

Embodied agents in de interface

Softwarearchitectuur voor agents

Meer aansprekende voorbeelden van embodied agents worden geboden door verschillende onderzoeksprojecten (zie figuren 1-5), maar er zijn ook enkele commercieel geëxploiteerde omgevingen waar embodied agents een gebruiker hulp bieden.

Geschiedenis en ontwikkeling

Embodied agents hebben zich voor een deel samen met virtuele omgevingen ontwikkeld. De agents hebben kennis van zo'n omgeving en zijn in staat de gebruiker te helpen en te adviseren over zaken en taken in die omgeving. Voor 'virtuele omgevingen' kunnen verschillende definities worden gegeven. De meest ideale situatie wordt weergegeven in de volgende beschrijving: virtual reality is een door een computer gecreëerde artificiële wereld waar de gebruiker de illusie heeft in die wereld te zijn en de mogelijkheid heeft in die wereld te navigeren (rond te lopen) en objecten te manipuleren. Met

Embodied agents – mensachtige, geanimeerde figuren – worden steeds meer in interfaces en andere softwareapplicaties gebruikt. Een bekend voorbeeld van een embodied agent is de 'office assistant' in Microsoft Office die gevraagd en ongevraagd hulp en advies aanbiedt. Het toepassingsgebied van agents is echter breder.

Marc Evers en Anton Nijholt

andere woorden, men heeft te maken met een door de computer gegenereerde wereld die men kan exploreren alsof men erin aanwezig is.

Echter, ook bij tekstuele omgevingen, chatomgevingen en spelletjesomgevingen wordt wel gesproken over virtuele werelden. Men is dan niet, zoals in een 'echte' virtuele wereld, vrijwel volledig perceptueel (zowel fysiek als geestelijk) 'ondergedompeld' in zo'n wereld, maar slechts gedeeltelijk en ondergebruikmaking van het eigen voorstellingsvermogen. Bij 'desktop virtual reality' wordt geprobeerd de gebruiker op het scherm een 3D-wereld aan te bieden die verkend kan worden, waarin manipulaties

verricht en andere gebruikers ontmoet kunnen worden. In dat laatste geval kunnen de medebezoekers de vorm krijgen van menselijk uitziende figuurtjes in 2D of 3D, al of niet voorzien van animaties (avatars). Bij 'desktop virtual reality' kunnen wel hulpmiddelen worden geleverd (bijvoorbeeld een 3D-bril, speciale invoerapparatuur) die het bezoek aan zo'n virtuele omgeving wat realistischer maakt. Bij de eerste spelletjes en chatwerelden was sprake van vrij geschematiseerde figuurtjes, iconen soms, waarmee een speler of medebezoeker werd weergegeven. In de grafische 2D-werelden konden ze al mooier gemaakt worden, in de met speciale programmeertalen en

Samenvatting

Het gebruik van mensachtige, geanimeerde figuren, embodied agents, in interfaces en andere softwareapplicaties neemt steeds meer toe. In dit artikel beschrijven de auteurs de ontwikkeling van embodied agents en hun toepassingsmogelijkheden. Aan de hand van het door henzelf ontwikkelde Jacob-systeem geven ze een beschrijving van een softwarearchitectuur van dergelijke systemen.

graphics gemaakte 3D-werelden zijn deze avatars qua verschijning meer menselijk te maken. Door middel van animaties kunnen ze bewegingen toegekend krijgen. De vraag is echter wie deze bewegingen stuurt, de gebruiker die door de avatar gerepresenteerd wordt, of geheel of gedeeltelijk de avatar zelf. In het eerste geval kan de sturing gebeuren door gebruik te maken van muis en toetsenbord (in het eenvoudigste geval) of doordat de acties van de gebruiker op een of andere wijze geconverteerd worden naar bewegingen van de avatar. Dit laatste is mogelijk door 'motion capturing'-technieken. Als de controle geheel of gedeeltelijk bij de avatar zelf ligt, is er sprake van autonoom gedrag. Dit hoeft natuurlijk niet beperkt te blijven tot de uitwerking van de animaties, er kan ook sprake zijn van intelligentie in de context van de taken en de gevisualiseerde omgeving. In dat geval kunnen we beter spreken over embodied agents.

