contacten met andere onderzoekers op dit gebied zullen worden gelegd of versterkt, met name met prof. W.M. Wonham (Toronto, Canada), prof.dr. G.J. Olsder (TU Delft), dr. J.P. Quadrat (INRIA Rocquencourt) en dr. G. Cohen (ENSMP en INRIA Rocquencourt).

SAMENSTELLING GROEP

wetenschappelijk medewerker 6 (p.m.)
dr.ir. J.H. van Schuppen

AANVANG: 1987

WERKPLAN 1987

- 1 Studie van de verschillende klassen systemen op eindige ruimtes.
- 2 Een realisatieprobleem.
- 3 Een regelprobleem, bijvoorbeeld de uitwerking van toestandsterugkoppeling en waarnemers voor systemen op eindige ruimtes.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek

TITEL DEELPROJECT
MB 3.5 Adaptief regelen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Er zijn veel praktische regelproblemen met onzekerheid in de dynamica en in de parameterwaarden. Voorbeelden zijn de regeling van cementmolens, destillatiekolommen, chemische reactoren, papiermachines, glasproductiemachines en automatische piloten voor schepen en vliegtuigen. Het adaptieve regelprobleem voor een dynamisch systeem waarvan de parameterwaarden onbekend zijn, is een besturingsalgoritme voor een te regelen variabele te ontwerpen en te evalueren.

Recentelijk zijn vele algoritmen voor adaptieve regelproblemen ontwikkeld en toegepast. Hieruit blijkt dat deze benadering uitermate bruikbaar is voor een grote klasse van praktische problemen. De theorie van adaptief regelen is echter nog grotendeels onontwikkeld. In dit deelproject ligt de nadruk op algoritmen voor multivariabele systemen, mogelijk met parameters die langzaam in de tijd variëren. Voor wat betreft de syntheseprocedure zal aandacht besteed worden aan de zelfinstellende (self-tuning) syntheseprocedure. Hierbij past de regelalgoritme de regelwet zodanig aan dat asymptotisch een regelwet bereikt wordt die dezelfde kosten heeft als die berekend met de werkelijke parameterwaarden. Onderzoek kan ook verricht worden naar de benadering van fysische regelsystemen door een element van een te specificeren klasse van regelsystemen. Tenslotte dient ook een convergentie-analyse van de regelalgoritme gedaan te worden, met behulp van martingaaltheorie en van de stabiliteitstheorie van niet-lineaire systemen.

SAMENSTELLING GROEP

drs. J.W. Polderman

dr.ir. J.H. van Schuppen

AANVANG: 1983

WERKPLAN 1987

- 1 Ontwerp van adaptieve poolplaatsingsalgoritmen voor lineaire systemen met meer dan één in- en uitgang.
- 2 Convergentie-analyse van de onder (1) bedoelde algoritmen.
- 3 Afronding van het onderzoek en het schrijven van een proefschrift.

TITEL DEELPROJECT

MB 3.6 Puntprocessystemen

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Er zijn veel voorspellingsproblemen en regelproblemen met telproceswaarnemingen. Voorbeelden zijn de regeling van verkeersstromen op autosnelwegen en in stadsverkeer, de schatting van de betrouwbaarheid van computerprogrammatuur, de regeling van wachtrijnetwerken en de schatting van biomedische signalen.

Stochastische dynamische systemen met telproceswaarnemingen worden *puntprocessystemen* genoemd. Een algemene theorie is ontwikkeld voor de oplossing van voorspellings- en regelproblemen. Onopgelost is echter het *systeemidentificatieprobleem* waarin, gegeven een telproces, gevraagd wordt een puntprocesstelsel te bepalen in een gegeven klasse waarvan het uitgangsproces zo goed mogelijk past bij het gegeven proces. Vragen binnen dit probleem zijn de synthese en de evaluatie van algoritmen. Het *adaptieve voorspellingsprobleem* is het produceren van voorspellingen van een puntproces als de parameterwaarden van het systeem onbekend zijn. Algoritmen voor dit laatste probleem kunnen gemakkelijk gededuceerd worden uit die voor het systeemidentificatieprobleem. Het *zwakke stochastische realisatieprobleem* voor telprocessen is, gegeven een telproces, het bestaan aan te tonen van een puntprocesstelsel in een gegeven klasse, zodanig dat het uitgangsproces van dit systeem equivalent is in distributie met het gegeven telproces. Bovendien betreft dit probleem de classificatie van alle minimale systemen met de bovengenoemde eigenschap. Het stochastische realisatieprobleem vormt de theoretische basis van het systeemidentificatieprobleem.

SAMENSTELLING GROEP

drs. P.J. Spreij

dr.ir. J.H. van Schuppen

AANVANG:1983

WERKPLAN 1987

Afronding van het onderzoek en het schrijven van een proefschrift.

TITEL DEELPROJECT

MB 3.7 Extern gefinancierde projecten

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Wetenschappelijk onderzoek in de systeem- en regeltheorie dat extern gefinancierd wordt, wordt administratief ondergebracht in dit deelproject. Het betreft de door de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) gefinancierde projecten:

- 1 Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen;
- 2 De regeling van overbelasting van communicatiesystemen.

Hieronder volgt een beknopte probleemstelling en motivatie van deze projecten.

Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen

Op enkele autosnelwegen in ons land (A13: Delft - Rotterdam, A2 Utrecht - Amsterdam) is enkele jaren geleden een signaleringssysteem geïnstalleerd met als doel:

- 1 de capaciteit van de snelwegen te verhogen;
- 2 de verkeersveiligheid te vergroten;
- 3 het (tijdelijk) afsluiten van rijstroken te vergemakkelijken;
- 4 het verzamelen van gegevens omtrent het verkeersgedrag.

Het probleem is op basis van metingen van passagetijden en passagesnelheden op regelmatige afstanden langs de weg de adviessnelheden van signaleringsstations zo te kiezen dat aan de eerder genoemde doelstellingen zo goed mogelijk voldaan wordt.

Wiskundig geformuleerd komt het erop neer dat er, op basis van een model voor het verkeersgedrag, een filteralgoritme ontwikkeld moet worden om de verkeerstoestand (gemiddelde snelheid en dichtheid op de weg) te schatten. Uitgaande van een goede filteralgoritme kan dan een optimaal besturingsalgoritme ontwikkeld worden die de keuze van de adviessnelheden regelt.

Het is de bedoeling dat de resultaten van dit project, voornamelijk programmatuur, ter beschikking komen van de beheerder van het signaleringssysteem, de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat.

De regeling van overbelasting van communicatiesystemen

De motivatie voor dit deelproject komt van 'stored program controlled' (SPC) telefooncentrales. De bedieningscapaciteit van zo'n centrale vermindert bij overbelasting aanzienlijk indien geen speciale maatregelen worden getroffen.

Het probleem van de regeling van overbelasting is dan het aantal toegelaten en succesvol afgehandelde telefoongesprekken van een telefooncentrale te maximaliseren. Dit is een kanoniek probleem voor communicatie- en computernetwerken. De aanpak bestaat uit de ontwikkeling van stochastische modellen en regelalgoritmen gebaseerd op de wachtrij- en systeemtheorie.

Dit deelproject zal worden uitgevoerd in samenwerking met Philips

Telecommunicatie en Data Systemen en ATT & Philips Telecommunicatie Bedrijven, beiden te Hilversum.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. O.J. Boxma

dr.ir. E.A. van Doorn (U Twente)

prof.dr.ir. H. Kwakernaak (U Twente)

ir. S.A. Smulders (STW)

dr. F.C. Schoute (Philips Telecommunicatie- en Datasystemen Nederland, Hilversum)

dr.ir. J.H. van Schuppen

ir. P.R. de Waal (STW)

WERKPLAN 1987

- 1 Testen van verschillende filteralgoritmen, afweging van efficiëntie en kwaliteit (S.A. Smulders).
- 2 Statistische verwerking van telgegevens van Rijkswaterstaat (S.A. Smulders).
- 3 Documentatie van programmatuur, verslaggeving van de resultaten (S.A. Smulders).
- 4 Ontwikkeling van een stochastisch model voor SPC-centrales (P.R. de Waal).
- 5 Ontwikkeling van algoritmen voor de regeling van overbelasting in SPC-centrales (P.R. de Waal).

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek. Het project 'Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen' loopt tot oktober 1988. Het project 'De regeling van overbelasting van communicatiesystemen' loopt voorlopig tot februari 1989.

Afdeling

Numerieke Wiskunde

Het vakgebied numerieke wiskunde behelst het ontwerp en de analyse van benaderende oplossingsmethoden voor wiskundige problemen. Veel problemen zijn afkomstig uit de natuurwetenschappen en zijn geformuleerd in termen van differentiaal- of integraalvergelijkingen, of van grote algebraïsche stelsels. In de WGM Numerieke Wiskunde vormen de numerieke analyse van differentiaalvergelijkingen en de numerieke algebra twee belangrijke thema's van onderzoek. De afdeling NW houdt zich in dit verband in het bijzonder bezig met partiële differentiaalvergelijkingen die samenhangen met numerieke stromingsproblemen. De aard van dit onderzoek varieert van zeer fundamenteel tot specifiek utilisatie-gericht.

De numerieke wiskunde is voortdurend beïnvloed door veranderingen in de computerapparatuur, niet alleen door de toegenomen geheugengroote en rekensnelheid, maar ook door de veranderingen in de architectuur. Zo zijn in het komende decennium belangrijke stimulansen te verwachten van het parallel rekenen. Door de komst van de supercomputers zullen bijvoorbeeld veel dure en omslachtige laboratoriumexperimenten (zoals windtunnelproeven) op de computer gesimuleerd kunnen worden.

Voor het numeriek onderzoek bij het CWI is de beschikbaarheid van een supercomputer bij SARA van groot belang. De afdeling NW heeft haar aandacht dan ook mede gericht op het onderzoek naar vectoriseerbaarheid en parallele aspecten van numerieke algoritmen. Wat dit betreft wordt gestreefd naar een centrale functie voor het CWI in Nederland. Daartoe wordt een bibliotheek opgebouwd van numerieke algoritmen, speciaal geschreven voor parallele computers, waarin programmatuur wordt opgenomen die zowel op het CWI als elders (UvA, VU Amsterdam) is ontwikkeld. In een in samenwerking met de UvA en de TU Delft georganiseerd colloquium werd geregeld over deze programmatuur gerapporteerd.

Het onderzoek op het CWI is ondergebracht in een viertal hoofdprojecten:

- NW1 Discretisatie van beginwaardeproblemen;
- NW2 Multiroostertechnieken en randwaardeproblemen;
- NW3 Getaltheorie met behulp van de computer;
- NW4 Numerieke programmatuur.

**Afdeling
Numerieke Wiskunde**

LIJST VAN PROJECTEN

- NW1 Discretisatie van beginwaardeproblemen (beginwaardegroep)
 NW2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen (randwaardegroep)
 NW3 Getaltheorie met behulp van de computer
 NW4 Numerieke programmatuur (programmatuurgroep)

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

NUMERIEKE WISKUNDE								
Naam	NW1	NW2	NW3	NW4	A&O	werktijd in fte	totaal in manjaar	ext.fin.
Van der Houwen	0.40				0.60	1.00	1.00	
te Riele			0.20	0.40	0.30	1.00	1.00	
Bergman				0.50		0.50	0.50	
Blom	0.50					0.50	0.50	
de Goede				1.00		1.00	1.00	
Hemker		0.70			0.30	1.00	1.00	
Hundsdorfer	1.00					1.00	1.00	
Kok				0.90	0.10	1.00	1.00	
Lioen				1.00		1.00	1.00	
Louter-Nool				0.50		0.50	0.50	
Sommeijer	0.90			0.10		1.00	1.00	
Spekreijse		0.75				1.00	0.75	
Ten Thije Boonkamp	1.00					1.00	1.00	
Verwer	0.90				0.10	1.00	1.00	
Winter				1.00		1.00	1.00	
de Zeeuw		0.90		0.10		1.00	1.00	
vd Vorst				-		-		
Wesseling		-				-		
wm 3		p.m.				1.00	P.M.	
ass 1	p.m.					0.50	P.M.	
Koren		1.00				1.00	1.00	STW
Schlichting				0.50		0.50	0.50	CDC
Wubs	0.50					1.00	0.50	STW
wm 1	1.00					1.00	1.00	STW
wm 2		1.00				1.00	1.00	STW
Steenbeek (STO)				0.90		0.90	0.90	**STO
Dijkhuis (STO)				0.40		0.40	0.40	**STO
Everaars (STO)	1.00					1.00	1.00	**STO
progr 1 (STO)				0.20		0.20	0.20	**STO
Tot. reg.aangest.	4.70	2.35	0.20	5.50	1.40		14.25	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
gedetacheerd	0.50	1.00	0.00	0.50	0.00		2.00	
nwe aanvr ged	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00		2.00	
STO-onderst.	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00		2.50	
TOTAAL	7.20	4.35	0.20	7.50	1.40		20.75	



TITEL: Discretisatie van beginwaardeproblemen

TITLE: Discretization of initial value problems

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Ontwikkelen, analyseren en documenteren van algoritmen voor het bepalen van numerieke oplossingen van beginwaardeproblemen voor differentiaalvergelijkingen. NW1 bestaat uit de volgende deelprojecten:

- NW 1.1 Stabiliteit en convergentie;
- NW 1.2 Navier- Stokes-vergelijkingen;
- NW 1.3 Differentiaal-algebraïsche vergelijkingen;
- NW 1.4 Adaptieve roostertechnieken (STW, aangevraagd);
- NW 1.5 Algoritmen voor vectorcomputers;
- NW 1.6 Dispersie-analyse;
- NW 1.7 Ondiep-water-berekeningen (STW).

TECHNICAL ABSTRACT

Development, analysis and documentation of algorithms for determining numerical solutions of initial value problems for differential equations. Project NW1 is divided into four subprojects:

- NW 1.1 Stability and convergence;
- NW 1.2 Navier-Stokes equations;
- NW 1.3 Differential-algebraic equations;
- NW 1.4 Adaptive grid techniques (STW, application);
- NW 1.5 Algorithms for vectorcomputers;
- NW 1.6 Dispersion analysis;
- NW 1.7 Shallow-water-equations (STW).

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. P.J. van der Houwen (projectleider NW 1.5 t/m 1.7), dr. J.G. Verwer (projectleider NW 1.1 t/m NW 1.4), drs. J.G. Blom, dr. W.H. Hundsdorfer, B.P. Sommeijer, ir. J.H.M. ten Thije Boonkamp, ir. F.W. Wubs (STW), wetenschappelijk medewerker 1(STW), C.T.H. Everaars, assistent 1 (p.m.)

SAMENWERKING

dr. H. Arndt (Universität Bonn), prof.dr. A.O.H. Axelsson (KU Nijmegen), dr. C.T.H. Baker (University of Manchester), dr. R.M. Furzeland (Shell Research, Amsterdam), dr. B. Neta (Naval Postgraduate School, Monterey, CA), drs. S.J. Polak (Philips, Eindhoven), prof.dr. J.M. Sanz-Serna (University of Valladolid), dr. K. Strehmel (Universität Halle), dr. G.K. Verboom (WL), prof.dr.ir. P. Wesseling (adviseur, TU Delft)

AANVANG: 1978

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170
NABS-code : N10, N023
1980 Math. Subj. Class. : 65 LXX, 65 MXX, 76B15
1982 CR Classification Scheme : G.1.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Doel van project NW 1 is de ontwikkeling en analyse van voor een rekenmachine geschikte algoritmen om een kwantitatieve oplossing van de gegeven beginwaardeproblemen te verkrijgen. Deze algoritmen kunnen dan toegepast worden bij de oplossing van problemen uit de natuurkunde, scheikunde, biologie, de technische wetenschappen enz. Bij de analyse van numerieke algoritmen gaat het erom inzicht te krijgen in de stabiliteit van het algoritme en in de nauwkeurigheid van de berekende oplossing. In de ontwikkelingsfase van een algoritme is, naast stabiliteit en nauwkeurigheid, efficiëntie van blijvend belang. Ofschoon het rekenen op de computer steeds sneller verloopt, neemt de schaal van de berekeningen ook toe.

Het onderzoek binnen NW1 concentreert zich thans op partiële differentiaalvergelijkingen. Het accent zal hierbij liggen op de algemene vraagstellingen over stabiliteit en convergentie, op adaptieve roostertechnieken, op de incompressibele Navier-Stokes-vergelijking en op differentie-schema's voor hyperbolische differentiaalvergelijkingen. Het wetenschappelijk belang ligt in de numerieke stromingsleer. Mede door de ingebruikneming van supercomputers is dit aandachtsgebied sterk groeiende en van groot praktisch belang.

Als onderdeel van NW1 wordt een STW-project uitgevoerd dat zich in het bijzonder richt op het optimaal gebruik maken van vectorcomputers voor partiële differentiaalvergelijkingen.

WERKPLAN 1987

NW 1.1 Stabiliteit en convergentie

In dit deelproject ligt het accent op de analyse van de algoritme. Het onderzoek is in het bijzonder gericht op stabiliteit en convergentie voor niet-lineaire problemen. Hierbij wordt de aanpak volgens de methode der lijnen gevolgd met het oog op het toepassen van resultaten uit de numerieke analyse van niet-lineaire stijve differentiaalvergelijkingen. Het ligt o.a. in de bedoeling via een studie naar schema's voor differentiaalvergelijkingen deze resultaten toepasbaar te maken op pressure-correction-technieken voor de incompressibele Navier-Stokes-vergelijking (zie NW 1.2-1.3). Binnen NW 1.1 zal samenwerking plaatsvinden met prof.dr. J.M. Sanz-Serna.

NW 1.2 Navier-Stokes-vergelijkingen

Het onderzoek naar algoritmen voor Navier-Stokes-vergelijkingen is gestart op 1 september 1984 en in de loop van 1985 goed op gang gekomen. In 1986 is gerapporteerd over een studie van de odd-even-hopscotch-drukcorrectie techniek voor het incompressibele probleem. De ervaringen met deze techniek zijn gunstig. Het ligt in de bedoeling de techniek toepasbaar te maken voor de Boussinesq-vergelijking, wat inhoudt dat naast snelheden en druk, ook de temperatuur van het incompressibele medium beschouwd wordt. Daarnaast zijn er plannen om het geheel te vectoriseren en te implementeren op de Cyber 205. Voor de Poissonsolver wordt daarbij gedacht aan een door A. Brandt

ontwikkeld multigrid programma.

NW 1.3 Differentiaal-algebraïsche vergelijkingen

Dit nieuwe deelproject, aangevangen medio 1986, betreft de bestudering van numerieke methoden voor systemen van differentiaalvergelijkingen gekoppeld met algebraïsche vergelijkingen. Dergelijke systemen vindt men bijvoorbeeld bij halfgeleiderproblemen en bij de numerieke behandeling van de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen. Momenteel vindt een verkennende studie plaats. Het plan voor 1987 is om resultaten direct toepasbaar te maken voor de numerieke behandeling van het incompressibele Navier-Stokes-probleem. De opgedane expertise is eveneens van belang voor van Philips verwachte opdrachten op het gebied van halfgeleider- en circuitberekeningen.

NW 1.4 Adaptieve roostertechnieken (STW, aangevraagd)

Dit project beoogt de ontwikkeling van een verregaand automatische integratie van stelsels tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. Men kan dan controle uitoefenen op de fouten tengevolge van de discretisatie van zowel de tijd- als de ruimtevariabelen. Het programma SPRINT (afkomstig van Shell Research en de Universiteit van Leeds) speelt in de opzet van het project een belangrijke rol. Het project zal begin '87 van start gaan.

NW 1.5 Algoritmen voor vectorcomputers

Met de introductie van vectorcomputers zijn expliciete integratie-methoden voor tijdsafhankelijke differentiaalvergelijkingen opnieuw in de belangstelling gekomen, omdat ze in hoge mate vectoriseerbaar zijn. In 1986 is een begin gemaakt met de ontwikkeling van speciale expliciete methoden die zoveel mogelijk de faciliteiten van vectorcomputers uitbuiten. In 1987 zal dit onderzoek voortgezet worden.

