

University of Groningen

Self-organising processes of task allocation

Zoethout, K.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2006

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Zoethout, K. (2006). *Self-organising processes of task allocation: a multi-agent simulation study*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Self-Organising Processes of Task Allocation

A Multi-Agent Simulation Study

Kees Zoethout

Publisher: Labyrinth Publications
Pottenbakkerstraat 15 – 17
2984 AX Ridderkerk
The Netherlands

Print:  Offsetdrukkerij Ridderprint B.V., Ridderkerk

ISBN-10: 90-5335-096-9
ISBN-13: 978-90-5335-096-6

© 2006, K. Zoethout

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnemen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, including photocopying, recording or otherwise, without prior written permission of the author.

RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN

Self-Organising Processes of Task Allocation
A Multi-Agent Simulation Study

Proefschrift

ter verkrijging van het doctoraat in de
Bedrijfskunde
aan de Rijksuniversiteit Groningen
op gezag van de
Rector Magnificus, dr. F. Zwarts,
in het openbaar te verdedigen op
donderdag 30 november 2006
om 14.45 uur

door

Kornelis Zoethout

geboren op 7 januari 1968
te Rauwerderhem

Promotor: Prof. Dr. H.B.M. Molleman
Copromotor: Dr. W. Jager

Beoordelingscommissie: Prof. Dr. N. Gilbert
Prof. Dr. R.J.J.M. Jorna
Prof. Dr. K.G. Troitzsch

Dit proefschrift beschrijft gedrag van gesimuleerde mensen. Waar gesproken wordt van 'hij' of 'hem' kan niet gelezen worden 'zij' of 'haar'. De agents die de mensen representeren hebben namelijk geen geslachtskenmerken. Hoewel dit betekent dat ik strikt genomen de agents zou moeten aanduiden met 'het' heb ik dit niet gedaan vanwege de rare zinnen die dit oplevert.

Voorwoord

Gemakkelijk aanvaarden we de werkelijkheid, misschien omdat we bij intuïtie voelen dat niets werkelijk is (Jorge Luis Borges).

Een origineel voorwoord van een proefschrift schrijven is lastig. De inhoud, een korte schets hoe het toch zover heeft kunnen komen, een korte beschrijving van de hindernissen op de weg er naartoe en de dankwoorden richting de mensen die tot het eindproduct hebben bijgedragen ligt min of meer vast. In sommige gevallen leidt dit tot een verhaal over een lange zoektocht vol ontberingen waarbij besloten wordt de partner te bedanken zonder wiens steun dit alles nooit mogelijk zou zijn geweest. Soms wordt een proefschrift vergeleken met het baren van een kind, een vergelijking die overigens vooral door mannen wordt gemaakt, maar waar ik zelf als vader helemaal niet achter sta. Veel dank wordt verschuldigd aan mensen die een soort mentorpositie hebben vervuld, de meester die zijn kennis heeft overgedragen aan zijn leerling. Ook al is de bezetting steeds weer anders, het proces is min of meer hetzelfde. Hoe kan iets dat al zo vaak is beschreven dan toch nog op een oorspronkelijke manier worden verwoord? Een standaardverhaaltje schrijven is te gemakkelijk maar ik wil ook niet in de valkuil trappen originaliteit te willen maar gekunsteld te eindigen. Het enige dat me daarom nog rest is het voorwoord gewoon vanuit mijn eigen beleving te schrijven.

Het idee voor het onderzoek dat ik in dit proefschrift beschrijf stamt uit de tijd dat ik psychologie studeerde. Tijdens mijn studie werd ik gegrepen door het concept zelforganisatie, orde die vanzelf ontstaat, zonder bemoeienis van buitenaf, en allerlei vragen die daaraan zijn verbonden. Hoe ontstaan structuren? Hoe organiseren de hersenen zichzelf, zonder centraal besturingssysteem dat kennis ordent en indrukken categoriseert? Hoe kan het dat een mierenhoop zo'n ingewikkelde structuur heeft en tegelijkertijd in staat is zich op een flexibele wijze op zijn omgeving af te stemmen zonder dat daar enig management of ontwerp aan te pas is gekomen? Door de fascinatie voor dergelijke vragen en het onvermogen ze te beantwoorden werd zelforganisatie een soort mythisch concept voor me. Dit leidde ertoe dat ik me tijdens mijn studie eerst begon te verdiepen in zelforganiserende neurale netwerken om van daaruit een overstap te maken naar zelforganiserende sociale netwerken. Destijds wilde ik een beschrijving maken, gebaseerd op algemene zelforganiserende mechanismen en kennis van zelforganiserend gedrag van verschillende sociale dieren, zoals apen, wolven en mieren. Deze beschrijving zou ik vervolgens gebruiken om sociaal gedrag van mensen te beschrijven om zo vragen te beantwoorden als: 'hoe ontstaan groepen?' of 'hoe werpt een leider zich op?' Naast sociale kenmerken zou ik veel aandacht moeten besteden aan cognitieve en affectieve kenmerken. Dit zou ik dan allemaal onderzoeken met behulp van computersimulatie. De reden voor zo'n ingewikkelde omweg om menselijk gedrag te bestuderen kwam voort uit mijn overtuiging dat een samenleving als de onze te geordend en daardoor te weinig ruimte bood om spontane orde te kunnen waarnemen, enkele kunstenaarskolonies uitgezonderd. Ik wilde mensen beschrijven zoals ze oorspronkelijk waren, zonder de structuur van een Westerse samenleving, maar als dieren.

