

# Simulatie van probleemgestuurde dialogen

Y. F. BARNARD, G. ERKENS,  
G. KANSELAAR en J. L. VAN DER  
LINDEN  
*DSA-project, Vakgroep Onderwijskunde,  
Rijksuniversiteit, Utrecht*

## Samenvatting

*Het hier beschreven onderzoek heeft tot doel inzicht te verwerven in de relatie tussen informatie uitwisselen en informatie verwerken bij coöperatief probleemoplossen. Taakdialogen tussen 10-12 jarige leerlingen, die gezamenlijk een probleem oplossen, worden geanalyseerd en gesimuleerd met behulp van een artificieel intelligent computerprogramma. Dit simulatieprogramma is gebaseerd op een theoretisch model van de relatie tussen probleemoplossen en dialoogvoeren. Het programma bouwt frames op waarin de stand van zaken van het probleemoplossen en dialoogvoeren, met inbegrip van ideeën omtrent de stand van zaken bij de partner, worden bijgehouden. Simulatiemodellen van de individuele leerlingen worden geconstrueerd door middel van protocolanalyse van de dialogen. Deze analyses en simulaties kunnen het inzicht verschaffen dat nodig is voor de bouw van een intelligent computerondersteund onderwijsprogramma dat met de leerling kan 'meedenken' en samenwerken bij het probleemoplossen.*

## 1 Inleiding

### 1.1 Overdracht en verwerking van informatie

Er is nog betrekkelijk weinig onderzoek gedaan naar de vraag hoe in natuurlijke onderwijsleersituaties de coördinatie tussen overdracht en verwerking van informatie bij leerlingen verloopt. Dit geldt zowel voor de interactie tussen leerlingen onderling als tussen leerling en computer.

In het project 'Dialog Structuur Analyse bij interactief probleemoplossen' (DSA-project, SVO 203.4237) wordt getracht meer

inzicht te verwerven in de relatie tussen verwerking en uitwisseling van informatie bij het coöperatief probleemoplossen. Centraal staat hierbij de vraag hoe bij leerlingen in een situatie waarin zij met elkaar een probleem moeten oplossen het communicatieve proces gecontroleerd wordt door het proces van probleemoplossen, en hoe omgekeerd het communicatieve proces het probleemoplossen beïnvloedt. Om deze vraagstelling te onderzoeken worden dialogen tussen leerlingen binnen een beperkt, maar semantisch rijk domein geanalyseerd en met behulp van een 'artificieel intelligent' computerprogramma gesimuleerd. Uiteindelijk doel van het DSA-project is de ontwikkeling van een prototype van een 'coöperatief' computerondersteund onderwijsleerprogramma. Het project is dan ook verbonden met twee gebieden van onderzoek: dat naar computerondersteund onderwijs en dat naar coöperatief leren. Het DSA-project is gepland in drie fasen:

1. In de eerste fase worden taakdialogen van samenwerkende leerlingen met behulp van protocolanalyse onderzocht om op basis hiervan te komen tot de ontwikkeling van een artificieel intelligent computerprogramma dat deze dialogen kan analyseren en simuleren.
2. In de tweede fase zal het ontwikkelde programma omgezet worden in een dialoogmonitor voor de interactie van een leerling met het systeem bij het gezamenlijke probleemoplossen.
3. In de derde fase zullen effecten op het proces van probleemoplossen bij leerlingen onder verschillende condities van expertise-niveau en communicatieve vaardigheden van de kant van de dialoog-monitor worden nagegaan.

December 1986 bevond het project zich in de eerste fase en werd gewerkt aan de implementatie van het simulatie- en analyseprogramma. Het totale project zal vier jaar duren.

Eerst zal nader worden ingegaan op de ontwikkelingen in onderzoek met betrekking tot de interactie met de leerling bij computerondersteund onderwijs en vervolgens op de inter-

actie tussen leerlingen bij coöperatief leren. Vervolgens zullen de theorievorming en programmaconstructie in het DSA-project worden beschreven.

### 1.2 *Interactie met de leerling bij computerondersteund onderwijs*

Naarmate meer onderzoek op het gebied van (intelligent) computerondersteund onderwijs wordt verricht, wordt duidelijker dat de wijze waarop programma's en leerlingen interacteren van essentieel belang is. De effectiviteit van dit soort computerprogramma's hangt voor een groot deel af van de mate waarin het programma in staat is de eigen handelingen (bijvoorbeeld het stellen van vragen, het geven van suggesties of voorbeelden) af te stemmen op en te coördineren met die van de leerling. De informatie, die door het programma wordt overgebracht of opgevraagd, zal zo nauw mogelijk moeten aansluiten bij het proces van het verwerken van deze informatie bij de leerling.

Veel onderzoek op het gebied van artificieel intelligent computerondersteund onderwijs is gericht op de beantwoording van domeininhoudelijke en didactische vragen. Inhoudelijk gaat het daarbij enerzijds om de wijze waarop kennis en vaardigheden in het te onderwijzen domein gerepresenteerd dienen te worden. Anderzijds wordt onderzocht hoe door het opbouwen van zogenaamde leerlingmodellen hiaten in kennis, misvattingen en gebreken in vaardigheden gedurende het leerproces onderkend kunnen worden (Wielinga, 1985; zie ook het artikel van Bierman en Kamsteeg in dit nummer). Didactisch gaat het met name om de structurering en sequentering van de leerstof en de wijze waarop de feedback en coaching vanuit een algemeen didactisch model vorm gegeven moet worden.