Karakterisering van embodied agents

De term *agent* heeft binnen de informatica geen eenduidige definitie. Wij hanteren de definitie zoals die gegeven is door Jennings en Wooldridge (1998).

Een agent is een entiteit die:

- zich in een bepaalde omgeving bevindt, observeert wat er in de omgeving gebeurt en daarop reageert,
- autonoom gedrag vertoont en initiatief kan nemen,
- zich proactief opstelt,

- kan communiceren met andere agents in de omgeving, waaronder ook menselijke gebruikers.

Op deze definitie zijn tal van variaties en detailleringen aangebracht die voor onze doeleinden niet direct van belang zijn. Er kan bijvoorbeeld voortgeborduurd worden op de intelligentie en de adaptiviteit. Wij concentreren ons echter op 'embodiment'.

De term *embodied* wil zeggen dat een agent een visualisatie heeft die 'levend' overkomt. Dat kan in de vorm zijn van een menselijk uitzienend lichaam of gezicht, maar het kan ook een dier of iets anders zijn. In een virtuele omgeving kunnen zowel autonome agents bestaan als agents die andere menselijke gebruikers in de omgeving representeren. Wij onderscheiden de volgende aspecten van een embodied agent:

Visualisatie – De visualisatie van een agent kan tweedimensionaal (Jennifer) of driedimensionaal (Jacob) zijn en de mate van realisme kan variëren. Het is niet altijd nodig om een zo realistisch mogelijke verschijning te hebben, een cartoonachtige agent is ook mogelijk (bijvoorbeeld de Microsoft Office assistant). Een embodied agent kan gerepresenteerd worden met alleen een hoofd (MUeSLI, Baldi) of met een compleet lichaam (Steve, Jacob, Jennifer). Andere aspecten van de visualisatie zijn de gebruikte animatie voor bijvoorbeeld gebaren, het tonen van

STEVE

1



In het STEVE-project van de University of South California is sprake van een geanimeerde educatieve agent, Steve, die zich in een driedimensionale omgeving bevindt (Johnson e.a., 2000). De gebruiker krijgt de illusie echt in de virtuele wereld aanwezig te zijn middels hulpmiddelen als een 3D-helm en een 'dataglove'. Steve geeft training in het onderhouden en bedienen van een vrij complex apparaat. Steve is in staat om een beperkte dialoog in natuurlijke taal te voeren en kan bepaalde objecten aanwijzen en handelingen uitvoeren. Recentelijk is de omgeving uitgebreid zodat Steve ook een team kan trainen of de rol van een ontbrekend teamlid op zich kan nemen.

(www.isi.edu/isd/VET/vet.html)

MUeSLI

2



In het MUeSLI-project (Multimodal Spoken Language Interfaces) van BT (British Telecom) Labs is een driedimensionaal verkoopsysteem gebouwd (Wyard en Churcher, 1999). Dit systeem biedt een 3D-visualisatie van een woonkamer waarin de gebruiker het effect van verschillende stoffen op meubels, gordijnen en behang kan zien vanuit verschillende gezichtspunten en bij verschillende opstellingen van het meubilair. De gebruiker wordt geassisteerd door een agent, gevisualiseerd door een pratend gezicht in een apart venster.

(www.bt.com/btj/vol18no1/today/papers/p_wyarth/the_muesli.html)

gezichtsuitdrukkingen, het aankijken van de gebruiker ('gaze'), lipsynchronisatie met spraak (Baldi).

Inbedding in de omgeving – Met name in virtuele omgevingen kan de agent zich in de omgeving zelf bevinden (Jacob, Steve). De agent kan ook losstaan van de omgeving of de applicatie (zoals de office assistent en Baldi).