Een aantal jaren later –ik was inmiddels allang afgestudeerd maar had deze droom nog steeds niet verwezenlijkt- kwam ik op het spoor van een Aio-plaats met als titel: ‘Variatie en de noodzaak tot zelforganisatie’. Nadat ik het onderzoeksvoorstel had doorgelezen kwam ik tot de conclusie dat dit project voldoende aanknopingspunten bood om mijn hoogdravende ideeën in kwijt te kunnen, solliciteerde en werd aangenomen. Het eindproduct ligt voor u, geenszins een direct gevolg van het uitwerken van het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel, zeker niet de verwezenlijking van mijn droom, maar iets dat ertussen in zit, met eigenschappen van beide en toch met een eigen identiteit. Toch een kind?

Mijn Aio-tijd betekende een tijd vol veranderingen. Ik was weer terug op de universiteit, met een mogelijke wetenschappelijke carrière in het verschiep, maar het belangrijkste was dat ik ging ik trouwen met Karin en vader werd. We kregen twee kinderen, Hanne en Mindra en zoals dat zo hoort te gaan zette het ouderschap mijn leven een tijdje op zijn kop. Gelukkig bleef er altijd tijd voor acteren en zeilen.

Maar ik zal u mijn al te persoonlijke bespiegelingen besparen en verder gaan met het bedanken van de mensen zonder wie ik dit proefschrift nooit geschreven zou kunnen hebben. Mijn dank gaat ten eerste uit naar Eric Molleman, wiens nuchterheid me steeds weer op aarde terugzette wanneer ik weer eens een poging tot hemelbestormen had ingezet. Verder dank ik natuurlijk Wander Jager die me niet alleen introduceerde binnen ESSA, de Europese Sociale Simulatie Associatie, maar me ook met zijn altijd optimistische houding steeds weer op wist te beuren wanneer ik me weer eens vertwijfeld afvroeg wat er voor anderen toch zo boeiend was aan hetgeen ik deed. Binnen deze bipolariteit had ik geen betere combinatie van begeleiders kunnen treffen. Daarnaast ben ik Gerhard Dalenoort veel dank verschuldigd, omdat hij me tijdens mijn studie psychologie op het huidige onderzoekspoor heeft gezet waarvan dit proefschrift overigens geenszins een eindstation is. De leden van het cluster Human Resource Management and Organizational Behaviour wil ik bedanken voor de prettige sfeer waarbinnen ik heb kunnen werken en de Aio's voor de gezellige lunches en de leuke gesprekken. Mijn dank gaat ook uit naar de mensen binnen en buiten de faculteit Bedrijfskunde voor de tijd die ze hebben genomen om met mij van gedachten te wisselen over mijn onderzoek en aanverwante zaken. Verder wil ik de leden van mijn leescommissie, Klaus Troitzsch, Nigel Gilbert en René Jorna bedanken voor hun opbouwende commentaar en nuttige aanvullingen. Hierbij wil ik René Jorna extra bedanken omdat hij vooral tijdens de afrondende fase van mijn proefschrift zich erg betrokken toonde bij mijn toekomstmogelijkheden.

Daarnaast bedank ik mijn goede vrienden en tevens paranimfen Jan Hein, die me dankzij de vele mailtjes die we elkaar tijdens mijn Aio-tijd stuurden zeker een half jaar tijd heeft gekost en Mathijs, die af en toe belangstellend vroeg of ik met mijn onderzoek nu eindelijk al eens iets nieuws had ontdekt en me zo fijntjes op de relativiteit van dit soort arbeid wist te wijzen. Maar ik bedank ook al mijn andere vrienden en vriendinnen omdat vriendschappen het leven nu eenmaal meer kleur bieden dan een proefschrift, zelfs al is het paars met roze gekaft. Zonder hen had ik onmogelijk de motivatie kunnen opbrengen om zo lang aan een project te werken. Verder bedank ik ook mijn ouders en schoonouders voor de vele keren dat ze als oppas fungeerde zodat ik weer verder kon met mijn proefschrift. Ik wil ook alle spelers bedanken waarmee ik tijdens de afgelopen jaren toneelproducties heb gemaakt. Zonder