NW 1.6 Dispersie-analyse

Dit achtergrondonderzoek voor het STW-project NW 1.7 zal in de loop van 1987 afgesloten worden met een rapportage over impliciete Runge-Kutta-methoden met hoge orde van dispersie.

NW 1.7 Ondiep-water-vergelijkingen (STW)

De definitieve implementatie van de in 1985/86 ontwikkelde algoritme op de Cyber 205 en de koppeling aan de door het WL en RWS ontwikkelde programmatuur zal in 1987 afgerond worden.

WERKPLAN NA 1987

In grote lijnen zal het onderzoek zich blijven richten op tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. Accent zal hierbij worden gelegd op fundamenteel onderzoek aan adaptieve roostertechnieken, mede als achtergrondonderzoek voor deelproject NW1.4. Daarnaast wordt overwogen samen met WL en RWS een STW-aanvraag voor een project '3-dimensionale ondiep-water- berekeningen' in te dienen.

TITEL: Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen

TITLE: Multigrid methods for boundary value problems

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Ontwikkeling en analyse van moderne technieken voor het efficiënt oplossen van randwaardeproblemen. De bestudering van multigridmethoden en aanverwante methoden en de implementatie van deze methoden voor moderne computers. Project NW 2 bestaat uit de volgende deelprojecten:

NW 2.1 Defectcorrectie en theoretische achtergronden;

NW 2.2 Singulier gestoorde randwaardeproblemen;

NW 2.3 Adaptieve methoden;

NW 2.4 Toepassing op stromingsproblemen;

NW 2.5 Efficiënte technieken voor de stationaire Eulervergelijkingen (STW);

NW 2.6 Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleidervergelijkingen (STW, in aanvraag).

TECHNICAL ABSTRACT

Development and analysis of modern techniques for the efficient numerical solution of boundary value problems. In particular the study of multigrid and related methods and their implementation on modern computer architectures.

Project NW 2 consists of the subprojects:

NW 2.1 Defect correction and theoretical background;

NW 2.2 Singularly perturbed boundary value problems;

NW 2.3 Adaptive methods;

NW 2.4 Applications in fluid dynamics;

NW 2.5 Efficient solution of the steady Euler equations (STW);

NW 2.6 Evaluation and development of reliable and efficient numerical methods for the solution of semiconductor equations (STW, application).

SAMENSTELLING GROEP

dr. P.W. Hemker (projectleider), ir. B. Koren (STW), ir. S. Spekreijse, prof.dr.ir. P. Wesseling (adviseur (TU Delft)), drs. P.M. de Zeeuw, wetenschappelijk medewerker 2 (STW), wetenschappelijk medewerker 3 (p.m.)

SAMENWERKING

dr. W. Boerstael (NLR), prof.dr. K. Böhmer (Universiteit van Marburg, BRD), prof. G.M. Johnson (ICS, Colorado State University, USA), dr. I.P. Jones (AERE, Harwell, UK), dr. B. van Leer (TU Delft), dr. J. Mandel (Charles University, Praag, Tsjechoslowakije), dr. C. Thompson (NAG, Downers Grove, USA), dr. A.E.P. Veldman (NLR)

AANVANG: 1978

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170

NABS-code : N10, N059, NO751

1980 Math. Subj. Class. : 65NXX, 65F10

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De numerieke analyse van randwaardeproblemen houdt zich bezig met het ontwerpen en het onderzoeken van methoden voor het numeriek oplossen van elliptische en hyperbolische partiële differentiaalvergelijkingen en van integraalvergelijkingen. Deze vergelijkingen komen zeer vaak voor in technische toepassingen (sterkteleer, stromingsleer, elektriciteitsleer e.d.). Numerieke methoden zijn hierbij het belangrijkste instrument voor het verkrijgen van kwantitatieve gegevens over de oplossingen van deze vergelijkingen. Het onderzoeksgebied 'randwaardeproblemen' is zo uitgebreid en heeft zoveel verschillende aspecten en mogelijke toepassingen dat dit project zich tot een deelgebied van de randwaardeproblemen beperkt.

In het project worden multiroostertechnieken bestudeerd. Deze technieken vormen een recente ontwikkeling die het mogelijk heeft gemaakt de zeer grote stelsels lineaire of niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen, welke ontstaan wanneer de oplossing van een randwaardeprobleem door discretisering wordt benaderd, zeer efficiënt op te lossen. In feite biedt deze techniek een raamwerk waarin talloze varianten mogelijk zijn. Welke varianten in bepaalde omstandigheden de efficiëntste zijn, is een belangrijk onderwerp van onderzoek. Naast de grote efficiëntie biedt de techniek nog een aantal aspecten die bestudering noodzakelijk maken, zoals de toepasbaarheid in een grote verscheidenheid van uiteenlopende problemen en de mogelijkheid van implementatie van adaptieve rekennetwerken.

Als onderdeel van het project NW 2 wordt een STW-project uitgevoerd dat zich in het bijzonder richt op de toepassing van de multiroostertechnieken op de stationaire Eulervergelijkingen. Een tweede STW-project, gericht op het oplossen van halfgeleiderproblemen is aangevraagd.

WERKPLAN 1987

NW 2.1 Defectcorrectie en theoretische achtergronden

Het onderzoek betreft de fundamentele analyse van de multiroosteralgoritmen en de samenhang met andere defectcorrectietechnieken. Multigridconvergentiebewijzen voor elliptische en niet-elliptische problemen zullen verder worden bestudeerd. De bestudering van het gebruik van verschillende Galerkinstechnieken voor het construeren van grof-net-operatoren, in het bijzonder wanneer asymmetrische prolongaties en restricties gebruikt worden, zal worden voortgezet.

Voor lineaire problemen wordt i.h.b. de convectie-diffusie-vergelijking als modelvergelijking behandeld. Theoretische en praktische resultaten verkregen met MDCP (een combinatie van defectcorrectie en smoothing van het rechterlid) zullen verder op hun praktische bruikbaarheid worden getoetst.

Verder zal, voor niet-lineaire problemen, aandacht worden besteed aan het verder vergelijken van Newton-Multigrid(CS)-methoden en Multigrid-Newton (FIS)-methoden.

NW 2.2 Singulier gestoorde randwaardeproblemen

De bestudering van de aangepaste Streamline-Upwind-Petrov-Galerkin-methode van Hughes zal worden voortgezet. De bruikbaarheid van deze methode in samenhang met de multiroostermethode zal verder worden nagegaan. De toepasbaarheid van deze techniek zal worden bestudeerd, zo mogelijk i.h.b. met betrekking tot 2-dimensionale halfgeleiderproblemen. Wanneer de beschikbare mankracht wordt uitgebreid kan deze belangrijke toepassing uitvoeriger worden onderzocht.

NW 2.3 Adaptieve methoden

Onderzoek zal worden gedaan naar de mogelijkheid van het gebruik van adaptieve methoden bij het optreden van (bijna-) discontinuïteiten in de oplossing van een PDE. In samenhang hiermee zullen extrapolatiemethoden worden beschouwd (Richardson- en tau-extrapolatie) voor het verbeteren van de nauwkeurigheid of het vinden van a-posteriori foutschattingen. Ook het gebruik van limiters voor het behoud van de monotonie in de oplossing zal worden nagegaan.

NW 2.4 Toepassing op stromingsproblemen

Het werk in dit deelproject zal zich blijven concentreren op achtergrondonderzoek voor de ontwikkeling van efficiënte methoden voor de stationaire Euler-vergelijkingen (NW 2.5, STW). In het bijzonder zullen hier verder bestudeerd worden: de randvoorwaardebehandeling, de vergelijking en ontwikkeling van relaxatiemethoden, lineair en niet-lineair. Ook zal onderzoek worden verricht naar de entropiegeneratie in samenhang met discretisatiefouten. Verder zal het degenereren van de MG-methode voor kleine Mach-getallen worden onderzocht.

NW 2.5 Efficiënte technieken voor de stationaire Eulervergelijkingen (STW)

Dit in het WP85/MP86-90 onder NW 8 uitvoerig beschreven project is, gezien de samenhang met NW 2, nu als deelproject van NW 2 opgenomen.

Hoogste prioriteit heeft de ontwikkeling van een snelle oplosalgoritme van de stationaire Eulervergelijkingen voor twee-dimensionale stromingen op basis van multiroostertechnieken. Daarvoor worden eerst de vergelijkingen gediscretiseerd volgens een 'finite-volume'-techniek, waarbij de discrete vergelijkingen volledig conservatief zijn en stromingsberekeningen en netwerkgeneratie ontkoppelde processen zijn. De gehanteerde discretisatietechnieken en oplosalgoritmen blijven bruikbaar na toevoeging van viscositeit en moeten in principe bruikbaar blijven voor drie-dimensionale stromingen.

Het onderzoek zal zich in eerste instantie beperken tot twee-dimensionale stromingen (subsoon, transsoon, supersoon en hypersoon) in verschillende soorten kanalen of om vliegtuigprofielen. Twee-dimensionale stromingen met discontinuïteiten (o.a. wervelvlakken) komen vervolgens in aanmerking voor onderzoek. Ook het effect van grote aanstroomhoeken zal worden bestudeerd. Lage prioriteiten hebben: het uitvoeren van berekeningen van drie-dimensionale stromingen, stromingen in of om gecompliceerde configuraties,

transone en supersonen stromingen met schokgolven.

NW 2.6 Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleidervergelijkingen (STW)

Het betreft hier een STW-project in aanvraag.

WERKPLAN NA 1987

In grote lijnen zal het hierboven voor 1987 geschetste onderzoek ook in 1988 en 1989 voortgezet worden. In het bijzonder zullen adaptieve roostertechnieken en stationaire halfgeleiderproblemen toenemende aandacht krijgen. Dit onderzoek zal fundamenteel van aard zijn en dient als achtergrondonderzoek voor het aangevraagde STW-project NW2.6.

TITEL: Getaltheorie met behulp van de computer

TITLE: Computational number theory

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Bestudering van fundamentele, vaak zeer oude, problemen uit de getaltheorie met behulp van moderne (numerieke) methoden en met gebruikmaking van snelle computers.

TECHNICAL ABSTRACT

Study of fundamental problems (which may be very old) in number theory with the help of modern (numerical) methods and fast computers.

SAMENSTELLING GROEP

dr.ir. H.J.J. te Riele

dr. J. van de Lune (ZW)

SAMENWERKING

prof.dr. W. Borho (Gesamthochschule Wuppertal, BRD)

dr. A.M. Odlyzko (Bell Laboratories/AT&T, Murray Hill, New Jersey, USA)

AANVANG: 1976

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P170

NABS-code : N10

1980 Math. Subj. Class. : 10AXX, 10HXX, 65E05

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Getaltheoretische problemen zijn vaak elegant en met weinig woorden te formuleren en hebben daarom niet alleen wetenschappelijke maar ook didactische betekenis. De uitstekende computerfaciliteiten van het CWI vormen een efficiënt hulpmiddel bij het (vaak saaie) onontbeerlijke verzamelen van empirische gegevens.

Met behulp van de computer wordt getracht de grenzen van de tot heden verworven kennis zo ver mogelijk te verleggen; hierbij worden regelmatig nieuwe 'verschijnselen' geobserveerd en soms ook theoretisch verklaard (d.w.z. wiskundig bewezen). In de loop der jaren is op het CWI ruime kennis en ervaring op het gebied van de 'computational number theory' vergaard (Riemannhypothese, vermoeden van Mertens, speciale getallen, zoals 'bevriende' getallenparen en 'hypervolmaakte' getallen, het ontbinden in priemfactoren van zeer grote getallen). De in 1978 door Rivest, Shamir en Adleman gevonden toepassing van het klassieke factorisatieprobleem in de cryptografie heeft geleid tot een spectaculaire toename van de belangstelling voor wat met de huidige computertechnologie op dit terrein kan worden bereikt. Het CWI speelt hierin een toonaangevende rol, met name voor wat betreft het gebruik hierbij van vectorprocessoren en parallelle processoren.

WERKPLAN 1987

- 1 Onderzoek van een door De Branges geformuleerd vermoeden voor ζ -functies die geassocieerd zijn met even, primitieve, niet-principale karakters. Als dit vermoeden juist is, volgt hieruit de juistheid van de Riemann-hypothese voor deze speciale ζ -functies.
- 2 Onderzoek van factorisatiemethoden voor zeer grote getallen op vectorcomputers en parallelle computers (Cyber 205, ETA10, CRAY1).
- 3 Voortzetting van het onderzoek naar constructiemethoden voor getallen van een speciale structuur (met name m.b.t. bevriende getallenparen speelt het CWI internationaal een centrale rol).

WERKPLAN NA 1987

Nog niet bekend.

TITEL: Numerieke programmatuur

TITLE: Numerical software

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

NW4.1 Ontwikkeling van numerieke programmatuur in de programmeertaal Ada;

NW4.2 Onderzoek van bestaande en ontwikkeling van numerieke algoritmen met het doel zo goed mogelijk gebruik te maken van de speciale faciliteiten van vectorcomputers en parallelle computers. Ontwikkelen en beschikbaar stellen van numerieke programmatuur voor vectorcomputers en parallelle computers (m.n. voor de CYBER 205, de ETA10 en de CRAY1).

TECHNICAL ABSTRACT

NW4.1 Development of numerical software in the programming language Ada.

NW4.2 Study of existing and development of new numerical algorithms in order to exploit the special features of vector- and parallel computers. Development and production of numerical software for vector- and parallel computers (in particular CYBER 205, the ETA10, and the CRAY1).

SAMENSTELLING GROEP

drs. J. Kok (projectleider NW 4.1)

dr.ir. H.J.J. te Riele (projectleider NW 4.2)

M. Bergman

W. Lioen (INSP)

drs. M. Louter-Nool

drs. J. Schlichting (CDC, gedetacheerd)

B.P. Sommeijer

A.G. Steenbeek (STO)

prof.dr. H.A. van der Vorst, adviseur (TU Delft)

D.T. Winter

P. de Zeeuw

SAMENWERKING

dr. G.T. Symm (NPL, Teddington), dr. J. Dongarra (Argonne National Lab.), prof.dr. Th. J. Dekker (UvA), dr. B. Ford (NAG, Oxford), Ada-Europe Numerics Working Group (Brussel), ESPRIT

AANVANG: 1981 (NW 4.1), 1984 (NW 4.2)

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170

NABS-code : N10

1980 Math. Subj. Class. : 65V05, 65-04

1982 CR Classification Scheme: : D.2.2, F.2.1, G.1

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

NW 4.1

De programmeertaal Ada (US Department of Defense, 1983) is in de eerste plaats ontworpen voor 'real-time computation'. Gezien de grote inspanningen die in het ontwerpen ervan geïnvesteerd zijn, wordt algemeen aangenomen dat de taal Ada ook onvermijdelijk algemeen gebruikt zal gaan worden op vele andere gebieden, inclusief op het belangrijke gebied van het uitvoeren van grootschalige wetenschappelijke berekeningen.

Omdat numerieke berekeningen, van zeer eenvoudig tot uiterst complex, optreden in zeer veel wetenschappelijke en technische computertoepassingen, is de noodzaak van numerieke programmatheken in Ada duidelijk. De eis van portabiliteit sluit de mogelijkheid uit eenvoudigweg interfaces (grensvlakprogrammatuur) met bestaande programmatheken in andere programmeertalen te leveren. Voor het maken van overdraagbare programmapakketten is volledige uniformiteit noodzakelijk betreffende het gebruik van de vele mogelijkheden van de taal zoals nieuwe types, operatoren, hiërarchische indeling van bibliotheken, programma-opbouw, gescheiden compilatie en het 'linken' van programmamodulen, foutenopvang en parallele verwerking. Door de Europese Commissie wordt de invoering van de taal Ada in het kader van de bevordering van het maken van grootschalige, betrouwbare, efficiënte en overdraagbare programmatuur krachtig gestimuleerd.

NW 4.2

De komst van de CDC Cyber 205 computer bij SARA in 1984 betekende voor het CWI het startsein tot actief onderzoek op het gebied van het vectoriseren en paralleliseren van algoritmen (vectorresearch). Als men alle faciliteiten van een vectorcomputer of parallele computer optimaal wil benutten, is het te verwachten dat vele numerieke algoritmen herzien moeten worden bij implementatie op de genoemde machines. Daarnaast wordt verwacht dat sommige bekende algoritmen die op sequentiële computers tot de minder efficiënte gerekend worden, op vectorcomputers juist tot de efficiëntere kunnen gaan behoren.

Door de recente realisatie van praktisch bruikbare en goed toegankelijke parallele computers (zoals de Alliant FX/18, de Encore Multimax, de Sequent Balance 8000 en de Intel IPSC Hypercube), is het numerieke onderzoek aan parallele processen de laatste jaren in een stroomversnelling geraakt, mede ook omdat deze kleinere parallele processoren model staan voor de komende generatie van, veel duurdere, supercomputers (CRAY-3, X-MP, Y-MP, ETA-10, Cyberplus). Vragen zoals welke parallele architecturen zijn het meest geschikt voor een specifieke toepassing en hoe kan men transporteerbare algoritmen ontwikkelen zonder al te veel concessies te doen aan de rekensnelheid, zijn van vitaal belang als men de geavanceerde parallele processoren effectief gaat gebruiken [1]. Helaas beschikt Nederland (nog) niet over ook maar één van bovengenoemde praktisch bruikbare parallele processoren.

WERKPLAN 1987

NW 4.1

In het kader van twee door de EG gesubsidieerde projecten zullen in NW 4.1 de volgende werkzaamheden uitgevoerd worden:

- 1 Voortbouwend op een door de EG gesubsidieerde studie naar de toepasbaarheid van de taal Ada voor het maken van wiskundige programmatuur (door NPL en CWI, zie Symm et al. (1984)), werd in 1985 begonnen met het ontwerpen en implementeren van basismodulen van een numerieke Ada-bibliotheek als 'pilot study' voor het maken van een volledige programmatheek. Het accent ligt hierbij op het volledige ontwerp van de grondlaag van een numerieke bibliotheek die vodoet aan de ontwerpeisen van Ada, voorzien van moderne methoden voor foutenopvang om grote betrouwbaarheid te bereiken. Algoritmen uit de numerieke analyse worden ontwikkeld en geïmplementeerd voor het testen van de bruikbaarheid van de vervaardigde grondlaag.
I.s.m. NAG wordt naar een vervolg op deze 'pilot study' gezocht.
- 2 De taal Ada bevat geen standaard elementaire functies (maar alle gewenste functies kunnen in Ada zelfs machine-onafhankelijk geïmplementeerd worden) en een eerste vereiste is derhalve een extensie van Ada door het voorstellen en invoeren van een universele standaard hiervoor. In samenwerking met leden van de Ada-Europe Numerics Working Group (onder auspiciën van de EG) en met andere geïnteresseerden (o.m. in de VS) zal het werk aan een voorstel naar Kok & Symm (1984) en aan een model-implementatie van een 'package' van elementaire functies worden voortgezet. Hiertoe wordt overgelegd met de betreffende ISO-werkgroep.
- 3 Verder wordt in een verband o.l.v. Siemens (München) gewerkt aan onderzoek van en toepasbaar maken van methoden voor het bereiken van hoge nauwkeurigheid in eindresultaten van samengestelde floating-point-berekeningen, gebaseerd op een voorstel van Kulisch & Miranker (1983). Voor het beschikbaar stellen met ruime functionele mogelijkheden gepaard aan bedieningsgemak zal een Ada-implementatie gemaakt worden, terwijl verder methoden voor transformatie van formules en nieuwe algoritmen voor het verkrijgen van grotere nauwkeurigheid ontworpen zullen worden.