Te weinig is echter nog bekend over de mogelijkheden om daarbij tot een flexibele interactie te komen en tot aanpassing van het programma aan het functioneren van de individuele leerling. Dit kan als één van de moeilijkst te realiseren vereisten voor de ontwikkeling van artificieel intelligent computerondersteund onderwijs gezien worden. Drie van de vier knelpunten, die Sleeman en Brown (1982, blz. 3) in hun overzicht van de stand van zaken op dit terrein aangeven, hebben met dit probleem van coördinatie in de interactie tussen computer en leerling te maken. Deze knelpunten betreffen de over- of onderschatting van

het kennisniveau van de leerling, het omgaan met het gebruik van idiosyncratische begrippen van de leerling en het opleggen van beperkingen aan de leerling in dialoogvoering waarmee ook de diagnostische mogelijkheden worden ingeperkt (zie hiervoor ook de beschreven didactische functies uit het courseware-beoordelingsinstrument van Kanselaar, Vossen, Van de Perel, Havekes & Stevens, 1986).

Deze coördinatie is des te meer noodzakelijk bij artificieel intelligent computerondersteunde onderwijsprogramma's waar het initiatief tot het stellen van vragen en het bepalen van het te doorlopen leerpad voor een gedeelte bij de leerling zelf ligt. Programma's die tot doel hebben om leerlingen te begeleiden of met de leerling samen te werken hebben dan ook uitgebreide en flexibele communicatiemogelijkheden nodig op basis waarvan deze coördinatie tot stand kan komen. In het model dat zo'n programma van de leerling opbouwt zal dan ook naast informatie over het inhoudelijke kennisniveau eveneens informatie over het verloop van het communicatieve proces en de communicatieve handelingen van de kant van de leerling moeten worden opgeslagen.

### 1.3 *Interactie tussen leerlingen bij coöperatief leren*

Om meer te weten te komen over de coördinatie tussen communicatieve processen en probleemoplossingsprocessen is het noodzakelijk de interactie tussen deze processen bij samenwerkende leerlingen stap voor stap te onderzoeken. Dit is een benadering die binnen de invalshoek van coöperatief leren nog maar sporadisch is gevolgd (Webb, 1982), al is de wens daartoe veelvuldig geuit (Cooper & Cooper, 1984; Vedder, 1985b).

Veel onderzoek naar coöperatief leren is gericht op de voorwaarden en effectiviteit waaraan deze vorm van leren moet voldoen. De resultaten van de effectstudies naar vormen van samenwerkend leren geven over het algemeen een positief beeld: kinderen blijken van elkaar te kunnen leren bij het gezamenlijk werken aan een taak (Vedder, 1985a). Soms is het leereffect beperkt tot de kwaliteit van het groepsfunctioneren en/of het groepsprodukt. Veelal is er echter ook sprake van vooruitgang op individueel niveau. Een vooruitgang die in sommige gevallen groter is dan van (vergelijkbare) kinderen die individueel aan soortgelijke

opgaven hebben gewerkt (Doise & Mugny, 1984). Tegenstrijdige resultaten zijn gevonden bij samenwerking onder min of meer natuurlijke omstandigheden in de klas (Van Oudenhoven, Wiersma & Van Yperen, 1987, Vedder, 1985b).

Vanzelfsprekend treden bovengenoemde effecten niet zo maar op. Een onderwijsleersituatie dient hiervoor aan zekere voorwaarden te voldoen. Het meest effectief blijken volgens Fraser en Walberg (1984) die coöperatieve leervormen waarbij sprake is van groepsbeloning, persoonlijke verantwoordelijkheid voor het groepsresultaat, noodzaak tot coördinatie van activiteiten, noodzaak tot cognitieve herstructurering en een constructief cognitief conflict. Er is sprake van een constructief cognitief conflict bij een taaksituatie waarin een discrepantie bestaat tussen informatie of kennisniveau van de leerlingen onderling en waarbij het voor de leerlingen noodzakelijk is deze discrepantie gezamenlijk op te heffen. Onduidelijk is echter hoe deze kenmerken in de daadwerkelijke interactie tussen leerlingen het communicatieve proces tijdens het oplossen van problemen bepalen. Om hier meer inzicht in te verkrijgen is procesgericht onderzoek noodzakelijk.

#### 1.4 Het simulatie onderzoek

Om de relatie tussen probleemoplossen en dialoogvoeren stap voor stap te kunnen bestuderen wordt in het DSA-project gewerkt met de methode van simulatie. Een computerpro-

gramma wordt ontwikkeld dat de interactie zoals die wordt waargenomen tussen leerlingen tracht te simuleren op basis van een systeem van regels die achterliggende, cognitieve processen van de individuele leerlingen representeren. In dit artikel zullen we de achtergronden en opbouw van dit programma beschrijven.







In de volgende paragrafen zullen we eerst dieper ingaan op het gebruikte materiaal. Vervolgens wordt het theoretische model beschreven dat ten grondslag ligt aan het simulatieprogramma. Daarna worden de verschillende onderdelen van het programma aan de orde gesteld. Ten slotte wordt ingegaan op toekomstig onderzoek en de mogelijke toepassingen in het onderwijs.

