

Jaargang 20, nummer 2,  
juni 2005

ISSN: 1389-0468

Oplage: 2150

I/O Vivat is het periodiek orgaan van Inter-Actief (de studievereniging voor Informatica, BedrijfsInformatie Technologie en Telematica) en ENIAC, de alumnivereniging voor Informaticastudenten van de Universiteit Twente.

## Redactie

Jonathan Brugge, Bas Peschier

## Gastschrijvers

Gerrit van der Hoeven, Anton Nijholt, I.H.C. Wassink, J.R. Kuipers, Alexander Spannenburg, Suzanne Verlijdsdonk, Martijn L. van Aartijk, Claudio P. Tagliola, Pieter W. Adriaanse, Jan-Willem Dijkshoorn, Jeroen ter Heerdt, Vakgroep HMI Universiteit Twente.

## Drukker

Van den Bosch & Fikkert



## Adressen

E-mail: [vivat@inter-actief.net](mailto:vivat@inter-actief.net)  
Telefoon: 053-4893756  
Fax: 053-4894571  
Post adres: Inter-Actief  
Postbus 217  
7500 AE Enschede  
Internet: [www.inter-actief.net](http://www.inter-actief.net)

Dank aan alle inzenders van kopij. De studievereniging wil de adverteerende bedrijven bedanken voor de goede samenwerking.

Copyright © 2005 Studievereniging  
Inter-Actief.

# Kunstmatige Intelligentie

Kunstmatige intelligentie is het onderwerp van de nieuwe I/O Vivat – een onderwerp dat zich pas een jaar of zeventig geleden echt begon te ontwikkelen. In 1936 publiceerde Alan Turing het artikel ‘Computing machinery and intelligence’, waarin hij een machine beschreef die zich als een mens zou kunnen gedragen – overigens zonder uit te leggen hoe je een dergelijk apparaat zou moeten bouwen. Er zijn nog steeds wedstrijden gaande om het idee van Turing in de praktijk te brengen, zonder dat het iemand ooit gelukt is.

Veel simpeler is het om een machine te ontwikkelen die slechts een specifieke taak kan overnemen van een mens. In het artikel over de producten van Prime Vision wordt duidelijk dat zelfs dat nog niet bepaald een eenvoudige taak is – hun software probeert handgeschreven tekst te herkennen en krijgt dagelijks te maken met handschriften die in de categorie ‘hanenpoten’ vallen. Voor wie dat nog niet uitdagend genoeg vindt: probeer eens een programma te schrijven dat een zeilboot kan besturen, zelfs als de omstandigheden continu aan verandering onderhevig zijn.

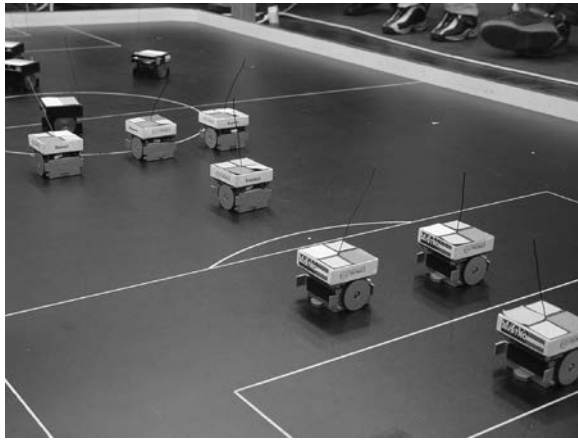
Een eigenschap die vaak wordt beschouwd als exclusief aan mensen voorbehouden, is creativiteit. Ook dit bastion van de menselijke uniciteit wordt aangevallen en wel bij onze ‘eigen’ vakgroep Human Media Interaction. Zij werken aan een systeem dat verhalen kan schrijven – wie weet worden Homerus en Shakespeare ooit overtroffen door een kunstmatige verhalenverteller. Voor wie aan alleen een statisch verhaal niet genoeg heeft, is er ook nog een tekst opgenomen over het geven van muziekconcerten door digitale artiesten.

Hoewel relatief simpele vormen van kunstmatige intelligentie al moeilijk genoeg blijken te zijn, wordt er genoeg gedroomd over robots die zelfstandig kunnen rondlopen en zich in leven kunnen houden. Mogelijk vervaagt ooit de grens tussen mensen en machines, of misschien blijken mensen toch wel iets unieks te hebben dat niet in machines te vatten is – zie daarvoor het artikel van Jan-Willem Dijkshoorn.

Als redactie dromen wij al van werkelijk geavanceerde kunstmatige intelligentie – wat te denken van een systeem dat automatisch een I/O Vivat in elkaar zet? Een apart onderdeel voor de layout, het systeem van de vakgroep HMI om inhoud te genereren... ■

Jonathan Brugge & Bas Peschier, redactie I/O Vivat

# Inhoud



FIRA EC 2005 (pag. 12)



RoboSail (pag. 16)

“As mentioned, in our AVEIRO project we work on interacting embodied agents in virtual environments.”

**4**

**3** Wat zoekt Van der Hoeven ...

**4** Gulliver Project

**8** AI in de rijnsimulator

“De Robosoccerteams die zullen deelnemen komen uit verschillende landen, zoals Duitsland, Oostenrijk, Tsjechië en zelfs uit de Verenigde Staten.”

**12**

**11** Middenwoord

**12** FIRA EC 2005

**13** Mededelingen van ENIAC

**14** Interview Jurgen Schreij

“The RoboSail Project’s ultimate goal is to create a semiautonomous, intelligent, computer system, which can learn to steer a sailboat optimally, in close cooperation with the human sailor on-board.”

**16**

**16** AI and the Ocean: RoboSail

**25** Cyborg, droom of toekomstmuziek?

**29** Intelligent post verwerken

**32** Artificial Intelligence for Automatic Story Generation



# Wat zoekt Van der Hoeven ...

## Herkenbare intelligentie?

De Zwitserse filosoof en psycholoog Jean Piaget (1896-1980) omschreef intelligentie als: “datgene wat we gebruiken als we niet weten wat we moeten doen.”

Dat is minder duidelijk definiërend dan wat de Amerikaanse hoogleraar Computer Science John McCarthy (1927) zegt: “Intelligentie is het rekendeel (computational part) van ons vermogen om doelen in de wereld te bereiken.”

McCarthy verdient het dat ik zijn inzichten volg in een nummer van I/O Vivat dat over AI gaat. Hij bedacht ten slotte volgens zijn eigen curriculum vitae in 1955 de term “artificial intelligence.” Maar in al zijn nietszeggendheid vind ik Piaget’s uitspraak toch veelzeggender.

Menigeen is op zoek naar de evolutionaire verklaring voor intelligentie. Wat maakte het zo aantrekkelijk voor levende wezens om over dat vermogen te beschikken dat zij kunnen gebruiken als zij niet weten wat zij moeten doen? Men pleegt, in antwoord op die vraag, de ontwikkeling van intelligentie bij levende wezens te koppelen aan hun vermogen zich te bewegen. Klinkt plausibel: ik dicht de mieren in mijn achtertuin eerder enige intelligentie toe dan de planten. Voor interessante AI verbind ik hieraan graag een ongefundeerde conclusie: weg met de machine die schaakt, leve de machine die voetbalt.

Ik kan oproepen het AI-onderzoek werkelijk fun-

damenteel aan te pakken door te kijken naar robotvoetbal en niet naar robotschaak, maar zullen we de intelligentie van de voetballende robot ook herkennen? Kost het niet soms al veel moeite de intelligentie te herkennen van de voetballende medemens?

Ik schrijf met enige regelmaat een stukje tekst voor dit blad. De redactie meldt mij ruim tevoren een thema en een deadline, en als die deadline daar is, weet ik niet wat ik moet doen. Gelukkig bezit ik datgene wat ik kan gebruiken als ik niet weet wat ik moet doen: intelligentie. Ik blader in een boek (“How Brains Think” van William Calvin in dit geval), ik bezoek een website (van John McCarthy in dit geval), ik ijsbeer mijn kilometers, en dan typ ik mijn tekst. En u begrijpt hoe intelligent dat is.

De schrik slaat mij om het hart. Ik zou het natuurlijk ook helemaal mis kunnen hebben. U herkent misschien in wat ik schrijf geen enkele intelligentie. U hebt zelf uit liefhebberij wel tien kunstmatig intelligente programma’s ontwikkeld en elk daarvan schrijft betere columns dan ik. En dat zonder alle backspaces en deletes waar ik mijn tijd aan kwijt ben. Ik durf het u haast niet te vragen, maar wat is eigenlijk intelligentie, en hoe herkent u die? ■



**Gerrit van der Hoeven**

# Gulliver Project

## *performers and visitors*

This paper discusses two projects in our research environment. The Gulliver-project, an ambitious project conceived by some artists connected to our research efforts, and the Aveiro-project, as well ambitious, but with goals that can be achieved because of technological developments, rather than be dependent on artistic and 'political' (read: financial) sources. Both projects are on virtual and augmented reality. The main goal is to design inhabited environments, where 'inhabited' refers to autonomous agents and agents that represent humans, real-time or off-line, visiting the virtual environment and interacting with other agents. The Gulliver environment has been designed by two artists: Matjaž Štuk and Alena Hudcovicová. The Aveiro project is a research effort of a group of researchers trying to design models of intelligence and interaction underlying the behavior of (groups of) agents inhabiting virtual worlds. In this paper we survey the current state of both projects and we discuss current and future attempts to have music performances by virtual and real performers in these environments.

### 1. Introduction

There are many ways to have (real-time) art and music performances in virtual worlds. Here we use 'virtual'

to stand for distributed 2D or 3D environments where visualization of environment and activities is an important issue. Many examples of these environments exist. They have developed from chat or game worlds, from computer supported cooperative work environments, teleconferencing environments, etc. In these environments human-like human-like objects have been introduced, sometimes standing for a visitor and controlled by the visitor, but also sometimes standing for a virtual person that has been introduced in the environment to perform and visualize a certain task, in interaction with one or more visitors.

We have developed several virtual worlds. One of them is the virtual theatre, as part of our Agents in Virtual Environments (Aveiro) project. The theatre is a virtual 3D VRML copy of an existing theatre. Visitors can walk around, explore the building and the information that is offered. It includes a 3D embodied agent called Karin, who can answer questions about actual performances and their performers. Since she is accessible on WWW, people can use this system in order to get up to date information.

The second environment we mention is the Gulliver environment. While the theatre environment has the aim

of modeling multi-modal human-agent and agent-agent interaction in the context of non-entertainment situations (information services and transaction, teaching, collaborated work, etc.), the Gulliver project aims at creating an environment where visitors can get involved in performances and where the distinction between performers and audience disappears. While the theatre project has already investigated different kinds of interactions and serves the role of a laboratory for research, the Gulliver environment has only been modelled in virtual reality in a rudimentary way and now waits for performers and visitors to interact. For that reason much of our current activities are devoted to issues that deal with generating behavior in virtual reality, with modeling of musicians based on music scores, and with modeling autonomous behavior of embodied agents that have

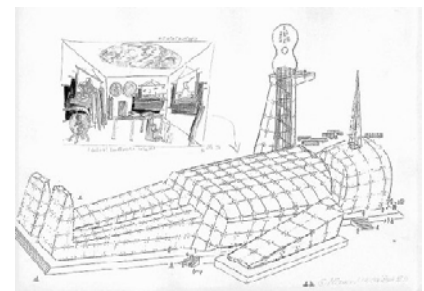


Figure 1: Design of the Travelling Gulliver

to interact with other virtual agents and human interactors.

In the next section we have a few words about the origins of the Gulliver project. We discuss the theatre environment in section 3. Section 4 is on the state of the art of performances by virtual actors. Interesting issues are the possibility to have a actor's behavior be influenced by the behavior of other players, the reaction of an audience (virtual or real) or, for example, a conductor trying to lead the performance. Section 5

**"...we work on interacting embodied agents in virtual environments."**

concludes this paper.

## 2. The Gulliver Project

The Gulliver Project of the artists Matjaž Štuk and Alena Hudcovicová aims at building a variety of virtual and real objects that are connected through Internet and that can be visited by the audience, both in reality and in virtual reality environments, preferably by using World Wide Web. The project, as perceived by the artists includes the realization of "Gulliver's Traveling Museum of Living Art", an example of migrating architecture. It is a transportable building made out of light construction material, with transparent walls and designed as a human body that represents Gulliver, the hero of Swift's "Gulliver's Travels", lying on its back (Fig. 1). It is a large construction, visitors can enter Gulliver, see expositions, go to a museum shop or a restaurant, interact with art installations, etc. Gulliver's right arm is meant to be a panorama tower. The arm contains an elevator and stairs. On the hand's palm is clockwork with a carillon and with colors that change according to the time of the day.

Part of the museum is 'Gulliver's Kitchen' (Fig. 2). This kitchen is meant to allow visitors of the museum to change the environment

using multi-modal interaction. Visitors can use gestures or speech utterances to change color patterns on Gulliver's skin or to orchestrate the carillon in the palm of the right hand of Gulliver. It is assumed that the traveling museum and has some counter parts. The main counter part is a virtual Gulliver (Fig. 3) that is accessible through Worldwide Web. Wherever the physical Gulliver appears it should draw the audience's attention to the virtual Gulliver. Moreover, the audience should be

able to connect to the virtual Gulliver and experience what is going on



Figure 2: Design of the Kitchen

there through the 'Kitchen'. In this paper the emphasis is on how we can use this environment, building on research in the Aveiro project and on projects performed by other research groups, to have performances by interacting autonomous agents and visitors.

## 3. The Aveiro Project

As mentioned, in our AVEIRO project we work on interacting embodied agents in virtual environments. For that reason we built a laboratory-like environment representing a theatre in our hometown. In this virtual theatre we can find the usual locations: entrance hall, information desk, coffee stands, performance halls, stairs, lounges, stage, etc. Users that access the WWW-page of the virtual theatre can visit the locations, explore the building, etc.

The environment contains books, posters, paintings, etc. on which visitors can click to obtain more information, to hear music or to activate certain events. E.g., clicking a poster will give more information about the performance displayed; clicking a TV screen activates a video preview of a performance. Using the mouse simple melodies can be played on a virtual keyboard. A seating map is available in the environment on which a user can click to get transported to the corresponding chair in the main performance hall. On stage is a simply animated piano player and a slightly more advanced dancer that can perform baroque dances on stage corresponding to music that is played. Standing behind an information desk is Karin, a 3D animated avatar that can enter into a dialogue with the visitors about performances and performers. Karin is in fact the interface between the visitor and a database containing information for the current season. Questions can be asked in natural language and Karin uses visual speech to articulate her answers. See [5] for a survey of the virtual environment.

In recent years various versions of this environment have been investigated. These versions included the introduction of other agents, e.g., a navigation agent, the introduction of speech access, the introduction of an

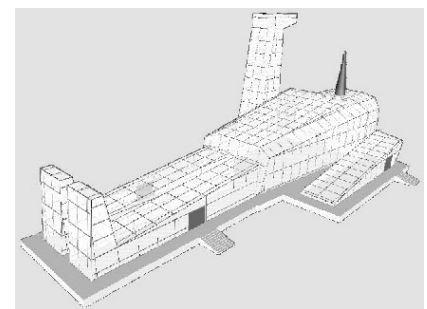


Figure 3: View on Virtual Gulliver

agent platform and allowing multiple users to enter the environment using the DeepMatrix system [6]. Fig. 4 displays a situation where a visitor represented by an embodied agent approaches the information desk.

Experiments are going on in which Karin also displays natural gaze behavior during her interaction with a visitor.