NW 4.2

Over de resultaten van het onderzoek verricht in het kader van dit deelproject werd gerapporteerd tijdens het *Colloquium Numerieke Aspecten van Vectorprocessoren en Parallele Processoren*.

- 1 *Linear Algebra Subprograms (LAS)*. Vectoriseren en paralleliseren van de belangrijkste (en vectoriseerbare!) elementaire numerieke algebra-subprogramma's uit de bestaande collectie van Dekker en Hoffman [2], zoals vertaald in FORTRAN door de groep van Wynn [3]. Deze collectie bevat (o.a) subprogramma's voor het oplossen van stelsels lineaire

vergelijkingen, voor het inverteren van een matrix, voor het oplossen van lineaire kleinste kwadratenproblemen en voor het berekenen van eigenwaarden en eigevectoren.

- 2 *Advanced Numerical Algorithms (ANA)*. Dit gedeelte hangt nauw samen met de afdelingsprojecten Beginwaardeproblemen (projectleider: P.J. van der Houwen) en Randwaardeproblemen (projectleider: P.W. Hemker). In deze projecten wordt fundamenteel numeriek onderzoek uitgevoerd respectievelijk op gebied van *tijdsafhankelijke* hyperbolische en parabolische partiële differentiaalvergelijkingen en op het gebied van *stationaire* problemen. Beide projecten bevatten een 'vector-research' deel, teneinde te onderzoeken of het mogelijk is de gebruikte numerieke algoritmen op de Cyber 205 te implementeren en of het wenselijk is deze algoritmen te herdefiniëren om een zo goed mogelijk gebruik te kunnen maken van de pipeline-eigenschappen van de Cyber 205. Deze uitbreidingen hangen nauw samen met de STW-projecten 'Ondiep-water-berekeningen' en 'Stationaire Eulervergelijkingen'.
- 3 *Basic integer arithmetic software*. Implementatie op vectorprocessoren van een pakket subroutines voor het uitvoeren van multi-lengte integer aritmetiek. Dit pakket dient als basis voor een programma voor het snel genereren van grote priemgetallen (variërend in grootte tussen 100 en 300 decimale cijfers). Hieraan bestaat behoefte vanuit de cryptografie [4]. In dit verband moet benadrukt worden dat het CWI (A.K. Lenstra en D.T. Winter) een belangrijke rol heeft gespeeld bij de implementatie op de Cyber 750 van 's werelds snelste primaliteitsprogramma [5].
- 4 *NUMVEC-Library*. Doel hiervan is het voor algemeen gebruik beschikbaar stellen van speciaal voor vectorprocessoren en parallelle processoren ontwikkelde numerieke programmatuur. De routines die in deze programma-bibliotheek worden opgenomen, worden ontwikkeld in de onder 1, 2 en 3 beschreven punten van het werkplan. Ze kunnen geschreven zijn in portable ANSI FORTRAN 77 (mits deze code goed gevectoriseerd kan worden) of in machine-afhankelijke code indien dit voor de efficiëntie noodzakelijk is.

WERKPLAN NA 1987

Naast voortzetting van het voor 1987 geplande onderzoek wil de projectgroep in toenemende mate aandacht besteden aan de ontwikkeling van algoritmen voor parallelle processoren. Dit zal echter in belangrijke mate afhankelijk zijn van de mogelijkheden hiervoor benodigde apparatuur te verwerven.

Literatuur bij NW 4.1

- 1 ANSI/MIL-STD 1815A. *Reference Manual for the Ada Programming Language*. US DoD, January 1983.
- 2 J. KOK, G.T. SYMM (1984). A proposal for standard basic functions in Ada. *Ada Letters*, Vol. IV.3, 44-52.
- 3 U. KULISCH, W.L. MIRANKER (eds.) (1983). *A new Approach to Scientific Computation*, Academic Press.

- 4 G.T. SYMM, B.A. WICHMANN, J. KOK, D.T. WINTER (1984). *Guidelines for the Design of Large Modular Scientific Libraries in Ada*, Final report for the Commission of the European Communities, CWI Note NM-8401.

Literatuur bij NW 4.2

- 1 *SIAM News*, 14 mei 1986 (Argonne's Advanced Computing Research Facility expands efforts in Multiprocessing).
- 2 TH.J. DEKKER, W. HOFFMAN (1968). *ALGOL 60 Procedures in Numerical Algebra, Parts 1 and 2, Math. Centre Tracts 22 en 23*, CWI, Amsterdam.
- 3 *Numal in FORTRAN* (10 delen in 1981). IMAS, Univ. Nac. Aut. de Mexico.
- 4 C. COUVREUR, J.J. QUISQUATER (1982). An introduction to fast generation of large prime numbers. *Philips J. Research*, 231-264.
- 5 H. COHEN, A.K. LENSTRA (1985). *Implementation of a New Primality Test*, Report CS-R8505, CWI, Amsterdam.

Afdeling

Programmatuur

Het onderzoek in de afdeling Programmatuur richt zich op de theorie, methodologie en technologie van het programmeren en op informatica-aspecten van kunstmatige intelligentie. Een belangrijk gedeelte van het afdelingswerk vindt plaats binnen een viertal ESPRIT-projecten, terwijl het project 'Expertsystemen' wordt gesteund vanuit het INSP. Laatstgenoemd project participeert ook in het door SPIN gesteunde PRISMA-project. Tengevolge van het vertrek van de projectleider zal project AP4 in de loop van 1987 worden afgebouwd. Verder is een nieuw project betreffende de logische grondslagen van kunstmatige intelligentie opgenomen.

De afdeling heeft thans de volgende projecten:

- AP1 Concurrency;
- AP2 Formele specificatiemethoden;
- AP3 Uitbreidbare programmeeromgevingen;
- AP4 Interactieve tekstverwerking;
- AP5 Expertsystemen;
- AP6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie.

Afdeling Programmatuur

LIJST VAN PROJECTEN

- AP1 Concurrency
- AP2 Formele specificatiemethoden
- AP3 Uitbreidbare programmeeromgevingen
- AP4 Interactieve tekstverwerking
- AP5 Expertsystemen
- AP6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

PROGRAMMATUUR										
Naam	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	A&O	werktijd in fte	totaal in manjaar	ext.fin.
de Bakker	0.40						0.40	0.80	0.80	
Apt						0.67		1.00	0.67	
Bezem					1.00			1.00	1.00	SPIN
de Boer	1.00							1.00	1.00	
van Diepen			1.00					1.00	1.00	
Eliens					1.00			1.00	1.00	
v Glabbeek		1.00						1.00	1.00	
vd Gaag					1.00			1.00	1.00	
Heering			1.00					1.00	1.00	
Hendriks			1.00					1.00	1.00	
Klint			0.60					0.60	0.60	
Klop		0.70						0.70	0.70	
Lucas					1.00			1.00	1.00	
Lenferinck					0.50			0.50	0.50	
Rekers			1.00					1.00	1.00	
Rodenburg		1.00						1.00	1.00	
Rutten	0.80							0.80	0.80	
Vaandrager		1.00						1.00	1.00	
Warmer				0.20				1.00	0.20	
Bergstra		-						-		
Kok	1.00							1.00	1.00	SION
Goeman		0.70						0.70	0.70	RUL
wm 2					0.67			1.00	0.67	SPIN
adviseur 1							-	-	0.20	
wm 3						0.42		1.00	0.42	
wm 4						0.25		1.00	0.25	
Logger			1.00					1.00	1.00	BSO
Tot. reg.aangest.	3.20	4.40	4.60	0.20	4.50	0.67	0.40		17.97	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.00		1.54	
gedetacheerd	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1.00	
nwe aanvr ged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
STO-onderst.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
TOTAAL	3.20	4.40	5.60	0.20	5.17	1.33	0.40		20.50	



TITEL: Concurrency

TITLE: Concurrency

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Onderzoek van semantische aspecten van parallelle verwerking volgens diverse programmeerstijlen (imperatief, applicatief-functioneel, dataflow, object-georiënteerd e.d.); voorts bewijsmethodologie t.b.v. parallellisme.

TECHNICAL ABSTRACT

Research into the semantic aspects of parallel computation according to various programming styles (imperative, applicative-functional, dataflow, object-oriented); also proof methodology for parallel computation.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.W. de Bakker (projectleider)

drs. F.S. de Boer

drs. J.J.M.M. Rutten

drs. J.N. Kok (SION)

SAMENWERKING

Er wordt samengewerkt met partners in LPC en ESPRIT (zie hieronder).

VU Amsterdam (dr. J.-J.Ch. Meijer)

Universität Kiel (dr. E.-R. Olderog)

SUNY at Buffalo (prof. J.I. Zucker)

AANVANG: 1984

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P170, T120

NABS-code : N076

1980 Math. Subj. Class. : 68B05, 68B10, 68B20, 68C01, 68F20

1982 CR Classification Scheme : D.1.3, D.2.1, D.2.2, D.2.3, D.2.6, D.3.0,
D.3.4, F.1.2, F.3.2, I.1.3, K.3.2, K.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De studie van gedistribueerde verwerking van gegevens, speciaal verwerking door meerdere processoren, heeft zich in de zeventiger jaren ontwikkeld tot een centraal thema in de theoretische (en toegepaste) informatica. Ontwikkelingen in de architectuur van computersystemen hebben hierbij een beslissende rol gespeeld. Het onderzoeksterrein van de theorie van gedistribueerde verwerking is zeer uitgebreid en bevat allerlei deelterreinen, b.v. complexiteitsvragen, parallelisme bij numerieke methoden, gedistribueerde databases en concurrency bij databases enz., die in dit project niet aan de orde komen. De probleemstelling bij het project gaat uit van programmeerconcepten voor concurrency. Als hoofdprobleem bij samenwerkende processen treedt op: hoe worden de bewerkingen van de afzonderlijke processen gesynchroniseerd en hoe verloopt de communicatie tussen de processen.

Van de vele studies die talen voor concurrency tot onderwerp hebben, noemen we een tweetal baanbrekende onderzoeken: Hoare's *Communicating Sequential Processes* en Milner's *Calculus for Communicating Systems*. Beide boeken introduceren een aantal fundamentele begrippen in de studie van concurrency en zijn onderwerp van intensief onderzoek. De recente programmeertaal Ada heeft in het bijzonder van CSP invloed ondergaan. Wetenschappelijke modelvorming voor concurrente programmeerconcepten is wezenlijk moeilijker dan voor sequentiële programma's. Is het bij de laatste veelal mogelijk slechts het invoer/uitvoergedrag van het programma --in de vorm van een geassocieerde functie-- te onderzoeken, bij parallelle programma's is het in het algemeen nodig veel meer van de geschiedenis van de verwerking-- in de vorm van een gestructureerde weergave van de acties en toestanden onderweg-- in de beschouwing te betrekken. Bovendien zijn vaak oneindig voortlopende berekeningen onderwerp van studie, welke nieuwe technieken (b.v. ontleend aan de theorie van oneindige woorden) vragen en nieuwe problemen, in het bijzonder betreffende 'fair scheduling', ontmoeten. In het algemeen vertoont de semantiek van concurrency raakvlakken met de theorie van formele talen (b.v. betreffende de zogeheten trace-talen) die niet optreden in het sequentiële geval. Het project stelt zich verder ten doel een bijdrage te leveren aan het onderzoek van (aspecten van) semantiek van concrete talen voor concurrency en betreffende de gezondheid en volledigheid van formele systemen om eigenschappen (correctheid, terminatie, deadlock freedom enz.) van concurrente programma's te beschrijven.

Een gedeelte van het project vindt plaats in het kader van het SION Landelijk Project Concurrency (LPC), syntactische, semantische en bewijstheoretische facetten. Hierin werken samen prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden) voor syntactische aspecten (speciaal Petrinetten), prof.dr. J.W. de Bakker (CWI/VU Amsterdam) voor semantische aspecten (zie onder) en prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) voor bewijstheoretische aspecten (speciaal real-time-problematiek). Het LPC bevat een drietal promotie-onderzoeken, besteedt daarnaast speciaal aandacht aan educatieve doelstellingen (via het zogeheten Landelijk Seminarium) en aan contacten met industriële research.

Voorts participeert het project als subcontractor bij ESPRIT-project 415

'Parallel Architectures and Languages for AIP: a VLSI-directed approach'. Prime contractor bij dit project is Philips; partners zijn GEC (UK), Bull (Frankrijk), AEG (W. Duitsland), CSELT (Italië) en Nixdorf (W. Duitsland). Vanuit het project 'Concurrency' wordt meegewerkt aan de Werkgroep Semantiek van het ESPRIT-project; voorts wordt onderzoek gedaan betreffende semantiek en bewijsmethodologie van de door Philips ontwikkelde programmeertaal POOL (Parallel Object Oriented Language).

Een belangrijke inspanning betreffende de theorie van concurrency wordt verder geleverd binnen project AP 2, speciaal betreffende procesalgebra (zie aldaar).

WERKPLAN 1987

In 1987 zal gewerkt worden aan:

- vergelijkende semantiek van imperatieve, in het bijzonder uniforme, concurrency;
- semantiek van (niet-deterministische) dataflow en functioneel programmeren;
- semantiek en bewijsmethodologie van POOL; voor wat betreft semantiek i.h.b. 'fairness', 'fully abstractness' en equivalentie van eerder ontwikkelde semantieken;
- een keuze uit enkele andere onderwerpen zoals semantiek van logic programming, semantiek van unguarded recursion en van expressies met zij-effecten.

Verder zal tijd besteed worden aan organisatorisch werk t.b.v.:

- het Landelijk Project Concurrency;
- ESPRIT-project 415 (lidmaatschap Project Coordination Committee, voorzitterschap WG Semantiek/Bewijstechnieken; werk betreffende de theorie van POOL);
- de voorbereiding van een in juni 1987 door ESPRIT-project 415 te organiseren European Conference on Parallel Architectures and Languages.

WERKPLAN NA 1987

Voorzetting van het onderzoek.

TITEL: Formele specificatiemethoden

TITLE: Formal specification methods

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Onderzoek betreffende specificatietalen, procesalgebra, executeerbare specificaties en systeemontwikkelingsmethodologie.

TECHNICAL ABSTRACT

Research concerning specification languages, processalgebra, executable specifications and systems development methodology.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.A. Bergstra, adviseur (Universiteit van Amsterdam, RU Utrecht)

prof.dr. J.W. Klop (projectleider)

drs. R.J. van Glabbeek

drs. P. Rodenburg

drs. F.W. Vaandrager

drs. H. Goeman (RU Leiden)

SAMENWERKING

ESPRIT-partners

Universiteit van Amsterdam

RU Utrecht

VU Amsterdam

Philips

AANVANG: 1982

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P170, T120

NABS-code : N076

1980 Math. Subj. Class. : 68B05, 68B10, 68B20, 68C01, 68F20

1982 CR Classification Scheme : D.1.3, D.2.1, D.2.2, D.2.3, D.2.6,
D.3.0, D.3.4, F.1.2, F. 3.2, I.1.3,
K.3.2, K.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Het grootste deel van het onderzoek vindt plaats in het kader van ESPRIT-project 432 Meteor (An Integrated Formal Approach to Industrial Software Development). Prime contractor bij dit type A project is Philips; de overige partners zijn CGE (F), APT (B), COPS (IRL), TXT (I), CWI (NL) en Universiteit van Passau (D). Naar verwachting zal onze deelname van 4 f.t.e.'s vanaf september 1987 uitgebreid worden tot 5 f.t.e.'s.

Zwaartepunt in dit onderzoek is het werk aan formele methoden voor (1) specificatietalen en (2) systeemontwikkelingsmethodologie. Specifieke thema's bij (1) zijn: varianten van logica's zoals equational logic, eerste orde logica en temporele logica. Van verder belang zijn 'configuration descriptions' en object-georiënteerde specificaties. Specifieke thema's bij (2) zijn: initiële requirements, constructiemethoden, life-cycle thematiek. De deelname van het CWI richt zich vooral op (1). Het werk aan (1), formele methoden voor specificatietalen, speelt zich af op de volgende deelterreinen:

- (i) Procesalgebra. Beoogd is een verdere ontwikkeling in de richting van protocolspecificatie en -verificatie, en van echt parallele operationele semantiek. Procesalgebra is verder dienstig bij de ontwikkeling van een uniform kader voor diverse algebraïsche processemantiek; naast Milner's bisimulatiesemantiek en Hoare's 'failure semantics' kunnen reeds een aantal, voorheen ongecorrleerde, processemantiek algebraïsch beschreven worden in dit kader. In het bijzonder heeft de relatie met Petrinetten onze aandacht. Verder is een studie beoogd naar de beslisbaarheid van het gelijkheidsprobleem voor specificaties van processen die optreden als generator van context-vrije talen.
- (ii) Module Algebra. Hierin wordt een formalisering gegeven van begrippen als 'module', importeren, exporteren, parametriseren van modules. Dit werk vindt in samenwerking met AP3 plaats; de hoofdmoot van het werk is bij AP3 gesitueerd.
- (iii) Implementatietechnieken. Naast het ontwikkelen van case studies, het bestuderen van algoritmen op algebra's en relaties tussen algebra's (homomorfe inbeddingen) spelen termherschrijfsystemen (termreductiesystemen, TRS-en) hier een belangrijke rol. Het werk aan TRS-en vindt deels plaats in het kader van een adviseurschap van prof.dr. J.W. Klop bij het Parallele Reductiemachine Project (UvA-KUN-RUU). In samenwerking met prof.dr. H.P. Barendregt et al. wordt een studie gemaakt van implementatiestrategieën voor de lambda calculus.

Verder zal vanaf omstreeks 1 oktober 1986 een nieuw, klein ESPRIT project 'VIP' van start gaan (VDM for Interface specification of the PCTE, portable common tool environment). Wat het CWI betreft, zal de bemanning ca. 1 f.t.e. bedragen.

Wat betreft onderwijs: voortzetting van de PAO-cursussen 'Moderne technieken in software engineering' wordt voorzien. Deze reeks cursussen wordt verzorgd door medewerkers van de projecten AP2,3,4 in samenwerking met (wisselende) docenten werkzaam buiten het CWI.

WERKPLAN 1987

De hoofdzaak wordt het voldoen aan de contractuele verplichtingen voor de ESPRIT-projecten Meteor en VIP. Feitelijk zal gewerkt worden aan: procesalgebra en in samenwerking met AP3 (GIPE) aan algebraïsche specificaties en termherschrijfgels.

In het bijzonder zal de aandacht in het komend jaar geconcentreerd worden op:

- module algebra en het algebraïsch specificatieformalisme ASF (Meteor i.s.m. GIPE),
- onderzoek van de bruikbaarheid van procesalgebra bij het formeel specificeren van gedistribueerde databases (VIP),
- verband tussen procesalgebra en Petrinetten; beslisbaarheidsproblemen voor recursief gespecificeerde processen.

WERKPLAN NA 1987

Voor het ESPRIT-project Meteor staat op het programma: het inbrengen van procesalgebra in de specificatietaal COLD, welke binnen het Meteor project door Philips wordt ontwikkeld. Voor het project VIP: een evaluatie van de bruikbaarheid van VDM voor de specificatie van de interfaces van de PCTE.

TITEL: Uitbreidbare programmeeromgevingen

TITLE: Extensible programming environments

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Algebraïsche specificatie van programmeeromgevingen, incrementeel ontwikkelen van taaldefinities, operationalisatie van algebraïsche specificaties.

TECHNICAL ABSTRACT

Algebraic specification of programming environments, incremental development of language definitions, implementation of algebraic specifications.