## 2 Proefpersonen, taak en data

In het DSA-project wordt gebruik gemaakt van gegevens die verzameld zijn in het afgesloten SVO-project 'Sociaal gedrag en cognitief functioneren' (Erkens, Kanselaar & Van der Linden, 1983).

De proefpersonen waren kinderen uit de hoogste klassen van het basisonderwijs.

De samenwerkingstaak wordt de Tententaak genoemd. Deze taak werd speciaal geconstrueerd voor onderzoek naar de relatie tussen cognitieve en communicatieve processen bij probleemoplossen. De taak is ontwikkeld naar analogie van de zogenaamde

TENT:	 WIT	 BLAUW	 ROOD	 GEEL	 BRUIN	 ORANJE
1) NAAM:						
2) KLAS:						
3) STAD:						
4) SPORT:						
5) KAN GOED OPSCHIETEN MET:						
6) KAN SLECHT OPSCHIETEN MET:						

Figuur 1 Tentenschema, oplossingsmatrix van de Tententaak

'Smith, Jones and Robinson'-problemen (Wickelgren, 1974), tegenwoordig wel logigrammen genoemd. In de instructie wordt de volgende situatie beschreven: twee van zes (denkbeeldige) kinderen die meedoen aan een kampeerweek hebben ieder een verschillende brief geschreven over de zes kinderen. In de reële onderzoekssituatie moeten de proefpersonen in tweetallen de taak uitvoeren. Zij krijgen ieder één brief en moeten gezamenlijk proberen er achter te komen wie in welke tent slaapt, wie uit welke stad komt, wie in welke klas zit, wie aan welke sport doet, wie met elkaar goed en wie met elkaar slecht op kan schieten. De gemeenschappelijk gevonden oplossingen moeten in het Tentenschema, een matrix van de zes tenten bij de zes bovengenoemde kenmerken, worden ingevuld (zie Figuur 1).

De Tententaak bestaat in feite uit een reeks van 36 subproblemen, die voor een deel onderling afhankelijk van elkaar zijn. De gegevens, die gecombineerd moeten worden om de Tententaak te kunnen oplossen, zijn met behulp van de twee brieven over de beide leerlingen verdeeld. Door deze splitsing van informatie wordt het hardop praten door de leerlingen over het bereiken van een oplossing gestimuleerd. Wij zien deze opzet dan ook als een mogelijk alternatief voor het verkrijgen van hardop-denken-protocollen bij jongere leerlingen.

Bij de constructie van de taak is rekening gehouden met enkele belangrijke voorwaarden voor succesvolle coöperatieve leervormen die in paragraaf 1.3 zijn genoemd. Ten eerste is de taak zo geconstrueerd dat samenwerking, in de betekenis van informatie-uitwisseling en coördinatie, noodzakelijk is voor de uitvoering van de taak: elke leerling beschikt over een deel van de informatie die voor de oplossing van de taak vereist is. Samenwerken wordt op deze manier gedefinieerd in communicatieve zin: een proces van wederzijdse coördinatie in handelen en informatie-uitwisseling in een taaksituatie (Erkens et al., 1983). Ten tweede is de taak zo vormgegeven dat de verschillende denkstappen tijdens het oplossen van het probleem, via expliciete, voornamelijk communicatieve, handelingen van de groepsleden, observeerbaar worden. Hierdoor is het mogelijk het proces van samenwerken bij het gezamenlijk probleemoplossen gedetailleerd te onderzoeken.

Twee voorwaarden bij de constructie, te weten, een niet te eenvoudige probleemstructuur en argumentatie binnen een beperkte, maar semantisch rijke 'micro-world', zijn eveneens gekozen vanuit overwegingen van observeerbaarheid. Hoewel de Tententaak geen schoolse taak is, is bij de constructie rekening gehouden met de generaliseerbaarheid naar taken waarbij de opbouw van een logisch consistent netwerk eveneens centraal staat (zie verder Barnard, Erkens, Kanselaar, Van der Linden & Sandberg, 1986).

Als data voor het onderzoek wordt gebruik gemaakt van protocollen van Tententaak-dialogen tussen leerlingen, zoals die met een videorecorder zijn geregistreerd. Alle uitspraken in de dialoog worden hiervoor gecodeerd met behulp van een semi-automatisch protocolleringssysteem. Dit verbaal observatiesysteem, VOS-systeem genaamd, is een uitgebreid en fijnschalig systeem (ongeveer 300 categorieën) dat speciaal werd ontwikkeld om zowel propositionele inhoud als communicatieve kenmerken van afzonderlijke uitspraken om te zetten in een linguïstisch primitieve grammatica. Door gebruik te maken van het VOS-systeem worden uitspraken met dezelfde inhoud en met een zelfde communicatieve functie hetzelfde gescoord zonder dat rekening wordt gehouden met de letterlijke verwoording. Bijvoorbeeld de propositionele inhoud van de mededelende uitspraken 'Piet zit in de witte tent' en 'In wit slaapt Piet' worden beide gescoord als 'tent, Piet, wit'. Bij een zogenaamde verificatie-vraag 'Slaapt Piet in de witte tent?' wordt dezelfde propositionele inhoud met een andere communicatieve functie geprotocoleerd. Voor een uitgebreide beschrijving van het VOS-systeem wordt verwezen naar Erkens, Kanselaar en Van der Linden (1986).