Taken – Embodied agents worden gebruikt voor verschillende toepassingen, bijvoorbeeld:

- training en instructie, dit kan zowel voor een softwarepakket zijn als in een gesimuleerde omgeving (Jacob, Steve, Baldi); een uitdagende toepassing is bijvoorbeeld een virtuele rij-instructeur of een virtuele pianoleraar;
- het assisteren van gebruikers, bijvoorbeeld bij informatieontsluiting en in e-commerce toepassingen (MUeSLI);
- hulp bij navigatie in een virtuele omgeving, bijvoorbeeld een agent die gebruikers rondleidt in een driedimensionaal model van een gebouw (of machine) en die laat zien wat waar is en hoe alles werkt, en reageert op vragen van de gebruiker.

Persoonlijkheid en emoties – Embodied agents kunnen een zekere 'persoonlijkheid' krijgen. Het uitdrukken van toepasselijke emoties kan de agent geloofwaardig en betrouwbaar doen overkomen. Emoties kunnen op verschillende manieren geuit worden, bijvoorbeeld door middel van gezichtsuitdrukkingen,

woordkeuze, lichaamshouding. Een voorbeeld is een instructieagent die enthousiast en blij reageert om de gebruiker positieve feedback te geven.

Interactiemogelijkheden – Verschillende vormen van interactie kunnen ondersteund worden, zoals verbale communicatie (natuurlijke taal, zowel geschreven als gesproken) en non-verbale communicatie (gebaren en gezichtsuitdrukkingen). Deze verschillende interactievormen kunnen zowel door de agent als de gebruiker gebruikt worden. Een belangrijk aandachtspunt bij het gebruik van verschillende interactievormen tegelijk (**multimodaliteit**) is het synchroniseren en integreren van de verschillende kanalen. Een gebruiker zegt bijvoorbeeld 'verplaats dat voorwerp daarheen' en wijst eerst naar een voorwerp en daarna naar een locatie. Het manipuleren van objecten in de applicatie of in een virtuele omgeving is ook een manier waarop interactie kan plaatsvinden, zowel door de agent als door de gebruiker. Een embodied agent zal observeren wat de gebruiker doet en bepaalt op basis van deze observaties de intenties van de gebruiker. Hierop kan de agent een adequate reactie baseren. Een embodied agent kan in plaats van te vertellen dat de gebruiker het ene voorwerp op het andere moet plaatsen, het voordoen (Steve en Jacob). De meeste hier besproken systemen met embodied agents gebruiken verschillende interactievormen.

Relevantie

Uit onderzoek blijkt dat computers vaak een sociale rol spelen. Gebruikers kennen computers menselijke eigenschappen toe (Reeves en Nass, 1996) en vertonen bij de interactie met computers gedragingen die ze ook bij interactie tussen mensen onderling hebben. Geloofwaardigheid en betrouwbaarheid zijn twee

Baldi

3



Baldi, ontwikkeld door het Center for Spoken Language Understanding in Oregon, is een geanimeerde embodied agent die dove kinderen helpt hun luister- en spreekvaardigheid te verbeteren. Baldi wordt realistisch gevisualiseerd met behulp van een driedimensionaal pratend hoofd in een apart venster. Baldi analyseert de spraak van gebruikers en gebruikt spraaksynthese en gezichtsanimatie om kinderen beter te leren spreken.

(<http://mambo.ucsc.edu/psl/pslfan.html>)

belangrijke eigenschappen. Het concept van embodied agents is een interactiemetafoor die hier goed bij aansluit. De vraag wat het effect van embodied agents is op de interactie tussen mens en computer is onderwerp van actief empirisch onder-

Jennifer

4



Jennifer is een aantal jaren geleden door Barbara Hayes-Roth van het bedrijf Extempo ontwikkeld. Jennifer doet dienst in een autozaak als verkoopster. Ze heeft een apart venster om met de gebruiker te converseren. Ze kan rondlopen in de autozaak, een motorkap oplichten of de gebruiker uitnodigen voor een proefrit. Jennifer is een typisch gebruik van een embodied agent in een e-commerce omgeving. Jennifer is 'geloofwaardig' (zie Loyall), wat inhoudt dat ze ook iets over zichzelf kan vertellen en via 'smalltalk' de bezoeker aan de autozaak ook wat persoonlijke zaken kan ontfutselen die van belang kunnen zijn voor verdere contacten.