#### 4. Virtual and augmented reality performances

In sophisticated systems that have become known as interactive theater, interactive cinema or interactive story telling, multiple players connected by a network can take part in a performance as actors. The performers are represented as avatars in a virtual environment and with motion capture systems (cameras or sensors) avatar movements can be made to reflect player movements. Gestures, touch and facial expressions of the players can be tracked and given as input to the avatar's animation algorithms. With the help of speech technology the player's emotion and utterances can be interpreted. Plays can have branch points and due to the interactions particular branches can be chosen. The virtual stage may have actors that are provided by the theater and that show some autonomous behavior according to some action patterns. They have a role, but the way they perform this role is determined in interactions with the human player and its alter ego avatar. See Takahashi et al. [8] for a recent example of interactive theater.

There are also several examples where the actors are musicians. In its most primitive form we have a



Figure 4: Embodied Visitor visits Domain Agent Karin

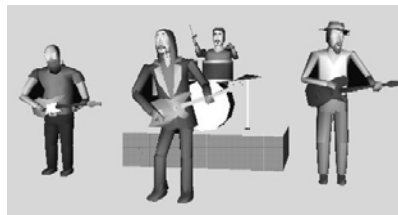


Figure 5: VRML Band (Dennis McKenzie, Geometrek)

band of virtual musicians just playing along. There is no variation and there is no interaction between the musicians or between the musicians and a possible audience. See Figure 5 for an example. More interesting are examples where we can provide the musicians with different scores and there is an automatic mapping from these scores to audio and corresponding animations. In this project, performed at our research group, we are also experimenting with the possibility that drum movements of a human player are detected by sensors and transformed to animations of the virtual drummer. In September 2001 a concert was organized where we asked two student bands to replace their real drummer with the virtual drummer. The audience was asked to wear 3D glasses.

**“MIDI data of each player's performance is received by the other players to react upon.”**

There are several other projects that we would like to mention. The Diva project [4] allows a visitor, wearing a data dress suite, data gloves and a

Two other projects that we like to mention here are the virtual piano player [1], a project aimed at modeling the interaction between a virtual piano player and the virtual piano, and some projects [7] on computer animated opera singers or jazz musicians.

#### 5. Conclusions

In this paper we surveyed the developments in our projects on the design of virtual interest communities, the way people can represent themselves in these communities and how they can explore and interact, not only with each other, but also with community agents with task and domain knowledge. In par-



particular we looked at the possibility to have collaboration between visitors and domain agents. In particular we looked at the possibility to have joint performances of real and virtual musicians. Modelling autonomy in virtual actors is one of our main concerns in the near future.

### Acknowledgments

There are many people that helped to design and realize the Gulliver and Aveiro projects and the (performing) agents that inhabit these worlds. Particular thanks go to Martijn Kragtwijk for his work on the virtual drummer, Eelco Herder and Wytze Hoogkamp who worked on the virtual Gulliver, and Job Zwiers for his attempts to force everyone working on these projects to agree upon agent communication, agent modeling and (VRML and Java 3D) programming standards. ■

Anton Nijholt  
 Department of Computer Science  
 University of Twente  
 Enschede, the Netherlands  
[anijholt@cs.utwente.nl](mailto:anijholt@cs.utwente.nl)

### References

- [1] J. Esmerado. A Model of Interaction Between Virtual Humans and Objects: Application to Virtual Musicians. Ph.D. Thesis, EPFL-LIG, Lausanne, 2001.
- [2] M. Goto, I. Hidaka, H. Matsumoto, Y. Kuroda & Y. Muraoka. A jazz system for interplay among all players. *Proc. Intern. Computer Music Conference*, 1996, 346-349.
- [3] M. Kragtwijk, A. Nijholt & J. Zwiers. Implementation of a 3D Virtual Drummer. In: *Proc. CAS2001, Eurographics Workshop on Animation and Simulation 2001*, Manchester, UK, Springer, New York, M. Magnenat-Thalmann & D. Thalmann (eds.), 2001, 15-26.
- [4] T. Lokki, L. Savioja, J. Huopaniemi, R. Hänninen, T. Ilmonen, J. Hiipakka, V. Pulkki, R. Väänänen and T. Takala. Virtual Concerts in Virtual Spaces - in Real Time. (Invited paper) *Joint ASA/EAA Meeting*, Berlin, Germany, March 14-19, 1999.
- [5] A. Nijholt & J. Hulstijn. Multimodal Interactions with Agents in Virtual Worlds. In: *Future Directions for Intelligent Information Systems and Information Science*, N. Kasabov (ed.), Physica-Verlag: Studies in Fuzziness and Soft Computing, 2000.
- [6] G. Reitmayr et al. Deep Matrix: An open technology based virtual environment system. *The Visual Computer Journal* 15: 395-412, 1999.
- [7] R. Rowe, E.L. Singer & D. Vila. A Flock of Words: Real-Time Animation and Video Controlled by Algorithmic Music Analysis. In *Visual Proceedings, ACM SIGGRAPH 96*, New York.
- [8] K. Takahashi, J. Kurumisawa & T. Yotsukura. Networked theater. *Proc. First IEEE Pacific-Rim Conf. On Multimedia*, December 2000, University of Sydney, Australia.
- [9] W.F. Walker. A conversation-based framework for musical improvisation. Ph.D. thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1994.



# AI in de rijnsimulator

## Techniek waarvan de mens kan leren

Artificial Intelligence is helemaal hot in de informaticawereld. Steeds weer worden er nieuwe technieken ontworpen om computersystemen slimmer te maken en zelfs dingen te kunnen laten leren. En dan, dan is het punt bereikt waarop de mens niet meer de leraar is van de computer, maar dat de computer in het pak van de leraar treedt om de mens iets te leren.

Green Dino Virtual Realities is gespecialiseerd in het visualiseren van virtuele werelden en het maken van virtuele leeromgevingen. Een voorbeeld van een dergelijke leeromgeving is de rijnsimulator. Virtuele leeromgevingen hebben raakvlakken met talloze wetenschappelijke onderzoeksgebieden. Informaticagebieden als AI, Multi-Agent-Systems, maar ook niet-informaticagebieden als cognitieve wetenschappen komen hier naar voren. Deze vlakken samen maken van de rijnsimulator een interessant onderzoeksgebied.

### De rijnsimulator

De rijnsimulator is een virtuele leeromgeving waarbinnen een student rijlessen krijgt. De fysieke simulator bestaat uit een mockup, waarin de student gedurende de rijles zit (figuur 1). De mockup bevat een computersysteem waarmee de simulatie wordt gerealiseerd.

De rijlessen in de simulator bieden een goede basis voor het rijden in de praktijk. De simulator wordt steeds meer bij rij scholen ingezet als hulpmiddel. Een les in de simulator levert namelijk vele voordelen op



Figuur 1: De mockup

voor zowel de rij schoolhouder als de student:

- het geven van lessen met behulp van de simulator levert een hoger rendement op voor de rij scholen,
- rij-instructeurs hoeven de studenten geen basishandelingen te leren,
- rijlessen in de simulator zijn goedkoper voor zowel de student als de rij school,
- studenten kunnen eerder met de rijlessen beginnen, je mag al vóór je achttiende in de simulator rijden,
- rijlessen in een simulator zijn beter voor het milieu, de simulator bevat speciale lessen over zuinig rijden,

- rijden in de simulator is veiliger voor de student en de omgeving,

- het leren in de simulator is effectiever dan in een auto.

De laatste twee punten zullen hier nader toegelicht worden. De simulator biedt een groot voordeel ten opzichte van leren in de 'gewone wereld'. Het is niet zo erg als studenten fouten maken gedurende een les in de simulator, want eventuele ongelukken zijn immers ook virtueel. Daarnaast biedt de simulator de mogelijkheid dat situaties gecreëerd kunnen worden. Dit betekent dat er speciaal getraind kan worden op geselecteerde handelingen, die de student nog niet goed in de vingers heeft.

Als een student problemen heeft met voorrangregels op gelijkwaardige kruispunten, dan kan hij hier extra op getraind worden door veel van dergelijke situaties te laten optreden. De simulator heeft hier als voordeel dat de situatie gestuurd kan worden en dat er dus daadwerkelijk een auto van rechts komt.

Naast lessen in de rijnsimulator zijn lessen in een gewone lesauto noodzakelijk, omdat de rijnsimulator op dit moment 25% van de rijopleiding omvat. De student leert in de simulator de basisprocedures van het auto-



rijden. Uit de praktijk is gebleken, dat hij deze rijtaken zonder problemen kan uitvoeren, wanneer hij de weg opgaat. Hij rijdt zonder hulp van de instructeur foutloos in de lesauto weg. Klanten geven aan dat acht uur

Buiten deze informaticagebieden bevat het systeem natuurlijk veel raakvlakken met rijvaardigheid en verkeersveiligheid. Hierbij wordt de focus gelegd op hoe een bestuurder veilig door de wereld heen rijdt en

een agent over het algemeen de verkeersregels handhaven.

Soms kan er van het doel 'veilig rijden' afgeweken worden om zo uitzonderlijke situaties te creëren. Dit is het geval als een student getraind wordt op speciale situaties (een bestuurder rijdt door rood, of snijdt een andere weggebruiker af).

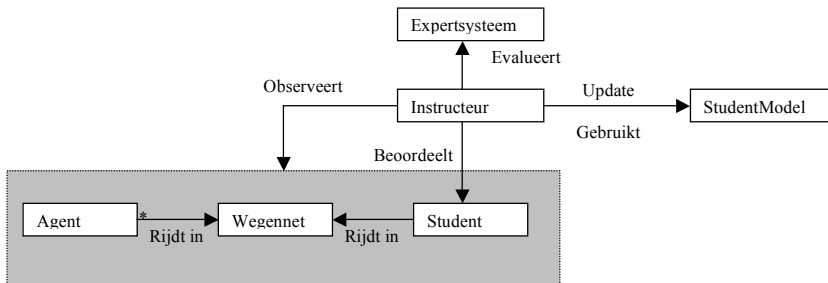
Om diversiteit te handhaven, bevat iedere agent een gedragsmodel. Dit gedragsmodel bepaalt de rijstijl waarmee de agent zich door de omgeving beweegt. Er zijn agents die uiterst voorzichtig rijden, maar ook agents die een meer agressieve rijstijl handhaven.

Behalve agents die auto's besturen kunnen er ook andere typen agents geïntroduceerd worden. Het kan hier natuurlijk gaan over andere weggebruikers zoals voetgangers en fietsers, maar ook totaal andere componenten kunnen als intelligente agents gerepresenteerd worden. Hierbij kan men denken aan verkeerslicht-agents. Een verkeerslicht-agent beheert het gedrag van een verkeerslichtsysteem. Een dergelijke agent kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat het verkeerslicht op rood springt indien de student het kruispunt nadert.

### De instructeur neemt waar

Om een leeromgeving effectief te maken, is het belangrijk dat de student feedback krijgt van het rijsimulator. Dit betekent dat de student commentaar van het systeem krijgt op het moment dat hij iets verkeerd doet. Daarnaast is het ook belangrijk dat de student positieve feedback krijgt indien hij rijtaken correct aflegt. In een gewone lesauto wordt dit door een rij-instructeur gedaan. De rijsimulator bevat een virtuele rij-instructeur die zo de taken van de rij-instructeur waarneemt, in het engels ook wel Virtual Driving Instructor (VDI) genoemd (figuur 2).

Deze virtuele rij-instructeur 'zit' virtueel naast de student in de auto



Figuur 2: Positie van de VDI in de simulator

les in de rijsimulator gelijk staat aan tien uur les op de weg. De rijlessen in de simulator zijn dus een waardevolle invulling voor het huidige lespakket voor autorijden.

### Een rit door verschillende werelden

Het uitdagende aan de rijsimulator is de veelzijdigheid. De rijsimulator is een virtueel leersysteem, een ITS (Intelligent Tutoring System). Het heeft als doel de student de vaardigheden van het rijden onder de knie te laten krijgen. Cognitieve elementen komen naar boven zoals: "Hoe kunnen op een effectieve wijze rijlessen gegeven worden aan een student?", "Welke rijtaken hebben extra aandacht nodig?" en "Hoe worden de leermomenten gegenereerd, zodat de student daadwerkelijk de rijtaken gaat beheersen?".

Daarnaast bevat het systeem agents, die de verschillende voertuigen door de omgeving besturen. Deze agents dienen autonoom door de virtuele wereld te rijden. Op uitzonderings-situaties na, zullen de agents zich aan verkeersregels moeten houden. Om dit te kunnen doen, is het van essentieel belang dat agents de situatie kunnen observeren en interpreteren. Op basis van deze informatie kunnen ze beslissingen nemen over welke acties ze zullen uitvoeren.

welke verkeersregels er gelden.

Om het rijden door een virtuele wereld te verwerkelijken is het belangrijk dat de wegligging van de auto realistisch is. Dit betekent dat er een compleet fysisch voertuigmodel aanwezig is in de simulator. Dit fysische model bootst de natuurkundige wetten na met betrekking tot grip, acceleratie en stuurmechanisme van een auto.

### Weg met agents

De momenten dat men zich in de werkelijkheid solitair op de weg bevindt, zijn zeer sporadisch. Een virtuele lesomgeving zonder andere weggebruikers is dan ook niet geschikt voor het aanleren van rijtaken zoals voorrang verlenen op kruispunten en afstand houden.

In de rijsimulator worden weggebruikers gerepresenteerd als agents. Iedere agent is een intelligente en autonome entiteit die zich door de omgeving beweegt. Om goed door de wereld te kunnen rijden, dient een agent te observeren. Op basis van zijn observatie en zijn innerlijke toestand neemt een agent beslissingen. Iedere agent heeft in de simulator meestal één hoofddoel. Dit doel is zo veilig mogelijk door de omgeving te rijden. Daarnaast zijn er ook enkele subdoelen. Zo wil een agent zo weinig mogelijk stil staan. Verder wil

en observeert de handelingen van de student en beoordeelt deze. Een goede instructeur houdt rekening met de leertoestand van de student. Dit betekent dat de instructeur zijn commentaar, maar ook de hoeveelheid commentaar aanpast aan het niveau van de student. Om deze gegevens bij te houden, maakt de virtuele rij-instructeur gebruik van een studentmodel. Hierin houdt hij alle beoordelingsresultaten van de student bij. Ook andere informatie, zoals hoe snel een student leert, de gereden lessen, etc., kunnen hierin opgeslagen worden.

De instructeur is compleet onafhankelijk van de virtuele wereld geïmplementeerd. Dit betekent dat de instructeur zelf situaties moet herkennen door observatie. Dit betreft zowel de structuur van het wegennet (zoals type kruisingen, type wegen), de verkeersregels en de posities van de weggebruikers. De instructeur bepaalt de mogelijke geldige acties in deze situatie en vergelijkt de acties van de student met deze acties. Aan de hand van deze gegevens geeft de instructeur een beoordeling. Op basis van de beoordeling en het huidige leerniveau van de student wordt er feedback gegeven aan de student. Deze feedback wordt direct na het uitvoeren van de actie gegeven. De student krijgt dus gedurende het uitvoeren van de les de feedback. Tevens wordt de beoordeling opgeslagen in het studentmodel. Deze informatie wordt gebruikt bij een volgende evaluatie, maar ook bij het selecteren van een volgende rijtaak of rijles.

### De situatie volledig onder controle

De kracht van de simulator zit niet alleen in de aanwezigheid van een virtuele instructeur en een reeks van intelligente voertuigbestuurders. Het voordeel van de simulator is dat er complete grip is op de verkeerssituaties. In de werkelijke wereld is het afwachten of bepaalde situaties optreden, omdat bijvoorbeeld een

bepaalde verkeersdichtheid nodig is. Ook hebben bepaalde leermomenten een specifieke leeromgeving nodig. In de rij simulator kan men bepaalde omgevingen creëren zodat de juiste leeromgeving aanwezig is. Als een

dan bijvoorbeeld plaats in de vorm van een animatie met commentaar. De student krijgt dan te zien waarom bepaalde situaties niet goed zijn uitgevoerd en eventueel hoe het beter kan.