### 3 *Model van probleemoplossen en informatie-overdracht*

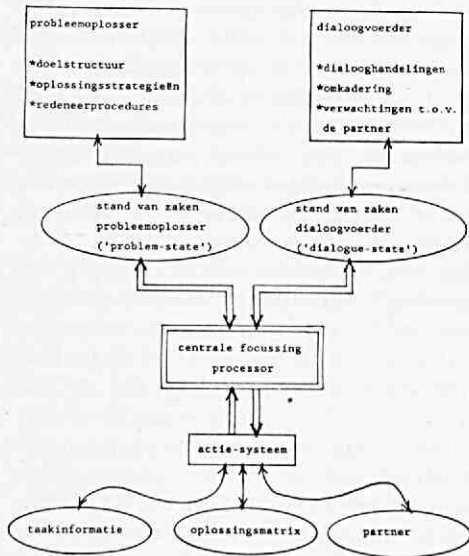
Bij dit soort taken, waarin overdracht van informatie centraal staan, is de relatie tussen het proces van probleemoplossing en dialoogvoering zeer complex. Om beide processen en hun onderlinge relatie te onderzoeken trachten we simulaties te maken van de dialoogprotocollen. Hiertoe wordt een computerprogramma geconstrueerd dat de simulatie kan



uitvoeren. Dit programma is gebaseerd op een theoretisch model van de relatie tussen probleemoplossen en overdracht van informatie.

Het theoretische model is ontwikkeld op basis van gegevens uit de literatuur (met name: Grosz, 1978; Clancey, 1982; Fortescue, 1980; Reichman, 1985) en op basis van vooranalyses van enkele dialoogprotocollen. Het model omvat een aantal cognitieve deelsystemen van informatieverwerking en specificeert de relaties, die verwacht worden tussen deze deelsystemen bij de individuele leerling in de interactie met de buitenwereld, waaronder de samenwerkingspartner.

In Figuur 2 wordt dit model van probleemoplossen en informatie-overdracht voor één leerling in de coöperatieve taaksituatie weergegeven.



Figuur 2 Model van probleemoplossen en dialoogvoeren

In dit model representeren de 'taak-informatie', de 'oplossingsmatrix' (met de tot dan toe gevonden oplossingen) en de 'partner' de externe informatiebronnen waarmee de samenwerkende leerling communiceert. Van de partner kan een soortgelijk model worden opgebouwd. Het 'actie-systeem' is het kanaal waarlangs interactie plaatsvindt met de buitenwereld. Intern zijn er drie componenten gedacht die de inkomende en uitgaande informatie verwerken, namelijk de 'probleemop-

losser', de 'dialoogvoerder' en de 'centrale focussing processor'. De pijlen geven de interne informatie-overdracht aan tussen de onderscheiden componenten. De dubbele pijlen vanuit de centrale focussing processor geven een sturingsfunctie aan.

De probleemoplosser bevat kennis van probleemoplossingsprocedures, regels die aangeven welke (sub)problemen op welke wijze aangepakt en opgelost kunnen worden.

De dialoogvoerder bezit kennis over dialooghandelingen, dat wil zeggen over de vorm van uitspraken waarmee informatie kan worden overgebracht en reacties bij de partner kunnen worden uitgelokt. Tevens kan de dialoogvoerder binnenkomende dialooghandelingen van de partner analyseren. De dialoogvoerder bevat ook regels over wanneer welke dialooghandeling op zijn plaats is (bijvoorbeeld een vraag stellen of een opmerking maken) en regels over hoe die dialooghandeling het beste omkaderd kan worden. De omkadering, of illocutie (Searle, 1969), representeert de expliciete meta-communicatieve boodschap, waarmee een spreker kan aangeven hoe de informatie in zijn uitspraak door de toehoorder geïnterpreteerd dient te worden. Vergelijk bijvoorbeeld het verschil in interpretatie van de mededeling 'Ik weet zeker, dat (...Piet in de witte tent zit)' met 'Ik denk, dat (...Piet in de witte tent zit)'. Deze component bevat verder regels die inferenties kunnen maken over hoe de partner naar verwachting zal reageren op een dialooghandeling van de spreker. Een voorbeeld hiervan is de verwachting dat op een vraag een antwoord van de ander zal volgen. Ten slotte bevat de dialoogvoerder inferentieregels waarmee getracht wordt een beeld te vormen van de cognitieve activiteiten die zich op dat moment bij de ander afspelen. Bijvoorbeeld uit het zwijgen van de partner kan afgeleid worden dat deze mogelijk op zoek is naar informatie uit de eigen brief.

Beide componenten werken met informatie die opgeslagen is in een werkgeheugen (de 'stand van zaken' van probleemoplosser, respectievelijk dialoogvoerder); daarin wordt de relevante informatie op een bepaald moment in het proces van probleemoplossen en dialoogvoering vastgehouden.

De centrale rol in het model wordt vervuld door de centrale focussing processor. Dit onderdeel bepaalt de stroom van informatie, zowel tussen de diverse componenten als van

en naar de buitenwereld. Zoals in Figuur 2 wordt aangegeven vindt geen directe informatie-overdracht tussen de probleemoplosser en de dialoogvoerder plaats. De focussing processor combineert de resultaten van de probleemoplosser en de dialoogvoerder. Een belangrijke taak daarbij is het bepalen van de keuze tussen verschillende acties die gesuggereerd worden door probleemoplosser, door dialoogvoerder of door de inkomende uitspraken van de partner.

