

Beter modelleren

Citation for published version (APA):

Fransoo, J. C. (2008). Beter modelleren. In *Dies natalis 2008 Technische Universiteit Eindhoven 25 april 2008* (blz. 17-23). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/2008

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



Prof.dr.ir. J.C. Fransoo

hoogleraar Technische Bedrijfskunde,
in het bijzonder Logistiek,
faculteit Technologie Management TU/e

Beter modelleren

Jan Fransoo doet vanaf 1996 wetenschappelijk onderzoek aan de TU/e en is daar sinds september 2003 hoogleraar. Hij is gespecialiseerd in Operations Planning en Supply Chain Management in de procesindustrie en voor snellopende consumentengoederen. Hij maakt deel uit van de Eindhoven Retail Operations group. Hij is ook Research Director van de European Supply Chain Forum. Fransoo deed ook onderzoek aan de Clemson University, Stanford University, en de University of California in Los Angeles. Hij is editor van vooraanstaande wetenschappelijke tijdschriften en publiceert zelf ook met grote regelmaat over zijn onderzoek. Hij is programmadirecteur van de masteropleiding Operations Management & Logistics.

In het gebied logistics, operations, and information systems (LOIS) onderzoeken we operationele bedrijfsprocessen. Dat zijn processen waarbij mensen omgaan met techniek. Die processen vind je bijvoorbeeld in een fabriek, bij een verzekeringsmaatschappij of in een ziekenhuis. De Technische Universiteit Eindhoven heeft LOIS tot een van haar acht onderzoeksprofielingsgebieden gekozen en daarmee aangegeven dat zij een leidende rol in dit gebied speelt. Bedrijfsprocessen moeten betrouwbaar verlopen. De schappen van de supermarkt mogen niet leeg zijn. Waarom is het zo lastig om bedrijfsprocessen beheerst te laten verlopen? En waarom wordt deze problematiek wereldwijd onderzocht door zoveel onderzoekers, met daarin een prominente rol voor de TU/e? De oorzaak ligt in

de onzekerheid, die een belangrijke rol speelt in operationele bedrijfsprocessen. Vrijwel nooit is het mogelijk om precies te voorspellen hoe een operationeel proces verloopt. Het verzenden van een container vanuit Azië kan variëren tussen vier en acht weken. Duur, uitkomst en de benodigde hoeveelheid energie kunnen verschillen.

Naast deze onzekerheid maakt de toenemende complexiteit het lastig om operationele bedrijfsprocessen betrouwbaar te laten verlopen. In de zorg worden ziektebeelden steeds complexer door de vergrijzende maatschappij. Een patiënt kan tegelijkertijd suikerziekte hebben, hartklachten en een beginnende dementie. Daardoor zijn steeds meer onderzoeken door verschillende artsen nodig. Toenemende complexiteit zie je ook in de industriële productie. Logistieke ketens worden steeds meer opgeknipt in stukken. Ook producten zelf worden steeds ingewikkelder en krijgen meer functionaliteit. Systemen met een hoge mate van complexiteit vereisen samenwerking met honderden toeleveranciers van over de gehele wereld.

Productie van geneesmiddelen

In Eindhoven ontwikkelen we methodes om deze operationele processen te modelleren en te beheersen. We onderzoeken bijvoorbeeld de productie van geneesmiddelen. Door gedeeltelijke outsourcing van de productie wordt de aansturing van de keten een stuk lastiger. Een deel van de keten wordt eigendom van een ander bedrijf, met eigen doelstellingen. Dat bedrijf werkt vaak ook voor concurrenten en kan daardoor informatie slechts beperkt delen. Er ontstaan als het ware twee autonome processen in de keten, die een wisselwerking met elkaar hebben. In een project dat we samen met Organon uitvoeren, zoeken we naar technieken om kosten en leverbetrouwbaarheid in de hand te kunnen houden. Een voorbeeld is het plaatsen van orders. De contract manufacturer heeft er belang bij om vroeg te weten welke orders er komen, want dan kan hij zijn productiecapaciteit goed verdelen over zijn klanten en betrouwbaar leveren. Maar hoe vroeger we de order plaatsen, hoe onbetrouwbaarder meestal de informatie uit de markt is. Met het oog op de markt is een late plaatsing van orders daarom beter. Een bedrijf als Organon moet dus een afweging maken tussen de betrouwbaarheid van de productie en het voldoen aan de

marktvraag.