**“De kracht van de simulator zit niet alleen in de aanwezigheid van een virtuele instructeur.”**

student rotondes moet oefenen, ligt op elk kruispunt een rotonde. Ook de hoeveelheid verkeer is te regelen. Dit betekent dat de student in het begin in een rustige omgeving zonder verkeer de basisvaardigheden kan leren, terwijl de gevorderde student in een drukker omgeving kan rondrijden.

### Anticiperen

De rij simulator is een vrij nieuw product. Dit betekent dat er nog tal van onderzoekselementen aanwezig zijn. Hierbij kan men denken aan het analyseren van het kijkgedrag van de student. Op dit moment kan de virtuele rij-instructeur acties van de student alleen beoordelen door het meten van de status van het voertuig en het uitlezen van de situatie in de omgeving. De instructeur ziet de student zelf niet. Alleen de gevolgen van de acties van de student kunnen beoordeeld worden. Door ook het gedrag van de student zelf te analyseren, zoals het kijkgedrag, kan de instructeur nog meer begeleiding geven tijdens de rijlessen.

Ook het leren van bepaalde verkeerssituaties kan verbeterd worden. De simulator kan de student trainen op zijn zwakke punten door bepaalde verkeerssituaties uit te gaan lokken. In plaats van scenario's op vaste plekken plaats te laten vinden, worden de scenario's op basis van het leerniveau van de student gegenereerd.

Een totaal ander idee is een evaluatiesysteem. In plaats dat de student alleen feedback krijgt van de virtuele instructeur, kan er gekozen worden om na het uitvoeren van een les een evaluatie te geven. De evaluatie vindt

### Conclusie

De rij simulator is een Intelligent Tutoring System dat voor rijlesdoel-einden ingezet wordt. Met behulp van deze simulator kan een student in een veilige en gecontroleerde omgeving beginnen met rijlessen.

De rij simulator biedt vele raakvlakken met kunstmatige intelligentie en multi-agentsystemen. Deze zijn terug te vinden in de Virtuele Instructeur en de mede weggebruikers die allen gerepresenteerd zijn als agents. Ook naar de toekomst toe biedt de rij simulator veel gebieden waar kunstmatige intelligentie een oplossing kan zijn. Hierdoor is de rij simulatie een interessant onderzoeksgebied voor nu en in de toekomst.

Indien je geïnteresseerd bent in een interessante en uitdagende stage, neem dan contact op met Green Dino Virtual Realities te Wageningen of informeer bij Dhr. A. Nijholt van de leerstoel HMI van de opleiding Informatica te Universiteit Twente.

Meer informatie over dit onderwerp is te vinden op [www.rij simulator.nl](http://www.rij simulator.nl).

I.H.C. Wassink  
ir. J.R. Kuipers  
Green Dino Virtual Realities

Ze zijn altijd leuk die verjaardagsfeestjes. Als je dan weer aan je chipolatataartje zit komt de welbekende vraag van een willekeurig familielid: “Goh, wat studeerde je ook al weer?” En na wat gekeuvel over informatica komt zo’n gesprek snel op het onderwerp of de wereld nu ooit door computers geregeerd zal worden. Een uitgekauwd onderwerp wat mij betreft. Natuurlijk moeten we altijd voor elk gevaar waken, maar al sinds de industriële revolutie is de mens bang zijn controle te verliezen en dat is nog nooit gebeurd.

Interessanter vind ik de discussie wat je wel en wat je niet met kunstmatige intelligentie kunt.

Dat je heel veel kunt met kunstmatige intelligentie mag ons allen duidelijk zijn en ook de artikelen in deze I/O Vivat beamen dat. Dat wat we van mensen intelligent gedrag noemen kan steeds vaker ook door computersystemen gedaan worden.

Een typisch voorbeeld zou de aankoop van een huis kunnen zijn. Een intelligent proces waarbij je als mens een aantal zaken moet afwegen. Wat wil ik voor huis? Welke eisen stel ik aan mijn toekomstige woning en de omgeving? Wat kan ik financieel dragen via een aantal constructies? Je zou dit proces volgens de regels van de kunstmatige intelligentie prima kunnen automatiseren. En steeds vaker gebruiken zoekmogelijkheden van sites dergelijke technieken om een voorselectie voor de klant te maken.

Nu blijkt uit onlangs verschenen psychologisch onderzoek dat dergelijke intelligente processen door mensen slecht gedaan worden. Als mensen gedwongen worden om een heel rationele keuze te maken (zoals een kunstmatig systeem zou doen) dan maken ze – zo blijkt – vaker de verkeerde keuze dan dat ze dezelfde keuze maken en onbewuste denkpatronen ook invloed hebben. De conclusie van dit onderzoek is dat wij mensen goed zijn in het maken van beslissingen omdat ook onze intuïtie een belangrijke rol heeft. En die intuïtie blijkt (wat menig goeroe u ook voorhoudt) onbeïnvloedbaar en zo zijn er nog legio psychologische onderzoeken gedaan waaruit stuk voor stuk blijkt dat onze intuïtie of ons onbewuste de overhand heeft over onze ratio. Zonder dat we het zelf weten.

Terug naar de verjaardag. Bewust gaat het gesprek toch nog over de film “I, Robot” en het daarmee geleverde bewijs voor een gevaarlijke toekomst als mijn tante opeens een zakdoek pakt. Mijn oom maakt aanstalten om te niezen en onbewust heeft mijn tante dat aan zien komen en terwijl ze doorpraat reikt ze de zakdoek aan. Mijn vriendin vindt dat soort dingen eng; elkaar onbewust aanvoelen en dat haar intuïtie haar soms zo goed weet te leiden.

Moeten we bang zijn voor kunstmatige intelligentie? Ik denk nog steeds van niet, maar kunstmatige intuïtie: waak er voor! ■



# Eelco Eerenberg

In een uniek samenwerkingsverband tussen de faculteit EWI en Inter-Actief wordt binnenkort een uniek evenement georganiseerd: het Europees Kampioenschap Robosoccer 2005.



# FIRA

European Championship Robosoccer 2005

## FIRA EC 2005

### Europees Kampioenschap Robosoccer

Sinds 1998 wordt er jaarlijks door verschillende universiteiten namens de FIRA (Federation of International Robosoccer Association) een Europees robosoccertoernooi georganiseerd.

Om dit jaar het toernooi in Enschede te organiseren namen Mannes Poel en Albert Schoute contact op met Inter-Actief. Drie Inter-Actievelingen waren geïnteresseerd en zo ontstond er een unieke commissie bestaande uit studenten en medewerkers van de faculteit EWI.

De commissie heeft inmiddels grote sponsors als IBM, KPMG en Océ weten aan te trekken en tien teams hebben zich aangemeld voor het toernooi.

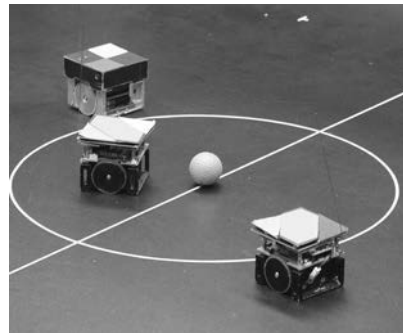
De Robosoccerteams die zullen deelnemen komen uit verschillende landen, zoals Duitsland, Oostenrijk, Tsjechië en zelfs uit de Verenigde Staten. Zij zullen het in drie categorieën (MiroSot Leagues: 5 tegen 5, 7 tegen 7 en 11 tegen 11) tegen elkaar opnemen en ook het eigen universiteitsteam, MI20, zal deelnemen.

Het toernooi duurt een hele week en vindt plaats van 6 - 10 juni op de Universiteit in de oude bibliotheek van Zilverling. Deze ideale ruimte zal door ShowEquipment met pro-

fessionele licht- en geluidsinstallaties worden ingericht.

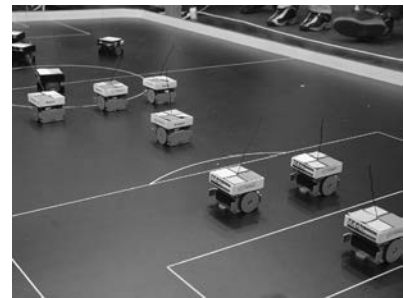
Naast de wedstrijden zal er een aantal lezingen worden gehouden door onder andere de president en de oprichter van de FIRA. Bovendien zal er elke dag aan het eind van de middag een borrel worden georganiseerd voor de deelnemers en natuurlijk ook de bezoekers.

Het belooft een mooi kampioenschap te worden, dus neem allemaal een kijkje!



#### Robotvoetbal

Robotvoetbal biedt een erkend "platform" om nieuwe technologieën op gebieden zoals systeemtheorie, kunstmatige intelligentie, multi-agent systemen, bewegingsplanning, beeldverwerking en embedded systemen te onderzoeken. In het onderwijs biedt het een ideale, multi-disciplinaire leeromgeving die inspeelt op toekomstige ontwikkelingen.



Robotvoetbal spreekt natuurlijk tot de verbeelding en draagt bij aan het vergroten van interesse in de wetenschap en techniek.

In de Robosoccer MiroSot-competitie worden kleine, kubusvormige robotvoertuigen (maximale lengte 7,5 cm) via een camera boven het speelveld gevolgd en radiografisch door een computersysteem aangestuurd. Het spel wordt gespeeld met een golfbal op een kleinschalig veld. Kenmerk van het robotvoetbal in de MiroSot-League is dat het zeer dynamisch verloopt en een hoge reactiesnelheid vereist. Deze vorm van robotvoetbal is gepresenteerd op het ICT-Kenniscongres 2003 en als fenomeen in Nederland bekend geworden door een optreden van het Twentse team in het programma Kopspijkers. ■

Alexander Spanenburg  
[fira\\_ec2005@ewi.utwente.nl](mailto:fira_ec2005@ewi.utwente.nl)

# Mededelingen van ENIAC

Voor het bestuur was de afgelopen tijd erg druk. Elke maand was er wel een activiteit en dit betekende dat er veel geregeld moest worden. Gelukkig werden onze inspanningen beloond met gezellige bijeenkomsten en een goede opkomst. Het hoogtepunt van de afgelopen tijd was voor ons dan ook de reünie eind november, met een recordopkomst!

Ook voor de aankomende tijd hebben we weer een vol programma gepland, maar daarover kun je alles nalezen in de agenda verderop in het katern of op onze website. Het is sowieso wel handig om regelmatig de website bij te houden zodat je op de hoogte bent van de laatste details van de activiteiten. We willen dit jaar ook proberen om een zeilweekend te organiseren: lijkt het je wat om mee te gaan, geef je dan alvast voorlopig op zodat we kunnen zien of het haalbaar is.

We hopen in ieder geval dat het ook de komende periode weer een gezellige drukte wordt op de ENIAC-activiteiten en mocht je nog ideeën hebben voor nieuwe activiteiten, verbeteringsideeën van bestaande activiteiten of leuke onderwerpen voor lezingen dan houden we ons van harte aanbevolen. Je kunt ons bereiken op [bestuur@eniac.utwente.nl](mailto:bestuur@eniac.utwente.nl), natuurlijk ook voor alle andere vragen en opmerkingen.

## ENIAC betaalt stage

Als je dit leest ben je vast een student die budget zoekt voor zijn of haar stage. ENIAC kan je daarbij helpen als je aan een aantal voorwaarden voldoet.

Een aantal jaar geleden heeft ENIAC een scholarship ingesteld voor studenten die een maatschappelijk relevante stage willen gaan doen, maar die het aan financiële middelen ontbreekt. Het bedrag dat ENIAC ter beschikking stelt is vijfhonderd euro en wordt per jaar aan één student uitgereikt. Om in aanmerking te komen voor de scholarship, moet je je aanmelden bij het bestuur van ENIAC. In je aanmelding moet een omschrijving van de opdracht zijn

een tweetal artikelen over de stage en het onderzoek om opgenomen te worden in de I/O Vivat. Voor het volledige reglement verwijs ik je naar het stagebureau of onze website [www.eniac.utwente.nl](http://www.eniac.utwente.nl). Je aanmelden voor de scholarship kan op het volgende adres: [bestuur@eniac.utwente.nl](mailto:bestuur@eniac.utwente.nl). Hier kun je ook terecht voor eventuele vragen.

## Agenda

Hieronder vind je de planning voor de rest van het jaar. Op het moment dat er meer bekend is over de data van activiteiten, zal dit worden bekendgemaakt op de website en via de Buzz.

Datum	Activiteit
Juni	Klimmen
Juli	Wadlopen & Borrel op lokatie
Augustus	Beachvolleybal
September	Zeilweekend
Oktober	Borrel op lokatie
November	Reunie of symposium
December	Bezoek aan casino

## Planning 2005

opgenomen en de relevantie van het onderzoek. Ook het stagebureau van de faculteit moet op de hoogte zijn van de stageopdracht en moet deze opdracht hebben goedgekeurd. Als tegenprestatie verwacht ENIAC

Tot ziens! ■

Suzanne Verlijsdonk  
[voorzitter@eniac.utwente.nl](mailto:voorzitter@eniac.utwente.nl)

# Interview Jurgen Schreij

## Waar liggen je roots en hoe kwam je in Enschede?

In Leerdam ben ik geboren, maar mijn familie komt oorspronkelijk uit Rotterdam. Daar heb ik ook mijn studie industriële automatisering op de HTS gedaan. Leuke stad trouwens Rotterdam, daar heb ik wel een band mee gekregen. Op de HTS heb ik wel veel geleerd, maar ik miste de intellectuele uitdaging. Toen ben ik een beetje om me heen gaan kijken; ik zag toen BIT op de UT en ik vond dat erg interessant. Ook de campus vond ik erg leuk; het heeft wel wat zo'n Center Parcs-omgeving. Bovendien, niet onbelangrijk, was dit een mooie manier om onder de dienstplicht uit te komen.

## Wat dacht je toen je als eerstejaars in Enschede begonnen was?

Dat eerste jaar heb ik een beetje gemist. Daar heb ik achteraf wel spijt van. Ik had zoveel vrijstellingen dat ik meteen in het tweede jaar begonnen ben. Op de een of andere manier heb ik ook nooit de introductie meegemaakt. Ik ben mijn studie doegroep-papa-loos doorgekomen. Dat was af en toe wel lastig met het verhalen van het dialect van de Tukkers. De eerste vier maanden heb ik op de campus gewoond. Dat was erg gezellig en daar heb ik ook veel vrienden gemaakt. Na die vier maanden ben ik

in Enschede zelf gaan wonen, want ik had al snel door dat mijn studie niet hard opschoot van het gezellige campusleven.

## Hoe zagen in globale lijnen je studiepakket, afstudeer-richting en opdracht eruit?

Tsja, eigenlijk heb ik nooit goed begrepen hoe die leerstoelen in elkaar steken, maar financieel management en bedrijfseconomie vond ik erg leuk. Daar heb ik veel vakken in gevolgd. Mijn afstudeeropdracht heb ik bij Ericsson gedaan; ik heb voor hen een prestatie-meetsysteem ontworpen. Dat was een vrij bedrijfskundige opdracht, maar daar moest van de begeleiders ook een informaticacomponent bij. Toen heb ik mij een beetje kunstmatig ook beziggehouden met database-methodieken voor een dergelijk systeem. In mijn afstudeerwerk kon ik mijn ei goed kwijt. De praktijk van Ericsson botste regelmatig met de theorie van de universiteit. Achteraf vraag ik mij wel af hoe praktisch de theoretische kennis van mijn begeleider van de universiteit was. Het was wel erg leerzaam.