SAMENSTELLING GROEP

drs. N.W.P. van Diepen

J. Heering

drs. P.R.H. Hendriks

prof.dr. P. Klint (projectleider)

drs. J. Rekers

drs. M.H. Logger (BSO, gedetacheerd bij CWI)

SAMENWERKING

ESPRIT-partners

Universiteit van Amsterdam

AANVANG: 1982

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P120, P170, T120

NABS-code : N076

1980 Math. Subj. Class. : 68B05, 68B10, 68C01

1982 CR Classification Scheme : D.1.2, D.2.1, D.2.2, D.2.3, D.2.6,
D.3.1, D.3.4, F.3.2, I.2.2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Bij het ontwerp van (steeds grotere) informatieverwerkende systemen vormt de constructie van de softwarecomponent een toenemend probleem. Zowel de effectiviteit van het programmatuurontwikkelingsproces als de kwaliteit van het resulterende produkt laten te wensen over.

Programmeeromgevingen zijn bedoeld als hulpmiddel bij programmatuurontwikkeling en bestaan uit verzamelingen gereedschap voor het maken en bewerken van programma's. Uit eerder onderzoek in het kader van dit project is gebleken dat de diverse 'modes' in een programmeeromgeving (d.w.z. subsystemen voor, bijvoorbeeld, editing en debugging, elk met hun eigen commandotaal) in hoge mate geïntegreerd kunnen worden binnen één linguïstisch raamwerk. Dit leidt tot systemen met een veel grotere consistentie en eenvoud dan de conventionele systemen. Het is voor veel toepassingen echter wenselijk dat de gebruiker het systeem kan uitbreiden met eigen (applicatie)talen. Zelfs een geïntegreerd systeem biedt dan weinig steun: de implementatie van en de omgeving voor de toe te voegen taal moeten geheel van de grond af opgebouwd worden.

In dit project wordt onderzocht hoe de gereedschappen in een programmeeromgeving gegeneraliseerd kunnen worden, zodat de inspanning, die voor het toevoegen van een nieuwe taal vereist is, drastisch kan worden verminderd. Daartoe wordt de omgeving gebaseerd op taaldefinities, waaruit automatisch voor elke taal een syntaxgestuurde editor/prettypriester, een incrementele type checker en een incrementele evaluator worden afgeleid. De gebruiker die een taaldefinitie toevoegt, krijgt dus automatisch een gedeelte van de omgeving voor die taal ter beschikking. Belangrijk uitgangspunt is verder dat nieuwe taaldefinities gedeelten van reeds bestaande definities kunnen 'lenen'. Dit voorkomt onnodige duplicatie en bevordert de uniformiteit van het systeem.

In verband hiermee ontstaat de vraag op welke wijze nieuwe talen in een dergelijk systeem gedefinieerd en vervolgens geoperationaliseerd moeten worden. In het bijzonder de specificatie van de semantiek van een nieuwe taal is een probleem. De syntax laat zich meestal zonder veel moeite uitdrukken.

Er is gekozen voor de algebraïsche methode van semantiekdefinitie. Terwijl algebraïsche specificatie van datatypen al enige tijd in de belangstelling staat, is meer recentelijk ook een algebra van processen ontwikkeld. Bovendien is sinds kort duidelijk dat algebraïsche definities voor een breed scala van problemen geschikt zijn.

Naar zich op dit moment laat aanzien zal een taaldefinitie uit drie gedeelten bestaan:

- 1 Een definitie van de *concrete en abstracte syntax* van de te definiëren taal in SDF, een in het kader van het project voor dit doel ontwikkeld formalisme. Uit deze definitie dient de programmeeromgevinggenerator een syntaxgestuurde editor af te leiden.
- 2 Een algebraïsche specificatie van de *statische semantiek* van de te definiëren taal. Uit dit gedeelte moet een incrementele type checker worden afgeleid.

- 3 Een algebraïsche specificatie van de *dynamische semantiek* van de te definiëren taal. Hieruit moet een *incrementele* evaluator worden afgeleid.

In het bijzonder het genereren van *incrementele* type checkers en interpreters is een grotendeels braakliggend terrein.

Dit onderzoek vindt gedeeltelijk plaats in het kader van ESPRIT-project 348 (GIPE - Generation of Interactive Programming Environments), waarvan de tweede fase in november 1986 ingaat. Deze fase zal drie jaar duren. Er wordt samengewerkt met INRIA (G. Kahn, Sophia-Antipolis en Rocquencourt), het Nederlandse softwarehouse BSO en het Franse softwarehouse SEMA. Daarnaast wordt samengewerkt met medewerkers van project AP2.

WERKPLAN 1987

- Implementatie van SDF (zie boven).
- Verdere bestudering van de algebraïsche semantiek van modulecompositie (Module Algebra), in het bijzonder de semantiek van geparametriseerde modules.
- Operationalisering van algebraïsche specificaties.

WERKPLAN NA 1987

- Integratie van het werk op het gebied van SDF en van operationalisering van specificaties binnen het GIPE-systeem.
- Onderzoek naar de mogelijkheden om uit een gegeven specificatie een *incrementele* implementatie af te leiden (dit is van belang voor het genereren van *incrementele* typechecks en evaluators).
- Onderzoek naar het genereren van syntax-directed editors op basis van SDF-specificaties.



TITEL: Interactieve tekstverwerking

TITLE: Interactive text processing

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Ontwerp en implementatie van een interactief systeem voor het verwerken van complexe documenten.

TECHNICAL ABSTRACT

Design and implementation of an interactive system for the processing of complex documents.

SAMENSTELLING GROEP

prof.dr. J.C. van Vliet, p.m. (projectleider)

drs. J.B. Warmer

SAMENWERKING

Vrije Universiteit Amsterdam

ISO-standaardisatiegroep 'text processing and interchange'

AANVANG: 1984

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170, T120, T130

NABS-code : N072, N076

1980 Math. Subj. Class. : 68B05, 68B20, 68H05

1982 CR Classification Scheme : I.3.4, I.3.6, I.2.9, J.6, I.7.2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Gebruikmakend van een computer is het eenvoudig documenten zoals brieven of rapporten met platte tekst te produceren. Met behulp van een teksteditor wordt het document aangemaakt om vervolgens op een aan de computer gekoppelde typemachine afgedrukt te worden. Bij een dergelijke aanpak wordt het ook mogelijk eenvoudige opmaak van tekst te automatiseren. De tekst kan uitgevuld en uitgelijnd worden, en men kan routines inbouwen om automatisch woorden af te breken. Er zijn een groot aantal systemen op de markt voor dit soort toepassingen. Dit betreft zowel algemeen bruikbare softwarepakketten als speciaal op tekstverwerking gerichte configuraties. De uitvoer vindt in het algemeen plaats via een typemachine of matrixprinter.

Aan het andere eind van het spectrum vindt men systemen die uitvoer produceren voor een fotozetmachine. Fotozetmachines bieden de mogelijkheid tekst te zetten in verschillende fonts in uiteenlopende groottes. Er zijn vaak ook fonts beschikbaar met speciale symbolen, zoals die welke in de wiskunde worden gebruikt. Zij bieden tenslotte ook grafische mogelijkheden, zodat tekeningen geproduceerd kunnen worden. Tezamen biedt dit de mogelijkheid complexe documenten te produceren. De bijbehorende formatterprogramma's hebben vaak uitgebreide mogelijkheden voor tekstopmaak, zoals:

- het automatisch genereren van kopregels op elke pagina;
- het automatisch plaatsen van voetnoten;
- het, binnen zekere grenzen, schuiven met plaatjes of tabellen zodat deze niet over paginagrenzen geplaatst worden.

De invoer wordt via teksteditors aangemaakt en bestaat uit een mengeling van tekst en commando's voor het formatterproces. Dit formatterproces is nogal gecompliceerd en tijdrovend, en geschiedt in het algemeen offline. Algemeen gangbare beeldschermen kunnen de door een dergelijk systeem geproduceerde uitvoer niet goed zichtbaar maken. Bij ingewikkelde teksten (men denke aan tabellen, formules, e.d.) is het vaak moeilijk te voorzien hoe deze verwerkt worden. Dit heeft al snel tot gevolg dat er verschillende iteraties nodig zijn voordat de gewenste uitvoer verkregen is.

Het is de bedoeling van dit project een interactief systeem voor het verwerken van dit soort complexe documenten te ontwerpen en te implementeren. Hierbij wordt tijdens het invoeren van de tekst de uiteindelijke uitvoer meteen op een beeldscherm met hoge resolutie getoond. De mens-machine interface van een dergelijk systeem is van cruciaal belang. Wat deze aspecten betreft vindt samenwerking plaats met de Vakgroep Psychologische Functieer van de VU Amsterdam.

De commando's door de gebruiker te geven moeten zo natuurlijk mogelijk overkomen en uniform zijn voor de verschillende soorten van invoer (tekst, plaatjes, tabellen, formules enz.). Bij de opzet van het te ontwikkelen systeem zal uitgegaan worden van de recent ontwikkelde ISO-standaard voor 'text processing and interchange'. Aan de ontwikkeling van deze standaard is ook actief meegewerkt.

Bij de Stichting voor de Technische Wetenschappen is een subsidie-aanvraag

ingediend. De doelstelling van het bij de STW ingediende project is gelijk aan die van AP4. Er worden 2 f.t.e. kostenplaatsen gevraagd, te vervullen door twee van de juniormedewerkers die momenteel bij het project betrokken zijn, en waarvan het contract per 1 januari 1987 afloopt.

De European Mathematical Council heeft een projectvoorstel ingediend bij de Europese Gemeenschap om te komen tot een Europees netwerk voor wiskundigen. Dit Euromath-project beoogt de onderzoeksomgeving van Europese wiskundigen te verbeteren, door het creëren van een geïntegreerd systeem voor het verwerken van documenten, opzoeken van informatie, en communicatie. Vanuit het CWI wordt onder meer een participatie van AP4 in dit project voorzien.

WERKPLAN 1987

Ten gevolge van het vertrek van de projectleider prof.dr. J.C. van Vliet, i.v.m. zijn benoeming tot gewoon hoogleraar, zal het project in 1987 worden beëindigd. Ingeval van toekenning van het Euromath-project zal t.z.t worden onderzocht of de VU Amsterdam kan optreden als subcontractor van het CWI.



TITEL: Expertsystemen

TITLE: Expert systems

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Onderzoek naar de toepasbaarheid van kennisrepresentatie en automatisch redeneren in expertsystemen. Gespreide probleemoplossing in expertsystemen. De ontwikkeling van experimentele programmatuur voor de constructie van expertsystemen.

TECHNICAL ABSTRACT

Research into the applicability of methods of knowledge representation and automatic reasoning in expert systems. Distributed problem solving in expert systems. The development of prototype expert system tools.

SAMENSTELLING GROEP

dr. M. Bezem (SPIN)

drs. A. Eliëns

ir. L.C. van der Gaag

H.W. Lenferink

drs. P.J.F. Lucas (projectleider)

wetenschappelijk medewerker 2 (SPIN)

SAMENWERKING

Erasmus Universiteit Rotterdam

Philips Research Laboratorium

Rijksuniversiteit Leiden

Rijksuniversiteit Utrecht

Technische Universiteit Delft

Universiteit Twente

Universiteit van Amsterdam

AANVANG: 1985/1986

CLASSIFICATIECODES

ZWO-classificatie : P170, S260

NABS-code : N076

1980 Math. Subj. Class. : 69K10, 69K11, 69K13, 69K14,
: 69K15, 69K18

1982 CR Classification Scheme : I.1.2, I.1.3, I.2.1, I.2.3,
I.2.4, I.2.5, I.2.8

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De kunstmatige intelligentie richt zich op de ontwikkeling van computersystemen die complexe taken kunnen volbrengen, waarbij een vorm van 'intelligent' gedrag nodig is. Een gemeenschappelijke grondslag van de verschillende deelgebieden van de kunstmatige intelligentie wordt gevormd door de methoden om kennis te representeren en te manipuleren. De architectuur van recente AI-systemen is veelal zodanig ontworpen dat een scheiding aangebracht is tussen een component waarin kennis is vastgelegd, de kennisbank, en een inferentiemachine, die de opgeslagen kennis samen met de toegevoerde gegevens toepast om tot een oplossing voor een bepaald probleem te komen. De projectgroep concentreert zich bij het onderzoek op expertsystemen, waarin men doorgaans deze scheiding, in het bijzonder in expert system shells, aantreft.

De basis van het onderzoek naar expertsystemen zijn ervaringen met het aan de Technische Universiteit Delft ontwikkelde DELFI-2 systeem. De ontwikkeling van specifieke expertsystemen op enkele probleemgebieden met behulp van DELFI-2, heeft duidelijk gemaakt dat het vastleggen van kennis door gebruikmaking van produktieregels belangrijke beperkingen kent. Enkele ondervonden restricties zijn: een te globaal werkend inferentiemechanisme, het ontbreken van een methode om produktieregels te organiseren en een relatief onvermogen om de gebruiker inzicht te verschaffen in het gebruik dat de inferentiemachine van de kennisbank maakt. Het beschikbare inferentiemechanisme kan gericht worden gemaakt door directieven in het formalisme op te nemen of, zoals in DELFI-2 is gedaan, door verschillende formalismen een aparte functie te geven in een kennisbank, zodat domeinkennis en informatie voor het selectief besturen van de inferentie van elkaar gescheiden worden. In dit verband worden de resultaten van elders plaatsvindend onderzoek op het terrein van 'logic programming' van belang geacht, omdat daar analoge probleemstellingen centraal staan. In tegenstelling tot dit laatste gebied, zijn veel van de representatiemethoden in expertsystemen helaas gerelateerd aan een bepaald probleemgebied, of klasse van probleemgebieden, waardoor generalisering niet zonder meer mogelijk is.

Gespreide probleemoplossing waarbij een probleem in enkele deelproblemen wordt gesplitst die zo veel mogelijk onafhankelijk van elkaar door een inferentiemachine opgelost worden, is een thema dat binnen het te verrichten onderzoek naar parallelisme in expertsystemen naar voren komt. Dit onderzoek vindt plaats in het kader van het Philips-project: PRISMA (PaRallel Inference and Storage MAchine), de Universiteit Twente (prof.dr. P.M.G. Apers), de Universiteit van Amsterdam (prof.dr. L.O. Hertzberger), de Rijksuniversiteit Utrecht (prof.dr. J.A. Bergstra) en de DAISY-groep van het CWI (dr. M.L. Kersten). Het onderzoek is pas onlangs van start gegaan. De projectgroep werkt in dit verband aan het ontwerp en de implementatie van een parallel kennisverwerkend systeem in de object-georiënteerde programmeertaal POOL.

Ervaringen met de ontwikkeling van applicaties kunnen argumenten opleveren ten aanzien van de toepasbaarheid van een expert system shell voor het oplossen van een klasse van problemen. Daarom is ook binnen het PRISMA-project uitgegaan van een specifiek probleemgebied, waarin het systeem uiteindelijk inzetbaar moet zijn. Tevens vindt al geruime tijd in samenwerking met de Erasmus Universiteit Rotterdam en de Rijksuniversiteit Leiden onderzoek plaats naar de ontwikkeling en de validering van een medisch expertsysteem.

WERKPLAN 1987

- Experimenten met de programmeertaal POOL.
- Bestudering van de problemen rond het paralleliseren van algoritmen die van belang zijn bij symboolverwerking en meer specifiek bij term-manipulatie.
- Inventarisatie van de diverse methoden van kennisrepresentatie en inferentie in kennissystemen die van belang kunnen zijn binnen een parallelle expert system shell.
- Experimenten met de kennisrepresentatieformalismen die overwogen worden in de parallelle expert system shell.
- Begin van het ontwerp van een parallelle expert system shell.
- Onderzoek naar frame-systemen en inheritance, dat moet leiden tot een beter begrip van deze concepten en antwoord moet geven op de vraagstelling naar een zinvolle integratie van produktieregels en frames in een expertsysteem.

WERKPLAN NA 1987

- Implementatie van een parallelle expert system shell in het kader van PRISMA.



TITEL: Logische aspecten van kunstmatige intelligentie

TITLE: Logical aspects of artificial intelligence

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Fundamenteel gericht onderzoek betreffende onderwerpen als: logisch programmeren en de constructie van expert system shells, niet-monotoon en tijdsafhankelijk redeneren, kennisrepresentatie en epistemische logica, behandeling van onvolledige en inconsistente informatie.

TECHNICAL ABSTRACT

Fundamental research into topics such as: logic programming and the construction of expert system shells, non-monotonic reasoning and reasoning involving time, knowledge representation and epistemic logic, dealing with partial and inconsistent information.

SAMENSTELLING GROEP

dr. K.R. Apt (projectleider)
adviseur
wetenschappelijk medewerker 3
wetenschappelijk medewerker 4

AANVANG: 1987

CLASSIFICATIECODES

ZWO classificatie	:P 120, P170, T120
NABS - code	: N 076
1980 Math. Subj. Class.	: 63A05, 03B35, 03B45, 03B60, 68C20, 68F20, 68G99
1982 CR Classification Scheme	: F.4.1, I.2.1, I.2.3, I.4.2, I.2.7

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Doelstelling van het project is het verrichten van fundamenteel onderzoek betreffende de logische grondslagen van enkele onderwerpen uit het gebied van de kunstmatige intelligentie. Speciaal wordt hierbij gedacht aan expertsystemen - waarbij complementair gewerkt wordt aan het meer experimenteel gerichte project AP5 - en theoretische aspecten van kennisbanken en deductieve databases. Enkele meer specifieke deelonderwerpen worden in het onderstaande beschreven; kenmerkend is het bestuderen van redeneermethoden en het ontwikkelen van (eigenschappen van) logische formalismen welke gemeenschappelijk zijn aan (zoveel mogelijk van) de uiteenlopende domeinen waarop expert- en kennissystemenonderzoek gaande is. De volgende deelonderwerpen zullen in het bijzonder aandacht krijgen:

- 1 Toepassen van logisch programmeren bij de constructie van expert system shells. Vragen die hierbij aan de orde komen, betreffen de rol van recursieve regels, implementatie van 'queries' als in databases, modularisatie, selectieve besturingsmechanismen, parallëllisme en niet-monotoon redeneren. Voorts de speciale eigenschappen van PROLOG in onderscheid van logisch programmeren in het algemeen.
- 2 Niet-monotoon redeneren: logica en implementaties. Bij niet-monotoon redeneren onderzoekt men de consequenties van 'default' en impliciete aannames. Een bevredigende inbedding in logisch programmeren ontbreekt nog; complicaties worden in het bijzonder veroorzaakt door het dynamisch karakter van kennis over een bepaald domein.
- 3 Tijdsafhankelijk redeneren. Speciaal wanneer kennis in natuurlijke taal wordt beschreven, dient aandacht te worden gegeven aan de behandeling van het tijdsaspect. Problemen zoals de representatie van tijd, tijdsintervallen en de interactie met niet-monotoon redeneren komen hier aan de orde. Dit deelonderwerp vraagt inbreng van logica, informatica en linguïstiek.
- 4 Kennisrepresentatie en epistemische logica. Epistemische logica behoort van oudsher tot het domein van filosofen en linguïsten. In de informatica is de belangstelling hiervoor sterk toegenomen met de studie van gedistribueerde systemen waar de kennis van een processor over de algemene stand van zaken en over de kennis van andere processoren van belang is. De notie 'common knowledge' is hierbij heronddekt. Binnen het project zal de aandacht speciaal gericht worden op logica's die zich bezig houden met de combinatie van tijd, kennis en actie.
- 5 Omgaan met partiële en inconsistente informatie. Men kan een deductieve database beschouwen als een collectie feiten tezamen met alle hieruit te trekken consequenties. Toevoeging van een nieuw feit inconsistent met de reeds gegeven collecties resulteert dan in de situatie beschreven in de Fagin, Ullman en Vardi anomalie: in de nieuwe toestand is ieder willekeurig feit als consequentie van de inconsistentie aanwezig. Als mogelijke oplossing is voorgesteld om beperkte vormen van logica te gebruiken zoals 'relevance logic'. Semantische modellering van dergelijke logica's is vooralsnog een open probleem. Het deelproject heeft in het

algemeen als doelstelling om informatie uit de linguïstiek toe te passen op kennisbankproblematiek om langs die weg tot een bevredigende behandeling van bovengenoemd probleem te komen.