Zelfs bij de best mogelijke strategie, zijn we niet in staat om te allen tijde aan alle marktvraag te kunnen voldoen. We hebben altijd wat voorraad nodig om de vereiste leverprestatie te kunnen halen. Het berekenen van die voorraadvolumes is inmiddels ver ontwikkeld. We kunnen grootschalige netwerken van voorraadpunten doorrekenen om precies te bepalen hoeveel op elke plek moet liggen. Met de zogenaamde Synchronized Base Stock Policy, ontwikkeld door LOIS-hoogleraar Ton de Kok, wordt de keten opgedeeld in kleinere ketens die apart kunnen worden doorgerekend. Tegelijk vindt toch nog een afstemming tussen die ontkoppelde ketens plaats. Wij zijn momenteel de enigen ter wereld die op die manier dergelijke complexe netwerken kunnen doorrekenen. Kostenbesparingen van tientallen procenten met een behoud van de hoge leverprestatie zijn mogelijk indien naar deze technieken worden overgestapt.

Serviceverlening aan kapitaalgoederen

In ander onderzoek bestuderen we de prestatie van complexe machines. LOIS-hoogleraar Van Houtum leidt een programma op dit gebied. Het gaat in dit onderzoek om hoogwaardige kapitaal-investeringen. De machines moeten daarom het liefst continu productie draaien. Denk bijvoorbeeld aan de steppers en scanners van ASML, de printstraten van Océ of de vliegtuigen van Lockheed Martin. Als een bedrijf een dergelijk systeem aanschaf, koopt het eigenlijk een dienst, bijvoorbeeld een dienst om halfgeleiders te produceren. Dat heeft drastische gevolgen voor het business model van de makers van deze machines, omdat zij dan verantwoordelijk worden voor de gehele life cycle van zo'n systeem, inclusief het vervangen van componenten. Het lastige is dat de faalkans van de meeste componenten bijzonder laag is. Als een component bij de gebruiker op voorraad wordt gehouden, is de kans vrij groot dat die component daar jaren ligt zonder te worden gebruikt. Als dat bij elke component zo gebeurt, leidt dat tot veel voorraad waarvan het op zijn minst lijkt alsof die er voor niets ligt. De voorraad kan natuurlijk gedeeld worden tussen meerdere nabijgelegen locaties. Maar hoeveel componenten moet je dan neerleggen? We hebben een model ontwikkeld om dit te kunnen besluiten. Dat model is inmiddels bij ASML geïmplementeerd en heeft

de prijs gewonnen van de Europese Operations Research Vereniging voor het beste promotieonderzoek in het afgelopen jaar. Het model is complex door de zeer kleine faalkansen en de grootschalige distributienetwerken. Daardoor is het uitrekenen van beslissingsstrategieën voor praktische situaties bijzonder moeilijk. Complicerend is ook dat niet iedere gebruiker van de wafersteppers hetzelfde serviceniveau nodig heeft. Dat betekent dat het distributienetwerk opgebouwd is uit meer niveaus, met centrale opslag, maar ook met opslag dicht bij de gebruikers. Het betekent ook verschillende wijzen van transport: naast goedkope, trage schepen, ook dure en snelle vliegtuigen. Dat onderdelen ook vanuit een ander, verder gelegen distributiecentrum worden geleverd om acute tekorten op te heffen, is ook lastig te modelleren.