(www.extempo.com/characters/jennifer.html)

zoek. Uit empirisch onderzoek van Moreno e.a. (2000) en Rickenberg en Reeves (2000) blijkt in elk geval dat er situaties zijn waar het gebruik van een 'levensechte' agent in een interactieve leeromgeving een positieve invloed heeft op studenten, waarbij het soms gaat om de motivatie, het genoegen dat men heeft in het bezig zijn (en blijven) met het systeem en soms de leerresultaten. De verhoging van de motivatie door middel van embodied agents is zo belangrijk dat alleen al daardoor de aandacht voor embodied agents gerechtvaardigd is.

Architectuur

Om een beeld te geven van de issues die spelen bij het bouwen van een softwaresysteem met een embodied agent, beschrijven we hier de architectuur van het Jacob-systeem. Deze architectuur is generiek en is van toepassing op allerlei applicaties met een agent in een virtuele omgeving die instructie of assistentie geeft.

Figuur 6 toont de architectuur van het Jacob-systeem. De concrete 3D-visualisatie, waarvoor technologieën als VRML (Virtual Reality Modelling Language) en Java-3D gebruikt worden, is gescheiden van de basisfunctionaliteit van het systeem. Binnen de concrete 3D-visualisatie worden de virtuele omgeving en de objecten daarin gerepresenteerd als een hiërarchische, geometrische structuur met weinig semantiek. Voor het modelleren van Jacobs lichaam is de H-Anim standaard (www.h-anim.org) gebruikt. Dit is een standaard voor het beschrijven van een virtueel menselijk lichaam in termen van knooppunten (virtuele gewrichten) en segmenten (zoals een vingerkootje of een dijbeen).

De abstracte 3D-wereld is een model van de relevante objecten en agents in de virtuele omgeving. Het bevat representaties van bijvoorbeeld de blokken, Jacobs lichaam en de gebruiker. Binnen deze laag worden ook bepaalde eigenschappen van de wereld gesimuleerd, zoals zwaartekracht en het vermij-

