

## **situation awareness-Training für Fluglotsenschüler\***

Sandro Leuchter, Thomas Jürgensohn  
Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, ISS-Fahrzeugtechnik, TU Berlin

In diesem Bericht präsentieren wir eine neuartige Trainingsumgebung für den Flugsicherungsbereich. Sie ist eine Anwendung einer bereits existierenden Implementierung eines Kognitiven Modells der Fluglotsenleistungen (MoFL: Niessen et al. 1998). Das Kognitive Modell basiert auf dem Rahmenkonzept und der Implementierungsumgebung ACT-R (*adaptive control of thought – rational*: Anderson & Lebiere 1998). ACT-R ist eine Theorie über die kognitive Architektur des Menschen, in der mentale Vorgänge in Produktionssystemen mit subsymbolischen Anteilen abgebildet werden.

Fluglotsen der Streckenflugkontrolle haben die Aufgabe, Flugzeugbewegungen zu beobachten und durch (Sprechfunk-) Anweisungen an die Piloten gefährliche Annäherungen zwischen Flugzeugen auf wirtschaftliche Weise zu verhindern. Das hauptsächliche Hilfsmittel der Fluglotsen ist der Radarschirm, auf dem eine grafische Repräsentation des aktuellen Verkehrs dargestellt wird. Die Anforderungen, die aus der Aufgabe des Lotsen erwachsen, sind:

- Kenntnis über alle aktuellen Positionen der Luftfahrzeuge zu haben,
- die Positionen fortzuschreiben, um zukünftige gefährliche Annäherungen zu erkennen, und
- die flexible zeitliche Sequenzierung der anstehenden Verarbeitungsbedürfnisse zu planen.

Zum Erfüllen dieser Anforderungen muss der Lotse ein mentales Modell der Verkehrssituation aufbauen und aufgrund der sich ständig ändernden Positionen der und Konstellationen zwischen Luftfahrzeugen aktuell halten, also eine hohe „*situation awareness*“ haben. Dieses mentale Modell wird von den Fluglotsen selbst ihr „*picture*“ genannt (s. z.B. Whitfield & Jackson 1982; *situation awareness* bei Fluglotsen: Endsley & Smolensky 1998).

Das kognitive Modell MoFL bildet die mentalen Prozesse erfahrener Lotsen der Streckenflugkontrolle im wesentlichen in fünf Modulen („Datenselektion“, „Antizipation“, „Konfliktresolution“, „Update“ und „exekutive Kontrolle“) ab, die durch drei Informationsverarbeitungszyklen („Monitoring“, „Antizipation“ und „Konfliktresolution“) verbunden werden. Besonderes Augenmerk wurde auf die Strukturierung, Aufbau und Aufrechterhaltung der Repräsentation der Verkehrssituation, also das „*picture*“, gelegt.

Diese Simulation der Experten-Strategien zur Informationsaufnahme und -verarbeitung läuft online in einem Verkehrssimulator parallel zum Lotsenschüler mit. Es resultiert eine aktuelle Repräsentation der Verkehrssituation im simulierten „*picture*“. Sie wird dazu benutzt, die Aufmerksamkeit des Lotsenschülers auf relevante Objekte und Konstellationen zu lenken, indem eine entsprechende Einfärbung der Elemente des Radarschirms der Verkehrssimulation vorgenommen wird („*attention guiding*“: Bass 1998). Durch die zeitliche Steuerung analog zu den Prozessen erfahrener Fluglotsen ergibt sich ein Training der „*situation awareness*“ für Konstellationen und Strukturen im zu trainierenden Luftraumsektor.