In de volgende paragraaf zal de werking van de centrale focussing processor en van de beide andere componenten in het simulatieprogramma nader worden toegelicht en geïllustreerd.

#### 4 *Simulatie en analyseprogramma*

Op basis van het theoretische model is een computerprogramma, DSA-programma genaamd, in ontwikkeling dat uiteindelijk de protocollen stap voor stap moet simuleren. Het DSA-programma bestaat uit twee subprogramma's.

Het eerste subprogramma, het simulatieprogramma, is opgebouwd uit drie modules volgens de structuur van Figuur 2. Deze drie modules representeren de probleemoplosser (zie paragraaf 4.1), de dialoogvoerder (zie paragraaf 4.2) en de centrale focussing processor (zie paragraaf 4.3). In het simulatieprogramma worden voor beide leerlingen afzonderlijk simulatiemodellen bestaande uit deze drie componenten opgebouwd. Beide simulatiemodellen kunnen via het actie-systeem (zie Figuur 2) met elkaar communiceren in termen van het VOS-systeem. Tijdens simulatie wordt getracht de volgende uitspraak te voorspellen op grond van de laatste uitspraken van de partner en van de te simuleren leerling zelf. De twee eerste modules hebben elk een eigen werkgeheugen, respectievelijk de 'problem-state' en de 'dialogue-state'. De problem-state representeert de stand van zaken van de probleemoplosser, de dialogue-state de stand van zaken van de dialoogvoerder. De problem-state en de dialogue-state worden opgebouwd in de vorm van 'frames'. In deze frames wordt de stand van zaken voor allerlei verschillende aspecten van het proces van probleemoplossing en dialoogvoering bijgehouden en tijdelijk opgeslagen. De frames worden behalve

door de probleemoplosser en de dialoogvoerder, gedeeltelijk ook geactualiseerd door de centrale focussing processor.

Het tweede subprogramma is het analyseprogramma (zie paragraaf 4.4). Dit programma volgt een, met het VOS-systeem getranscripteerd protocol regel voor regel. Het vergelijkt de simulatiemodellen, zoals die door het simulatieprogramma voor de afzonderlijke leerlingen zijn geconstrueerd, met het waargenomen gedrag van de leerlingen en tracht de modellen op grond van die vergelijking te beperken of bij te stellen.

##### 4.1 *Probleemoplosser*

De probleemoplosser bevat een systeem van oplossingsprocedures, taakstrategieën en inferentieregels. Middels een doelstructuur wordt de volgorde van op te lossen subproblemen bepaald. De probleemoplosser probeert subproblemen op zo gedetailleerd mogelijke wijze op te lossen om aldus de afzonderlijke stappen van een leerling te kunnen volgen en te kunnen simuleren. De probleemoplosser kan derhalve ook misvattingen en incorrecte regels, die bij een leerling worden waargenomen, omvatten. De module tracht een oplossing te vinden voor de subproblemen op de volgende wijze:

Stap 1:

De volgorde van de te behandelen subproblemen wordt bepaald. Bijvoorbeeld: 'Nu verder met klas'.

Stap 2:

De module krijgt als doel om één bepaald subprobleem op te lossen. Bijvoorbeeld: 'In welke klas zit Jan?'.

Stap 3:

De module gaat na of de oplossing al in de oplossingsmatrix of in het geheugen staat. Zo niet, dan wordt naar informatie gezocht die gebruikt kan worden bij de oplossing van het subprobleem. Bijvoorbeeld: gevonden wordt de overeenkomst van kenmerken 'Jan en Joke zitten in dezelfde klas'.

Stap 4:

Getracht wordt de in stap 3 gevonden regel toe te passen op het doel. Bijvoorbeeld: indien voor een bepaald subprobleem informatie over de overeenkomst van kenmerken gevonden wordt met betrekking tot een andere persoon, probeer dan via het kenmerk van deze ander het gestelde subprobleem op te lossen; dus als 'Klas van Joke is vijfde', dan kan 'Klas van Jan is vijfde' worden afgeleid.

#### Stap 5:

Nagegaan wordt of er slechts één mogelijke oplossing is overgebleven. Is dit niet het geval dan wordt naar stap 3 teruggegaan. De stappen 3, 4 en 5 zijn onderling afhankelijk en worden net zo lang herhaald tot een oplossing is gevonden of tot geen nieuwe relevante informatie wordt gevonden en teruggegaan moet worden naar stap 2.

#### Stap 6:

De gevonden oplossing wordt opgeslagen in het werkgeheugen en, indien mogelijk, in de oplossingsmatrix ingevuld. Bijvoorbeeld: de gevonden oplossing 'Klas van Jan is de vijfde' kan pas in de oplossingsmatrix worden ingevuld, indien het subprobleem 'Tent van Jan is ...?' reeds eerder was opgelost en ingevuld.