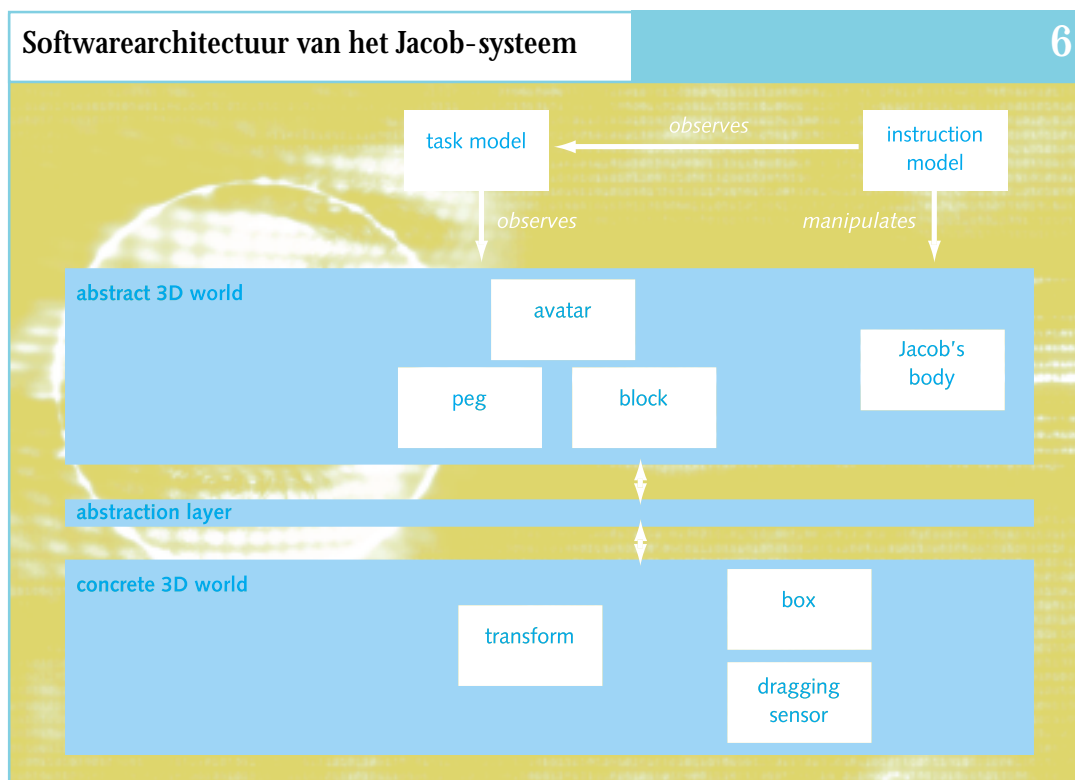
den van botsingen tussen objecten. Jacobs intelligentie wordt gevormd door het taakmodel en het instructiemodel. Het besturingsparadigma is hierop toegepast. Deze modellen

Jacob
5



Het Jacob-project wordt uitgevoerd door de Parlevink-onderzoeksgroep van de Faculteit Informatica van de Universiteit Twente, in samenwerking met Carp Technologies te Enschede (www.carp-technologies.nl). In dit project is een agent met de naam Jacob gebouwd. Jacob geeft instructie in een virtuele omgeving en leert de gebruiker hoe deze bepaalde taken in die omgeving moet uitvoeren. Hij onderwijst de Torens van Hanoi, een klassiek voorbeeldprobleem uit de kunstmatige intelligentie en het (universitair) programmeeronderwijs. Interactie vindt plaats via natuurlijke taal en via het uitvoeren van acties. Jacob reageert op wat de gebruiker zegt en doet.

(<http://parlevink.cs.utwente.nl/jacob>)



observeren de (abstracte) wereld en proberen bepaalde instructiedoelen te bereiken door Jacobs lichaam te manipuleren en taaluitingen te produceren. Het taakmodel bevat kennis over de taak en hoe deze uitgevoerd moet worden, welke objecten wanneer en waarheen verplaatst moeten worden en welke fouten door de gebruiker gemaakt kunnen worden. Tevens bevat het taakmodel kennis over de redenen achter bepaalde stappen. Met behulp van het taakmodel en de huidige toestand van de wereld kan de precieze toestand van de taak bepaald worden.

Het instructiemodel bevat generieke kennisinstructie die (grotendeels) onafhankelijk is van de gekozen taak. Instructiekennis heeft onder meer betrekking op het geven van feedback op de acties van de gebruiker, hulp als de gebruiker vast komt te zitten, het uitleggen en het demonstreren van een volgende

stap. Het instructiemodel is zeer sterk verweven met het natuurlijke taaldialogsysteem. Het instructiemodel bouwt tijdens de instructie een model van de gebruiker op. Dit gebruikersmodel kan gebruikt worden om de instructie aan te passen aan het gedrag van de gebruiker, maar ook om bijvoorbeeld de prestaties van de gebruiker vast te leggen.