## Als je terugkijkt naar je studiekeuze, wat vind je het leukst?

Multidisciplinair, dat is het eerste woord dat bij me opkomt. Je kunt veel kanten op met BIT. Een vriend

van mij houdt zich bezig met de ontwikkeling van chips voor wireless devices, ik begon zelf in de EDP-auditing. Inzet van IT binnen organisaties vind ik erg interessant, en dan vooral een kwalitatieve meerwaarde creëren met behulp van automatisering. Erg inspirerend vond ik het college "Kwaliteit van informatievoorzieningen" van Jean-Jacques Wintraecken, over de wisselwerking tussen IT en mensen en het luisteren naar de wens van gebruikers.

## Wat was je eerste baan en hoe kwam het dat je daarvoor koos?

KPMG EDP auditing in Arnhem. Ja, eigenlijk kwam ik daar door het college van Jean-Jacques. Ik vond dat zo'n inspirerend college. Een goede mix van praktijk en theorie. Ik dacht: "dat wil ik ook". KPMG leek me leuk om te beginnen; niet iedereen begint immers daar. Ik had het idee voor een leuke directeur te werken, ze hebben interessante klanten. Daarnaast kon ik de kopstudie EDP/IT auditing volgen aan de Erasmus Universiteit.

## Wat doe je nu, hoe ben je daarin gerold en wat vind je het interessantst in je huidige baan?

Ik ben eigen baas, ik run een bedrijf in informatiemanagement dat de

naam IXT draagt. Ik werkte eerst samen met een partner, maar dat is helaas stukgelopen. Daarvoor zat ik bij KPMG. Daar wilde ik meer eigen controle, vandaar dat ik verder ben gegaan als eigen baas. Ik wil invloed op het hele traject. Daarnaast, als je altijd roept dat het anders kan, dan vind ik dat je dat dan ook maar eens moet bewijzen. Wat ik erg interessant vind in mijn huidige baan is dat je in de consultancy een veelheid van bedrijven ziet. Je komt veel verschillende en interessante mensen tegen

ditproces en de waardekringloop van het geld. Daarnaast heb ik een aantal interne KPMG-cursussen gevolgd. Al met al vind ik dat de UT met BIT een goede basis geeft.

### Welke wens heb je nog openstaan?

Ik wil wel een keer echt de diepte ingaan, bijvoorbeeld door promotie-onderzoek te doen. Daarnaast heb ik wel een buitenlandwens. Ik wil wel in het buitenland werken en wonen; wellicht dat ik ooit wel emigreer. Iets

blijven en door continu activiteiten te organiseren de basis van deelnemers aan activiteiten te verbreden. Bijvoorbeeld door het kweken van tradities. Ik vind het wel belangrijk dat er ook activiteiten in Twente en op de campus worden georganiseerd. Verder kan ENIAC wellicht meer toegevoegde waarde leveren aan alumni door bepaalde diensten aan te bieden. Ik noem maar iets, bezorging van het UT-nieuws, korting op een Twentse krant of een Twents blad, het aanbieden van merchandising, toegang tot de universiteitsbibliotheek voor alumni.

## “Je kunt veel kanten op met BIT.”

met elk hun eigen problemen. Je moet snel inspelen op nieuwe situaties. Ik vind het analyseren van het probleem het leukst. De structuren zien en opzetten en dan weer overdragen.

Wat ik wel jammer vind is dat je niet altijd de tijd hebt om langer over een onderwerp na te kunnen denken. Wat dat betreft lijkt een promotieonderzoek mij erg interessant.

### Hoe verhoudt de op de UT opgedane kennis zich tot de benodigde kennis? Wat moest erbij?

Tsja, wat moest erbij. Ik heb wat meer van de bedrijfskundige kant moeten leren. Dat heb ik vooral in de kopstudie en in de praktijk geleerd. De kracht van BIT vind ik dat je meerdere keuzes hebt om in verder te gaan. Het is lekker breed en interdisciplinair. Ik geloof wel in het T-model: van veel dingen de grote lijn weten en van een onderwerp alles weten.

### Heb je nog aanvullende opleidingen gevolgd na de UT en hoe sluiten deze aan op de studie?

Een kopstudie EDP/IT auditing. Daar had ik op de UT ook al wel veel over geleerd, maar nu ging het veel meer in op auditing en het au-

meer op de korte termijn wil ik veel energie in IXT stoppen en dit tot een succes maken. Ik vind het altijd leuk om met mensen in contact te komen, bijvoorbeeld via acquisitie. Ja, veelzijdig bezig zijn trekt me aan. Ik kan toch niet stilzitten!

### Wat zijn je plannen voor de komende jaren?

Zoals ik al zei IXT een succes maken, veel mensen ontmoeten en mijn netwerk dusdanig maken dat ze mij bellen. Ik wil zeker meer vakanties maken naar Noorwegen, ook wil ik nog door Afrika trekken. Ik ben eigenlijk niet zo planmatig. Ik heb wel zo'n toekomstbeeld dat ik per week twee dagen adviseur ben, een dag docent en de rest interimmanager. Geld is daarbij niet mijn primaire drijfveer, maar het werk moet natuurlijk wel verdienen.

### Wat verwacht je van ENIAC?

Ik heb een leuke tijd gehad op de UT en ik wil graag via ENIAC in contact blijven met mensen die ook op de UT gestudeerd hebben. Als het even kan wil ik hier ook mijn netwerk uitbreiden. Ik vind dat voor ENIAC de site en de activiteitenagenda erg belangrijk zijn. Dat is in ieder geval hoe ik op de hoogte blijf van ENIAC. Het lijkt mij belangrijk om low profile te

Om het contact met andere afgestudeerden in stand te houden zou Jurgen wel eens een interview met Tjeerd Bosklopper willen zien. Hij is erg benieuwd hoe het met hem gaat en wat er van hem geworden is.

Heb je ook iemand van wie je graag wilt weten hoe het met hem of haar gaat, stuur een mail naar: [bestuur@eniac.utwente.nl](mailto:bestuur@eniac.utwente.nl). ■

# AI on the Ocean: RoboSail

## INTRODUCTION

The *RoboSail Project* [16] is a new initiative to take the latest developments in the fields of Artificial Intelligence to the high seas.

The task of sailing consists of a whole range of components: first of all the physical aspects of wind, water and waves. On a more global scale, weather systems tend to continuously change, from a complete calm up to a gale attaining to hurricane force. Next to the reactive aspect of handling the rudder is the tactical notion of navigation.

Usually, these tasks are handled by a complete crew; in single handed sailing, however, everything on board has to be done by only one skipper. Thus endurance, fatigue and loss of concentration become very important aspects of sailing. When there are so many different tasks to be carried out, the amount of actual steering can be as small as 15% to 20% [1]. Therefore, the benefits of having a better (i.e. more intelligent) autopilot are obvious. Research to improve autopilot systems is of utmost importance for sailing's professional teams.

The RoboSail Project's ultimate goal is to create a semiautonomous, intelligent, computer system, which can learn to steer a sailboat optimally, in close cooperation with the human sailor onboard.

We consider there to be no point, and no challenge, in trying to create a fully autonomous sailing robot: international law and the ORC<sup>1</sup> rules prohibit the use of completely autonomous vessels. The first would deem a robotized sailing vessel illegal, the latter would make it practically useless in official races<sup>2</sup>.

The sport of sailing is not a trivial matter: [1, 5, 8] testify to this sufficiently. It is an activity that consists of a large number of interesting problems: it contains senso-motoric elements as well as elements of high-level reasoning. The actual steering of a sailboat can be viewed as a purely senso-motoric issue, while navigational aspects require a higher level, more cognitive approach. In between these two extremes are activities like *trimming* the sails<sup>3</sup>. The reason why sailing is widely regarded as 'difficult' is due to the nature of the world in which it takes place: a sailing vessel resides in a complex, dynamical environment, governed by aerodynamics and hydrodynamics, two mathematically intractable problems [5]. The best approximations are so-called Velocity Prediction Programs [11], based on various forms of finite-element analysis. Therefore, at best, only *partial* mathematical models can be used. The best way to capture the full dynamics of the world is thus to *learn* from experiences. For these and other reasons [19], it has been argued that sailing is an interesting sport from the perspective of applied AI: the combination of different skills is a major challenge to the AI community. Apart from the mechanical aspects, which represent an important issue onboard any ocean racing vessel, the scope of all the different aspects involved in sail racing are totally unlike any paradigm currently used in applied AI. Moreover, the focus of the RoboSail project is not 'just' on creating a completely autonomous system, but a semi-autonomous one that actively cooperates with its human 'colleague', to ultimately combine the best of both: the physical qualities of the human, combined with the decision-making and accurate control capabilities of an intel-

ligent computer system. To achieve this, not only decisionmaking should be implemented, but also a carefully designed system of two-way communication: the computer as sparring partner, or coskipper.

The system described in this paper has been implemented and tested on our sailing lab, the *Syllogic* (Figure 1).

## ARCHITECTURE

The starting point of the design of the X-Pilot is the *Mission Statement*: 'The X-Pilot should be able to navigate a sailing vessel through a real-world sailing environment; it should do so autonomously though in collaboration with a human sailor, in an optimal, reliable and robust manner'.

From this statement, we encounter



Figure 1: The Syllogic sailing lab

a series of problems, some of which are classic AI problems. The first comes from the sensomotoric part of the problem: how can we map 'human feeling' unto an algorithm? Secondly, in a complex, dynamical environment like that of sailing,

<sup>1</sup> Ocean Racing Committee, the international authority on (race-) sailing regulations.

<sup>2</sup> Actually, some people even dispute the legality of single-handed sailing. This discussion, however, is still open.

<sup>3</sup> Sailtrim: the choice of sails and the way they are configured.



how can we obtain and use expert knowledge? If the world of sailing is so complex and highly unpredictable, can we even hope to find ways in which efficient learning is possible at all?

The first approach considered was one inspired by that taken in [13] and similar research: we tried to learn a complete model by means of Reinforcement Learning. First experiments however, resulted in a very slow rate of convergence, and a quick calculation showed us a sailing vessel would need several trips around the world to gather enough information to learn to sail efficiently.

As soon as we added common knowledge to the system, the rate of convergence would increase. For example, the concepts of ‘left’ and ‘right’ increased the rate of convergence for the rudder control unit by a factor of 100. Therefore, by increasing the knowledge, both common and specific for sailing, it is argued that the hopes of efficiently learning the task of sailing can indeed be upheld: we propose to use the domain language, or *jargon*, as a base for identification of the important regions within the problem space. From this, the following conjecture is stated [19]: ‘Autonomous systems operating in complex, dynamical environments should be based on expert-rules, whose atomic elements are grounded using both symbolic and behavioristic approaches. These two fundamentally different concepts should be brought together using hybrid software architectures’.

It was hypothesized that jargon can be used to this end, because this subset of human language has evolved to express certain dynamics and events typical to the domain. If this world is a complex and dynamic one, then this evolved set of words will indicate certain phase transitions, i.e. events that mark boundaries between certain stable regions, in which efficient learning techniques are most likely to be feasible.

In conjugation with this observation regarding jargon, we have the notion of *granularity*. Choosing the right granularity is of paramount importance, since certain events can only be measured at certain levels of granularity. Looking at the right place in the wrong way means missing some or maybe all potentially useful information. Jargon reduces the problem’s complexity by providing rough boundary’s on the problem space, so search and/or learning algorithms can explore smaller search spaces.

The challenge thus lies in bringing together high and low levels of reasoning, each at their appropriate level of granularity. This hybridization should be achieved by using behavioristic techniques for the low-level areas, and rule-based reasoning for the highest level. In between these two extremes, we encounter the traditional problem of *symbol grounding*. The approach taken in this paper is to ground elements of sailing jargon, following a methodology described by Harnad [9]. We thus employ an approach combining techniques with rule-based reasoning, set in an architecture based on *agent technology*.

An architecture based on these ideas has thus been designed. It is shown in figure 2 and is based on a merge of the subsumption architecture by Brooks [3] and the Xavier-architecture by Simmons [15], combined with agent technology, in the form of an agent pool. Within this pool, each agent instantiates one or more concept from sailing jargon. Let us view an example. One of the expert rules extracted from multiple sailing experts is the following: ‘If you are sailing close-hauled and there is a gust of wind then steer the boat a bit windward’.

This rule can then be interpreted and enriched to the following script, which is stated in more explicit terms: ‘If the apparent wind angle  $\varphi$  is between  $\varphi_a$  and  $\varphi_b$  and the apparent wind speed average  $a$  around  $a_q$  and  $a$  increases by a factor of  $f$  for

more than  $t$  seconds then steer the ship  $\xi$  degrees windward’.

Within the RoboSail architecture, each of the separate ideas contained in the script, *agents* have been created. This idea has been inspired by the research of Minsky [12], who argued for the interpretation of the human brain as a collection of cooperative agents.

For example, there is an agent which identifies if the ship is indeed *sailing close hauled*<sup>4</sup>. There is also an agent which judges if there is a gust or not. These beliefs are then used in the rule-based reasoning component.

## IMPLEMENTATION

### Hardware

A practical implementation of the X-Pilot system starts with the design and implementation of hardware. The hardware involved is built on the Controller Area Network, or

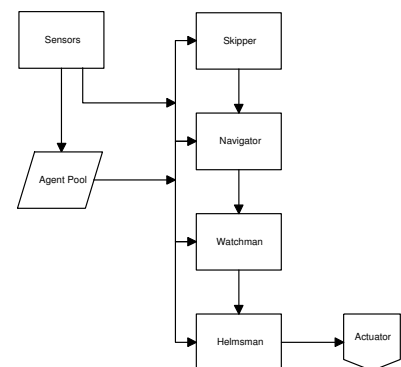


Figure 2: Command Hierarchy and Agent Pool Architecture

CAN bus [7], the de-facto standard in automotive applications. The CAN bus provides an extremely reliable and robust medium for data transport. As depicted in figure 3, the four main components of the RoboSail net are:

- Intelligent Rudder Control Unit (iRCU)
- Motion Sensor Unit (iMSU)
- General Processing Unit (GPU)

<sup>4</sup> Close hauled means the ship is sailing close to the wind, i.e. sailing against the wind at an angle of about 45 degrees true wind.

**ADVERTENTIE**

**BD/CICT**

• Display & Control Units (DCU's)

The iRCU is RoboSail's advanced 75 Ampère pilot drive unit, making it the most powerful rudder drive unit in existence. It has been developed in close cooperation with NIKHEF<sup>5</sup>. The iMSU contains sensors to measure the motions of the ship in all 6 Degrees Of Freedom (DOF), as well as a high-speed and extremely accurate selfcalibrating compass. The interface to the rest of the world is the GPU, which interfaces to an external computer and/or the Internet through HTTP, and also receives and interprets legacy data from external sources, like GPS<sup>6</sup> information and the like. Finally, the DCU's have been developed to allow the human sailor to easily interface with the system, even in the harshest conditions. All hardware has been designed to be extremely robust: operating temperatures range from -40°C to +85°C, and all equipment has been stored in fully watertight cases.

**Software**

Figure 4 sketches the structure of the implementational architecture of the RoboSail X-Pilot. The first layer in the architecture is the *Sailing Development Kit*, or SDK: an extensive API that includes various bi-directional interfacing software, error cor-

defined. Sensors are the software representation of the hardware sensors mounted on and in the ship, corrected for transmission and consistency errors.

Virtual sensors compute new data from information from multiple sensors. A virtual sensor can be implemented by any sensor fusion approach, although we use, among others, linear Kalman Filters, *n*-dimensional Extended Kalman Filters [10] (for *n* ≥ 2) and an instance of an Covariance Intersection Filter [18].

The next layer is the symbol grounding layer. It consists of a number of agents, each of which is responsible for grounding one or more related concepts from sailing jargon. For example, there are separate agents which hold beliefs about wind force and wind direction, about the state of the sail trim, etc. Together, they form a *context* of higherlevel concepts, that can be used by other agents to aid in reasoning about the state of the world, the ship and the actions undertaken by the X-Pilot. This information can then be used for more reasoning, or serve as feedback for a performance measure.