De doelen en (tussen)resultaten van de probleemoplosser worden, zoals vermeld, opgeslagen in de zogenaamde problem-state. Het frame van de probleemoplosser dat de stand van zaken op een bepaald moment van probleemoplossing weergeeft, kent onder meer de volgende velden of 'frame slots':

1. het globale onderwerp, de probleemoplossingsfase waar de te simuleren leerling zich in bevindt;
2. het doel, het subprobleem waar de probleemoplosser, c.q. leerling, op dat moment mee bezig is;
3. de mogelijke (tussen)oplossingen die voor het subprobleem zijn gevonden, dan wel de informatie of de regel die de leerling gevonden heeft en die van toepassing is op het subprobleem;
4. de zekerheidswaarde (of waarschijnlijkheid) van de oplossingen of informatie in slot 3. De mate van zekerheid van een gevonden oplossing varieert met de complexiteit van de gevolgde redeneerprocedures en met de 'afstand' tot de informatiebron;
5. de huidige activiteit van de probleemoplosser, bijvoorbeeld het 'zoeken in de brief' of het 'toepassen van een regel'.

#### 4.2 De dialoogvoerder

De dialoogvoerder bevat een systeem van regels om een taakgerichte dialoog te kunnen voeren. Deze module werkt op de resultaten zoals die door de probleemoplosser worden gegenereerd en doorgegeven zijn via de centrale focussing processor. De communicatieve

doelstelling die verwezenlijkt moet worden, wordt bepaald door de focussing processor.

De dialoogvoerder geeft aan in welke vorm de gevonden informatie en de zekerheidswaarde van die informatie wordt verwoord en overgedragen. Een veertiental hoofdcategorieën van communicatieve handelingen in taakdialogen wordt onderscheiden, te weten: vaststelling, conclusie, argument, voorgelezen informatie, vraag, bevel, antwoord, bevestiging, ontkenning, voorstel, impliciet voorstel, oordeel, instructie en schrijfhandeling. Deze categorieën van dialooghandelingen zijn op hun beurt weer onderverdeeld in subvormen. In de regels van de dialoogvoerder wordt op basis van de te verwezenlijken communicatieve doelstelling en de huidige context van verwerking een specifieke (sub)vorm van dialooghandeling voorgesteld. Bijvoorbeeld:

Indien de partner zojuist informatie overdroeg;

en indien deze informatie relevant is, zelf opgevraagd is of als oplossingsmogelijkheid gezien kan worden;

en indien de zekerheidsstatus niet werd overgedragen en onduidelijk is;

en indien de zekerheidswaarde gecontroleerd moet worden (intern en extern).

Stel dan een verificatie vraag (ja/nee vraag) met herhaling van de propositionele inhoud (bv.: 'Joke zit in de vijfde?').

Door middel van een omkadering kan de boodschap bovendien zodanig verwoord worden dat de partner deze kan evalueren op een meta-communicatief niveau. Bijvoorbeeld:

'Staat in jouw brief dat Joke in de vijfde zit?'

'Weet je zeker dat Joke in de vijfde zit?'

'Denk je dat Joke in de vijfde zit?'

Van dialooghandelingen die binnenkomen van de partner wordt door middel van inferentieregels getracht een beeld op te bouwen van wat de huidige stand van zaken bij de partner is. Ten aanzien van dialooghandelingen die uitgaan wordt de te verwachten reactie hierop van de kant van de partner bepaald. Bijvoorbeeld: Indien een verificatie vraag wordt gesteld, dan zal de partner bevestigen of ontkennen.

De doelen en de resultaten van de dialoogvoerder worden opgeslagen in de zogenaamde dialogue-state, het werkgeheugen waar de dialoogvoerder op werkt. Het frame van de

dialogue-state kent onder meer de volgende slots:

1. het gestelde communicatieve doel;
2. de gegenereerde dialooghandeling(en);
3. de bijbehorende omkadering;
4. de dialooghandeling zoals die verwacht wordt van de partner als reactie op de gegenereerde dialooghandeling, bijvoorbeeld: een 'antwoord' wanneer een 'vraag' gesteld wordt;
5. de veronderstelde huidige activiteit van de partner, bijvoorbeeld 'interruptie' indien tijdens generatie van een dialooghandeling een dialooghandeling van de partner binnekomt.

#### 4.3 De centrale focussing processor

De centrale focussing processor is de module die over regels beschikt die aangeven hoe beslist moet worden welke informatie van of naar welke module, dan wel van of naar de buitenwereld wordt doorgegeven. Deze module kan de frame-geheugens van de twee andere modules lezen en de doelstellingen van deze componenten bepalen. De focussing regels omvatten informatie ten aanzien van de stand van zaken in beide modules en geven aan op welke volgende actie de aandacht gericht moet zijn. Voorbeelden van focussing regels zijn:

- 'Als in de eigen informatiebron gezocht wordt, geef een boodschap naar de ander die aangeeft dat hij/zij moet wachten en stoppen met informatie-uitwisseling.'
- 'Als het zoeken naar eigen informatie niet lukt of te veel tijd kost, vraag dan informatie aan de partner.'
- 'Als de partner om informatie vraagt, zoek de informatie op en vertel de partner over het resultaat van het zoekproces.'

Vaak zijn meerdere dialoog-acties mogelijk bij een bepaalde toestand van de probleemplosser. Bijvoorbeeld:

- 'Als er een oplossing gevonden is en de ander is nog aan het zoeken, probeer dan eerst de aandacht van de ander te trekken en later de oplossing over te dragen.'

Of:

- 'Als er een oplossing gevonden is en de ander is nog aan het zoeken, trek dan de aandacht van de ander door direct de oplossing mee te delen.'