WERKPLAN 1987

In overleg met de nieuw aan te trekken promotiemedewerkers initiëren van onderzoek op een aantal van bovengenoemde deelterreinen, tenminste één betreffende onderwerp 1 tot 3, en tenminste één uit de onderwerpen 4 en 5.

WERKPLAN NA 1987

Afhankelijk van de resultaten in 1987.



TITEL: Software engineering

TITLE: Software engineering

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING:

Bundeling van de software engineering activiteiten van de Afdeling Programmatuur.

TECHNICAL ABSTRACT:

Bundling of software engineering activities within the Department of Software Technology.

SAMENSTELLING GROEP:

p.m.

SAMENWERKING:

Universiteit Twente

TU Eindhoven

RU Leiden

RU Utrecht

KU Nijmegen

Universiteit van Amsterdam

AANVANG: 1986

CLASSIFICATIECODES: zie AP2-4

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De hier beschreven activiteiten vormen nog geen zelfstandig project, maar zijn een bundeling van software engineering activiteiten binnen de projecten AP2, AP3 en AP4.

Op het gebied van systeem- en software engineering is in het kader van SPIN een landelijk project in voorbereiding ter verhoging van het kennisniveau van software engineering in ons land. Het idee is een centraal 'laboratorium' op te richten, waarin ervaring wordt opgedaan met geavanceerde systemen op dat gebied. Zowel binnen als buiten het laboratorium zullen een aantal kleinschalige onderzoeksprojecten gestart worden. Hierbij vindt samenwerking plaats met de industrie en de Universiteit Twente, TU Eindhoven, Rijksuniversiteit Leiden, Rijksuniversiteit Utrecht, Katholieke Universiteit Nijmegen en Universiteit van Amsterdam. Momenteel vindt een dialoog met vertegenwoordigers van de industrie en SPIN plaats om een en ander nader uit te werken.

Naast de hierboven genoemde plannen verzorgen de bij dit project betrokken onderzoekers enkele malen per jaar een PAO-cursus 'Moderne technieken in Software Engineering'.

WERKPLAN 1987

- Het verzorgen van PAO-onderwijs.
- Afhankelijk van de ontwikkeling rond het SPIN-project, participatie in de binnen dit kader te starten onderzoeksprojecten.

WERKPLAN NA 1987

Zie hierboven.

Afdeling

Algoritmiëk en Architectuur

Het onderzoek op het gebied van algoritmiëk en architectuur richt zich op systemen met betrekking tot gegevensverwerking: talen, besturingssystemen, informatiesystemen e.d. Gespreide algoritmen en systemen vormen een belangrijk aandachtspunt.

In het algemeen zijn de projecten gekozen vanwege hun fundamenteel of strategisch belang. Abstractie en formele methoden spelen bij het onderzoek een grote rol. Het streven is echter tevens om in het algemeen onderzoeksresultaten te doen uitmonden in het vervaardigen van prototypen, eventueel - bij gebleken bruikbaarheid - gevolgd door pre-ontwikkeling.

Het onderzoek in de afdeling is ondergebracht in vijf projectgroepen:

- AA1 Complexiteit en algoritmen;
- AA2 Transparantie van architecturen;
- AA3 Computersystemen en ergonomie;
- AA4 Gespreide adaptieve informatiesystemen;
- AA5 Constructieve algoritmiëk.

Omdat er via het INSP aanzienlijk minder geld beschikbaar is dan in de CWI-plannen werd voorzien, wordt de uitvoering van een aantal projecten ernstig belemmerd. Het betreft hier onderdelen van AA1 (gedistribueerde algoritmen), AA2 en AA4. Wil het onderzoek aan Abstracto (AA5) goed van de grond komen, dan is uitbreiding met tenminste één medewerker noodzakelijk.

**Afdeling
Algoritmiek en Architectuur**

LIJST VAN PROJECTEN

AA1 Complexiteit en algoritmen

AA2 Transparantie van architecturen

AA3 Computersystemen en ergonomie

AA4 Constructieve algoritmiek

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

ALGORITMIEK EN ARCHITECTUUR									
Naam	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	A&O	werktijd in fte	totaal in manjaar	ext.fin.
Meertens			0.50		0.30	0.20	1.00	1.00	
van Dijk			1.00				1.00	1.00	
Ebergen					0.33		1.00	0.33	
Geurts			0.80				0.80	1.00	
Jansen		0.60					0.60	0.60	
Kersten				0.80			0.80	0.80	
Kranakis	1.00						1.00	1.00	
Krijnen			1.00				1.00	1.00	
vd Meer				0.50			1.00	0.50	SPIN
Mullender		1.00					1.00	1.00	PPI 5 mnd
Pemberton			1.00				1.00	1.00	
van Rossum			1.00				1.00	1.00	
Schippers				1.00			1.00	1.00	
Siebes				1.00			1.00	1.00	
Steiner		1.00					1.00	1.00	
Vitanyi	1.00						1.00	1.00	
Janssen		1.00					1.00	1.00	PPI
Shizgal		1.00					1.00	1.00	
wm 2			p.m.				1.00	P.M.	
wm 3				1.00			1.00	1.00	SPIN
wm 4				0.50			1.00	0.50	SPIN
wm 5					p.m.		1.00	P.M.	
Tot. reg.aangest.	2.00	4.60	5.30	3.30	0.63	0.20		16.23	
nieuwe aanvr.	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00		1.50	
gedetacheerd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
nwe aanvr ged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
STO-onderst.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
TOTAAL	2.00	4.60	5.30	4.80	0.63	0.20		17.73	



TITEL: Complexiteit en algoritmen

TITLE: Complexity and algorithms

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Ontwerp van efficiënte algoritmen, vooral voor gedistribueerde berekeningen, en fundamenteel onderzoek naar de concrete complexiteit van algoritmen.

TECHNICAL ABSTRACT

The design of efficient algorithms, in particular for distributed computations, and fundamental research into the concrete complexity of algorithms.

SAMENSTELLING GROEP

dr. ir. P.M.B. Vitányi (projectleider)

dr. E. Kranakis

prof. dr. L. M. Kirousis (bezoeker)

SAMENWERKING

Binnen het CWI wordt samengewerkt met medewerkers van project AA2 en de afdeling MB. Daarbuiten bestaat in Nederland vooral contact met de UvA (groep Van Emde Boas) en de RUU (groep Van Leeuwen). In het buitenland wordt samengewerkt met, onder meer, University of Rochester (J. Seiferas), Harvard (M. Li), University of Washington (L. Longpré), Massachusetts Institute of Technology (N. Lynch, F.T. Leighton, B. Awerbuch, J. Lundelius).

AANVANG: 1980

CLASSIFICATIECODES

1985 CR Classification Scheme: F.2.2, C.2.2, D.4.1, G.2.2, F.1.1, F.1.2.

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De opkomst van digitale rekenmachines heeft het mogelijk gemaakt daadwerkelijk oplossingen uit te rekenen voor exacte vraagstellingen waarvoor voordien alleen het bestaan van oplossingen viel te bewijzen. De wens steeds grotere problemen aan te pakken, is de motivering voor het ontwerp van efficiëntere algoritmen. Nieuwe technologische ontwikkelingen (het vergroten van het gebruikersgemak in programmeeromgevingen, de complexiteitsaspecten van gedistribueerde berekeningen in computernetwerken en op chip) brengen nieuwe en moeilijke algoritmische problemen met zich mee. (Algoritmische problemen in de informatica zijn eerder van architectonische dan van programmeertechnische aard.)

Het op het CWI verrichte onderzoek aan computernetwerken en niet-conventionele architecturen in het algemeen en aan gedistribueerde informatiesystemen, heeft dan ook een grote algoritmische component. De vraagstukken betreffen in logische volgorde achtereenvolgens het *ontwerp* en de *constructie* van de apparatuur, de *operatie* daarvan en de *applicaties*. Op het CWI moeten deze algoritmische problemen uit de praktijk van netwerken, parallelle architecturen en bijvoorbeeld ook heuristische algoritmen opgelost worden. Dit gebeurt in evenwicht met fundamenteel onderzoek in het ontwerpen van algoritmen en berekeningscomplexiteit.

WERKPLAN 1987

Het onderzoek op het gebied van *machinecomplexiteit*, het vergelijken van de efficiëntie in berekeningen van verschillende datastructuren (tellers, stapels, buffers, gelinkte lijsten in de gedaante van restricties op Turing machines) wordt voortgezet, evenals het onderzoek naar complexiteit, architecturen en berekeningsmodellen voor geïntegreerde schakelingen. Gestart is met het schrijven van een monografie over fundamentele aspecten van combinatorische algoritmen voor het bijhouden van tellingen in computers (Vitányi).

Het onderzoek naar 'time-driven' algoritmen voor gedistribueerde besturing, zoals kloksynchronisatie-algoritmen en crash-recovery in multiprocessor systemen wordt uitgebreid. Verder worden nieuwe methoden voor het implementeren van gedistribueerde name servers, mutual exclusion en gedistribueerd version management via voting schemes onderzocht. Voor deze analyse werd een nieuwe theoretische benadering opgesteld, waarvan de genoemde problemen speciale gevallen blijken te zijn. Nieuw is het onderzoek naar implementatie van atomaire (geserialiseerde) gedeelde registertoegang door asynchrone hardware. Dit betreft het probleem van concurrent lezen en schrijven.

Het onderzoek naar gedistribueerde algoritmen, protocollen en architecturen geschiedt—gedeeltelijk—in samenwerking met project AA2. Verder wordt samengewerkt met de afdeling MB en de groep 'Theory of Distributed Computation' op het Massachusetts Institute of Technology. In het onderzoek naar lineaire datastructuren wordt samengewerkt met Harvard.

Het datastructuur-onderzoek is gemotiveerd als fundamenteel onderzoek waarbij niet aan directe toepassing gedacht wordt. Het onderzoek aan name

servers en dergelijke betreft vraagstukken in het ontwerp van gedistribueerde operating systems die nu ontworpen en ontwikkeld worden. De 'atomic shared registers' geven inzicht in een vorm van concurrency waarbij serializability wordt gegarandeerd zonder enige vorm van wachten, dit in contrast met serializability door mutual exclusion, semaforen, synchronisatie, rounds enz. Dit onderzoek heeft ook relaties met het ontwerp van nieuwe methoden voor gedistribueerde database-toegang.

Het onderzoek naar tijdsafhankelijke algoritmen betreft het analyseren van het fenomeen dat theoretische algoritmen en in de praktijk van computernetwerken gebruikte algoritmen radicaal verschillende aannamen over 'tijd' maken, en het ontwikkelen van een theorie die het mogelijk maakt praktisch gebruikte algoritmen uit te drukken en praktisch bruikbare dergelijke algoritmen te ontwikkelen. 'Tijd' wordt in de theorie van gedistribueerde berekeningen nog weinig begrepen; toch ligt het aan de basis van het gedrag en de prestaties van vrijwel al dergelijke berekeningen. Dit soort onderzoek is nieuw en vergelijkingen met bestaand onderzoek zijn niet te maken.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek; uitbreiding met vraagstellingen uit project AA 3.1 als protocollen voor het gedistribueerd bewaren van globale consistentie in een netwerk. Mogelijk ook analyse van het 'nested transactions' model. Gedistribueerde algoritmen zijn doorgaans synchroon of puur asynchroon. Onderzocht worden algoritmen tussen synchroon en puur asynchroon in: logisch tijdonafhankelijk maar toch gebruik makend van tijd, efficiënter dan kan met puur asynchrone algoritmen, robuust en met 'graceful degradation' bij toenemende asynchroniciteit in het systeem. In dit onderzoek wordt samengewerkt met het Laboratory for Computer Science van het Massachusetts Institute of Technology.

Verdere aanpak van de met het project AA2 samenhangende problemen (zoals bijvoorbeeld 'Distributed Match-Making').



TITEL: Transparantie van architecturen

TITLE: Architectural transparency

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Het ontwikkelen van software-architecturen die niet-conventionele hardware-architectuur transparant maken, toegespitst op netwerken van gekoppelde apparatuur.

TECHNICAL ABSTRACT

The development of software architectures that make unconventional hardware architecture transparent, focussing on networks of interconnected machines and peripheral equipment.

SAMENSTELLING GROEP

dr. S.J. Mullender (PPI) (projectleider)

A.J. Jansen (PPI)

drs. A. Janssen (PPI)

J.G. Steiner B.A.

I. Shizgal M.S.

SAMENWERKING

Dit project wordt uitgevoerd in samenwerking met andere researchinstellingen. In het bijzonder met de vakgroep Informatica van de VU Amsterdam is er een nauwe samenwerking op het gebied van *distributed file servers* en *locating services*. Verder is er samenwerking met een dertiental onderzoeksinstituten in heel Europa in het kader van een COST-11 project (het Mandis project) voor onderzoek op het gebied van gespreide systemen in *Wide Area Networks*. Aan dit onderzoek ligt eveneens het *Service Model* (zie verderop) ten grondslag. Het onderzoek aan het CWI vormt op deze manier een belangrijke bijdrage aan het gespreide-systemen-onderzoek in Europa en het bepalen van internationale standaards op dit terrein.

AANVANG: 1980

CLASSIFICATIECODES

1985 CR Classification Scheme: D.4, C.2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

In de begindagen van de computer was een computer een dure machine die met velen gedeeld werd; nu wordt steeds meer gebruik gemaakt van de personal computer, en we voorzien dat er al gauw per persoon een groot aantal microcomputers beschikbaar zullen zijn. Al deze computers zullen onderling verbonden worden door een computernetwerk om ze zo, door ze gegevens uit te laten wisselen, samen te laten werken.

Op het ogenblik is zo'n netwerk hinderlijk zichtbaar: gebruikers moeten bij het noemen van bestanden en het draaien van programma's weten op welke machine het bestand zich bevindt en op welke machine het programma draait. Er zijn speciale handelingen nodig om van de communicatiemogelijkheden tussen machines gebruik te kunnen maken.

Het onderzoek 'Transparantie van Architecturen' is een middel om naar software-architecturen te zoeken die de hardware-architectuur transparant maken: de gebruiker hoeft niet meer te weten waar zich zijn bestanden bevinden en als hij een commando wil geven, hoeft hij ook niet te weten of het programma op een andere machine draait, en zeker niet welke.

Het onderzoek wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met de Vakgroep Informatica van de VU Amsterdam. De projectleiders zijn prof. dr. A. S. Tanenbaum aan de VU en dr. S. J. Mullender aan het CWI. Het onderzoek draait nu zes jaar en heeft geresulteerd in het ontwerp en de gedeeltelijke implementatie van het 'Amoeba Distributed Operating System'.

Als architectuurmodel in Amoeba dient het *Service Model*. In dit model wordt elk *object* (file, database, printer, proces) beheerd door een *service*. Elke service definieert een aantal vast omschreven operaties op de door die service geïmplementeerde objecten. Het model kan goed worden vergeleken met *Abstract Data Types*.

Voor de implementatie van het Service Model worden *Message Transactions* gebruikt. Een message transaction bestaat uit een tweetal *messages*, een *request message* die een *client* proces stuurt naar een *service* en die wordt opgevangen door een van de *server* processen voor die service, en een *reply message* terug naar de client. Een message is een rij bytes met een lengte van 0 tot 32 Kbytes. Terwijl de server een request van een client uitvoert, is die client geblokkeerd. Deze transactions worden niet alleen gebruikt voor de communicatie tussen twee processen, maar ook tussen een proces en de Amoeba Kernel. Traditionele *system calls* zien er dus uit als message transactions.

Verwerkt in het adresseringsmechanisme van clients en servers bevindt zich een vernuftig protectiemechanisme. Hierdoor kunnen processen uitsluitend objecten en services adresseren waar zij toegang toe hebben. Processen bewijzen hun recht van toegang met behulp van *capabilities*, een soort onvervalsbare toegangskaartjes voor objecten en services.

Bovenop de Amoeba Kernel, die verantwoordelijk is voor interprocescommunicatie en de realisatie van processen, bevinden zich de services. Een aantal services zijn geïmplementeerd, andere worden geïmplementeerd en weer andere zijn nog in het onderzoeks- of ontwerpstadium.

Twee belangrijke services moeten genoemd worden: De UNIX† service, die

† UNIX is a Trademark of Bell Laboratories.

in het Amoeba systeem een UNIX omgeving voor bestaande UNIX software emuleert, en de Amoeba File Server, een gespreide file server met een concurrency-control mechanisme, atomic update en een fout-tolerante implementatie. De UNIX emulator is essentieel voor het succes van Amoeba als produktiesysteem: niemand wil een systeem gebruiken waarvoor alle systeemsoftware opnieuw geschreven moet worden; bestaande software moet in het nieuwe systeem blijven werken. De file server is een essentieel onderdeel voor de realisatie van fout-tolerantie in Amoeba door een betrouwbare opslag van de gegevens te bieden die na een crash noodzakelijk zijn om het systeem zijn karwei te laten afmaken.

WERKPLAN 1987

In het komende jaar zal het onderzoeks- en ontwikkelingswerk aan Amoeba worden voortgezet. Dr. Mullender zal een half jaar doorbrengen bij DEC Systems Research Center in Palo Alto, Californië, om daar onderzoek te gaan doen op het gebied van multiprocessoren. In de loop van 1987 hoopt de Amoeba groep een project te kunnen starten om Amoeba als een produktiesysteem te kunnen testen door het aan gebruikers ter beschikking te stellen. Dit brengt een grote hoeveelheid ontwikkelingswerk met zich mee en zal ongetwijfeld inspiratie voor nieuwe onderzoeksthema's opleveren.

In het kader van het Europese samenwerkingsproject Mandis zal de implementatie van de Amoeba primitieven over wide-area networks worden voortgezet.

WERKPLAN NA 1987

Ook in de jaren na 1987 zal een groot deel van de aandacht gericht blijven op het in de praktijk bruikbaar maken van Amoeba. Er zal aandacht gegeven worden aan efficiency en snelheid, maar ook aan de mechanismen en methoden die het bouwen van gespreide en fout-tolerante toepassingen vergemakkelijken.

De komst van nog kleinere en goedkopere processoren zal het probleem van de schaalvergroting meer in de aandacht brengen: algoritmen dienen gevonden te worden die in systemen met zeer grote aantallen componenten nog efficiënt werken. Ook zal het vijfde-generatie systemenonderzoek de nodige vragen op het gebied van operating systems oproepen.



TITEL: Computersystemen en ergonomie

TITLE: Computer systems and ergonomics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Methodologie van integratie van functies en voorzieningen in computersystemen zodat de eind-gebruiker een goed hanteerbaar gereedschap heeft. Project AA3 bestaat uit twee deelprojecten:

AA3.1 Het ABC-project;

AA3.2 Mens-Computer Interfaces.

TECHNICAL ABSTRACT

Methodology of the integration of functions and applications in computer systems in order to provide the end user with an easily manageable tool. Project AA3 consists of two subprojects:

AA3.1 The ABC project;

AA3.2 Human-Computer Interfaces.

SAMENSTELLING GROEP

drs. F. van Dijk

L.J.M. Geurts

drs. T.J.G. Krijnen

prof. L.G.L.T. Meertens (projectleider)

S. Pemberton

drs. G. van Rossum

wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

SAMENWERKING

Met medewerkers van de afdeling IS is een gezamenlijke werkgroep *Interfaces* gevormd, waarin een geregelde uitwisseling van ideeën plaatsvindt. Contact met andere Nederlandse onderzoekers wordt onderhouden via de werkgroep *Mens-Computer Interactie* van het NGI, sectie SAIA, en de Nederlandse Vereniging voor Ergonomie.

