

*Dr. H. G. Sol*

Werkgroep Bestuurlijke Informatica Rijksuniversiteit Groningen

## **Simulation in information systems development**

**Samenvatting Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen**

Mensen in organisaties hebben te maken met problemen, die wellicht met behulp van computers beter kunnen worden opgelost. Deze studie houdt zich bezig met de ontwikkeling van informatiesystemen, waarbij computers de oplossing van slecht gestructureerde problemen ondersteunen.

Om na te gaan hoe het proces van probleemoplossen in verschillende situaties verloopt, kijken we allereerst naar beslissingsprocessen van individuen. Vervolgens bekijken wij hoe deze processen een andere inhoud krijgen, wanneer deze in organisaties gecoördineerd worden.

Wij gaan uit van het paradigma van beperkt rationeel handelende beslissers die vooral cognitieve beperkingen hebben. Beslissers lopen vast in een deductieve manier van probleemoplossen, wanneer de beschikbaarheid en de verwerkingscapaciteit van gegevens problemen oplevert. Daarom hanteren wij een inductief-hypothetische modelcyclus, waarin de nadruk ligt op de conceptualisatie en probleemspecificatie met een inductieve formulering van hypothesen.

Van hieruit kijken wij naar bijdragen voor de ontwikkeling van informatiesystemen. Wij constateren dat de systemologische invalshoek voor de ontwikkeling van informatiesystemen relatief verwaarloosd is vergeleken met de infologische, datalogische en technologische. Nieuwe bijdragen kunnen worden gezocht in instrumenten voor het proces van probleemoplossen die

1. cognitieve beperkingen in de gegevensverwerking verminderen,
2. mogelijkheden verschaffen om meer alternatieven te kunnen genereren en evalueren.

Deze uitgangspunten leiden tot verschillende eisen voor de activiteiten in een proces van probleemoplossen en voor de instrumenten die dit proces ondersteunen. Een beschrijvingsvorm wordt verlangd die onderzoekers en beslissers niet beperkt in hun mogelijkheden tot het leggen van associaties. De beschrijvingsvorm van entiteiten met hun attributen en acties blijkt het meest flexibel te zijn voor het beschrijven van individuen in het licht van beperkt rationeel handelen, waarmee een goede overeenstemming met de bestaande situatie kan worden bereikt.

Wij introduceren het begrip 'inquiry systeem' als een systeem van instrumenten dat de wederzijdse afhankelijkheid tussen enerzijds een paradigma en een modelcyclus, en anderzijds een methodiek en een theorie een concrete inhoud geeft. Het inquiry systeem dient als een context voor

conceptualisatie, als een conceptueel model voor de probleemspecificatie, als een model-systeem voor het zoeken naar een oplossing en als doel-systeem voor de implementatie. De achtereenvolgende modellen als producten van de verschillende activiteiten kunnen in op elkaar voortbouwende lagen worden vastgelegd.

Vervolgens richten wij ons op de vraag in welke taal of talen een inquiry systeem kan worden belichaamd. Wij argumenteren onze keuze voor de programmeertaal Simula in het licht van onze uitgangspunten en van recente ontwikkelingen in programmeertalen.

In een inquiry systeem voor het probleemgebied van het nemen van beslissingen in organisaties geven wij gestalte aan de inductief-hypothetische modelcyclus in de vorm van de methodiek van simulatie. Wij onderscheiden instrumenten voor conceptualisatie, modellering, experimenteren en evaluatie. Wij gaan na hoe deze tot uitdrukking kunnen worden gebracht in de programmeertaal Simula. De vrijheidsgraden die door Simula worden geboden leiden tot een familie van op Simula(tie) gebaseerde inquiry systemen, die verschillende simulatietalen en -technieken tot uitdrukking brengt.

Wij tonen aan dat recente ontwikkelingen in de methodiek van simulatie geïmplementeerd kunnen worden door een onderscheid te maken tussen een conceptueel model, een simulatie-model en een simulatie-model-systeem. Het experimenteren kan door een speciale gegevensbank worden vergemakkelijkt.

Een voorbeeld van een toepassing wordt gegeven. Wij concluderen dat de effectiviteit van simulatie in belangrijke mate afhangt van de contexten die door de verschillende leden uit de Simula-familie worden aangeboden. De efficiëntie wordt met name bepaald door faciliteiten voor het beheersen van de simulatie-tijd, voor het genereren van invoergegevens vanuit een gegevensbank, voor interactieve run-controle en voor het verzamelen van uitvoergegevens op direct toegankelijke media.