Separate from this *agent pool* is the *command hierarchy*, the complex of four agents that are ultimately responsible

The *Watchman* has the ability to advise the Helmsman to temporarily adjust its course. The Watchman contains a rule base, with rules stated in terms of agent beliefs. Therefore, the Watchman can reason in the same terms as a human can, provided enough elements of the language have been grounded. For example, the script given in section 2, translates to Watchman pseudo-code as:

```
IF
WindAgent.WindMode =
    CLOSEHAULED
AND
GustAgent.Gust = TRUE
THEN
    Helmsman.Luff(GustValue)
END IF
```

The last variable 'GustValue' is either based on expert knowledge, or can be iteratively learned by the agent responsible; in this case the Navigator agent. When the state of the world changes (for example, the boat accelerates) some agents detect this change (e.g. the boat starts *planing*) and advise the Helmsman to alter it's way of steering. Also, the human skipper can be advised to watch or retrim the sails.

Other important components of the system are:

- Advisor
- WaveRider
- Polars
- Database and Data Explorer
- ModelBuilder

The *Advisor* is an important part of the decision support system: it employs an expert knowledge-enriched k-Nearest Neighbor (kNN) algorithm to advise the sailor on differences between the current sailtrim and those that have been experienced by the X-Pilot in the past. This information is used to inform the human skipper of the current state of and changes in performance.

The *WaveRider* is an implementation of a Linear Predictive Coding

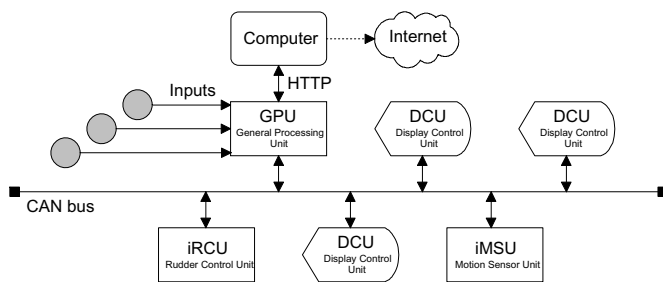


Figure 3: RoboSail's CAN-based network architecture

rection and data filtering algorithms. It also contains an extensive library of Machine Learning and data enhancement algorithms. The SDK also provides the eventbased data infrastructure for the entire system. On top of the SDK, two layers of *sensors* and *virtual sensors* have been

for the system's actions. The *Helmsman*, ultimately responsible for the control of the rudder, is based on a PID controller, equipped with an adaptive variant of Ziegler-Nichols open-loop tuning [20].

<sup>5</sup> Dutch National Institute for Nuclear and High-Energy Physics

<sup>6</sup> Global Positioning System



(LPC) algorithm from the area of time-series analysis [6]. Like in several speech recognition systems, it predicts waves on the basis of past measurements and estimates their relative height and direction. This information is used to take advan-

## TESTS & RESULTS

The first installment of the complete X-Pilot on the *Syllogistic Sailing Lab* Open40 was done in parallel to existing autopilot systems, which enabled us to compare results.

X-Pilot sails better, smoother and more intelligently.

The decision support system was tested in an endurance test which would take the Syllogistic Sailing Lab over the Atlantic Ocean in an actual sail race. The continuous feedback on boat performance and sail trim advice between the X-Pilot and the skipper alerted the skipper whenever the boat performance dropped, thus enabling him to keep the boat fine tuned and always sailing at an averaged performance of 85%. During long sailing trips, a human skipper normally identifies possible sail trim improvements when performance has dropped below 75%, with the decision support system, the human skipper is alerted as soon as performance drops below 85%.

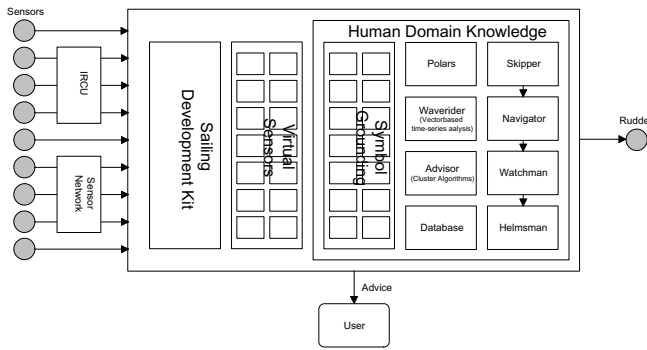


Figure 4: Implementational Architecture

tage of the potential speedincreasing surfing effect that can arise from steering off of waves.

The *Polars* learn a dynamical model of the boats characteristics in different wind speeds, wind angles and wave patterns. These can be used to advise sailor, sail maker and boat designer on possible flaws in the boats performance.

All information in the system is continuously being stored in a *database*, which can be analyzed both on- and offline in the *Data Explorer*. Here, a collection of clustering algorithms, support vector machines and association rule learners can distil the data into new sailing knowledge. For testing and development purposes, we enhanced the SDK with the *Model Builder*, a real-time, dynamic visual programming system in which all parameters and data flows of the program can be displayed and changed. This addition might seem trivial, but when testing in severe conditions, any alteration which has to be done in code can effectively terminate a testing session.

After calibration of the X-Pilot, the first tests showed us that it could handle basic steering behavior. However, after enabling the higher level reasoning it showed some clear advantages over the other autopilot systems. Due to the encoded sailing knowledge in the rule base, it could actively and intelligently cope with situations in which the other pilots would fail: typically, those pilots persistently follow a straight line, relative to magnetic compass or wind angle, whereas the X-Pilot can choose to deviate from this.

Data analysis after the firsts tests showed that the lower level physical layer which handled rudder control, had a more efficient power consumption and a higher boat performance compared to the other pilot systems. Besides the numerical comparisons, from expert human sailors we also received numerous statements that the

The decision support system is currently deployed on the *djuice dragons*<sup>7</sup>, a fully crewed V60 sailboat which competes in the *Volvo Ocean Race 2001/2002*<sup>8</sup>. The decision support system helped the team to select and adjust the sail wardrobe before the race. During the race, it continuously advises the (human) navigator and helmsman on trim improvements and sail wardrobe changes.

The complete X-Pilot system has also been applied on the *Kingfisher Open60*<sup>9</sup>. A successful Atlantic

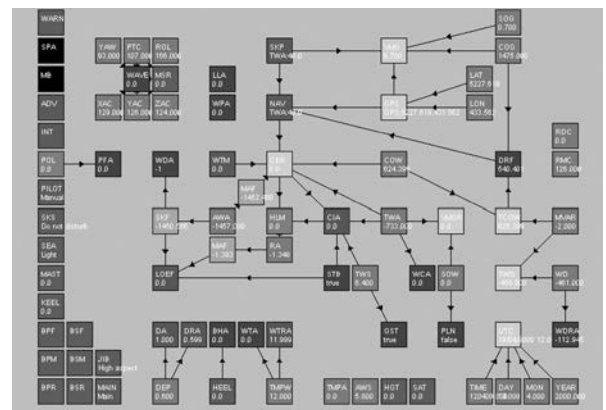


Figure 5: ModelBuilder visual programming environment

<sup>7</sup> See <http://www.djuice.com/dragons>.

<sup>8</sup> See <http://www.volvoceanrace.org>.

<sup>9</sup> See <http://www.kingfisherchallenges.com>.

Ocean crossing showed good results in endurance and applicability of the X-Pilot on larger and more powerful vessels. In the competition season of 2002, the *Kingfisher Open60* will compete in a number of Grand Prix races.

## CONCLUSIONS

We have presented an overview of the current state of work of the RoboSail Project, an initiative aimed at developing and building a semiautonomous autopilot for sailing vessels and improving the level of understanding of applying Artificial Intelligence in real environments. This area of research focuses upon the seamless integration of state-of-the-art intelligent autonomous systems and their human colleagues.

The RoboSail X-Pilot is an adaptive intelligent system, rooted in solidly designed hardware, based on a Controller Area Network (CAN). We have sketched a novel architecture, based on those by Brooks and Simmons, but enriched with an *agent pool*, performing the task of grounding raw sensor data to symbolic domain language.

For the integration between the physical, senso-motoric reality and the rule based reasoning aspects to work, a special subset of natural language, in the form of jargon, has been used as a bridge. Through this jargon, the complete problem domain is divided into smaller domains, designated by different terms from the jargon. This results in a significant decrease in problem complexity.

To support such a jargon based system, an agent pool was created in which a number of agents reside, each of which is concerned with one specific element of operation, one term of the jargon. Since each agent is a little autonomous system in itself, it can for itself determine the optimal grain-size of operation, be it in its design or through learning algorithms. Since the landscape of the problem

is high-dimensional and chaotic, this potential diversity is necessary.

Furthermore, the argument holds the other way around: jargon also implies a measure for optimal granularity. Through this argument, the creation of an agent pool deter-



Figure 6: The Kingfisher Open60

mines the correct granularity of each sub-domain, thus described terms function as glue between high-level reasoning and the physical aspects of the real world.

The system described here has been successfully tested on our own racing yacht, as well as by some of the leading teams in short-handed sailing. Results have been positive and encouraging: the X-Pilot is a more complete, reliable and better performing pilot system than any other currently available.

## FUTURE WORK

We are currently developing the third version of the X-Pilot, which also enables intelligent control on multihulls. The factor of balance on a multihull is far more important compared to a monohull and, due to the much higher boat speeds, shorter reaction times are needed. When combined with the higher risks of sailing a multihull<sup>10</sup>, it is clear this seriously complicates research and development.

One of the most promising aspects of performance gain is not yet covered by the X-Pilot: that of a high level navigation aid. A human skipper collects meteorological and nautical data from a whole range of sources and determines the best strategy to reach a certain goal. To extend the

current autopilot with these kinds of information streams will further increase the optimization process of sailing.

Another promising aspect is that of reinforcement learning in high dimensional continuous domains, such as Q-Learning as stated in [17].

In cooperation with Perot Systems Netherlands, a project has been launched to analyze data gathered by the X-Pilot by use of advanced data-mining technology [14].

With the University of Utrecht, work in the area of real-time visual sailshape recognition by means of geometrical pattern recognition techniques has just finished [4].

Also currently underway is a project to apply new theory in the area of vector-based time-series analysis [2], as developed at Delft University of Technology, to multi-dimensional wave prediction.

Finally, with the Intelligent Autonomous Systems Group at the University of Amsterdam, the use of Machine Learning techniques for learning high-level behavior is under research, for use in both *RoboSoccer* as well as RoboSail.

The future also holds a series of two-boat tests with the aim of objectively and accurately determining the success achieved by the X-Pilot. Also, for this season, training the pilot by means of supervised learning has been planned.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all those that helped and inspired us over the last few years. Most notably, we thank Peter van Lith of Lithp Systems BV, University of Amsterdam and Delft University of Technology, for his help and insights. Also, we thank Bram Rooijmans, to whom the authors are greatly indebted for his indispensable work and ideas. Furthermore, we thank Mark de

<sup>10</sup> A 60 foot multihull will probably not survive capsizing at a speed of over 20 knots.

Gids for his splendid work on his sailshape recognition project, as well as Jonatan Samoocha, Erik Hermans and Mans Scholten for insightful discussions and ideas. We would also like to thank Lex Keuning from the department of Maritime Technology of the Delft University of Technology for his extensive knowledge on everything that moves over water in an efficient way. Finally, the authors wish to thank the reviewers of this article for their comments and suggestions. ■

Martijn L. van Aartrijk  
RoboSail systems BV, Waterlandlaan 120, 1441 RW Purmerend, The Netherlands.  
e-mail: martijn@robosail.com

Claudio P. Tagliola  
RoboSail systems BV.  
e-mail: claudio@robosail.com

Pieter W. Adriaans  
RoboSail systems BV & Institute for Language, Logic and Computation (ILLC), University of Amsterdam.  
e-mail: pietera@science.uva.nl

## References

- [1] F. Bethwaite, *High Performance Sailing*, Waterline Books, 101 Longden Rd., Shrewsbury, England, 1996.
- [2] P.M.T. Broersen, 'Facts and fiction in spectral analysis', *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 49(4), (2000).
- [3] R.A. Brooks, 'A robust layered control system for a mobile robot', in *IEEE Journal of Robotics and Automation*, pp. 14–23. MIT AI Lab, (1986). Lab Memo 864.
- [4] M. de Gids, *Zeilvorm analyse met geometrische patroonherkenning*, Master's thesis, Utrecht University, 2001.
- [5] FINNatics, ed., R. Deaves, Fernhurst Books, 2000.
- [6] J.R. Deller, J.G. Proakis, and J.H.L. Hansen, *Discrete-time Processing of Speech Signals*, MacMillan Publishers Ltd., New York, 1993.
- [7] K. Etschberger, *Control Area Network*, IXXAT Automation GmbH, 2001.
- [8] R. Garrett, *The Symmetry of Sailing*, Adlard Coles Nautical, 1996.
- [9] S. Harnad, 'The symbol grounding problem', *Physica*, D 42, 335–346, (1990).
- [10] R.E. Kalman, 'A new approach to linear filtering and prediction problems', in *Transaction of the ASME, Journal of Basic Engineering*, pp. 33–45, (1960).
- [11] J.W. Koeman, *Mathematisch model voor het door een windvaanstuurinrichting geregeld stuurgedrag van een zeiljacht*, Ph.D. dissertation, Delft University of Technology, 1973.
- [12] M.L. Minsky, *Society of Mind*, William Heinemann Ltd., London, 1987.
- [13] C. Sammut, S. Hurst, D. Kedzier, and D. Michie, 'Learning to fly', in *Proceedings of the Ninth International Conference on Machine Learning*, Aberdeen, (1992). Morgan Kaufmann.
- [14] J. Samoocha, *Learning to Sail*, Master's thesis, University of Amsterdam and Perot Systems Corp., 2001. In press.
- [15] R. Simmons, R. Goodwin, K.Z. Haigh, S. Koenig, J. O'Sullivan, and M.M. Veloso, 'A layered architecture for office delivery robots', in *Proceedings of First International Conference on Autonomous Agents*, ed., W.L. Johnson, pp. 245–252. ACM Press, (1997).
- [16] RoboSail systems BV website: [www.robosail.com](http://www.robosail.com).
- [17] S. the Hagen, *Continuous State Space Q-Learning for Control of Nonlinear Systems*, Ph.D. dissertation, University of Amsterdam, 2001.
- [18] J.K. Uhlmann, S.J. Julier, M. Csorba, and H.F. Durrant-Whyte, 'A culminating advance in the theory and practice of data fusion, filtering and decentralized estimation', Technical report, Covariance Intersection Working Group (CIWG), (1997).
- [19] M.L. van Aartrijk and C.P. Tagliola, *Trials and Tribulations of RoboSail: Managing a Complex World*, Master's thesis, University of Amsterdam, 2002.
- [20] J.G. Ziegler and N.B. Nichols, 'Optimum settings for automatic controllers', *Trans. ASME*, 64, 759–768, (1942)

# I/O-Vivatblauw past bij jou.

gezocht: redactieleden (m/v/ai)  
[vivat@inter-actief.net](mailto:vivat@inter-actief.net)

I/O Vivat



# Cyborg, droom of toekomstmuziek?

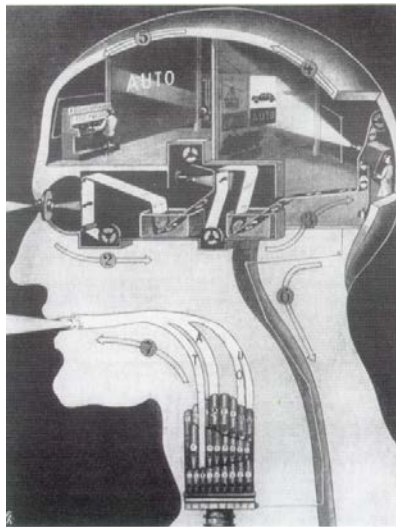
Aangezien deze I/O Vivat om artificial intelligence draait, lijkt het me nuttig eens naar de filosofische kant van de zaak te kijken: ik hoop dat ik u hiermee een inleiding kan geven, die loopt van de mens via de cyborg naar een AI.