Toekomstvisie

Bij de ontwikkeling van embodied agents wordt duidelijk dat we op een bepaald moment kunnen spreken over virtuele mensen. Vanuit de graphics wordt veel aandacht besteed aan het modelleren van natuurlijk overkomende virtuele lichamen en gezichten met bijbehorende animaties. Er wordt soms heel gedetailleerd onderzoek gedaan naar het modelleren van de huid, het haar en ook de kleren. Het gevolg is dat dergelijke embodied agents gebruikt kunnen worden als modellen, bijvoorbeeld voor het tonen van een nieuwe kledingcollectie. Via 3D-laserscanners kunnen mensen volledig ingescand worden en in een virtuele omgeving geplaatst worden. Animaties die aan dergelijke lichamen kunnen worden toegevoegd, laten steeds meer subtiliteit toe. Rondlopen, dansen, klimmen

(soms gebruikmakend van resultaten van motion capturing-technieken) kunnen steeds natuurlijker worden weergegeven. Vanuit de artificiële intelligentie, de agenttechnologie en de robotica wordt steeds meer aandacht besteed aan het intelligent en autonoom optreden van agents in context. Kennis van de (virtuele) omgeving en de doelen die een embodied agent of een virtuele mens heeft, kan het gedrag aansturen en vandaar de animaties afleiden. Ook de toepassing van computationele modellen van emoties is een onderwerp dat de laatste tijd veel aandacht krijgt. Voor verzamelingen van artikelen over deze onderwerpen, zie Nijholt e.a. (2000).

Ir. Marc Evers

is als adviseur werkzaam bij het Software Engineering Research Centre. Eerder was hij medewerker onderzoek bij de Faculteit Informatica van de Universiteit Twente, waar hij het Jacob-systeem ontworpen en gebouwd heeft.

Prof.dr.ir. Anton Nijholt

is werkzaam bij de Faculteit Informatica en het Centre for Telematics and Information Technology van de Universiteit Twente. Zijn vakgebied is mens-machine-interactie met een huidige voorkeur voor het gebruik van spraak-, taal- en agenttechnologie in virtuele omgevingen.

Literatuur

- Cassell, J., et al. (eds.), *Embodied Conversational Agents*, MIT Press, Cambridge, 2000.
- Evers, M., Nijholt, A., Jacob – an animated instruction agent for virtual reality, in: Tan, T., Shi, Y., Gao, W. (eds.), *Advances in Multimodal Interfaces – ICMI 2000*, Third Intern. Conf. on Multimodal Interfaces, Beijing, October 2000, Springer, Berlin, p. 526-533.
- Jennings, N.R., Wooldridge M., (eds.), *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*, Springer, Berlin, 1998.
- Johnson, W.L., et al., Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments, *Intern. J. of Artificial Intelligence in Education* (2000) 11, p. 47-78.
- Loyall, A.B., *Believable agents: Building interactive personalities*, CMU-CS-97-123, Carnegie Mellon University.
- Moreno, R., et al., Life-like pedagogical agents in constructivist multi-media environments, *EDMEDIA 2000*, p. 741-746.
- Nijholt, A., Agents, believability and embodiment in advanced learning environments, in: *IEEE Intern. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2001)*, Madison, augustus 2001, te verschijnen.
- Nijholt, A., Jokinen, K., Heylen, D. (eds.), *Learning to Behave: Interacting Agents* (Vol. 1) & *Learning to Behave: Internalizing Knowledge* (Vol. 2), Universiteit Twente, TWLT Proceedings, 2000.
- Nijholt, A., Hondorp, H., Towards communicating agents and avatars in virtual worlds, in: Sousa, A. de, Torres J.C. (eds.), *EUROGRAP-HICS 2000*, augustus 2000, Interlaken, p. 91-95.
- Reeves B., Nass, C., *The Media Equation*, Cambridge University Press, New York, 1996.
- Rickenberg, R., Reeves, B., The effects of animated characters on anxiety, task performance, and evaluations of user interfaces, in *Proceedings of CHI'00: Human Factors in Computing Systems*, Den Haag, p.49-56.
- Wyard, P.J., Churcher, G.E., The Muesli multimodal 3D retail system, in: *Interactive Dialogue in Multi-modal systems*, ESCA workshop, juni 1999, Kloster Irsee.