

Modellierung und Simulation von Teams in sicherheitskritischen Mensch-Maschine-Systemen

Leon Urbas

Sandro Leuchter

Andreas Lüdtkke

Abstract: In vielen sicherheitskritischen Mensch-Maschine-Systemen ist die Interaktion in einem verteilten Team aus Menschen und Maschinen von essentieller Bedeutung für die Leistung des Gesamtsystems. Wesentliche Aspekte sind dabei die Verteilung von Information und Verantwortung, die Koordination und Überwachung von Aufgaben und Funktionen des Teams oder von Teammitgliedern. Neben empirischen Zugängen zu Teammechanismen und Teamleistungen eröffnen aktuelle Fortschritte in der agentenbasierten und/oder kognitiven Simulation neue Zugänge. In dem Workshop sollen verschiedene Ansätze hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, der Modellierungs-, Simulations-, und Verifikationsaufwände sowie der erzielbaren Ergebnisse und Einsichten diskutiert werden.

1 Einleitung

Mensch-Maschine-Systeme (MMS) sind Gebilde, deren Leistung insbesondere durch den wechselseitigen Informationsaustausch zwischen einem technischen System und dem dieses System führenden Menschen charakterisiert ist [TJ00]. In vielen militärischen und zivilen sicherheitskritischen, dynamischen Mensch-Maschine-Systemen – als Beispiele seien Flugführung- und -sicherung, Leitsysteme in der Prozess- und Fertigungsindustrie oder der Operationssaal genannt – wirken Mitglieder von Teams, verbunden über aktuelle Kommunikationstechnologien und unterstützt von Automatisierungs- und Entscheidungsunterstützungssysteme zusammen, um einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb des Gesamtsystems zu ermöglichen. Die Tätigkeit der Menschen wird dabei von im wesentlichen komplexen kognitiven Tätigkeiten an den Mensch-Maschine-Nahtstellen wie Überwachung, Antizipation, Situationsanalyse und -bewertung aber auch Kommunikation zur Informationsverteilung, zur Koordination von aktuellen Aufgaben, zur Konflikterkennung und -auflösung etc. dominiert. Aktuelle Ansätze zur Modellierung der Leistung solcher vernetzter Systeme lassen sich anhand der durch die Modellierer gewählten Beschreibungsebenen in zwei grundlegende Klassen unterteilen – Micro-modellierung, Macro- und Meso-modellierung.

1.1 Micro-Modellierung

Ausgangspunkt der Betrachtung der Micromodellierungsansätze sind Aufgaben- bzw. Informationsverarbeitungsmodelle. Basis der Aufgabenmodelle ist zumeist eine hierarchische Aufgabenanalyse, die Modellierungsansätze stehen häufig in der Tradition von GOMS und dem Human Processor Model [CMN83]. Die Modellierungsatome werden Operatoren genannt und sind im wesentlichen durch Ressourcenbedarf, Ausführungszeiten und Fehlerraten charakterisiert. Teamleistung wird beispielsweise als Team von Modellen simuliert, die direkt über verbale Nachrichten kommunizieren [KS04]. Diese Art von Modellierung bewährt sich, wenn die wesentlichen Komponenten der Teamaufgabe durch eine klar definierte Prozedur dargestellt werden kann, an die sich alle Teammitglieder halten. Steht hingegen die Anfälligkeit der Prozeduren gegenüber Kommunikations- oder Auslassungsfehlern im Mittelpunkt oder wird die Teamleistung von Problemlöseaktivitäten dominiert, sind Modellierungsansätze anzuwenden, die detailliertere Mechanismen zur Abbildung der menschlichen Informationsverarbeitung mitbringen, z.B. ACT-R [ABB⁺04] oder SOAR [LNR87, LR94, Kan01].