AANVANG: 1985

CLASSIFICATIECODES

1985 CR Classification Scheme: H.1.2, K.8, D.2.6, D.3, I.3.6, D.2.

TITEL DEELPROJECT
AA 3.1 Het ABC-project

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De prijsdaling van apparatuur heeft de mogelijkheid van 'personal computing' binnen het bereik van velen gebracht, zowel voor privé als voor beroepsmatig gebruik. De beschikbare programmatuur vormt echter voor het merendeel van de potentiële eindgebruikers een hinderpaal bij een goede benutting van de in principe aanwezige mogelijkheden. De inflexibiliteit van applicatieprogrammatuur dwingt de gebruiker al snel tot het zelf ontwikkelen van programma's. Voor tal van personal computers is BASIC thans veelal de enige beschikbare taal. Deze taal leent zich niet voor een methodische aanpak bij het programmeren, en is ondanks zijn schijnbare eenvoud onnodig moeizaam te hanteren. Dit geldt nog sterker voor een eventueel aanwezige 'Job Control'-taal. Het gebruik van een taal als Pascal is voor het merendeel van de potentiële eindgebruikers buiten bereik.

Het doel van het ABC-project is het ontwerpen, implementeren en verspreiden van een eenvoudige, gestructureerde, interactieve programmeertaal, geïntegreerd in een bijbehorende omgeving, die beantwoordt aan moderne inzichten en mogelijkheden op het gebied van persoonlijk computergebruik. In het kader van dit deelproject is inmiddels een taal 'ABC' (voorheen: 'B') ontworpen die zich leent voor methodisch programmeren en die door zijn eenvoud, zowel om te leren als in gebruik, geschikt is voor onervaren gebruikers. Voordelen van deze programmeertaal zijn:

- 1 ABC geeft de mogelijkheid kennis te maken met programmeren en het gebruik van programma's zonder de noodzaak zich te verdiepen in bijzonderheden.
- 2 Het gebruik van ABC stimuleert een goede aanpak van het programmeren, die ook voor het gebruik van andere talen nuttig is.
- 3 Bij het ontwerp van ABC heeft gebruikersgemak voor de doelgroep op de eerste plaats gestaan, desnoods ten koste van verwerkingssnelheid. Dat garandeert dat de mogelijkheden die de snel in berekeningskracht groeiende computers bieden, ook daadwerkelijk door de eindgebruikers zullen kunnen worden gebruikt.

Voor het gebruikersgemak is ook de interface met het systeem van groot belang. Om het interactieve gebruik van ABC eenvoudig te maken, is de taal ingebed in een omgeving die volledig op ABC gericht is. De 'commandotaal' voor het ABC-systeem bestaat uit ABC zelf, aangevuld met editor-commando's. De editor vormt een integraal onderdeel van de ABC-omgeving; met name geldt dat alle communicatie van de gebruiker met het systeem via de editor verloopt. Hierdoor wordt een hoge mate van uniformiteit in de gebruikersinterface mogelijk, waarbij de kwaliteiten van de editor bepalend zijn voor het gebruikersgemak. De kennis die deze editor heeft van de structuur van de te editen documenten wordt b.v. gebruikt om tijdens editen syntaxisfouten te rapporteren of te voorkomen door automatisch afgeleide

syntaxprofielen op het scherm te laten verschijnen. Dit biedt voor de invoer van gegevens tevens een geavanceerde 'data entry'-faciliteit.

Om een taal ingang te doen vinden, is meer nodig dan een taaldefinitie en een implementatie. Van groot belang zijn ook: ondersteunende teksten zoals leerboeken, programmatuurpakketten, mogelijkheden tot het bespelen van uiteenlopende in- en uitvoerapparaten, protectiefaciliteiten e.d. Omdat naar de filosofie van ABC er geen scheiding is tussen de programmeertaal en de commandotaal, raken deze problemen aan de taal zelf en is er gecentraliseerde aandacht nodig om wildgroei en adoptie van inferieure mechanismen te voorkomen. De speciale hoedanigheid van ABC als taal voor onderwijsdoeleinden vergt speciale inspanning om via experimenten, demonstraties en cursussen de taal in het (Nederlandse) onderwijs te introduceren.

De verwachte stand van zaken ultimo 1986

Een implementatie van ABC is beschikbaar op zowel UNIX-systemen als de IBM PC en compatibles; voor de laatste ook in een speciaal op de onderwijs-situatie gerichte versie. Daarnaast zijn er (vooralsnog niet voor verspreiding beschikbare) experimentele prototypes van de ABC-omgeving met een 'algemene' document editor.

SAMENSTELLING GROEP

drs. F. van Dijk

L.J.M. Geurts

drs. T.J.G. Krijnen

prof. L.G.L.T. Meertens

S. Pemberton

drs. G. van Rossum

wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

AANVANG: 1975

WERKPLAN 1987

- 1 De eventuele ontwikkeling van distribueerbare versies van de experimentele prototypes, alsmede onderhoud en verdere ontwikkeling van de bestaande verspreide versies, wordt zo mogelijk aan derden overgedragen.
- 2 Voor zover nodig, onderhoud van de verspreide versies, in beginsel zonder uitbreiding van functionaliteit.
- 3 Publikatie van belangwekkende aspecten van ontwerp en implementatie van taal, omgeving en editor.
- 4 Verdere experimenten met de prototypes van omgeving en editor en met uitbreidingen van taal en omgeving, zoals voorzieningen voor data-entry en voor integratie van grafische structuren in tekstuele documenten. (N.B. Dit deel van het onderzoek is moeilijk te scheiden van het onderzoek in deelproject 3.2; het is nog hier opgevoerd vanwege zijn gebondenheid aan de taal ABC en aan bestaande ABC-systemen.)

WERKPLAN NA 1987

Voor zover dan nog van toepassing, voortzetting van de onder 1 t/m 3 genoemde werkzaamheden. Het onder 4 genoemde onderzoek zal, gefaseerd, worden geïntegreerd met deelproject 3.2 en daar worden ondergebracht. In de loop van 1987 zal nadere gedachtenvorming plaatsvinden over de vraag of entamering van een vervolgproject gericht op 'programming for the millions' wenselijk is.

TITEL DEELPROJECT
AA 3.2 Mens-Computer Interfaces

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De hanteerbaarheid van computersystemen door eindgebruikers hangt in hoge mate af van het niveau van integratie van de functies en voorzieningen in zo'n systeem. Het gebruikelijke beeld is er een van slecht op elkaar afgestemde en weinig flexibele deelsystemen, elk met een eigen interface. Het gebruik van een dergelijk systeem vormt voor de gebruiker een voortdurende onnodige cognitieve belasting. In de eerste plaats ziet een gebruiker zich genoodzaakt voortdurend van operationele context te wisselen en bij iedere context de passende, zelfs voor conceptueel identieke taken telkens verschillende formuleringen te selecteren. Dit is een belangrijke bron van formuleringsfouten, weliswaar doorgaans niet met desastreus effect, maar niettemin irriterend; erger is dat dit de gebruiker noopt de taak van het formuleren in het cognitieve aandachtsveld te brengen, wat interfereert met de planning en afwikkeling van de eigenlijke, probleemgerichte taken. In de tweede plaats is er een voortdurende onderbreking van een vloeiende taakbehandeling op conceptueel hoog niveau door taken om het formaat van door het ene deelsysteem aangeleverde tussenresultaten aan de vereisten van het andere deelsysteem aan te passen. Dit kan makkelijk leiden tot het 'de draad kwijtraken': delen van het opgestelde plan, of de status van de afwikkeling, raken verloren.

Hoekstenen van moderne gebruikersinterfaces zijn het WYSIWYG-principe ('What you see is what you get') en het daarmee samenhangende principe van 'directe manipulatie'. Door een consequente doorvoering van deze principes (in veel hogere mate dan gebruikelijk is) is het mogelijk gebruikersinterfaces te ontwikkelen waarbij de geschetste problemen in veel geringere mate optreden. Als uitgangspunt kan hierbij de filosofie dienen die ten grondslag heeft gelegen aan het ontwerp van de ABC-omgeving (zie onder AA 3.1). De probleemstelling is dan hoe deze kan worden uitgebreid naar algemenere informatiesystemen met behoud van modulariteit van de systeem-architectuur.

SAMENSTELLING GROEP

drs. F. van Dijk
L.J.M. Geurts
drs. T.J.G. Krijnen
prof. L.G.L.T. Meertens
S. Pemberton
drs. G. van Rossum
wetenschappelijk medewerker 2 (p.m.)

AANVANG: 1987**WERKPLAN 1987**

- 1 Formulering van een uitbreiding van de ABC-filosofie naar algemenere informatiesystemen. Het ontwerpen van extensies zoals data entry heeft hiertoe al de nodige inspiratie geleverd. Een belangrijke taak hierbij is de ontwikkeling van een nieuw begrippenkader, nodig om überhaupt de gewenste generalisatie onder woorden te kunnen brengen.
- 2 Ontwerp van een systeemarchitectuur waarin nieuwe deelsystemen (modulen) gemakkelijk kunnen worden ingepast.
- 3 Een integraal onderdeel van dit onderzoek is ook de implementatie van experimentele versies ter toetsing van de ontwikkelde methoden. In het bijzonder wordt hierbij aandacht besteedt aan de in het Godel-project ontwikkelde aanpak (zie bij AA 4).

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

TITEL: Gespreide adaptieve informatiesystemen (DAISY)

TITLE: Distributed adaptive information systems (DAISY)

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Het ontwikkelen van software-technieken en theorie voor het realiseren van flexibele gespreide informatiesystemen.

TECHNICAL ABSTRACT

The development of software techniques and theory for the realisation of flexible distributed information systems.

SAMENSTELLING GROEP

dr. M.L. Kersten (projectleider)

drs. C. van der Meer

drs. F.H. Schippers

drs. A.P.J.M. Siebes

wetenschappelijk medewerker 3 (SPIN)

wetenschappelijk medewerker 4 (SPIN)

SAMENWERKING

Op het gebied van de architectuur van kennisbanksystemen wordt nauw samengewerkt met de vakgroep Informatica van de VU Amsterdam en de vakgroep Informatiesystemen van de Universiteit Twente. Binnen het CWI zal met name voor het aspect van gebruikersinterfaces samengewerkt worden met medewerkers van project AA3. Waar mogelijk zullen de DAISY-hulpmiddelen met project AA2 worden geïntegreerd. Verder is er nauwe samenwerking met Universiteit Twente, het Philips Natuurkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam en RU Utrecht in het Philips SPIN project PRISMA (PaRallel Inference and Storage MAchine).

AANVANG: 1985

CLASSIFICATIECODES

1985 CR Classification Scheme: H.2, D.3, I.2.5

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Een geautomatiseerd informatiesysteem kan beschouwd worden als een geïntegreerde verzameling hulpmiddelen ten behoeve van de organisatie, beheer, veredeling en distributie van gegevens in de meest ruime zin van het woord. Traditioneel richt een informatiesysteem zich op de opslag en efficiënte verwerking van gestructureerde bestanden; de benaming 'databasesystemen' is hiervoor dan ook beter op zijn plaats. De kennis vastgelegd in de applicaties (gegeven de beperkingen van database- en besturingssystemen) en de organisatie van de gebruikersinterface zijn echter in een ruimere visie wezenlijke bestanddelen van het totale informatiesysteem. Zo kunnen 'decision support systems' en dialoogsystemen het beste als veredelingshulpmiddelen in een informatiesysteem worden beschouwd.

Richten we onze aandacht op de toekomst van informatiesystemen, dan moeten we constateren dat de huidige systeembenaderingen te beperkt zijn, zowel qua functionaliteit als qua flexibiliteit. Voorbeelden hiervan zijn de onmogelijkheid relatief ongestructureerde en ongelijksoortige gegevens, zoals documenten, beeld en geluid, op eenzelfde voet te behandelen als uniforme gestructureerde informatie. Dit staat de ontwikkeling van geïntegreerde applicaties in de weg. Een ander voorbeeld is het ontbreken van de notie 'tijd': traditionele informatiesystemen geven slechts een moment-opname van de gemodelleerde, zich dynamisch wijzigende informatie. Anderzijds moeten de informatiesystemen in de toekomst in twee opzichten adaptief zijn: in de eerste plaats moeten zij zonder 'down' te gaan, kunnen worden aangepast aan wijzigingen met betrekking tot zowel de onderliggende architectuur als de (hulp)programmatuur; in de tweede plaats moeten zij in hun eigen architectuur en functionaliteit het evolutieproces dat ieder informatiesysteem als onderdeel van een (dynamische) organisatie doorloopt, ondersteunen.

De doelstelling van het DAISY-project is het ontwerp van (theoretische) modellen en het ontwikkelen van software-technieken die het verwezenlijken van een adaptief en efficiënt informatiesysteem mogelijk maken. De ons voor ogen staande architectuur van informatiesystemen (de 'AMOS-architectuur') bestrijkt globaal de volgende niveaus:

Applications. Applicaties moeten in dit model worden beschouwd als geformaliseerde dialogen met een specifiek informatiesysteem, ontdaan van hun operationele en representatie-aspecten.

Man-Machine interface. De belangrijkste aspecten van de gebruikersinterface, te weten de dialoog en de presentatie van informatie, zijn in belangrijke mate te parametriseren. Effectieve technieken en hulpmiddelen bestaan reeds, doch zijn te vaak hetzij onlosmakelijk verbonden met het gehele systeem, hetzij met een enkele specifieke applicatie.

Operations. De bewerkingen in een toekomstig informatiesysteem zullen gedefinieerd zijn in diverse programmeertalen. Imperatieve talen (b.v. Pascal) zullen naast functionele talen (LISP, Twentel, Miranda), object-georiënteerde talen (Smalltalk, POOL), deductie-talen (PROLOG), pakketten (SPSS), tekstverwerkers (ditroff, TEX) gebruikt worden. De architectuur van het informatiesysteem ondersteunt de integratie van deze verscheidenheid door

verschillende 'views' (representaties) voor gegevens te bieden.

Storage of objects. Bij de opslag van objecten zal, naast de traditionele database-benadering en de eisen, gesteld door het bewerkingsniveau, rekening moeten worden gehouden met kennis regels, de integratie met commerciële kennisbanken (zoals Kluwer's Jurisprudentie), verspreide opslag en verwerking van gegevens, alsmede historische relevantie van de mutaties op de database. Integriteitseisen, ook bij falende apparatuur, en efficiëntie zijn hierbij zwaarwegende aspecten.

Het onderzoek, in de vorm van twee deelprojecten, spitst zich de komende jaren toe op de onderste twee lagen.

Godel (A General Object-centered Database Language). Het gaat hierbij om het ontwerp van een programmeertaal voor op kennis gebaseerde applicaties. Centraal thema is hoe coöperatieve processen moeten worden beschreven en welke semantische betekenis deze hebben in het toepassingsdomein. In het bijzonder wordt onderzocht of het *guardian* concept, een proces reageert algoritmisch op het herkennen van een (declaratief beschreven) toestand van de database, in een object-gecentreerde database-benadering effectief is.

PRISMA (PaRallel Inference Storage MACHine). Dit onderzoek beoogt kennis te verwerven van en ervaring op te doen met database machines die gebaseerd zijn op een zeer grote hoeveelheid direct toegankelijk geheugen en vele processoren. Dit onderzoek wordt mede uitgevoerd in het kader van het Philips SPIN project waarin samengewerkt wordt met Universiteit Twente, Philips Nat. Lab, UvA, CWI (AP5) en RU Utrecht.

WERKPLAN 1987

De activiteiten concentreren zich in 1987 op het verder uitwerken van de programmeertaal Godel. In het bijzonder zal de aandacht zich richten op formalisering van de taalprimitieven. Ook de efficiency van de prototype implementatie behoeft verbetering. Hierbij wordt gedacht aan optimalisatie van concurrente processen door middel van symbolische evaluatie. De taal laat dit toe.

De werkzaamheden binnen het SPIN-project concentreren zich op de uitbreiding van de object-georiënteerde programmeertaal POOL met relationele database faciliteiten. Daarnaast zal het ontwerp van de database machine veel aandacht opeisen. Hiervoor zal een studie worden verricht naar de architectuur van bestaande database machines en naar algoritmen voor parallele verwerking van data in een relationeel database management systeem.

WERKPLAN NA 1987

Afhankelijk van de ervaringen, bijstelling van Godel en integratie met een bestaande gebruikersvriendelijke omgeving. Concretisering van een prototype data- en kennisverwerkend systeem.



TITEL: Constructieve algoritmiek

TITLE: Constructive algorithmics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

De ontwikkeling van formalismen en methoden om algoritmen uit een specificatie af te leiden, onder unificatie van het specificatie- en het eigenlijke algoritmische formalisme tot één formalisme, en de ontwikkeling van (pre-)algoritmische concepten en bijbehorende notaties op een hoog abstractieniveau. Het begrip 'algoritme' in het bovenstaande omvat naast traditionele computerprogramma's iedere volgens een recursieve syntaxis uit discrete basiselementen opgebouwde proces-definiërende systeembeschrijving. Project AA5 bestaat uit twee deelprojecten:

AA 5.1 VLSI-ontwerp;

AA 5.2 Abstracto.

TECHNICAL ABSTRACT

The development of formalisms and methods to derive algorithms from a specification, with unification of the specification formalism and the algorithmic formalism proper, and the development of (pre-)algorithmic concepts and notations on a high level of abstraction. The notion of 'algorithm' as used above comprises not only traditional computer programs, but any process-defining system description built in accordance with a recursive syntax from discrete basic elements. Project AA5 consists of two subprojects:

AA 5.1 VLSI design;

AA 5.2 Abstracto.

SAMENSTELLING GROEP

ir. J.C. Ebergen

prof. L.G.L.T. Meertens (projectleider)

gastmedewerker

wetenschappelijk medewerker 5 (p.m.)

SAMENWERKING

Coördinatie van onderzoek op dit gebied in Nederland vindt plaats door middel van samenwerking van onderzoekers binnen de Werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur van SION. Naast coördinatie is een belangrijk oogmerk de vergroting van expertise in Nederland op dit gebied, zoals door middel van voordrachten en het uitnodigen van buitenlandse experts. Internationaal vindt uitwisseling van resultaten plaats via IFIP Working Group 2.1. Op het gebied van VLSI-ontwerp wordt daarnaast intensief samengewerkt met de TU Eindhoven en de Washington University in St. Louis.

AANVANG: 1977

CLASSIFICATIECODES

1985 CR Classification Scheme: D.1.2, I.2.2, F.3.1, B.6.3, B.7.2, D.2.1

TITEL DEELPROJECT
AA 5.1 VLSI-ontwerp

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

VLSI-systemen, ook wel chips of geïntegreerde schakelingen genoemd, zijn systemen waarin vele componenten gelijktijdig en snel berekeningen kunnen uitvoeren. Door de verbeterde technologieën kunnen deze chips in grote aantallen, in compact formaat en tegen een relatief goedkope prijs geproduceerd worden. Vanwege deze aantrekkelijke eigenschappen worden ze dan ook in vele toepassingen gebruikt.

Het ontwerpen van VLSI-systemen is echter een complexe taak. In de praktijk is gebleken dat de complexiteit van het ontwerpen van een chip met de huidige traditionele methoden exponentieel stijgt met het aantal componenten dat zo'n chip bevat. Doel van het onderzoek is te trachten een aantal aspecten van het VLSI-ontwerp te vereenvoudigen, te systematiseren of nieuwe methoden hiervoor te ontwikkelen. Hierbij wordt gestreefd naar het reduceren van het ontwerp van een VLSI-systeem tot het ontwerp van een programma. Dit programma mag een grote mate van parallelisme vertonen. Met behulp van een aantal vaste transformaties wordt dit programma dan afgebeeld op een VLSI-systeem.