Das Lenken der Aufmerksamkeit in der Trainingssituation verspricht eine Verbesserung der Strategien der Kontrolle komplexer dynamischer Systeme. Gopher (1993) beschreibt entsprechende Befunde beim Training von Kampfpiloten. Mit einem Spielprogramm, in dem ein komplexes eigendynamisches Problem gelöst werden muss, wurde die Aufmerk-

---

\* Diese Arbeit wurde durch ein Stipendium der Flughafen Frankfurt am Main Stiftung unterstützt.

samkeitsverteilung durch visuelle Hinweise bewusst gelenkt. Je nach Grad der Aufmerksamkeitslenkung in diesem Spiel wurde eine unterschiedliche Leistung in realen Flugeinsätzen im Training erzielt. Dies galt insbesondere für Flugsituationen, in denen eine hohe kognitive Belastung nötig war. Daraus kann geschlossen werden, dass Techniken zur Aufmerksamkeitslenkung im Training einen Einfluss auf die Ausprägung von Strategien und somit auf die Kontrolle realer dynamischer Mensch-Maschine-Systeme haben.

Andere Methoden, um die Darbietung der Simulation an den Trainee anzupassen, sind für die Streckenflugsicherung nicht anwendbar: Eine Diagnose des Kenntnisstandes des Fluglotsenschülers ist nicht möglich, weil in einem realistischen Streckenflugsicherungsszenario Eingriffe der Fluglotsen nur selten vorkommen. Die Hauptaufgabe ist die (visuelle) Überwachung und Antizipation der Flugverläufe. Eine Diagnose des Zustandes des simulierten Flugverkehrs über vordefinierte Ereignisse oder Verkehrsstrukturen ist ebenfalls nicht möglich, weil die Lotsen in jedem Augenblick unterschiedlich eingreifen könnten und damit der mögliche Zustandsraum zu groß würde. Die Eingriffe lassen sich nur schwer nach ihrer Qualität bewerten, weil unterschiedliche z.T. gegensätzliche Ziele mit einem Eingriff verfolgt werden können, so dass auch keine allgemeinen Muster in dem resultierenden Verkehr erkannt werden können.

Das beschriebene Trainingssystem wird gegenwärtig mit Studenten evaluiert. Es wird angestrebt, den Ansatz, den Zustand des technischen Systems durch Kognitive Modelle analog zu den mentalen Prozessen und Repräsentationen der Operateure zu diagnostizieren, auf Trainingssituationen in anderen Domänen mit dynamischen Mensch-Maschinen-Systemen anzuwenden (z.B. für Wartenbediener oder Piloten).

Anderson, J.R. & Lebiere, C. (1998). *Atomic Components of Thought*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Bass, E.J. (1998). Towards an intelligent tutoring system for situation awareness training in complex, dynamic environments. In B.P. Goettl, H.M. Half, C.L. Redfield & V.J. Shute (eds), *Intelligent tutoring systems. ITS'98*. Berlin: Springer. S. 26 – 35.

Gopher, D. (1993). The Skill of Attention Control: Acquisition and Execution of Attention Strategies. In: D.E. Meyer & S. Kornblum (eds), *Attention and Performance XIV: Synergies in Experimental Psychology, Artificial Intelligence, and Cognitive Neuroscience*. Cambridge, MA: The MIT Press. S. 299 – 322.

Endsley, M.R. & Smolensky, M.W. (1998). Situation Awareness in Air Traffic Control: The Picture. In: M.W. Smolensky & E.S. Stein (eds), *Human Factors in Air Traffic Control*. S. Diego: Academic Pr. S. 115 – 154.

Niessen, C., Leuchter, S. & Eyferth, K. (1998). A psychological model of air traffic control and its implementation. In: F.E. Ritter & R.M. Young (eds), *Proceedings of the second European conference on cognitive modelling (ECCM-98)*. Nottingham: University Press. S. 104 – 111.

Whitfield, D. & Jackson, A. (1982). The Air Traffic Controller's Picture As an Example of Mental Models. In: G. Johannsen & J.E. Rijnshorp (eds), *Proceedings of the IFAC Conference on Analysis, Design, and Evaluation of Man-Machine Systems*. London: Pergamon Press. S. 45 – 52.

## Adressen der Autoren

Sandro Leuchter  
Technische Universität Berlin  
Zentrum Mensch-Maschine-Systeme  
Jebensstr. 1  
10623 Berlin  
sandro.leuchter@zmms.tu-berlin.de

Thomas Jürgensohn  
TU Berlin  
ISS-Fahrzeugtechnik  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
juergensohn@zmms.tu-berlin.de