hen had ik beslist het risico gelopen een workaholic te worden en van verslavingen zijn mensen nog nooit beter geworden. Bedankt ook Meta en Keimpe, die me steeds weer wisten op te kalefateren wanneer ik weer eens teveel hooi op mijn vork had genomen en me met mijn voeten op aarde zetten wanneer ik te bevlogen was. Tenslotte wil ik Karin nog het meest bedanken, voor het dragen van mijn humeurigheid wanneer ik me weer eens had vastgebeten in de diverse programmeerproblemen, voor het meedenken met de verschillende fasen van mijn proefschrift, maar vooral omdat ze is wie ze is, als collega, medetoneelspeelster en regisseur, maar vooral als mijn vrouw en moeder van onze kinderen. En als allerlaatste wil ik Hanne en Mindra bedanken voor het inzicht dat de naïeve blik van een kind soms meer ziet dan de geschoolde blik van een wetenschapper.

Kees Zoethout

Groningen, November 2006

Table of Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Self-organisation in a socio-managerial context	2
1.2 A comparison with the brain	5
1.3 The whole and its parts	6
1.4 Self-managing teams and task allocation	7
1.5 Multi agent simulation	9
1.6 The chapters	11

Chapter 2 Modelling	13
2.1 Introduction	13
2.2 Neural Networks and Social Processes	15
2.2.1 From a Brain Metaphor to Self-Organising Neural Networks	15
2.2.2 A Neural-Network Model: Properties and principles	16
2.2.3 Social Processes of Task Allocation	17
2.3 Task Components	17
2.4 Psychological Components	18
2.4.1 The Cognitive Architecture of the Agent	19
2.4.2 Interaction at the Skill Level	21
2.4.3 The Individual Level: Social Interaction	22
2.5 Concluding Remarks	23

Chapter 3 Formalisation and Verification	25
3.1 Introduction	25
3.2 A theoretical framework	27
3.2.1 The task	27
3.2.2 A task performing system	28
3.3 Formalisation and Description of WORKMATE	31
3.3.1 The task	32

3.3.2 Initial choice	32
3.3.3 Excitation and inhibition	34
3.3.4 Learning	36
3.3.5 Performance	37
3.4 Results	37
3.4.1 Experiment 1: Expertise differences and coordination time	38
3.4.2 Experiment 2: Task variety, coordination time, and specialisation	42
3.4.3 Experiment 3: Boredom	45
3.5 Discussion	47

Chapter 4 Simulating the emergence of task rotation **49**

4.1 Introduction	49
4.2 The model	50
4.2.1 The task	50
4.2.2 The agents	50
4.2.3 The model	51
4.2.4 The Allocation Process	52
4.2.5 Performance, learning and boredom	54
4.3 Experiments	55
4.4 Results	58
4.4.1 Organisation type	58
4.4.2 Boredom	60
4.4.3 Rotation frequency	62
4.5 Conclusions and Discussion	65
4.5.1 Conclusions	65
4.5.2 Discussion	66

Chapter 5 Task Dynamics in Self-Organising Task Groups **68**

5.1 Introduction	68
5.2 The model	70
5.2.1 Tasks and task dynamics	70
5.2.2 The multi agent system	71
5.2.3 Specialisation and generalisation	73
5.2.4 Model and hypotheses	74
5.3 Experimental Design	76
5.3.1 Variables and Design	76
5.3.2 parameter values and initial settings of the agents	77
5.4 Results	78

5.4.1 Total performance time	78
5.4.2 Acceptance of the hypotheses	80
5.4.3 Underlying processes	81
5.5 Conclusion and discussion	88

Chapter 6 Newcomers in Self-Organising Task Groups **91**

6.1 Introduction	91
6.2 The model	93
6.2.1 The multi agent system	93
6.2.2 Task and task performance	94
6.2.3 Model and hypotheses	96
6.3 Experimental design	98
6.3.1 Variables and design	98
6.3.2 Agent values and parameter settings	99
6.4 Results	101
6.4.1 Total performance time	102
6.4.2 Underlying processes	103
6.4.3 Acceptance of the hypotheses	106
6.5 Conclusion and discussion	106

Chapter 7 Conclusion **109**

7.1 Modelling self-organising social processes of task allocation	109
7.2 Verification of the model and the program	111
7.3 Task rotation and minimal critical specification	112
7.4 Task dynamics and requisite variety	112
7.5 Task rotation, flexibility and redundancy of functions.	113
7.6 Expertise and motivation processes and learning	114
7.7 Final Conclusion	115

Chapter 8 Discussion **117**

8.1 Scientific contribution	117
8.2 Managerial contribution	118
8.3 Validation of the model	120

8.4 Strength, Weaknesses and Future Research	121
8.5 Finally	123

References	125
URLs:	137
Appendix I. Computer Code	139
Samenvatting	146