Eén van de belangrijkste taken van de centrale

focussing processor is het beslissen welke van eventuele alternatieve handelingen moet worden verricht. Dit speelt met name ook wanneer acties worden gesuggereerd door zowel probleemplosser als dialoogvoerder en/of gelijktijdig te verwerken uitspraken van de partner ontvangen worden. Specifieke regels van de focussing processor, beslis-regels, bepalen de volgorde tussen de verschillende mogelijkheden.

#### 4.4 Analyse-component

Het tweede subprogramma functioneert als een meta-programma in die zin dat deze het simulatieprogramma 'afstelt'. Op basis van een analyse van een dialoogprotocol van twee leerlingen wordt, voor iedere leerling afzonderlijk, bepaald welke regels in de verschillende componenten van het simulatieprogramma bij de leerling aanwezig kunnen worden geacht.

Door vaststelling van parameters, door middel van het telkens weer vergelijken van een daadwerkelijke dialooghandeling met de gesimuleerde, voorspelde dialooghandeling, kunnen in het simulatieprogramma twee onafhankelijke leerlingmodellen gelijktijdig gespecificeerd worden. De voorspellende waarde van het model wordt in eerste instantie door deze vergelijking van gesimuleerde en in een protocol waargenomen dialooghandelingen bepaald.

Op dit moment wordt gewerkt aan de implementatie van het hierboven beschreven programma. Het is de bedoeling dat meerdere dialoogprotocollen met behulp van het totale DSA-programma worden gesimuleerd. Op deze wijze zullen simulatiemodellen van verschillende leerlingen onderling worden vergeleken.

#### 5 Verder onderzoek

Zoals in de inleiding reeds werd aangegeven, zal in de tweede fase van het project het DSA-programma zo aangepast worden dat het kan dienen als prototype voor een dialoog-monitor in een computerondersteunde coöperatieve leeromgeving. Deze monitor zal in staat moeten zijn een taakgerichte dialoog te voeren met een leerling. De monitor zal daarbij op verschillende communicatieve en cognitieve niveaus instelbaar moeten zijn. Daarbij zal ge-



bruik gemaakt worden van enkele karakteristieke leerlingmodellen zoals die in de analysefase naar voren komen. De coöperatieve taak zal of dezelfde of een vergelijkbare taak zijn waarin relevante taakinformatie over computerprogramma en leerling verdeeld is. Het simulatieprogramma zal namelijk zo opgebouwd worden dat rekening wordt gehouden met de mogelijkheid van generalisaties naar andere taakdomeinen. De monitor zal in staat zijn dialooghandelingen te genereren en te ontvangen in termen van het verbaal observatiesysteem (VOS-systeem).

In de laatste fase van het project zal empirisch onderzoek verricht worden met de dialoog-monitor. De verschillen in probleemoplossingen tussen leerlingen uit de hoogste klassen van het basisonderwijs, die met verschillende communicatieve opties van het programma werken, zullen onderzocht worden. Ook het expertise-niveau van probleemoplossers van de monitor in verhouding tot dat van de leerling zal gevarieerd worden. Op deze wijze is het mogelijk experimenteel te onderzoeken hoe het proces van probleemoplossers en communicatieve processen elkaar kunnen beïnvloeden.

De opbrengst van dit onderzoek zal zijn dat meer inzicht verkregen wordt in de wijze waarop leerlingen communiceren tijdens gezamenlijk probleemoplossers en hoe ze vertrouwen op elkaars kennis. Dit kan aanwijzingen geven voor het zo goed mogelijk inrichten van coöperatieve leersituaties. Dit onderzoek kan tevens bijdragen tot de constructie van leerlingmodellen in intelligent computerondersteund onderwijsprogramma's die ook rekening houden met communicatieve handelingen. Bovendien kunnen programma's ontwikkeld worden op basis van de onderwijskundige benadering van coöperatief leren door uit te gaan van een leerling-pseudoleerling interactie. Deze programma's zijn dan met andere woorden coöperatieve systemen die samen met de leerling problemen oplossen en in staat zijn 'mee te denken' met de leerling.

#### Literatuur

Barnard, Y. F., G. Erkens, G. Kanselaar, J. L. van der Linden & J. A. C. Sandberg, *DSA-rapport 1, Probleemoplossing Tenten-taak: analyse, simula-*