## Vervreemding van zichzelf

Om iets zinnigs te kunnen zeggen over de relatie tussen mens en cyborg zal kort ingegaan moeten worden op de relatie tussen mens en techniek. Ik begin dan met Arnold Gehlen, die net voor de Tweede Wereldoorlog stelde dat dieren vastzitten in de omgeving waarin ze geboren zijn, uitgaande van het feit dat er voldoende voedsel is, maar dat de mens dat niet kan: de mens gebruikt techniek en de producten die daarmee gemaakt worden om zich te *settlen*. Hiervoor heeft de mens instituties nodig, zodat hij niet steeds opnieuw hetzelfde hoeft uit te vinden. Voorbeelden van dat soort instituties zijn de kerk, het gemeentehuis, universiteiten, scholen, het leger, het ziekenhuis en zo nog meer. Deze instituties vormen conventies: gestolde manieren om dingen te doen.

In techniek schuilt volgens Gehlen een paradox: het is nodig en gestuurd door de instituties, maar tegelijkertijd ondermijnt het deze. Een voorbeeld: door de tv heb je de hele wereld in je huiskamer, maar je verbeelding

blijft in je eigen omgeving en deze kan het niet bijbenen. Het resultaat is dan subjectverlies. In een dorp had je de kern met de markt en de kerk, daaromheen winkels, daaromheen woonwijken en alles daarbuiten was ver weg en vaag. Nu komt de wereld door de tv binnen en dat leidt tot vervreemding.



Het voorbeeld van vervreemding die de mens ondergaan heeft is dat van de lopende band: aan de lopende band zet je je verstand op nul en doe je constant, de hele dag door, hetzelfde. De snelste arbeider werd als norm genomen voor de rest van de arbeiders. Als je hiervan een goed voorbeeld wil zien, kijk dan naar de films *Metropolis* van Fritz Lang en *Modern Times* van Charles Chaplin.

## Vervreemding van de omgeving

Een andere vorm van vervreemding is de onwennigheid bij nieuwe techniek. Een uitgelezen voorbeeld hiervan is de trein: toen de trein ging rijden werd men *en masse* ziek, zwak en misselijk. Men kreeg allerlei rare ziektes als *railway spine*, bloedneuzen en siderodromofobie, de meeste ziektes psychosomatisch. Een Beierse arts omschreef het als volgt: *”Ortsveränderungen mittels irgend einer Art von Dampfmaschine sollten im Interesse der öffentlichen Gesundheit verboten sein. Die raschen Bewegungen können nicht verfehlen, bei den Passagieren die geistige Unruhe, ‘delirium furiosum’ genannt, hervorzurufen?”* Waar hadden mensen nu eigenlijk last van? Ze hadden last van gebrek aan synesthesie: als je langs een graanveld loopt, merk je met al je zintuigen dat je langs een korenveld loopt: je ziet het, je ruikt het, je hoort de wind in het koren. Dat is met een treinreis met angstwekkende snelheid (zo’n 35-50 km/h) niet. Victor Hugo heeft dat in een brief aan zijn dochter beschreven: *”De bloemen aan de wegranden zijn geen bloemen meer, maar kleurvlekken of beter gezegd rode of witte strepen, er zijn geen punten meer, alles wordt een streep; de graanvelden worden lange gele strengen; de klavervelden zijn lange groene staarten. Aan de einder voeren de steden, de kerkstorens en de bomen een dans uit en lopen op een krankzinnige wijze*

door elkaar. Van tijd tot tijd verschijnt en verdwijnt bliksemsnel een schim, een silhouet, een spook achter het raam: het is een conducteur.”

### Implementatie

De kunst is de eerste die dit weet te zien en te implementeren en mede daardoor leert de mens in het nieuwe perspectief te zien: dit zet zich in later tijden voort met de camera obscura en de film. Dit gaat dan soms zo ver dat het menselijke waarnemingsvermogen wordt gezien als film, zoals de illustratie uit een psychologieboek uit het begin van de vorige eeuw laat zien.

Dit brengt mij bij het volgende punt: Hermann Plessner, een wijsgerig antroposoof, introduceerde het begrip excentriciteit. De mens is in staat om naast zichzelf te gaan staan en zichzelf te bekijken door de ogen van een ander: een dier met zijn instincten kan dat niet. Plessner verheft dit tot grondwet: de mens is van nature vervreemd en staat voortdurend door bijvoorbeeld taal, beelden (kunst) en techniek in relatie tot zichzelf. Denken doe je altijd in taal en/of beelden, je denkt na over hoe jij zou moeten reageren en wat voor indruk je maakt op iemand anders. We leren ook techniek in die relatie te betrekken: als een vrouw in verwachting is, dan was zij vroeger ‘in blijde verwachting’: om te kijken of het kind gezond was voelde je of het goed bewoog en alle buurvrouwen die wisten hoe het voelde en de vroedvrouw leefden mee, op zichzelf al een vervreemde relatie. Tegenwoordig heb je een echoscopie: je ziet een larf verschijnen op het scherm en de arts kan zeggen of het kind gezond is. Er zijn ook bedrijven die pretecho's maken en die ze zelfs inkleuren. De belevenis en keuzes veranderen.

Ook extern kunnen wij techniek gebruiken: Maurice Merleau-Ponty heeft zich als eerste hiermee beziggehouden. Als een blinde met een stok over straat loopt, “tik...tik...tik...tik”,

heeft hij als het ware zijn lichaam verlengd met die stok. Wij doen dat ook als we in een pan soep roeren met een pollepel en we voelen of er nog geen korst is. We lijven de techniek in.

Nog een voorbeeldje: stel je een vrouw voor met een veer op haar hoed. Ze loopt door de kamer en komt bij een deur: ze gaat dan excentrisch naast zich staan en vraagt zich af: “Hoe kom ik door de deur zonder de veer te knakken? De veer is dertig centimeter hoog, dus ik moet ongeveer tien centimeter door de knieën.”. Na een tijdje bukt ze automatisch als ze door de deur heengaait: ze heeft de veer ingelijfd.

Een andere techniekfilosoof, Don Ihde, is hierop doorgegaan. Hij heeft de soorten relaties verder uitgesplitst, waaronder de inlijvingsrelatie: hier hebben we al wat voorbeelden van gezien.

Het is ook een ontwerp puntje: het moet mogelijk zijn een apparaat in te lijven. Als een apparaat onhandig in het gebruik is dan lukt dat niet. Het moet ‘terhanden’ zijn en niet alleen voorhanden. Als je de stofzuiger

hanteert ben je bezig met je vloerbedekking en niet met je stofzuiger; als je de staafmixer hanteert ben je bezig met je soep of puree of wat dan ook.

Als een hamer stuk is of je slaat op je duim, dan is je eerste primitieve reactie deze weg te gooien: hij is weer voorhanden geworden. Veel apparaten zijn slecht ontworpen: als de stofzuiger ermee kapt komt hij heel moeilijk terug terhanden; idem met een doorgeknaagde draad van een transformator van een discman (rotkonijn...): het is onmogelijk een nieuwe draad aan de trafo te maken, omdat dat geheel dichtgeseald is.

### Vervreemding van de oorsprong

De inlijvingsrelatie is al heel ver gevorderd (denk aan kunstharten, nierdialyseapparaten) en het onderzoek gaat steeds verder, met nog een hoog Chriet Titulaer-gehalte, maar volgens Marvin Minsky zal ook de geest uiteindelijk er niet aan ontkomen met nanotechnologische artefacten. De Amerikaanse post-moderne feministische techniekfilosoof Donna Haraway vergelijkt de cyborg die zo ontstaat met chimairai, mythische wezens die uit meerdere beesten plus eventueel een mens bestaan. De ontwikkelingen zullen volgens haar uiteindelijk leiden tot een identiteitscrisis: een zuivere pure oorsprong begint te vervagen naar een bepaald soort ontologie. Ontologie is het zijn in de trant van ‘zijn, iets zijn’; ‘materieel zijn’ is materialisme, ‘één zijn’ is monisme, ‘constructie zijn’ is Haraway's-isme. Het is het inwisselen van de cartesiaanse dagdromer van *maître et possesseur de la nature* voor het constructie-zijn; dit geeft ook een geweldige autonomie aan de mens: de mens is constructeur. Veel andere ontologieën verdwijnen hiermee; alle ‘natuurlijke’ zijn, maar ook het

**“Nog een voorbeeldje: stel je een vrouw voor met een veer op haar hoed.”**

tegennatuurlijke zijn van de gekken en de duivel en het bovennatuurlijke zijn van God.

Als iets construeerbaar is, dan kun je het ook herscheppen. Bij oude ontologieën kon dat niet zomaar: het zijn was daar niet alleen maar dat iets is maar dat het ook zo behoort te zijn; bij reconstructie valt dat weg. De contingentie speelt een belangrijke rol: het had ook anders kunnen zijn. Als dat zo is dan is de geschiedenis alleen maar een interpretatie van het gebeurde: anything goes zoals Paul Faber dan zegt, omdat de oorspronkelijke verhalen weg zijn: er is geen ‘genesis’ meer. Een bepaalde denkwijze over de cyborg kan niet meer,



namelijk de ‘archeologie-teleologie’, waarbij het doel bestaat uit de terugkeer naar de oorsprong: er is namelijk geen oorsprong meer. De mens is zover van zichzelf vervreemd dat hij niet meer weet wie hij is en Haraway vindt dat zo schrikbarend dat ze iedereen ervoor wil waarschuwen.

### Het veranderende mens-beeld

We maken even een mal sprongetje terug in de tijd naar de Middeleeuwen: in die tijd was het beeld van de mens dat van geschapene naar Gods beeld en was het doel in het leven Imitatione Christi. Met Descartes veranderde dat en werd het mens-beeld langzamerhand veranderd in een ingewikkelde machinerie: het boek *“L’homme machine”* van De

iemand anders is, en daarmee de objectivatie van de mens als autonoom subject in de informatietechnologie realiseren, maar je bent het niet, je verliest jezelf daarmee. De vergelijking gaat dus mank, omdat er van tevoren al uitgegaan wordt van de mens als informatieverwerker: als je zo naar de mens kijkt zul je moeten concluderen dat de mens een informatieverwerker is...

### AI

Toch is het overheersende beeld in de wetenschap dat van de mens als informatiedrager: daarop is ook het principe van de artificial intelligence gebaseerd. Dat de mens zichzelf verliest is ook niet erg, omdat het lichaam van de mens, zoals de kunstenaar Stelarc stelt, *“profoundly*

### Conclusie

De wetenschapper kijkt, of hij nu wil of niet, met de bril van zijn eigen wereldbeschouwing naar hetgeen hij onderzoekt en zal dan ook met die insteek voorspellingen doen over de toekomst. Ik geloof niet dat een AI een mens zal kunnen benaderen: niet omdat het technisch onmogelijk is, dat valt nog te bezien omdat dat nog toekomstmuziek is en we dat dus niet kunnen weten, maar omdat mijn blik op de mens anders is dan informatiedrager-en-machine-blik. Daar kunt u het mee eens of oneens zijn, mijn voorspelling is dan dat uw wereldbeeld en -beschouwing verschillen van die van mij. Hoe dan ook is er nog veel onderzoek nodig, vooral naar het brein omdat we werkelijk geen idee hebben hoe dat in zijn geheel werkt. Hopelijk heb ik u voldoende stof tot nadenken gegeven om er eens diep over na te denken en uw eigen conclusies te trekken. ■

**“De wetenschapper kijkt, of hij nu wil of niet, met de bril van zijn eigen wereldbeschouwing.”**

La Mettrie is hier een duidelijke uitwas van. In de twintigste eeuw veranderde de mens naar een grote informatieverwerker, met DNA als drager; het brein was hierin de grote aanstuurder. De informatietechnologie is daar een beeld van, niet geheel vreemd omdat de computer naar het menselijk brein is gemodelleerd: een machine die aan de hand van informatie logisch redeneert, zoals men dacht dat de mens dacht. Het aparte is nu dat de mens zich tegenwoordig spiegelt aan de computer: “dat zoek ik even op op mijn harde schijf” als antwoord op een vraag vindt niemand vreemd. Piet Vroon en Douwe Draaisma stellen in hun boek *“De mens als metafoor”* dat bij de realisering van het zelfbeeld in de informatietechnologie toch zal blijken dat het zelfbeeld inadequaat is. Maarten Coolen toont dat dan aan in *“Virtueel verbonden”* door de postulaten van de informatietechnologie toe te passen op de mens en te kijken of dat ‘past’. Zo is een postulaat dat je informatie kunterschikken en veranderen: je kunt een mens herschikken zodanig dat hij bijvoorbeeld op internet

*obsolete”* is: de mens als lichamelijke heeft zijn tijd gehad en is op weg naar een nieuwe versie, waar Haraway bang voor is en Jos de Mul juist in *“Cyberspace Odyssee”* over juicht. Als de mens een informatieverwerkende machine is hebben zinvragen geen zin meer omdat er geen opgelegde zin is, zoals Herman De Dijn in *“De rationaliteit en haar grenzen”* aantoot; als de mens een machine is en dus repareerbaar gaat de mens op zoek naar zijn grenzen om deze dan te verleggen met behulp van bungeejumpen en meer van dat soort onzin. Als de mens een informatieverwerkende machine is, is het mogelijk dat de wetenschap na nog veel te nemen hobbels van de grond af mensachtige wezens moet kunnen creëren die net als mensen kunnen denken en doen, voorop gesteld dat de AI kan communiceren met zijn omgeving (waar filosofisch ook heel veel over te zeggen is). De insteek die als veelbelovend geldt is die van de neurale netwerken, waar ik u hoop ik niets over hoeft te vertellen.

Jan-Willem Dijkshoorn  
jan-willem.dijkshoorn@interactief.net

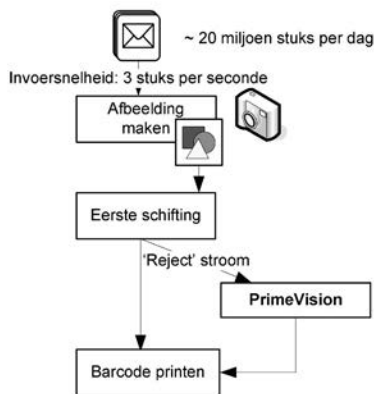
**ADVERTENTIE**

# Intelligent post verwerken

## envelopsortering bij Prime Vision

Twintig miljoen enveloppen per dag te verwerken. Per envelop slechts een halve seconde de tijd om adresgegevens te lezen en een uitspraak te doen over deze gegevens, met een fout van maximaal 1%. Dat is de wereld van de automatische postverwerking. Dat is de wereld van Prime Vision.