Het gebruik van computers voor het oplossen van slecht gestructureerde problemen in een organisatie behoort tot het terrein van informatiesystemen. Het ontwikkelen van informatiesystemen kan men eveneens als een slecht gestructureerd probleem beschouwen. Voor de oplossing hiervan introduceren wij een specifiek inquiry systeem en een ontwerptheorie. Wij onderscheiden een systemologisch, infologisch, datalogisch en technologisch probleem. De nadruk ligt op de oplossing van het systemologisch probleem en op de koppeling met het infologisch probleem. Centraal voor de constructie van het conceptueel model en het model-systeem staat het onderscheid tussen lokale en globale beslissingen en de coördinatie hiervan.

Nadat wij onze aanpak kritisch hebben vergeleken met andere benaderingen zijn wij in staat om een beeld te scheppen van de problemen bij het ontwikkelen van informatiesystemen.

Wij formuleren als ons onderzoekonderwerp: Is de toepassing van een op Simula(tie) gebaseerd inquiry systeem voor het ontwikkelen van informatiesystemen in relatie tot een ontwerptheorie realiseerbaar, en wat kun-

nen wij hieruit leren met betrekking tot effectiviteit en efficiëntie? Teneinde deze vraag te kunnen onderzoeken maken wij gebruik van een hypothetische casuspositie van een grootwinkelbedrijf.

Vervolgens formuleren wij een context voor conceptualisatie van het probleem om voor het grootwinkelbedrijf een informatiesysteem te ontwikkelen. Op basis van de ontwerptheorie richten wij ons eerst op de beschrijving van lokale beslissingen, met name met betrekking tot de voorraadregulering. Daarmee kunnen wij in principe de vertaalslag naar globale beslissingen en de assortimentsamenstelling maken. Als communicatievoertuig kiezen wij Simula met de entiteit-attriboot-actie beschrijvingsvorm. De context bestaat uit een laag met entiteit-categorieën voor simulatie van discrete en continue processen en uit een laag met beslissingselementen en gegevenselementen. Wij concluderen dat deze context eenvoudig kan zijn. Het is niet noodzakelijk om speciale concepten te introduceren om de beschrijving van interacties tussen entiteiten te vergemakkelijken. Met behulp van de context wordt een conceptueel model geconstrueerd. Dit bestaat uit de entiteit-categorieën die de beslissingsprocessen weergeven en uit de hierin gehanteerde entiteit-categorieën voor de beschrijving van fysieke en informatie-stromen. Van deze categorieën wordt een attriboot-specificatie gegeven voor zover deze bijdraagt tot een verdere afbakening van de probleemsituatie.

Daarna volgt de constructie van een simulatie-model, waarin regels voor de voorraadregulering in het licht van de voor de beslissers beschikbare gegevens in detail gespecificeerd worden. Het simulatiemodel wordt uitgebreid tot simulatie-model-systeem door een invoerspecificatie, initialisatie-condities, run-controle-condities en een uitvoerspecificatie te geven. Voor de invoer gebruiken wij veelal aparte gegevensbanken. Het is efficiënter om voor de uitvoer van direct-toegankelijke bestanden gebruik te maken. Voor de analyse van de resultaten worden verschillende programma's ontwikkeld. Het simulatie-model-systeem wordt geverifieerd op consistentie en op betrouwbaarheid van de gebruikte verdelingen met hun parameters. De runlengte, het aantal replicaties en de opstartperiode worden bepaald. De resultaten van de simulatie worden ter validatie aan plausibiliteitstoetsen onderworpen.

Het gevalideerde model van de actuele situatie wordt geanalyseerd door met behulp van regressie-analyse mogelijke verbanden na te gaan. Instrumentele variabelen zijn dan maximum voorraad per artikel en bestelpunt. Niet-beheersbare variabelen zijn omzetbijdrage per artikel en vraag per artikel. De belangrijkste endogene variabelen zijn de technische voorraad en de economische voorraad.

De belangrijkste conclusie is dat er in de actuele situatie geen verbanden kunnen worden gevonden per artikel op winkel- en op magazijn-niveau. Alleen aggregatie van artikelen per lokatie levert acceptabele relaties op. Op weekbasis en geaggregeerd per lokatie komen enige verbanden naar voren. Analyse van tijdsries suggereert verbanden die bij nader onderzoek niet bevestigd worden. Dit impliceert dat de tijdigheid van informatie van

geringe betekenis is in de situatie van het grootwinkelbedrijf.

Deze analyse betekent dat de beschikbaarheid van meer gegevens over lokale beslissingen niet noodzakelijk tot meer inzicht leidt. Wij vinden weinig aanzetten tot een verbetering van de voorraadbeheersing op lokaal en globaal niveau.

Op basis van de analyse van de actuele situatie en van onze ontwerptheorie bekijken wij als variabelen in een verder onderzoek de bestelintervallen per winkel en magazijn, de instelling van de maximum voorraden en het gehanteerde bestelsysteem. Na een verkenning van deze variabelen wordt een proefopzet gemaakt. Wij concluderen dat een bestelsysteem met vaste bestelintervallen en variabele bestelhoeveelheden een goede oplossing biedt.