SAMENSTELLING GROEP
ir. J.C. Ebergen

AANVANG: 1982

WERKPLAN 1987

In de loop van 1987 zal een dissertatie gereed komen waarin een methode beschreven wordt voor de specificatie, notatie en realisatie in VLSI-systemen van de hierboven genoemde programma's. Ter vermijding van een aantal implementatieproblemen hebben we voor de realisering een vertragingsongevoelige compositie van een aantal basiscomponenten gekozen, dat wil zeggen, een compositie die correct functioneert ongeacht de vertragingen die kunnen optreden in de verbindingsdraden. De realisatiemethode is constructief en laat een grote klasse van programma's toe, waarin ook parallelisme is toegestaan. Bovendien heeft deze methode de aantrekkelijke eigenschap dat er slechts vijf eenvoudige basiselementen nodig zijn en dat het totale aantal benodigde basiselementen lineair is in de lengte van het programma.

In de verwezenlijking van dit onderzoek wordt nauw samengewerkt met de Washington University in St. Louis en de TU Eindhoven (onder begeleiding van prof.dr. M. Rem). Verder bestaan er contacten met Caltech in Pasadena, Californië, en de RU Groningen.

WERKPLAN NA 1987
Niet van toepassing.

TITEL DEELPROJECT
AA 5.2 Abstracto

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De constructie van algoritmen is een belangrijk onderdeel van alle toepassingen van de informatica. Bij het ontwerp van algoritmen vormen correctheid en efficiëntie de twee belangrijkste aspecten. Efficiënte algoritmen zijn in het algemeen zeer complex, en daardoor moeilijk correct te krijgen. Evident correcte algoritmen, daarentegen, zijn in het algemeen niet van een acceptabele efficiëntie. Een benadering die in opkomst is, bestaat hieruit dat een initiële specificatie, waarbij uitsluitend aan de correctheid aandacht hoeft te worden besteed, door een reeks van transformaties wordt overgevoerd in een efficiënte implementatie. Het zogenaamde 'transformationeel programmeren' behoort hiertoe, zij het dat daarbij geëist wordt dat de initiële specificatie reeds executeerbaar is.

De doelstelling van het onderzoek in dit project is de ontwikkeling van formalismen en methoden om de bruikbaarheid van deze benadering te verhogen. Belangrijk hierbij zijn (i) een unificatie van het specificatie- en het eigenlijke algoritmische niveau tot één formalisme; (ii) een unificatie van uiteenlopende algoritmische stijlen (zoals imperatief, functioneel, deductief); (iii) de ontwikkeling van (pre-)algoritmische concepten en bijbehorende notaties op een hoger abstractieniveau dan de thans gangbare, te zeer op een bepaalde architectuur toegesneden, concepten en notaties.

De stand van zaken op dit gebied internationaal beijkend kan gesteld worden dat aanzienlijke vorderingen gemaakt zijn en vele nieuwe inzichten opgedaan, maar dat nog veel onderzoek vereist is om uit de nieuw ontdekte methoden en technieken een samenhangend en consistent geheel te vormen. Het meeste werk dat tot dusver verricht is, heeft zich slechts gericht op een of enkele aspecten van het specificatie- en transformatieprobleem, daarbij, vaak expliciet, geen aandacht schenkend aan nauw samenhangende essentiële problemen. Zo lenen vele in een speciale specificatietaal geschreven specificaties zich slecht tot uitgangspunt voor een transformatieproces, terwijl specificaties die geschreven zijn met het transformatieproces als uitgangspunt vaak al een aantal implementatiekeuzen in zich bergen.

SAMENSTELLING GROEP

prof. L.G.L.T. Meertens

gastmedewerker

wetenschappelijk medewerker 5 (p.m.)

AANVANG: 1977

WERKPLAN 1987

- 1 Ordening van de ontwikkelde theorie, waaronder behandeling van algemeen bekende transformaties in termen van homomorfismen en structuren (in samenwerking met Dr. R.S. Bird, University of Oxford, UK). Als werkmodel is hiervoor een handboekvorm gekozen.
- 2 Onderzoek naar unificatie van de functionele stijl met andere stijlen, met name de deductieve.

Onderzoek op dit gebied is in Nederland nog slechts op zeer bescheiden schaal verricht. Hoewel op dit gebied reeds interessante en hoopvol stemmende resultaten zijn bereikt, lijkt in de huidige fase door de geringe omvang van de in Nederland aanwezige expertise een voorzichtige uitbouw van dit project, met vooral aandacht voor de meer fundamentele aspecten, het meest aangewezen. Als onderzoeksmethode wordt een afwisseling gehanteerd tussen het trachten niet-triviale problemen met de reeds ontwikkelde methoden aan te pakken, en een fundamentele bezinning op daarbij eventueel gebleken tekortkomingen. Afhankelijk van de behaalde resultaten kunnen eventueel in een volgend stadium meer ontwikkelingsgerichte deelprojecten gestart worden.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek.

Afdeling

Interactieve Systemen

Het onderzoek in deze afdeling richt zich op fundamentele problemen bij de communicatie van een computersysteem met de buitenwereld, alsmede op het ontwerp en de constructie van systemen die deze communicatie mogelijk moeten maken.

De uitwisseling van informatie kan plaatsvinden met een menselijke gebruiker of met systemen die een proces besturen (robot, chemisch proces e.d.). Al zijn de technische realiseringen veelal zeer verschillend, de fundamentele problemen voor beide klassen van systemen vertonen veel overeenkomst.

Een van de belangrijkste ontwikkelingen in het werken met computers is de mogelijkheid om interactief gegevens te manipuleren via een weergave op een beeldscherm. Daarom is het onderzoek in belangrijke mate gericht op deze vorm van informatie-uitwisseling en met name op de constructie van interactieve systeemcomponenten voor het toepassen van computergrafiek. Op langere termijn zullen ook vormen van machine-machine communicatie als experimenteel systeem worden gebruikt.

Binnen de afdeling zijn er thans vier projectgroepen:

- IS1 Computergrafiek;
- IS2 Interactieve werkstations;
- IS3 Dialoogprogrammering;
- IS4 Intelligentie CAD-systemen.

**Afdeling
Interactieve Systemen**

LIJST VAN PROJECTEN

IS1 Computergrafiek

IS2 Interactieve werkstations

IS3 Dialoogprogrammering

IS4 Intelligente CAD-systemen.

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

INTERACTIEVE SYSTEMEN								
Naam	IS1	IS2	IS3	IS4	A&O	werktijd in fte	totaal in manjaar	ext.fin.
Ten Hagen		0.20	0.40	0.20	0.20	1.00	1.00	
Blom		1.00				1.00	1.00	
Eshuis			0.30	0.70		1.00	1.00	
Kaandorp	0.25					1.00	0.25	
Kuyk		1.00				1.00	1.00	
van Liere			1.00			1.00	1.00	
de Ruiter	1.00					1.00	1.00	
Schouten		0.20	0.80			1.00	1.00	
Tomiyama				0.50		1.00	0.50	
Bernus				0.67		1.00	0.67	NFI
Akman				1.00		1.00	1.00	NFI
Veerkamp				1.00		1.00	1.00	NFI
assistent 1	0.50					0.50	0.50	
wm 3		p.m.				1.00	P.M.	
wm 5				0.33		1.00	0.33	SPIN
wm 1	0.33					1.00	0.33	IOP
wm 6				0.33		1.00	0.33	IOP
Trienekens	0.10	0.15				1.00	0.25	STW
Rogier			1.00			1.00	1.00	NFI
wm 2		1.00				1.00	1.00	
Bakker	0.90					0.90	0.90	**STO
Burger	0.90					0.90	0.90	**STO
Rouwhorst	1.00					1.00	1.00	**STO
Soede	1.00					1.00	1.00	**STO
progr 1	0.20					0.20	0.20	**STO
Tot. reg.aangest.	1.25	2.40	2.50	4.07	0.20		10.42	
nieuwe aanvr.	0.83	0.00	0.00	0.66	0.00		1.50	
gedetacheerd	0.10	0.15	1.00	0.00	0.00		1.25	
nwe aanvr ged	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00		1.00	
STO-onderst.	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00		4.00	
TOTAAL	6.18	3.55	3.50	4.73	0.20		18.17	

TITEL: Computergrafiek

TITLE: Computer graphics

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Het ontwerpen van functioneel complete grafische basissystemen, met speciale aandacht voor interactief gebruik. Beschikbaarstelling van het resultaat, enerzijds als (bijdrage aan) internationale standards, anderzijds in de vorm van implementaties, wederom met speciale aandacht voor op hoogwaardige interactie gerichte efficiëntie.

TECHNICAL ABSTRACT

The design of functionally complete basic graphics systems, with special support for interactive use. Results to be made available, on the one hand as (contribution to) international standards, on the other hand as implementations, again with special attention to efficiency required for high quality interaction.

SAMENSTELLING GROEP

dr. M. Bakker (STO), F.J. Burger (STO), drs. J. Kaandorp, B.P. Rouwhorst (STO), drs. M.M. de Ruiter (projectleider), drs. D. Soede (STO), ir. C.G. Trienekens (STW), assistent 1, wetenschappelijk medewerker 1 (IOP)

SAMENWERKING

- 1 *Met gebruikers.* Er bestaat een uitgebreide internationale kring van gebruikers van de tot dusver ontworpen en ontwikkelde systemen. De rechtstreekse ondersteuning van deze gebruikers wordt verzorgd door een software house dat zijn activiteiten gebaseerd heeft op de overgedragen onderzoeksresultaten van IS.
- 2 *Met ontwerpers en onderzoekers.* In Nederland wordt samengewerkt met diverse universitaire vakgroepen (TU Eindhoven, TU Delft, RU Leiden), zelfstandige instellingen (TNO-IBBC, ECN, MARIN, ACCU), de ISO-werkgroep TC 97/SC21/WG5-2 en industrie (Philips, Systeem Experts, Hoogovens).
Via de Europese Associatie voor Computer Grafiek en ACM-SIGGRAPH bestaan contacten met TH Darmstadt, INRIA Parijs, Rutherford Labs in Abingdon (UK) en George Washington University (USA).
Het deelproject rastergrafiek wordt uitgevoerd als STW-project samen met de U Twente. Er is samenwerking met de TU Eindhoven en de RU Leiden vanwege verwante STW-projecten.

AANVANG: 1980

CLASSIFICATIECODES

1980 Math. Subj. Class : 69K31, 69K32
1982 CR Classification Scheme : I.3.1, I.3.2, I.3.6, I.3.7

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De veelzijdige functionaliteit, inherent aan het genereren en manipuleren van tekeningen, te integreren tot één systeem is de belangrijkste probleemstelling. Voortschrijdende integratie van complexe functionaliteit leidt tot eenvoudige programmeermethoden, omdat de koppeling van functies kan worden gedelegeerd aan het grafische systeem. Het geeft eveneens aanleiding tot nieuwe architecturen voor grafische werkstations, die de voor deze integratie benodigde extra capaciteit moeten opbrengen. De uiteindelijke vorm van een beter geïntegreerd praktisch systeem bestaat uit een programmeurs interface met bijbehorende ontwikkelingsgereedschap.

Tot nu toe is de integratie van (abstracte) geometrie en verschijningsvorm (kleur, lijndikte, real-time beweging) voor twee-dimensionale tekeningen met succes uitgevoerd. Thans wordt gewerkt aan drie verdere integratiestappen: drie-dimensionale lijntekeningen, beelden opgebouwd uit gebieden (afgebeeld op roosters, e.g., TV-schermen) en feedback technieken voor interactie. Voor de eerste twee wordt gewerkt aan een geïntegreerd programmeersysteem dat zich leent voor standaardisatie. Voor de laatste wordt in eerste instantie een betere hardware architectuur gezocht (zie project 'Interactieve werkstations', IS2).

Op het CWI vindt het onderzoek plaats aan de hand van GKS-3D, PHIGS (hiërarchieke datastructuren voor interactieve grafiek) en RGF (Raster Graphics Facilities), als STW-project en klassen van 'picture editors'.

WERKPLAN 1987

In het voorjaar van 1987 moet een 'pilot' implementatie van GKS-3D in C worden verbeterd tot een volledig distribueerbare implementatie, zoals met GKS in C is gebeurd. In deze implementatie zal een hidden surface removal systeem worden geïntegreerd dat op een nieuwe patronenrepresentatie van oppervlakken is gebaseerd (zie ook onder het STW-project RGF).

De pilot implementatie voor het STW-project rastergrafiek wordt in 1987 omgezet in een volledige implementatie. Hierbij wordt vooral aandacht geschonken aan een nieuwe methode voor patroonrepresentatie waarmee een snelle (real-time) rasterisering mogelijk is. Deze patroonrepresentatie zal worden ingebed in de hiërarchieke datastructuren van PHIGS. Eveneens wordt een begin gemaakt met het ontwerp van interactie in RGF met behulp van PHIGS.

De software realisering van PHIGS zal in 1987 worden voortgezet. Hierbij zal speciale aandacht worden besteed aan de input in PHIGS en aan de koppeling aan GKS-3D. De hiërarchieke datastructuren zullen worden gebruikt in het STW-project rastergrafiek (zie hierboven) en tevens als basis dienen van later te realiseren interactiefaciliteiten. De combinatie van PHIGS-hiërarchie en de nieuwe patronenrepresentatie uit het rastergrafiek-project moeten de basis vormen voor een methode om interactie met rasterbeeldschermen mogelijk te maken, waarbij de feedback gebaseerd wordt op veranderende beelden.

In 1987 zal de in 1986 ontworpen romp-editor worden omgezet in een klasse van picture editors die enerzijds zijn gebaseerd op de nieuwe functionaliteit uit

de standaards en anderzijds de mogelijkheid moeten bieden algemene toepasbaarheid in te ruilen voor meer efficiëntie ten behoeve van applicaties. Deze efficiëntie kan niet alleen verkregen worden door meer toegespitste programmatuur, maar ook door op functionele specialisatie gebaseerde grotere beknoptheid van de dialoog. Onderzocht zal worden in hoeverre op het CWI ontwikkelde Dialogocellen (DICE, zie ook IS3) hierbij toegepast kunnen worden. Eveneens zal aandacht besteed worden aan een extensiemechanisme. Het is de bedoeling dat de picture editor op den duur beschikbaar komt.

In samenwerking met het CVI (rekencentrum van de Nederlandse Spoorwegen) wordt een softwarepakket ontwikkeld om grote spoorwegemplacements en bijbehorende seinbeeldkaarten grafisch weer te geven. Centraal hierin staat de mogelijkheid om grafisch aangebrachte veranderingen in het emplacement in de bijbehorende data-base te realiseren. Hiertoe zal in 1987 een databasegenerator worden gebouwd. Onderzocht zal worden in hoeverre een en ander met de bovengenoemde picture editor te realiseren is.

In het fractals project zal gewerkt worden aan het ontwikkelen van een zogenaamd fractal systeem. Met dit systeem moeten, interactief, fractal objecten gegenereerd kunnen worden. Het fractal systeem moet bruikbaar zijn voor het maken van mathematische modellen, waarmee biologische en fysische objecten beschreven kunnen worden. Voor dit fractal systeem zal de benodigde programmatuur ontwikkeld worden om deze projecten grafisch weer te geven en te genereren.

WERKPLAN NA 1987

Na 1987 zal grote nadruk komen te liggen op de bestudering van de problemen rond zeer geavanceerde picture editors.

Van groot belang is hoe deze kunnen worden ingebed in applicaties of systeem componenten (b.v. een data base). Het beoogde resultaat is dat een interactieve applicatie drie toestanden kent: invoer of verandering van data, selectie van data, analyse van data.

De gebruiker moet zeer eenvoudig tussen deze toestanden kunnen switchen dan wel meerdere tegelijk actief kunnen maken. Huidige teksteditors zijn een voorbeeld van een switch tussen twee toestanden: invoer en selectie. Naast dit hoofdthema zal nog veel onderzoekswerk nodig zijn om grafische standaards (GKS - 3D en PHIGS) te koppelen aan modellensystemen. De interne structuur van modellen is gericht op snelle visualisatie, gegeven de huidige visualisatiefuncties. Bij voortschrijdende evolutie van deze elementaire functies zullen geheel nieuwe modellentechnieken mogelijk en ook nodig zijn om deze functies optimaal te gebruiken. Nieuwe mogelijkheden die in die periode geëxploreerd en eventueel onderzocht zullen worden, liggen op het gebied van rule-based graphics en multi-media.



TITEL: Interactieve werkstations

TITLE: Interactive workstations

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Interactieve, zgn. intelligente werkstations moeten beschikken over snelle en gevarieerde responsemechanismen in de vorm van o.a. echo's, beeldwisselingen en animaties. De responsemechanismen moeten rechtstreeks door het applicatieprogramma worden bestuurd, ten einde applicatie afhankelijke feedback in reële tijd te kunnen geven. Deze functionaliteit is essentieel voor zijn directe manipulatie, één van de ergonomische idealen.

Aan de hand van een model voor een dergelijk responsemechanisme wordt een nieuwe workstation-architectuur ontwikkeld (gedeeltelijk in hardware) waarmee directe manipulaties mogelijk zijn. Case studies zijn o.a. picture editors gebaseerd op patroonherkenning en geavanceerde 3D-rasterbeeldgeneratie.

TECHNICAL ABSTRACT

Interactive, so-called intelligent workstations must have fast and versatile response mechanisms, such as echoes, picture exchanges and animations. The application program must have direct control of the response mechanisms, in order to provide application-context dependent feedback in real-time. Such functionality is essential for so-called direct manipulation, one of the ergonomic ideals.

SAMENSTELLING GROEP

drs. C.L. Blom, drs. P.J.W. ten Hagen (projectleider), drs. A.A.M. Kuijk, drs. H. Schouten, ir. C.G. Trienekens, M. van Dijk (assistent), wetenschappelijk medewerker 2 (STW), wetenschappelijk medewerker 3 (p.m.)

SAMENWERKING

- 1 *In Nederland:*
Met TNO-IBBC, vooral vanwege de virtuele terminal en de picture editors.
Met U Twente, vooral vanwege de VLSI-implementatie van rasterprimitieven voor 3D.
- 2 *Internationaal:*
De afdeling IS is altijd actief betrokken bij een reeks van internationale workshops over window-manager graphics en VLSI voor graphics. TU Darmstadt en Rutherford Labs (UK)

AANVANG: 1984

CLASSIFICATIECODES

1980 Math. Subj. Class. : 69D54, 69K32
1982 CR Classification Scheme : I.3.6., D.4.7

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De ontwikkeling van een geavanceerd (grafisch) werkstation bestaat uit twee samenhangende activiteiten:

- fundamenteel onderzoek naar de basisfuncties;
- realisatie van deze functies in een experimenteel werkstation.

Op basis van het in 1986 grotendeels voltooide concept van een virtueel werkstation, dat beschikt over flexibele (want virtuele) invoermechanismen en resources voor uitvoer (vooral display resources, dankzij een ingebouwde window manager), kunnen thans feedback processen samengesteld worden die gebruik maken van een telkens wisselende combinatie van virtuele invoer- en uitvoermechanismen. Een ingebouwde scheduler zorgt voor koppeling in real-time aan fysieke mechanismen.

Een gebruiker ervaart zo'n werkstation als een verzameling vensters die ieder een ander zicht bieden op het (de) applicatie-proces(sen). Met elk van deze vensters is een andere verzameling invoermechanismen en feedback processen geassocieerd.

Het model voor het feedback proces bestaat uit een aantal componenten die ieder in het werkstation realiseerbaar moeten zijn:

- een visualiseringsschema van de feedback informatie, met inbegrip van de visualisering van kleine veranderingen in de feedback informatie.
- beschrijving van het visualiseringsmechanisme in de vorm van virtuele invoer- en uitvoermechanismen
- een collectie virtuele invoer configuraties (i.e. combinaties van optredende invoerwaarden) die ieder het feedback mechanisme activeren voor een rondgang: veranderende feedback informatie, visualisering -, i/o-mechanismen.
- een collectie condities waaronder de veranderende feedback informatie aan het applicaties programma wordt doorgegeven.

Aan de hand van het feedback procesmodel kunnen werkstationfuncties onderscheiden worden voor snelle visualisering en voor doeltreffende informatiestructurering voor het vinden van componenten en het leggen van correlaties. Het eerste vindt vooral plaats in het kader van het rastergrafische werkstationproject en het andere aan de hand van picture editing systemen.