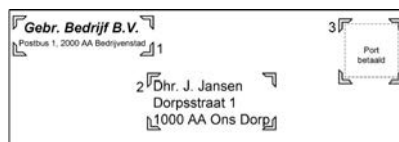
In Nederland staan zes postsorteercentra. In elk centrum wordt de post gesorteerd, voorzien van een barcode en daarna gedistribueerd naar de andere sorteercentra. Het proces voor sortering is in figuur 1



Figuur 1: Sorteringsproces

schematisch weergegeven. Allereerst worden de enveloppen rechtop en met het adres naar voren neergezet. Dit gebeurt automatisch, met behulp van fluorescerend materiaal dat zich in de postzegel bevindt. Vervolgens worden ze met een frequentie van drie enveloppen per seconde de sorteergang in geschoten. Zodra ze in

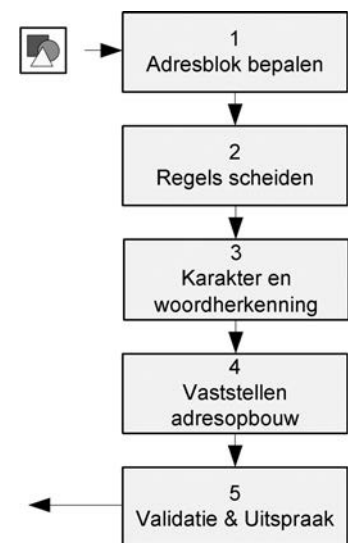
de sorteergang komen wordt er een foto genomen van de voorkant van de envelop. Deze foto's worden allereerst door het eerste sorteersysteem bekeken. Deze doet in zo'n 85% van de gevallen een uitspraak (die in 99% van de gevallen juist is). Het overige deel komt in de zogenaamde 'rejectstroom' terecht. Hierin zitten de poststukken die voor het eerste systeem te moeilijk waren. Het gaat hier dan vooral om moeilijke handschriften, ontbrekende gegevens of gegevens die niet aan het standaard formaat voldoen. Met deze poststukken krijgt het systeem van Prime Vision te maken. Hun voornaamste product wordt ingezet om de moeilijke gevallen toch juist te kunnen verwerken. Van deze moeilijke gevallen herkent het product van Prime Vision nog zo'n 50 tot 60%. Na de herkenner van Prime Vision worden er nog andere herkenners ingezet. In totaal (dus na alle herkenners) wordt ongeveer 95% automatisch gelezen. De overige 5% wordt voorgelegd aan mensen.



Figuur 2: Adresboekkandidaten

Het werk dat het product van Prime Vision doet moet gebeuren in ongeveer een halve seconde.

Het product van Prime Vision gebruikt dus als input de afbeelding van de envelop. Deze afbeelding wordt gebruikt in het verwerkingsproces, zoals weergegeven in figuur 3. De afzonderlijke stappen worden hieronder toegelicht.



Figuur 3: Productieproces Prime-Vision

### Adresblok bepalen

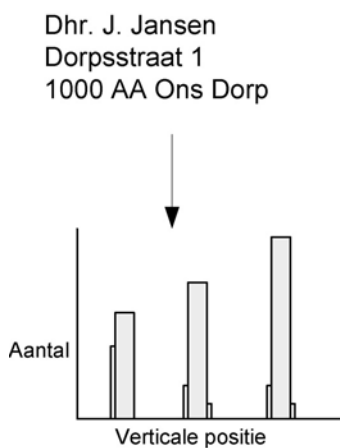
Allereerst wordt bepaald waar het adresblok zich bevindt. Er wordt in de opname gekeken naar contour- of tekstclusters. In figuur 2 staat een fictief voorbeeld van een opname van een envelop, met daarin mogelijke kandidaten voor het adresblok aangegeven in kaders.

Wanneer een contourcluster een bepaalde lengte/breedteverhouding

heeft, dan is het waarschijnlijk een lettergroep. Als er veel van dergelijke concentraties aanwezig zijn en bijvoorbeeld de hoogte van het blok ongeveer drie tot viermaal de hoogte van een letter heeft, dan is de kans al groter dat het een adresblok betreft (zie ook kandidaat nummer 2 in figuur 2). Bij de keuze voor van het adresblok uit de kandidaat contourclusters wordt gebruikgemaakt van een getraind proces (te vergelijken met een neurale netwerk), dat de kandidaten indeelt in twee klassen, namelijk 'Adresblok' of 'Geen adresblok'. Aan deze classificatie wordt een confidence gehangen. Wanneer de kandidaten voor het adresblok zijn bepaald, wordt verder gegaan met de meest waarschijnlijke kandidaat (in het voorbeeld dus nummer 2).

### Regels scheiden

Wanneer de meest waarschijnlijke kandidaat voor het adresblok gekozen is, worden de regels daarin van elkaar gescheiden. Dit gebeurt door het maken van een histogram. Een versimpeld voorbeeld van een histogram is in figuur 4 weergegeven. Dit histogram telt het aantal zwarte



Figuur 4: Histogram

puntjes in de verticale richting. Zo zie je duidelijk drie (of vier) banen ontstaan die corresponderen met regels.

### Karakter en woordherkenning

Nu de regels van elkaar zijn gescheiden, kunnen de karakters en woor-

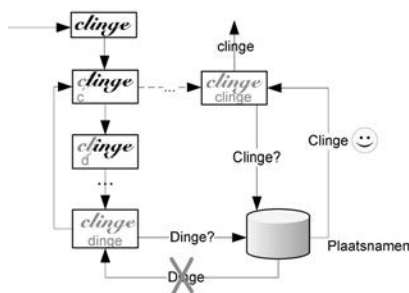
den in de regels worden herkend. Hierbij worden twee technieken gebruikt, namelijk karakterherkenning en woordherkenning. Het is namelijk voor een pc moeilijk te bepalen waar er geknipt dient te worden, zodat er losse letters ontstaan. Als de karakters vrij staan (zoals in machine-

**“Een handgeschreven ‘c’ gevolgd door een ‘l’ kan voor een computer net zo goed een ‘d’ zijn.”**

schrift) is duidelijk waar een karakter begint en ophoudt (door simpelweg de witruimte in de gaten te houden). Regels worden dan gelezen door karakter voor karakter te lezen. Prime Vision gebruikt daar bijvoorbeeld een neurale netwerk voor. Van een karakter wordt een aantal kenmerken afgeleid die als input voor de classifier dienen. De uitvoer van het neurale netwerk is een uitspraak over welk van de 36 karakters (a-z, 0-9) het huidige karakter zal zijn. Dit gebeurt wederom inclusief een confidence.

Dit werkt echter niet voor aaneengeschreven tekst, zoals veel bij handschriften voorkomt. In de verwerking wordt daarom onderscheid gemaakt tussen hand- en machineschrift. Elke vorm heeft zijn eigen verwerking.

Een handgeschreven ‘c’ gevolgd door een ‘l’ kan voor een computer net zo goed een ‘d’ zijn. Het sterk versimpelde proces van knippen is in figuur 5 uitgewerkt voor de plaats-



Figuur 5: Herkenning van handschrift

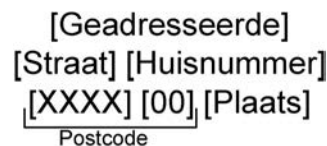
naam Clinge (een plaats in Zeeland). Hier zie je dat de invoer (het handgeschreven woord Clinge) stukje bij

beetje wordt gematched aan een letter. In de eerste stap wordt het eerste stukje gezien als een ‘c’, maar zodra er een klein stukje bij de selectie wordt genomen, wordt het, onder invloed van het handschrift, gezien als een ‘d’. Zodoende komt het systeem met de plaatsnaam ‘Dinge’

op de proppen, welke gecontroleerd wordt tegen een database. Deze geeft aan dat ‘Dinge’ niet bekend is, dus wordt het proces teruggebracht naar een vorige stap. Hierna wordt (in dit voorbeeld) de combinatie ‘cl’ wel gezien als ‘cl’ en niet als ‘d’. Dit gebeurt nu omdat dit een tweede optie was, die minder waarschijnlijk was dan het herkennen als ‘d’. De plaatsnaam ‘Clinge’ wordt herkend, getoetst aan de database, die nu zegt dat de plaatsnaam ‘Clinge’ inderdaad bestaat. Deze waarde wordt dan ook geretourneerd.

### Vaststellen adresopbouw

Doordat de verwachtingen duidelijk zijn van welke karakters zich waar bevinden kan er een hypothese gemaakt worden van de structuur van het adresblok. Hiervoor zijn een aantal sjablonen ingebracht, waaronder het standaard adressensjabloon zoals wij dat kennen. Een voorbeeld van een dergelijk sjabloon staat in figuur 6. Door op de voorkeursplekken



Figuur 6: Sjabloon

van de sjablonen op zoek te gaan naar bijvoorbeeld de structuur die een postcode heeft (vier letters, een spatie, twee cijfers), kan een inschatting gemaakt worden van de meest waarschijnlijke plek waar de postcode zich bevindt. Aan de hand van deze vergelijkingen van vastliggende structuren met de data die gegeven is, kan een inschatting gemaakt wor-

den van de gebruikte sjabloon. Nadat de structuur bepaald is, wordt er een interpretatie verbonden aan de gelezen regels.

De herkende karakters (of woorden) worden hiermee gemapt naar de informatie-eenheden (postcode, woonplaats, huisnummer, straat en geadresseerde). Met deze gegevens kan de herkenkwaliteit verbeterd worden (leesfouten kunnen worden gecorrigeerd). Deze leesfouten worden gecorrigeerd met behulp van adreslexicons, zoals bijvoorbeeld een database met plaatsnamen.

Daarnaast worden deze gegevens gebruikt in de laatste stap, ter validatie.

### Validatie & Uitspraak

Nu alle gegevens uitgelezen kunnen worden, volgt er nog een belangrijke stap: de validatie. Hierin wordt op basis van heuristiek bekeken of de eerste inschattingen correct waren. Wanneer bijvoorbeeld de herkende postcode niet klopt bij de herkende plaatsnaam zal in de validatiestap geprobeerd worden te bekijken welk

tot 99,5%. Deze uitspraak beslaat naar welke combinatie van postcode en huisnummer de brief toe moet. De postcode wordt gebruikt om de envelop te voorzien van een barcode, op basis waarvan distributie naar het juiste sorteercentrum kan worden gedaan. Bovendien staat in de barcode ook het huisnummer. Dit huisnummer wordt sinds een aantal jaar gebruikt om nogmaals een sorteerslag te maken, zodat de post gesorteerd op huisnummers in de looproute bij de postbodes kan worden aangeleverd.

### Prime Vision

Prime Vision is gevestigd in Delft, en heeft ongeveer dertig medewerkers. Als voormalig KPN Research is het bedrijf in 2003 ontstaan en in handen van TPG Post en TNO. Prime Vision is actief op een aantal markten, waarvan de postale markt de grootste is. Binnen deze markt wordt gewerkt aan het automatisch verwerken van enveloppen (behandeld in dit artikel) en pakketten. Andere markten waarop Prime Vision actief is, zijn:

Prime Vision is als bedrijf sterk gericht op de toekomst en op innoveren. Op dit moment wordt er bijvoorbeeld gewerkt aan directe herkenning van handschriften op Tablet PC's en aan het herkennen van Chinese karakters ten behoeve van bijvoorbeeld postverwerking.

Voor meer informatie zie: <http://www.primevision.com>.

Met dank aan Martijn Nuijt, Michiel de Rijcke, en Wouter Homan, allen werkzaam bij Prime Vision. ■

Jeroen ter Heerdt  
samenwerking@inter-actief.net

**“Dit gaat met een snelheid van vijftien exemplaren per seconde.”**

van beide gegevens niet goed is. Hierbij kan het dus zijn dat er een herkenningsfout opgetreden is, of dat de gegevens op de envelop niet correct zijn. Wanneer nu bijvoorbeeld de postcode niet klopt bij de woonplaats, maar de straat wel bij de postcode, is de waarschijnlijkheid groter dat de woonplaats verkeerd is herkend dan wel opgeschreven, dan dat de postcode incorrect is herkend dan wel opgeschreven. Ook in deze stap wordt met hypothesen gewerkt; aan elke mogelijkheid wordt een waarschijnlijkheid gehangen. Al deze waarschijnlijkheden bepalen de keuzes die gemaakt worden.

Nadat de validatie heeft plaatsgevonden wordt er een uitspraak gedaan, met een betrouwbaarheid van 99

- het bankwezen. Voor ING verwerkt Prime Vision zowel hand- als machinegeschreven formulieren. Dit zijn acceptgiro's en overschrijvingskaarten. Dit gaat met een snelheid van vijftien exemplaren per seconde, waarbij de fouteis kleiner is dan twee per tienduizend verwerkte exemplaren.

- documentverwerking, bijvoorbeeld bij Arboned. Op basis van een ziekmelding die gefaxt wordt, wordt het formulier automatisch verwerkt.

- verkeer en vervoer. Prime Vision was betrokken bij rekeningrijden en doet nu mee aan een test met trajectcontrole op de A2. Daarvoor is het herkennen van nummerborden ingezet.

# Artificial Intelligence for Automatic Story Generation

In his short story *The Great Automatic Grammatizator*, which first appeared in 1953, Roald Dahl describes the invention of a machine that can automatically write stories (and later, novels), and that ends up putting all human authors out of work. Such an enterprise may have sounded fantastic at the time, but only about 20 years later, the first attempts were made to actually create an automatic story generation system (Meehan, 1976), albeit in the form of a software program rather than the kind of rattling machine with knobs and handles described by Dahl. And in the present day, scientists are still working on the automatic creation of stories, using different techniques from the field of Artificial Intelligence. So far, there is no danger yet of putting human authors out of work, but the field has matured sufficiently for automatic storytelling to play a role in various practical applications, ranging from interactive games to children's education.

In this article we describe the Virtual Storyteller, a multi-agent framework for automatic story generation that is being developed at the Human Media Interaction group. In the Virtual Storyteller, which currently generates short stories in the fairy tale domain, we try to address some unsolved problems in story generation. These include finding the proper balance between structural plot requirements and the autonomy of the characters (implemented as intelligent agents), achieving believability of the characters, and creating an engaging presentation.

In the first version of the Virtual Storyteller (Theune et al., 2003) we aimed at achieving two basic

requirements: consistency of the characters' actions (through the use of goal-oriented characters) and a well-structured plot (through the use of a director agent). In the second version, we added personality and emotion models to the characters to increase their believability (Theune et al., 2004). We have also worked on storytelling speech synthesis, to improve the spoken presentation of the generated stories (Meijs, 2004). Work on language generation in the Virtual Storyteller is ongoing.

## Overview of the Virtual Storyteller

In the Virtual Storyteller, three story levels are distinguished: plot, narrative and presentation. The plot consists of a sequence of events that occur in the story world, which is inhabited by virtual characters that are implemented as (semi-) autonomous agents. The characters can make plans to achieve their personal

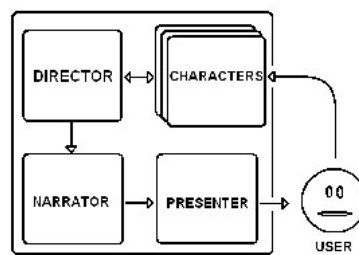


Figure 1: Architecture of the Virtual Storyteller.

goals using knowledge about their virtual environment and the actions they can take in it. They can also experience emotions, which influence their actions. To guarantee that the resulting plots will be well-structured, the characters are guided by a director agent, who provides them with specific goals, and who can forbid their actions if they do not

fit into the general plot structure. The resulting plot is converted into a natural language text (the narrative) by a narrator agent, which forms the basis for the presentation of the story by an embodied, speaking agent. The global architecture of the Virtual Storyteller is shown in Figure 1.

The multi-agent framework for the Virtual Storyteller has been built using JADE (Java Agent Development Environment (Bellifemine et al., 2001)). JADE offers an agent development package and agent platform, including management tools and agent communication functionality, which comply with the FIPA standards for agent development. With JADE, it is possible to design the core characteristics of the agents in our storytelling environment. To make these agents 'intelligent', we have extended the basic JADE agents with a rule based reasoning system consisting of a knowledge base and a reasoning mechanism. To specify the concepts that our agents can reason about, we use a freely available, Java-based tool for ontology and knowledge-base editing called Protegé (Noy et al., 2000).