- tie en generaliseerbaarheid.* Utrecht: Vakgroep Onderwijskunde RUU, 1986.
- Clancey, W. J., Tutoring rules for guiding a case method dialogue. In: D. Sleeman & J. S. Brown (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems*. London: Academic Press Inc. (London) Ltd, 1982.
- Cooper, C. R. & R. G. Cooper Jr., Skill in Peer Learning Discourse: What Develops? In: S. A. Kuczaj II (Ed.), *Discourse Development. Progress in Cognitive Development Research*. New York: Springer Verlag Inc., 1984.
- Doise, W. & G. Mugny, *The social development of intellect*. Oxford: Pergamon Press, 1984.
- Erkens, G., G. Kanselaar & J. L. van der Linden, *Eindverslag SVO-project 0515: Sociaal gedrag en cognitief functioneren*. Utrecht: Vakgroep Psychologie voor P. & A., RUU, 1983; 1986.
- Fortescue, M. D., *A discourse production model for 'Twenty Questions'*. Amsterdam: John Benjamins, 1980.
- Fraser, B. J. & H. J. Walberg, Cooperative learning environments. *Contemporary Education Review*, 1984, 1, 3, 253-260.
- Grosz, B. J., Discourse Knowledge. In: D. E. Walker (Ed.), *Understanding Spoken Language*. New York: Artificial Intelligence Series, Elsevier North Holland Inc., 1978.
- Kanselaar, G., P. Vossen, R. van de Perel, F. Havelkes & F. Stevens, *Courseware nader bekeken*. 's Gravenhage: SVO, 1986.
- Lamberigts, R. J. A. G., E. Verhagen & J. R. M. Gerris, Coöperatieve leergroepen in het onderwijs. *Pedagogische Studiën*, 1986, 63, 205-217.
- Linden, J. L. van der, G. Kanselaar & G. Erkens, Sociale kennis bij samenwerken. In: P. Vedder & M. Bloemkolk (Red.), *Samenwerken en probleemoplossers; Actuele thema's in het onderzoek naar leerprocessen bij samenwerkende kinderen*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1985.
- Minuchin, P. P. & E. K. Shapiro, The school as a context for social development. In: P. H. Mussen (Ed.), *Handboek of Child Psychology*, 4th edition. New York: John Wiley & Sons, 1985.
- Oudenhoven, J. P. van, B. Wiersma & N. van Yperen, Effecten van samenwerking en feedback door medeleerlingen op spellingsprestaties. In: J. H. Boonman & J. L. van der Linden (Red.), *Taal, leren en samenwerken in het onderwijs*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1987.
- Reichman, R., *Getting computers to talk like you and me; discourse context, focus and semantics (an ATN model)*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1985.
- Searle, J. R., *Speech acts, an essay in the philosophy of language*. London: Cambridge University Press, 1969.
- Sleeman, D. & J. S. Brown, Introduction: Intelligent Tutoring Systems. In: D. Sleeman & J. S. Brown (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems*. London: Academic Press Inc. (London) Ltd, 1982.

- Vedder, P., *Leren als sociaal proces*. In: P. Vedder & M. Bloemkolk (Red.), *Samenwerken en probleemoplossen; Actuele thema's in het onderzoek naar leerprocessen bij samenwerkende kinderen*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1985a.
- Vedder, P., *Cooperative Learning*. Groningen: dissertatie 1985b.
- Webb, N. M., *Student Interaction and Learning in Small Groups*. *Review of Educational Research*, 1982, 52, 421-445.
- Wickelgren, W. A., *How to Solve Problems: Elements of a Theory of Problems and Problem Solving*. San Francisco: W. H. Freeman & Company, 1974.
- Wielinga, B. J., *Kennisgebaseerde systemen ten behoeve van het onderwijs*. In: J. Heene & T. Plomp (Red.), *Onderwijs en informatietechnologie*. 's Gravenhage: SVO, 1985.

### *Curricula vitae*

Y. F. Barnard (1955) studeerde psychologie, specialisatie artificiële intelligentie, aan de Universiteit van Amsterdam. Momenteel is zij werkzaam als onderzoeker bij de Vakgroep Onderwijskunde van de Rijksuniversiteit te Utrecht.

G. Erkens (1949) studeerde psychologie, specialisatie theoretische en methodologische ontwikkelingsleer, aan de Universiteit van Amsterdam. Momen-

teel is hij werkzaam als onderzoeker bij de Vakgroep Onderwijskunde van de Rijksuniversiteit te Utrecht.

J. L. van der Linden (1947) is werkzaam als universitair docent aan de Vakgroep Onderwijskunde van de Rijksuniversiteit te Utrecht. In 1983 promoveerde hij op het proefschrift 'Sociaal cognitieve complexiteit'. Hij geeft onderwijs en verricht onderzoek op het gebied van de onderwijspsychologie, in het bijzonder de sociale en motivationele aspecten van het leren en onderwijzen.

G. Kanselaar (1942) is universitair hoofddocent bij de Vakgroep Onderwijskunde van de Rijksuniversiteit te Utrecht. Hij studeerde psychologische functieleer en promoveerde op het proefschrift 'Sociaal cognitieve complexiteit'. Hij geeft onderwijs in de onderwijspsychologie en informatietechnologie en doet onderzoek naar het gebruik van de computer als hulpmiddel bij onderwijsleerprocessen en naar de invloed van nieuwe technologieën op beroepsopleidingen.

*Correspondentieadres:* Y. F. Barnard en G. Erkens, DSA-project, Vakgroep Onderwijskunde, Rijksuniversiteit te Utrecht, Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht, tel: 030-534926

*Manuscript aanvaard 11-6-'87*

### **Summary**

Barnard, Y. F., G. Erkens, G. Kanselaar & J. L. van der Linden. 'Simulation of problem directed dialogues.' *Pedagogische Studiën*, 1987, 64, 344-353.

The aim of the research, presented in this article, is to investigate the relation between information exchange and information processing during cooperative problem solving. Task-dialogues between pupils (aged 10-12), who cooperate on a problem solving task, are analyzed and simulated by means of an artificial intelligent computerprogram. This simulationprogram is based on a theoretical model of the relation between problem solving and dialogue processing. The program builds up frames that contain slots for problem solving and dialogue acts, including beliefs about the states of the partner. A central processor controls the flow of information internally and externally, to and from the partner. Simulation models of the individual pupils are being constructed by analysis of the dialogue protocols. Analysis and simulation may provide insight that is needed to build an 'intelligent computer assisted instruction'-program that can 'think along' with the pupil and that can cooperate in problem solving.