

Die Agenten- basierte Modellierung kognitiver Prozesse von menschlichen Experten in komplexen dynamischen Aufgabenumgebungen

Bernhard Schneider
bernhard.schneider@eads.com
EADS Deutschland GmbH
Unterschleißheim

Christian Würzebesser
wuerzebesser@gmx.de
EADS Deutschland GmbH
Friedrichshafen

Kurzfassung

In komplexen, dynamischen und oftmals auch vernetzten Aufgabenumgebungen stellt der Mensch neben der eingesetzten Informationstechnologie den zentralen und leistungsbeschränkende(n) Faktor dar. Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Faktors Mensch unter bestimmten Bedingungen in derartigen Umgebungen bieten sich geschlossene Simulationen an. Hierdurch können verschiedene Einsichten errungen werden:

- Ermittlung der Leistungsgrenzen eines menschlichen Experten unter Beachtung der Auswirkungen typischer menschlicher Fehler.
- Ermittlung von Anforderungen an die Arbeitsumgebung und verwendete Technologie zur Unterstützung und Optimierung der menschlichen Leistung.

Um mit Hilfe von Simulationen möglichst realitätsnahe Untersuchungsergebnisse erhalten zu können, müssen eingesetzte Modelle die komplexen, mehrgliedrigen und damit fehleranfälligen Prozesse der menschlichen Informationsverarbeitung möglichst genau abbilden. Neben der Abbildung kognitiver Entscheidungsprozesse gilt es ebenso, Störgrößen und Stressoren in die Modellierung einzubeziehen. Hierbei bietet sich die Agenten- basierte Modellierung zur Transformation menschlicher Experten in Mensch- Repräsentanten eines Simulationsmodells an.

Kernaspekt des Projektes war der Aufbau eines, an das Architekturmuster PECS angelehnten Referenzmodells zur psychologisch fundierten Abbildung kognitiver Prozesse von menschlichen Experten in dynamischen Aufgabenumgebungen. Insbesondere wurden dabei die folgenden, allgemeinen kognitiven Prozessklassen der menschlichen Informationsverarbeitung als relevant herausgearbeitet und in Form von nicht- anwendungsspezifischen Modulen in das Referenzmodell integriert:

- Wahrnehmung
- Antizipation
- Konfliktlösung
- Handlung

Die Prozessklasse Wahrnehmung umfasst verschiedene Perzeptions- Modi welche in der Lage sind, Wahrnehmungen von Umweltobjekten mit unterschiedlicher Kapazität, Genauigkeit oder unterschiedlichem Grad an Verzerrung abzubilden.

Die Art der Wahrnehmung ist dabei abhängig vom internen Zustand des Mensch- Repräsentanten. Wahrnehmungsinhalte erfahren eine mentale Repräsentation, die im Antizipationsmodul wiederum als Basis für die Erzeugung von Erwartungen des Agenten an das künftige Verhalten von Umweltobjekten dient. Dies ermöglicht einem Agenten die Erkennung und Klassifikation von dynamischen Beziehungen zwischen Umweltobjekten sowie auch komplexen Situationen.

Wesentlicher Bestandteil der Module Antizipation und Konfliktlösung ist die mentale Simulation. Sie ermöglicht das Prognostizieren der Entwicklung von Umweltzuständen sowie mentales Probedenken des Agenten. In beiden Fällen erfolgt die Berücksichtigung angedachter, jedoch noch nicht ausgeführter Agenten- Handlungen sowie eine Bewertung von Zuverlässigkeit und Konsistenz des eigenen Wissensstandes.

Der Konfliktlöseprozess dient der heuristischen Bestimmung prototypischer Lösungsalternativen für gegebene Situationen. Diese werden auf der Grundlage einer Wissensbasis mit statischen und dynamischen Anteilen erstellt.

Der Handlungsprozess ist für die tatsächliche Durchführung geplanter Handlungen zuständig, wobei dies Auswirkungen auf die im Agenten mental repräsentierten Beziehungen zwischen Umweltobjekten hat.

Leistungsschwankungen und Fehler im menschlichen Informationsverarbeitungsprozess können durch den Verfall kognitiver Ressourcen erzwungen werden. Dieser Verfall wird durch Einwirken von Störfaktoren bzw. Stressoren begünstigt. Als Maß für Stress fungiert die Anzahl der Aufgaben, die in einer vorgegebenen Zeit erfolgreich bearbeitet werden müssen. Stress entsteht daher genau dann, wenn der Mensch- Repräsentant realisiert, dass er seine Aufgaben nicht fristgerecht erfüllen kann. Stress muss dabei jedoch nicht notwendigerweise als rein leistungsreduzierender Faktor betrachtet werden, sondern kann durch die daran angepasste Wahl kognitiver Verarbeitungsstrategien als adaptiver Mechanismus verstanden werden.

Die exemplarische Umsetzung des erarbeiteten Referenzmodells erfolgte in Form eines diskret- ereignisbasierten Simulationsmodells. Als exemplarische Aufgabenumgebung für den zu modellierenden menschlichen Experten wurde der Tätigkeitsbereich eines Air Traffic Controllers gewählt, der für die Aufnahme und korrekte Verarbeitung von Sensorinformationen eines Radarschirms verantwortlich ist. Durch Analyse von Simulationsläufen konnten die Auswirkungen von Zeitdruck und hoher Arbeitsbelastung auf die Leistungsfähigkeit eines Controllers aufgezeigt und analysiert werden. Zu diesen zählen beispielsweise ein erhöhter Zeitbedarf zur Ausführung kognitiver Prozesse, suboptimale Entscheidungen und nicht erkannte, oder falsch interpretierte Situationen.

Das Programm der Modellierung kognitiver Prozesse ist interdisziplinär ausgerichtet und verbindet die Fachbereiche Informatik, im Speziellen künstliche Intelligenz sowie Psychologie mit Schwerpunkt Kognitionspsychologie.