Bij de ontwikkelingen van deze systemen doen zich nieuwe technologische mogelijkheden voor. Door grootschalige toepassing van sensors kan voortdurend de status van zo'n hightechmachine worden doorgegeven aan een centrale dienst. Daardoor kan met een kleinere onzekerheid worden voorspeld wanneer een bepaalde component zal falen. Dit zal nieuwe mogelijkheden openen bij de ontwikkeling van modellen waarmee de prestatie van dit soort hightechsystemen nog verder kan worden verhoogd. Het gaat daarbij dus niet alleen om de technische prestaties van de machines zelf, maar juist ook om de betrouwbaarheid van de dienstverlening. Ondersteund door ons onderzoek kan de industrie hier in de regio nu een belangrijke voorsprong nemen op de concurrenten.

Process Mining

Deze universiteit staat internationaal ook bekend om haar onderzoek op het gebied van workflow management systemen. Dit onderzoek wordt geleid door LOIS-hoogleraar Wil van der Aalst. Het is tegenwoordig mogelijk automatisch een workflowsysteem te genereren op basis van een specificatie van de gewenste werkstromen. In de praktijk blijkt het echter lastig te zijn om zo'n specificatie op te stellen. Managers, ontwikkelaars en gebruikers hebben vaak een naïef en geïdealiseerd beeld van bedrijfsprocessen. Daarom onderzoeken we binnen LOIS process mining. Het basis-idee daarvan is dat processen sporen nalaten in allerlei informatie-systemen. Deze sporen kunnen gebruikt worden om automatisch modellen te genereren of om bestaande modellen te verrijken en te

controleren op afwijkingen.

Informatiesystemen vormen een afspiegeling van de werkelijkheid. Een ERP-systeem als SAP R/3 geeft de gebruiker flexibiliteit om van de voorgeschreven processen en procesvolgordes af te wijken. De event logs van het systeem leggen vast wat de gebruikers hebben gedaan en vormen daarmee het startpunt voor process mining. Daarmee kunnen bijvoorbeeld automatisch modellen afgeleid worden die de werkelijke processen weergeven. Deze 'discovery'-technieken beperken zich niet tot de volgorde van activiteiten in bedrijfsprocessen. Event logs bevatten ook informatie over wie de activiteit heeft uitgevoerd en welke middelen daarbij zijn gebruikt (resources). Daardoor is het bijvoorbeeld mogelijk om een sociaal netwerk af te leiden, waarbij personen of organisatieonderdelen worden weergegeven met hun onderlinge relaties. Hierdoor wordt bijvoorbeeld duidelijk dat sommige personen een centrale plaats innemen in de organisatie en dat er veel werk van de ene naar de andere afdeling stroomt.

Een tweede categorie van process-miningtechnieken is gericht op 'conformance'. Het doel is objectief te toetsen of de werkelijkheid overeenkomt met de verwachting of vooraf opgestelde eisen. Conformance checking kan helpen bij het concretiseren van compliance en nieuwe regelgeving als Sarbanes-Oxley (SOX). Schandalen binnen organisaties als WorldCom, Enron en AOL laten zien dat de werkelijke procesgang sterk kan afwijken van veronderstelde processen. Process-miningtechnieken kunnen laten zien hoe goed de overeenkomst tussen realiteit en model is en waar de belangrijkste afwijkingen zitten.

Voor de ondersteuning van process mining is aan de TU/e het open-source gereedschap ProM ontwikkeld (zie www.processmining.org). Dit gereedschap is toegepast in bedrijven als Philips Medical Systems en ASML, maar ook in instellingen als Rijkswaterstaat en het Academisch Medisch Centrum.

Vooruitblik

In al deze voorbeelden speelt onzekerheid een belangrijke rol, waardoor het proces niet kan worden gemodelleerd met behulp van technieken zoals die bijvoorbeeld in de werktuigbouwkunde en de regeltechniek worden gebruikt. Er is ook sprake van complexiteit, doordat allerlei samenhangende processen elk hun eigen

onzekerheidskarakteristieken hebben.