WERKPLAN 1987

Het virtuele terminal concept en het feedback proces model zullen verder worden uitgewerkt. Een van de doelstellingen is uit het model af te leiden in welke mate prestatie en apparaat onafhankelijkheid tegelijk mogelijk zijn.

De voorstudie voor een context afhankelijke picture editor uit 1986 moet leiden tot een experimentele implementatie, waarbij gebruik gemaakt wordt van dialoogcellen (zie IS3). De studie in 1987 zal zich daarnaast verder concentreren op patroonherkenningstechnieken voor pictures ten behoeve van applicaties. Zowel de herkenningstechnieken als de attribuu stelsels moeten van adequate feedback processen kunnen worden voorzien.

Het STW project rastergrafiek moet in 1987 worden voortgezet met ontwerp

en simulatie van VLSI componenten voor snelle 3D-beeldgeneratie en beeldwisseling.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek met onder meer publikaties van de workstation architecturen met feedback proces ondersteuning, verdere ontwikkeling van de picture editor met mogelijk demonstraties van toepassingen en realisatie van het eerste prototype van het VLSI-bases rasterworkstation.

TITEL: Dialoogprogrammering

TITLE: Dialogue programming

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

In het project wordt beoogd een complete programmeermethode voor interactieve dialogen te ontwikkelen. Volgens deze methode worden dialoogprogramma's geschreven die niet alleen een dialoogtaal syntactisch vastleggen, maar ook alle daarmee verbonden effecten, zoals het veranderend beeld op een grafisch beeldscherm, de invoerprocedures met mouse en tablet, en ook de associaties met applicatieprocessen. Verder zal een programmeeromgeving worden ontworpen die de ontwikkeling en onderhoud van dialogen zal vergemakkelijken.

TECHNICAL ABSTRACT

The project is aimed at the development of a complete programming method for interactive dialogues. According to this method dialogue programs will be written which specify the syntax of a dialogue language for a given application. In addition the dialogue program also determines all external effects associated with this syntax such as, the specification of all input-output procedures and the associations with application processes.

SAMENSTELLING GROEP

drs. P.J.W. ten Hagen (projectleider)

drs. W. Eshuis

drs. H. Schouten

R. van Liere

ir. J. Rogier (TNO, gedetacheerd)

SAMENWERKING

- 1 *Nederland:* Er is intensieve samenwerking met TNO/IBBC. Er bestaat een actieve Nederlandse Werkgroep dialoogcellen met deelnemers van o.a. NLR, TNO, OCE, Philips, UvA. Daarnaast zijn er vergevorderde plannen om dialoogcellen toe te passen en verder te ontwikkelen binnen enkele SPIN-projecten en IOP's.
- 2 *Internationaal:* Samenwerking met TU Darmstadt (prof. Encanção) en met Universiteit van Tokyo (prof. Kimura).

AANVANG: 1983

CLASSIFICATIECODES

1980 Math. Subj. Class. : 69K36, 69D43

1982 CR Classification Scheme : I.3.6, H.1.2, D.2.2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

De communicatie tussen mens en machine-proces of tussen machine-processen onderling vindt veelal plaats in de vorm van een dialoog, een reeks uitwisselingen tussen mens en machine of tussen machines onderling. Onder dialoogprogrammering wordt verstaan het specificeren van mogelijke vragen en antwoorden, alsmede de toestand van de (zichtbare) interface (beeldscherm) gedurende elk moment in de dialoog. De door ons gekozen dialoogprogramma-methode is gebaseerd op het concept van dialoogcellen.

De uitdaging is 'gebruikersvriendelijke' systemen te maken d.w.z. begrijpelijke systemen waarmee de gebruiker op voldoende hoog niveau en zoveel mogelijk onder uitsluiting van desastreuze fouten kan communiceren.

Dialoogcellen

Het dialooggedeelte wordt geprogrammeerd met behulp van een z.g. input-output-eenheid (dialoogcel) die een complete beschrijving geeft van een stap in een dialoog, inclusief de veranderingen aan het gebruikersgrensvlak.

Dialoogcellen kunnen hiërarchisch geordend zijn analoog aan de wijze waarop subroutines andere subroutines aanroepen. Van deze hiërarchie zijn afgeleid de invoergrammatica, activering en deactivering van invoerprocessen, het genereren en in stand houden van terugkoppeling en tenslotte de structuur van intern op te bouwen waarden.

Dialoogcellen worden uitgevoerd onder controle van een monitor die de invoerparser stuurt, de invoerprocessen toewijst, het beeldscherm beheert, de communicatie met het algoritmische gedeelte verzorgt en tenslotte fout-behandeling mogelijk maakt.

De bedoeling is om in 1987 een professionele implementatie van het dialoog-systeem (DICE systeem) te produceren. Het DICE systeem zal als een fundamenteel stuk gereedschap moeten dienen om in eigen kring user interfaces te bouwen. Aan de hand van de opgedane ervaringen zal het DICE systeem alsmede de behaalde resultaten naar de industrie kunnen worden gebracht.

Thans is een prototype implementatie van het DICE systeem gereed. Hieronder valt een compiler die de nodige parse- en actie-tabellen genereert, een runtime systeem die de flow van de dialoog beheert en een parallele interface naar het grafisch basissysteem. Zowel de parallele invoer-parser als de parallele interface naar het grafisch basissysteem kunnen als aparte modules voor andere systemen worden gebruikt.

Verder is vanuit het CWI een Nederlandse werkgroep geformeerd bestaande uit vier leden van het CWI en een aantal medewerkers uit andere organisaties (TNO-IBBC, NLR, Philips, OCE). Deze werkgroep heeft als doel te onderzoeken in hoeverre het dialoogconcept, zoals het nu bestaat, toepasbaar is in grote applicaties (vooral voor CAD).

Het CWI dient met minimaal twee medewerkers bij het project betrokken te blijven, daar anders de stuwende kracht achter zowel onderzoek als ontwikkeling onvoldoende is. Verder zal, naarmate het systeem meer gebruikt wordt, meer mankracht nodig zijn om het systeem te onderhouden en produktierijp te

maken. Voor het project zijn nodig een hoogwaardige programmeeromgeving, alsmede twee interactieve grafische werkstations (b.v. een SUN met een bitmap display en een IBM5080 met een vector display). Voor de programmering van de werkstations wordt aangehaakt bij het interactieve werkstations project alsmede het STW-project voor rastergrafiek.

WERKPLAN 1987

- 1 De voltooiing van een professionele implementatie van een eerste versie van het DICE systeem. Hierin moet de parallele interface naar de applicatieprocessen veel aandacht krijgen.
- 2 Het specificeren en (gedeeltelijk) implementeren van een DICE programmeer omgeving. Deze zal in ieder geval de nodige basic cell bibliotheken bevatten. Verder zullen er trace, history en backtracking mechanismen in de omgeving aanwezig moeten zijn.
- 3 Het maken en evalueren van een aantal grote user interfaces. Het evalueren van het huidige DICE systeem zal gepaard gaan met het publiceren van een aantal conclusies. Dit zal leiden tot een boek over user interface mangement system tools.

WERKPLAN NA 1987

Voortzetting van het onderzoek. Dit zal vooral toegespitst zijn op:

- 1 Extensies van het DICE systeem. Gedacht wordt aan dialoogparameters, parametrisatie van het onderliggende grafische systeem (b.v. PHIGS, RGF) en adaptive control.
- 2 Het hiërarchisch model uitbreiden/vervangen door een netwerkachtige controlstructuur. Dit zal vooral toepassing vinden in machine-machine dialogen.
- 3 Andere toepassings gebieden; met name adaptive control en robotbesturing zullen de aandacht krijgen.



TITEL: *Intelligente CAD-systemen*

TITLE: *Intelligent CAD systems.*

SAMENVATTING VAN PROBLEEM- EN DOELSTELLING

Door inzet van methoden en technieken uit de kunstmatige intelligentie wordt gestreefd naar meer complete, geïntegreerde CAD-systemen met een hoogwaardige gebruikers interface. Er zijn twee deelprojecten:

IS4.1 *Intelligente CAD-systemen (NFI-project);*

IS4.2 *Methodenbanken.*

TECHNICAL ABSTRACT

The project will, through the use of AI based methods and techniques, attempt to produce CAD-systems which will be more complete, integrated and have a high quality user interface. There are two subprojects:

IS4.1 *Intelligent CAD systems (NFI-project);*

IS4.2 *Methodbases.*

SAMENSTELLING GROEP

drs. P.J.W. ten Hagen (projectleider)

dr. P. Bernus

dr. V. Akman (NFI)

drs. P.J. Veerkamp (NFI)

dr. T. Tomiyama

drs. W. Eshuis

wetenschappelijk medewerker 5 (SPIN)

wetenschappelijk medewerker 6 (IOP)

SAMENWERKING

IS 4.1: TNO-IBBC, University of Tokyo, Helsinki University of Technology, Computer and Automations Institute (Budapest).

IS 4.2: NLR, Fokker, FDO, CIAD.

AANVANG: 1985

CLASSIFICATIECODES

1980 Math. Subj. Class. : 69D22, 69D43, 69K10, 69L60, 69H20

1982 CR Classification Scheme : I.2.4, H.3.4, D.3.3, I.2.1, J6, H2

PROBLEEMSTELLING EN WETENSCHAPPELIJK BELANG

Computergesteund ontwerpen (CAD) is een breed gebied dat onder andere alle technische toepassingen omvat. Een individueel CAD-systeem is doorgaans een ad hoc verzameling ondersteunende programmatuur voor definitie, analyse en detaillering van gedeelten van een specifiek ontwerp. Een compleet ontwerp-systeem, laat staan een geïntegreerd ontwerp-systeem (i.e. de resulterende informatie past in een groter geheel voor verdere verwerking, zoals fabricage), is nog geen state of the art.

Het project beoogt een methode te ontwikkelen om een compleet ontwerp-proces te beschrijven als samenspel tussen gebruiker en assisterende programmatuur waarbij alle details die voor de ontwerper niet relevant zijn verborgen kunnen blijven (b.v. hoe wordt informatie tussen twee processen overgedragen). Het samenspel wordt gedefinieerd met behulp van zgn. scenario's. Een regel in een scenario bestaat uit een conditie, een gebruikersinteractie en een CAD-systeemactie. Een inferentie-mechanisme bepaalt welke regels uit het scenario geldig zijn. Voor een geldige regel is tevens afgeleid hoe gebruikersactie en CAD-actie samenwerken.

Deze methode zou ertoe leiden dat zgn. CAD-rompsystemen kunnen worden ontwikkeld die op eenvoudige wijze tot een systeem voor een actuele toepassing kunnen worden uitgebreid. Uiteindelijk zou het mogelijk moeten zijn dat een gebruiker zijn CAD-systeem voor een volgende ontwerpsituatie kan instellen. In zo'n basissysteem moet nieuwe, ondersteunende programmatuur op eenvoudige wijze kunnen worden opgenomen. Met de komst van toepasbare AI-technieken moet aan dit scala van ondersteunende berekeningen een nieuwe, omvangrijke categorie worden toegevoegd. Een CAD-systeem-ontwikkelaar ziet zich geconfronteerd met een grote verscheidenheid aan berekeningsmethoden en bijbehorende gegevenspresentaties van essentieel dezelfde informatie.

In het kader van dit project worden een aantal fundamentele kwesties onderzocht. De eerste is: in hoeverre AI-technieken kunnen worden ontwikkeld die nodig zijn voor de complexe controle structuur van geavanceerde CAD-systemen.

Daarnaast wordt de integratieproblematiek benaderd vanuit de AI-optiek door de actuele correspondenties tussen diverse representaties eveneens met inferentie-methoden te kunnen vaststellen. Een gebruiker van een CAD-systeem loopt het gevaar voortdurend in een ander oerwoud van gebruikersdetails terecht te komen.

Om dit te voorkomen moet een uniforme, consistente gebruikersinterface bestaan waaraan elk deelprogramma ondergeschikt moet worden gemaakt. Deze tekortkomingen moeten op scenario-niveau worden uitgewerkt.

De gebruikersinterface zal worden geënt op een nog nader uit te werken concept van een geformaliseerd ontwerp-proces. In dat kader is het mogelijk te spreken over zaken zoals: momentane doelstelling, ontwerp-historie en context-afhankelijke visualisaties.

WERKPLAN 1987

- IS4.1 In 1987 ligt sterk de nadruk op de theoretische studie van het ontwerpproces en de formele beschrijving. Tevens wordt een begin gemaakt met de specificatie-taal voor scenario's (IDDL). Aan het ontwerpproces zal een workshop worden gewijd.
- IS4.2 Het Methodenbanken-deelproject richt zich vooral op de koppeling van CAD-methoden (b.v. technische berekeningen). Hierbij moet informatie geëxtraheerd, geconverteerd en uitgewisseld worden. Voor dit doel wordt onder meer een uitgebreid gegevens-afbeeldings-mechanisme ontwikkeld, dat sterk geënt is op dialoog-beelden (zie IS 3).

WERKPLAN NA 1987

- IS4.1 Implementatie van een prototype van een intelligent CAD-systeem en evaluatie.
- IS4.2 Implementatie van methodenkoppeling en aansluiting op een gebruikers interface-systeem.

Sector Computersystemen en Telematica

De sector Computer Systemen en Telematica (CST), die op 1 januari 1986 uit het Computerlaboratorium van de toenmalige Dienst Opdrachten en Ondersteuning ontstond, heeft als voornaamste taak het verzorgen van computerfaciliteiten voor de wetenschappelijke afdelingen en de ondersteunende sectoren van het CWI. Dit werk valt in twee activiteiten uiteen: (1) aanschaf en onderhoud van apparatuur en bijbehorende software en (2) onderzoek en ontwikkeling van nieuwe software die van nut is voor de wetenschappelijke afdelingen.

Het beleid ten aanzien van de eerste hoofdactiviteit is de wetenschappelijke afdelingen te voorzien van geavanceerde apparatuur van voldoende capaciteit. Dit beleid is de laatste jaren ernstig belemmerd door groot gebrek aan menskracht en aan financiële middelen. Daarnaast breidt computergebruik door de wiskunde-afdelingen en de niet-wetenschappelijke afdelingen zich enorm uit. Nietemin blijft het beleid gericht op het realiseren van voldoende en uitstekende computerfaciliteiten.

Het geprefereerde bedrijfssysteem in de wetenschappelijke afdelingen is UNIX. Naast de UNIX-systemen is er echter een groeiend aantal personal computers, zoals de MacIntosh, die voornamelijk worden gebruikt voor het invoeren van tekst. Langzamerhand zullen de grote UNIX-machines worden aangevuld door UNIX-werkstations, die nu eindelijk een betere prijs/prestatie verhouding beginnen te vertonen dan de grote machines. Verder neemt het gebruik van speciale apparatuur toe. Er komen bijvoorbeeld Smalltalk-machines, Prolog-machines en Lisp-machines.

Door deze ontwikkelingen zal meer menskracht nodig zijn voor onderhoud. Het aantal machines neemt toe, maar ook de diversiteit van de systemen. Vooral dit laatste moet enigszins worden beperkt om toch een onderhoudbaar machinepark te houden.

De tweede hoofdactiviteit van de afdeling CST is onderzoek en ontwikkeling. Er zal in 1987 een drietal projecten in uitvoering zijn. Naast deze projecten is er een voortdurende stroom van kleinere activiteiten: ontwikkeling van software ten behoeve van onderzoekers; installatie van nieuwe apparatuur, hetgeen vaak het nodige programmeerwerk met zich meebrengt; adviezen voor apparatuuraanschaf, en nog vele andere. Hieronder volgt een korte beschrijving van de drie projecten.

NETWERKEN

Het CWI is al jaren de spil van EU-net, het Europese deel van het wereldwijde UNIX-netwerk. Ooit is dat netwerk begonnen als een netwerkje via telefoonverbindingen, maar die tijd ligt nu ver achter ons: het UNIX-netwerk alleen al telt nu tussen de 10.000 en 15.000 aangesloten systemen. Ook wordt het verkeer niet meer alleen over telefoonlijnen gevoerd, maar over een verscheidenheid van andere media, zoals X.25 (Datanet1), vaste lijnen en Ethernet. Bovendien kunnen via *gateways* nog andere netwerken bereikt worden, waarvan sommige ook wereldwijd. Al met al kunnen naar schatting tenminste zo'n 30.000 systemen wereldwijd bereikt worden. Het CWI verzorgt zo'n *gateway* functie naar verscheidene netwerken.

Het netwerkproject is zeer belangrijk gebleken voor de internationale zichtbaarheid van het CWI in de wereld. En met dit al heeft de afdeling CST zich een belangrijke positie in de standaardisatie en ontwikkeling van netwerken in Europa verworven: zowel in nationaal als internationaal verband nemen leden van CST deel aan netwerkprojecten. Het project zal ook in 1987 worden voortgezet door de implementatie en realisatie van standaarden op netwerkgebied en een verdere medewerking aan de integratie van de diverse bestaande en/of geplande Europese netwerken.

TEKSTVERWERKING

De naam die het CWI heeft opgebouwd als producent van prima verzorgde wiskundige publikaties moet behouden blijven. Hiervoor is het noodzakelijk de fotozetfaciliteiten voortdurend te verbeteren. Op het ogenblik wordt gewerkt aan een project om op verschillende uitvoerapparaten (diverse bitmapped displays en laser printers) zogenaamde *previewing* te doen van zetsel voor de fotozetmachine. Verder moet het eenvoudiger worden om met vrijwel dezelfde commando's uitvoer te verkrijgen op de verschillende uitvoermedia. Tevens zal worden gewerkt aan de verbetering van het invoeren van wiskundige tekst. Het is de bedoeling programmatuur te ontwikkelen waardoor de onderzoeker cq. typiste op het scherm direct de gezette tekst te zien krijgt. Dit project zal hopelijk worden gefinancierd door de Europese Commissie in het kader van het Euromath project en wordt uitgevoerd in samenwerking met de afdeling Programmatuur van de Vrije Universiteit Amsterdam.

EUROMATH

De afdeling CST hoopt vanaf januari 1987 een rol te spelen in het zogenaamde Euromath project, waarvoor in juni 1986 een aanvraag is ingediend bij de Stimulation Action van de EC. Dit project behelst het opzetten van een netwerkinfrastructuur voor Europese wiskundigen waarmee zij elektronische post, waaronder wiskundige documenten, en nieuws kunnen uitwisselen. Ook komt er een Europese literatuurdatabase die vanuit elk participierend instituut zal kunnen worden geraadpleegd.

Als een van drie of vier partners zal CST in dit project R&D werk verrichten op het gebied van netwerken en tekstverwerking. Met name is het de bedoeling een document-editor te vervaardigen voor documenten met wiskundige tekst, plaatjes, grafieken, enz., en wel zo dat het scherm voortdurend zoveel mogelijk toont hoe het uiteindelijke document er uit komt te zien. Het ziet er naar uit dat dit werk ook van betekenis is voor het CWI, met name voor de groep tekstverwerking van de Publikatiedienst.

Sector
Computersystemen en Telematica

LIJST VAN PROJECTEN

CST1 Netwerken

CST2 Tekstverwerking

CST3 Euromath

Verdeling van de beschikbare personele capaciteit over de projecten

COMPUTERSYSTEMEN EN TELEMATICA		
Naam	werktijd in fte	totaal in manjaar
Beertema	1.00	1.00
Akkerhuis	1.00	1.00
Draper	1.00	1.00
Kuiper	1.00	1.00
IJsselstein	0.70	0.70
Rahmani	1.00	1.00
Karrenberg	1.00	0.92
Gronke	1.00	1.00
Orange	1.00	1.00
chef	1.00	0.58
prog 1	1.00	P.M.
prog 2	1.00	P.M.
tot. reg. aangest.		8.62
nieuwe aanvr.		0.58
TOTAAL		9.20