Voor dit alternatief wordt een verder onderzoek gedaan om de maximum voorraden en de bestelintervallen goed in te stellen. Wij vinden een verband tussen technische voorraad en maximum voorraad en tussen economische voorraad en maximum voorraad per artikel geaggregeerd over alle winkels. Uitspraken over de effecten van instrumentele variabelen op artikelniveau per winkel zijn echter moeilijk te doen. Het vasthouden van lokale gegevens levert dus in dit geval nauwelijks inzicht op. Wel kunnen deze gegevens worden samengevat in verdelingsfuncties waarmee het simulatie-modelsysteem gevoed kan worden. Wij introduceren daarmee het model-systeem als beslissingsondersteunend systeem in het te implementeren informatiesysteem. Dan moeten per artikel verdelingsfuncties van levertijden en van ordergrootte worden bijgehouden. Daarnaast is per winkel een verdelingsfunctie van de vraag nodig. Op soortgelijke wijze kunnen diverse andere beslissingsondersteunende systemen ontwikkeld worden, bijvoorbeeld voor productieplanning en assortimentsamenstelling.

Het voorgestelde bestelsysteem, samen met de beslissingsondersteunende systemen voor globale beslissingen, kan technisch op verschillende manieren gerealiseerd worden. Een van die mogelijkheden is het installeren van point-of-sales-terminals die lokaal staan opgesteld. Voor deze oplossing bekijken wij de datalogische en technologische realiseerbaarheid. Wij concluderen dat een terminal per winkel tot acceptabele wachttijden en bezettingen leidt.

De gekozen systemologische specificatie wordt als doelsysteem vastgelegd, waarmee de effectiviteit van het informatiesysteem nu in hoofdlijnen is bepaald. Voor de beoordeling van de efficiëntie moet een koppeling naar de infologische analyse en het datalogisch ontwerp gemaakt worden. Een kleine wijziging in de gehanteerde context maakt dit mogelijk.

Het doelsysteem is een goed gedefinieerd uitgangspunt voor de uitwerking van het infologische, datalogische en technologische probleem. Het doelsysteem wordt aangevuld tot een conceptueel informatie-model door alle administratieve processen en terminal-interactie-processen voor zover nodig weer te geven. Door simulatie met prototype-systemen die hieruit worden afgeleid, komen diverse informatie- en operationele eisen naar voren. Het conceptueel informatie-model kan eenvoudig worden vertaald

in een conceptueel gegevensbank-model en een conceptueel programma-model. Hieruit kunnen bijvoorbeeld Codasyl-gerichte gegevensbanken en applicatieprogramma's worden gegenereerd. Simulatie is goed te gebruiken om de efficiëntie van deze ontwerpen te analyseren en te verbeteren.

De implementatie wordt door middel van simulatiemodellen ondersteund. Aangezien het oorspronkelijke model-systeem deel uitmaakt van het informatiesysteem blijft nu een inquiry-systeem voor de aanpak van slecht gestructureerde problemen in de organisatie operationeel.

Wij concluderen dat onze aanpak voor het ontwikkelen van informatiesystemen effectief kan worden toegepast op de casuspositie van het grootwinkelbedrijf. De methodiek van simulatie draagt bij tot een goede gebruikersacceptatie en tot een evolutionaire ontwikkeling van informatiesystemen. De gehanteerde prototypes zijn stenen waartegen geschopt mag en kan worden.

De overgang van systemologisch probleem naar infologische analyse, datalogisch en technologisch ontwerp en implementatie is minder moeilijk en vergt minder tijd dan verwacht. Enerzijds is namelijk de kans om het verkeerde probleem op te lossen kleiner geworden. Aan de andere kant worden automatische ontwerpmethoden voor het infologische, datalogische en technologische traject haalbaar. Door een simulatie van stochastische netwerken laten wij zien dat de doorlooptijd van een project in onze aanpak niet significant langer hoeft te zijn dan in 'traditionele' benaderingen.

Wanneer aggregatie van gegevens m.b.t. lokale beslissingen weinig of geen inzicht verschaft voor globale beslissingen, kunnen wij een uitweg vinden door op simulatie gebaseerde beslissingsondersteunende systemen te hanteren, die mogelijkheden bieden voor disaggregatie. Het op Simula(tie) gebaseerde inquiry-systeem voor de oplossing van het systemologisch probleem komt terug als beslissingsondersteunend systeem in het concrete informatiesysteem. Daarmee draagt deze niet alleen bij tot een verbreding en verdieping van de verzameling van mogelijke oplossingen, maar ook tot een betere coördinatie.