Ons onderzoek probeert deze operationele bedrijfsprocessen formeel te beschrijven in wiskundige modellen, zoals vrijwel elke andere ingenieursdiscipline aan onze universiteit dat doet. Daardoor is analyse en optimalisering mogelijk. Ontwikkelingen op het gebied van informatietechnologie hebben reeds grote invloed gehad op de toegankelijkheid van optimaliseringsmethoden en -modellen. Ze krijgen steeds meer invloed op de modellering zelf, en op de beschikbaarheid van statusinformatie.

Uiteindelijk zijn het mensen die in alle operationele processen een belangrijke rol spelen. Daardoor kunnen processen niet volledig kunnen worden gemodelleerd en blijven stochastische modellen van groot belang. Mensen zijn uiteindelijk ook de beslissers die de uitkomsten van optimalisatie moeten interpreteren en daarover besluiten nemen. Als via het GPS-systeem in een vrachtwagen wordt gesignaleerd dat de melk te laat dreigt aan te komen in de supermarkt, kan de filiaalmanager besluiten dat alles en iedereen klaar staat op het moment dat de vrachtwagen aankomt. Dan blijft de vertraging misschien beperkt.

De ontwikkelingen in de informatietechnologie zullen een steeds belangrijker stempel drukken op de toekomst van ons vakgebied. Meer, gedetailleerdere en sneller beschikbare informatie over de status van orders maken nieuwe analyses mogelijk. We kunnen betere inschattingen maken en vaker ook automatisch actuele processen genereren. Het zal steeds meer de kunst worden om op korte termijn snel te reageren, zonder de eigen positie op de lange termijn te schaden. Ik heb daarbij het toekomstbeeld voor ogen van een verkeerstoren met rondom zicht op alle processen, zoals u dat ook in het drukwerk van de dies heeft gezien. Dit beeld sluit uitstekend aan bij het toekomstbeeld van de supply-chaincampus zoals Van Laarhoven die heeft geïntroduceerd. We ontwikkelen hier aan de TU/e essentiële technologie om die te kunnen realiseren. Een belangrijke uitdaging vormt ook het delen van informatie. Hoe meer statusinformatie er beschikbaar komt, hoe belangrijker die ook in andere bedrijven kan zijn. Diverse bedrijven die consumentenproducten produceren onderzoeken nu of het anoniem delen van geaggregeerde verkoopcijfers kan leiden tot betere voorspellingen van de verkoop van individuele producten. Door de kortere levenscycli van veel consumentenartikelen wordt het

steeds lastiger om voorspellingen voor afzonderlijke producten te maken. Tegelijkertijd wil men verkoopinformatie niet delen met de concurrenten. We proberen het koopgedrag nu beter te beschrijven met de technologie van process mining en met kennis van stochastische procesmodellen. Dat kunnen we bijvoorbeeld doen door individuele beslissers van beslissingsondersteuning te voorzien die mede is gebaseerd op data van anderen, maar zonder dat de specifieke data kan worden ingezien.

Dergelijke stappen en toekomstbeelden zijn alleen mogelijk als we met de verschillende disciplines binnen het LOIS-profileringsgebied verder samenwerken. Immers, er zijn technieken nodig op het gebied van statistiek en datamining, procesmodellering en stochastische modellen, voorraadtheorie en scheduling. Een ingenieursaanpak waarbij op een verstandige manier deelprocessen worden gedecomposeerd en keuzes in aggregatieniveaus worden gemaakt zoals die ontwikkeld is door LOIS hoogleraar Will Bertrand binnen de subfaculteit Technische Bedrijfskunde, is hierbij onontbeerlijk. We willen onze kennis ook samen met collega's in Delft en Twente inzetten in een nieuw 3TU Centre of Excellence, waarin we expertise op de gebieden van logistiek en mobiliteit samenbrengen om het belangrijke vraagstuk van mobiliteit, zowel van goederen als van personen, geïntegreerd aan te pakken. Als onderzoekers staan we klaar om hieraan binnen de 3TU Federatie een bijdrage te leveren, als de 3TU daartoe besluit.