1.2 Macro- und Meso-Modellierung

Die Klasse der Meso-Modelle für Teamleistungen zielt weniger auf eine kognitionspsychologisch akzeptable Abbildung von Aufgabenbearbeitung oder Informationsverarbeitung als auf die elegante und (aus Human Factors Sicht) verkürzte Beschreibung von Zielsetzungs-, Kommunikations- und Interaktionsprimitiven zur Abbildung eines daraus emergent entstehenden Verhaltens einer Gruppe. Das Feld zeichnet sich durch eine Vielzahl von konkurrierenden Modellierungsverfahren aus, denen lediglich gemein ist, dass mit den Formalismen situativ angepasstes kognitives Verhalten in einer sich dynamisch ändernden Umgebung erzeugbar ist. Eine größere Gruppe von Ansätzen zur Darstellung der internen Zustände der Teilmodelle lässt sich als Spielart des Belief-Desire-Intention Model of Agency (BDI, [GPP⁺99]) zusammenfassen, das durch die Verfügbarkeit von Programmierrahmen gut unterstützt wird, z.B. [TPC⁺00].

2 Ziele des Workshops

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es kein „Schweizer Messer“ unter den Modellierungsmethoden gibt, das für alle Fälle und Fragestellungen gleich gut geeignet ist. Zudem werden die Ansätze häufig in jeweils eng begrenzten Anwendungen und Communities diskutiert. Das Ziel des Workshops ist es deshalb, aktuelle Anforderungen an die Simulation sowie Gestaltungs- und Modellierungsansätze im überwiegend deutschsprachigen Raum zusammenzutragen und hinsichtlich Fragestellungen, Voraussetzungen und Modellierungsmethodik bis hin zu Aspekten der Anwendungsreife vergleichend zu diskutieren. Der Workshop ist auf einen halben Tag ausgelegt, neben Impulsreferaten aus den

einzelnen Forschergruppen ist eine ausführliche Diskussion der Lösungsansätze und ihrer aktuellen Beschränkungen vorgesehen.

Literatur

- [ABB⁺04] J. R. Anderson, D. Bothell, M. D. Byrne, S. Douglass, C. Lebiere und Y. Qin. An Integrated Theory of the Mind. *Psychological Review*, 111(4):1036–1060, 2004.
- [CMN83] S. K. Card, T. P. Moran und A. Newell. *The psychology of humancomputer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [GPP⁺99] M. Georgeff, B. Pell, M. Pollack, M. Tambe und M. Wooldridge. The Belief-Desire-Intention Model of Agency. In Jörg Müller, Munindar P. Singh und Anand S. Rao, Hrsg., *Proceedings of the 5th International Workshop on Intelligent Agents*, Seiten 1–10. Springer, 1999.
- [Kan01] M. Kang. Team-Soar: A Computational Model for Multilevel Decision Making. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 31(6):708–714, 2001.
- [KS04] D. E. Kieras und T. P. Santoro. Computational GOMS modeling of a complex team task: lessons learned. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Wien*, Seiten 97–104, 2004.
- [LNR87] J. E. Laird, A. Newell und P. S. Rosenbloom. SOAR: An architecture for general intelligence. *Artificial Intelligence*, 33(1):1–64, 1987.
- [LR94] J. E. Laird und P. Rosenbloom. The Evolution of the Soar Cognitive Architecture. In David M. Steier und Tom M. Mitchell, Hrsg., *Mind Matters: A Tribute to Allen Newell*, Seiten 1–58. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, New Jersey, 1994.
- [TJ00] K.-P. Timpe und T. Jürgensohn. Perspektiven der Mensch-Maschine-Systemtechnik. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn und H. Kolrep, Hrsg., *Mensch-Maschine-Systemtechnik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation*, Seiten 337–347. Symposium, 2000.
- [TPC⁺00] M. Tambe, D. Pynadath, N. Chauvat, A. Das und G. Kaminka. Adaptive agent integration architectures for heterogeneous team members. In *Proceedings of the International Conference on Multiagent Systems*, Seiten 301–308, 2000.