## Plot creation by characters and director

Plot creation in the Virtual Storyteller is character-based: the characters in the story are implemented as autonomous, intelligent agents that can choose their own actions, based on their current goals and emotions (which are continually updated through their perceptions of their virtual environment). It has been suggested that stories will naturally emerge when such agents are left free to act in response to each other and their changing environment (Aylett,



1999; Stern et al., 1998). In general, plots resulting from a character-based approach are fairly consistent, since the characters' actions are always in line with their personality and with their own and other characters' previous actions. An important disadvantage, however, is that the resulting plots are not necessarily well-structured: they might ramble on without any climax or resolution, or end prematurely. For instance, in one of the first story generation systems, Talespin (Meehan, 1976), which was character-based, the plots were sometimes cut short because the main character either immediately managed to achieve his or her goal, or simply died before much action had taken place.

To ensure that a well-structured plot emerges, many character-based story generation systems make use of some mechanism limiting the characters' autonomy. In most cases, this is done by using global scripts that leave some room for improvisation by the characters. In some systems, this script is given as part of the characters' knowledge (Cavazza et al., 2001; Hayes-Roth et al., 1997); in other systems, the characters rely on a virtual director to give them instructions based on the script (Kelso et al., 1993; Young, 1999). In the Virtual Storyteller, we have chosen the latter approach. For a clear task division within the system, we use

present in the episode. The episodic goals are goals which must be reached within the episode by (some of) the characters. Typically, in our fairytale domain, there will be a villainous character with the goal of performing some evil deed (e.g., capturing a princess), and a hero with the goal of preventing him to do this. Such a conflict between goals is a simple way to create some suspense in the generated stories. Finally, the episodic constraints specify certain actions that are not allowed in the episode. For example, it might be disallowed to kill a certain character before its episodic goal is reached. These last three episode properties define the limits within which the character agents are allowed to act while acting out an episode.

After one or more episodic scripts have been selected, a story world is created according to the specified setting, and the character agents are initialized. The actual plot is then created by the characters carrying out actions to reach their individual goals within the episodes. These goals can be the episodic goals that have been assigned to them by the director, but they can also be goals that are spontaneously adopted, based on the character's emotions (see below). Before a character can carry out an action, it must ask the director for permission. The director checks if the action violates any

different ways in which an episodic script can develop before an episodic goal is reached. This variation can be further increased by changing the personality parameters of the characters.

### Emotions and Actions

Consistency and well-structuredness are essential for achieving a well-formed plot, but do not guarantee that the resulting story will be entertaining. For that, a plot should have additional properties such as unexpectedness, suspense and the presence of believable characters. A common approach to make character agents believable is to provide them with emotions. Most computational models of personality and emotion are based on Ortony, Clore and Collins' event appraisal theory, known as the OCC-model (Ortony et al., 1988). One example is Neal Reilly's Em system (Neal Reilly, 1996). A simplified version of Em was incorporated in Loyall's Hap architecture for believable agents (Loyall, 1997). The latter work was the main source of inspiration for our extension of the Virtual Storyteller with an emotion model for the characters.

In the Virtual Storyteller, the emotional state of an agent is represented by pairs of corresponding positive and negative emotions and their intensities. Emotions that are directed at the agent itself are hope-fear, joy-distress, and pride-shame. Emotions directed at other agents include admiration-reproach, hope-fear, and love-hate. Each emotion pair has an intensity value, represented by a natural number on a scale from -100 to 100. For example, a value of 20 for hope-fear means that the character experiences hope with an intensity of 20 (and no fear); a value of -20 means exactly the opposite.

Following the OCC-model, the emotional state of an agent changes in reaction to events, actions and objects. If an agent comes close to achieving its goal, it experiences

**“Such a conflict between goals is a simple way to create some suspense in the generated stories.”**

a separate director agent who has general knowledge about plot structure, rather than giving such knowledge directly to the characters.

The basis of plot creation in the Virtual Storyteller is formed by a small database of hand crafted scripts, which contain information about the setting, goals and constraints of possible story episodes. The setting of an episode script specifies which locations, objects and characters are

episodic or global constraints. For instance, the director will forbid numerous repetitions of the same action, because they would make the story boring. If no constraints are violated, the character is allowed to carry on with its action, and the story world is updated accordingly. When one of the characters reaches its episodic goal, the episode ends. Because the characters can also adopt goals other than the episodic goal, as will be explained below, there are many

hope, and if its current goal proves to be unachievable, the agent experiences distress. If an agent performs an action meeting its own standards (which are part of its personality model), the agent experiences pride. If an agent meets another agent which it likes (also part of the personality model), it experiences joy. The intensity and duration of these emotional effects depend on the personality parameters of the agent, which can be changed by the user. For example, some characters may be frightened more easily than others, or may forget their anger more quickly.

Based on its emotional state, a character may develop certain action tendencies such as friendly or unfriendly, aggressive or passive behaviour. The action tendencies in their turn influence the importance a character attaches to certain goals. The relation between the emotions and the action tendencies of a specific character is laid down in a number of action tendency scripts, which are part of the character's personality model. For instance, strong fear could lead to passive behaviour in one character (increasing the importance of the goal to flee) and to aggressive behaviour in another (increasing the importance of attacking the object of fear).

**Goal Selection: Emotions Taking Over**

In the Virtual Storyteller, each character agent has a fixed set of potential goals. The importance that a character attaches to these goals varies depending on its action tendencies. In addition, one of its goals may have the status of 'episodic goal', in which case it has a very high importance (90 out of 100) throughout the episode. Instead of having a character simply adopt the goal with the highest importance, we use a probabilistic approach to goal selection, where a goal's importance corresponds to the probability that it will be adopted. In other words, an episodic goal has a 90% chance of

being selected for pursuit, but some 'emotional' goals may also have a high probability, due to the character's emotion-induced action tendencies. This means that a cowardly

hero with the episodic goal of killing the villain could be equally likely to adopt the goal of running away from the villain because of its fear.

As we will illustrate with some examples below, probabilistic goal selection leads to variation and unexpectedness in the generated stories. However, there is a risk of 'overdoing' it by having too much random switching between goals. Therefore, if a character has already carried out the first step of a plan towards achieving some goal, that goal will be maintained until it is reached (or made unreachable by changes in the story world). The goal is only abandoned if the character's emotions run so high that they cause the importance of some other goal (e.g., fleeing from an enemy) to exceed a pre-specified high value. Another risk of our approach is that a character's sudden change in behaviour, due to the adoption of a new goal, may seem incomprehensible to the user. In the Virtual Storyteller, we can solve this by having the narrator explicitly describe the character's motivation. Currently, this is only done to a very limited extent, and further work on this is required.

**Example**

Here we illustrate the plot creation process by describing some different versions of a simple plot, consisting of a single episode. The episode script involves two characters, a princess (Diana) and a villain (Brutus), who hate each other. Diana fears Brutus, but Brutus does not fear her. Diana has the episodic goal to kill Brutus, and Brutus has the episodic goal to capture Diana. Initially, the characters are in different locations: Brutus

is in his castle, Diana is in the desert. In yet another location, the forest, a sword can be found. There are paths between the different locations. This setting is illustrated in Figure

**"Occasionally, one of the characters adopts another, emotionally motivated goal instead"**

2 below. (Note that this is purely an illustration; the Virtual Storyteller does not yet include any visualisation of the story world.)

We first discuss what happens given the default, rather stereotypical action tendency scripts of the princess and the villain. These scripts specify (among other things) that Diana is likely to behave passively when experiencing emotions such as fear and hate, whereas these same emotions trigger aggressive behaviour in Brutus.

In most stories that can currently be generated on the basis of this script, the characters immediately start pursuing their episodic goals: Brutus starts walking towards Diana to capture her, and she sets out to get the sword, needed to kill Brutus. Occasionally, one of the characters adopts another, emotionally motivated goal instead, such as singing out of joy. This occurs rarely, however, because

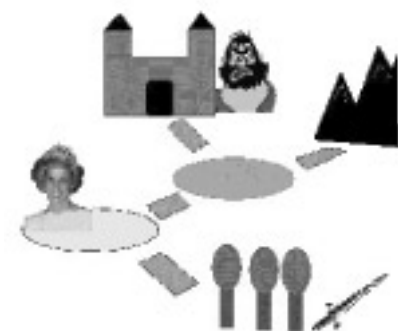


Figure 2: Setting of the example story.

initially the character's emotions have low intensity, so the importance of the associated goals is also relatively low. Whatever goal they start out with, the two characters eventually meet each other. When meeting



Brutus, Diana is usually overcome by fear, causing her to abandon her episodic goal (even if she has already found the sword) and to run away instead. Brutus, who will act aggressively even if Diana has the sword, will follow her, either to capture or to attack her (the latter goal being motivated by his aggression). In the end, Diana is inevitably cornered by Brutus without any possibility to flee. If she has the sword, she is very likely to use it now, since killing Brutus is now her highest priority goal that can be attained. Otherwise, she is most likely to scream, because this is the only passive behaviour left open to her. If she does not have the sword, Diana may also go for the less likely goal of attacking Brutus by hitting or kicking him, but Brutus is stronger and will eventually capture her anyway.

We have also tested what happens, given the same episode script, if the action tendency scripts of the two characters are exchanged. In that case, the division of power is more equal, because although Brutus may be stronger than Diana, he is now more fearful and passive than she is. This leads to longer episodes involving more chase sequences and mutual attacks. In the end, as in the first version, the outcome depends on whether Diana manages to get to the sword in time or not. All in all, a large variety of episodes can be generated based on the same script. The probabilistic goal selection may give rise to unexpected character actions, but these actions can always be traced back to the character's emotions. Properly expressing these inner motivations in the narration of the plot will be our next challenge.

### Narration and presentation

The Virtual Storyteller currently aims at story presentation by a virtual narrator, who tells the story in natural language, using speech synthesis. The agents jointly responsible for this are the narrator and the presenter. The narrator converts

the plot into a textual narrative by translating system representations of states and events into natural language sentences. This is currently done in a very crude fashion using simple templates: sentence patterns with open slots for words or phrases that express variable information. As a consequence of this approach, every event in the plot is expressed in a separate sentence, and the resulting narrative is not very coherent. However, we are currently working on more advanced generation methods, where related events can be expressed in complex sentences, using appropriate cue words such as 'and', 'too' etc. For example, 'Brutus walked to the desert. Diana walked to the desert' would be changed to 'Brutus walked to the desert and Diana walked to the desert too.'

In the current version of the system, when a character performs an action this is immediately expressed by the narrator, the result being a chronological narrative. It will be interesting to extend the narrator so that it can generate non-linear story lines as



Figure 3: The presentation agent

well. This requires the plot to be entirely known before the generation process starts. Eventually, we also want the narrator to be capable of narrating the same plot at different levels of detail, for instance aiming at different audiences.

The natural language sentences produced by the narrator are sent to the presentation agent, which is currently implemented as an MSAgent that

uses text balloons accompanied with speech synthesis to present the narrative (see Figure 3). Because regular text-to-speech output generally does not provide a very exciting listening experience, a module for the automatic generation of narrative speech has been developed for use in the Virtual Storyteller (Meijs, 2004). This module makes 'neutral' speech, as produced by a general text-to-speech system, livelier and more appropriate for storytelling. Among other things, special prosody has been added to create a feeling of suspense while telling the exciting parts of the story. This work has not been integrated with the rest of the system yet, however. For it to be useful, it is clear that first the language generation capabilities of the Virtual Storyteller must be further improved.

Additional future work is story presentation in the form of virtual drama, where the story is acted out by embodied characters. To achieve this, the character agents need to be extended with a body and animation capabilities. In this scenario, the presentation agent will be no longer needed, because its role will be taken over by the characters, and the function of the language generation component (narrator agent) will be changed from text generation to the generation of dialogues.

### Interactivity

The current version of the Virtual Storyteller has only very limited interaction. The only way for the user to influence the story generation process, is to write an episode script and to set the personality parameters for the characters. Once the generation process has started, the user can no longer exert any influence. However, different forms of interactivity are envisaged for future versions of the system. The user might take on the role of the director during plot development as well, deciding which of the characters' intended actions are allowed. This could be done through a dialogue with the pre-

sentation agent, which functions as the natural language interface to the Virtual Storyteller.

Alternatively, the system could be extended to give the user direct control over the actions of one of the character agents, without intervention of the presenter. Since the Jade multi-agent platform may be distributed across several machines, it would even be possible to have multiple users controlling their favourite characters from different physical locations. This would transform the Virtual Storyteller into a kind of role playing game. It is an interesting research question how, in such a situation, the director agent could be employed to automatically steer the interaction in the desired direction.

### Conclusions and Future Work

The version of the Virtual Storyteller we have described here has been fully implemented, albeit within a limited story world and with a small set of episodes. However, our experiences so far indicate that even with this limited implementation, a large number of different stories can be created. Further extension of the system with more possible goals, actions and objects is needed to show the full potential of our approach. This is something we are currently working on. As pointed out above, another important area of further work is to improve the conversion of the plot into natural language, so that the underlying motivations of the characters are properly put across.

### Acknowledgements

This article was based on Theune et al. (2003; 2004). ■

M. Theune, S. Rensen, S. Faas, D. Heylen, A. Nijholt, R. op den Akker  
Human Media Interaction, University of Twente

### References

- R. Aylett (1999). Narrative in virtual environments - Towards emergent narrative. *Proceedings of the AAAI Fall Symposium on Narrative Intelligence*, pp. 83-86.
- F. Bellifemine, A. Poggi, and G. Rimassa (2001). Developing multi agent systems with a FIPA-compliant agent framework. *Software - Practice and Experience*, 31, pp. 103-128.
- M. Cavazza, F. Charles, and S. Mead (2001). Agents' interaction in virtual storytelling. A. De Antonio, R. Aylett, and D. Ballin (eds.), *Intelligent Virtual Agents*, Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence 2190, pp. 156-170.
- B. Hayes-Roth, R. van Gent, and D. Huber (1997). Acting in character. In R. Trappl and P. Petta (eds.), *Creating Personalities for Synthetic Actors*, Springer Lecture Notes in Computer Science 1195, pp. 92-112.
- M. Kelso, P. Weyhrauch, and J. Bates (1993). Dramatic presence. *Presence: The Journal of Tele-operators and Virtual Environments 2(1)*, MIT Press.
- B. Loyall (1997). *Believable Agents: Building Interactive Personalities*. Ph.D. thesis, Carnegie Mellon University.
- J. Meehan (1976). *The Metanovel: Writing Stories by Computer*. PhD thesis, Dept. of Computer Science, Yale University.
- K. Meijs (2004). *Generating Natural Narrative Speech in the Virtual Storyteller*. Master's thesis, Dept. of Computer Science, Twente University.
- S. Neal Reilly (1996). *Believable Social and Emotional Agents*, Ph.D. thesis, Carnegie Mellon University.
- N. F. Noy, R. W. Ferguson, and M. A. Musen (2000). The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility. *Proceedings of the 2th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2000)*, Juan-les-Pins, France.
- A. Ortony, G.L. Clore and A. Collins (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- A. Stern, A. Frank, and B. Resner (1998). Virtual Petz: A hybrid approach to creating autonomous, lifelike Dogz and Catz. *Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents*, pp. 334-335.
- M. Theune, S. Faas, A. Nijholt and D. Heylen (2003). The Virtual Storyteller: Story creation by intelligent agents. *Proceedings of the Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment (TIDSE) Conference*, pp. 204-215.
- M. Theune, S. Rensen, R. op den Akker, D. Heylen and A. Nijholt (2004). Emotional Characters for Automatic Plot Creation. *Proceedings of the Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment (TIDSE) Conference*, Springer Lecture Notes in Computer Science 3105, pp. 95-100.
- M. Young (1999). Notes on the use of plan structures in the creation of interactive plot. *Working Notes of the AAAI Fall Symposium on Narrative Intelligence*