

Modellierung und Simulation von Team-Interaktion bei UAV-Kontrollsystemen

Sandro Leuchter

Abstract: Unmanned aerial vehicles (UAV) gibt es in unterschiedlichen Größenklassen. In diesem Beitrag geht es um die Klasse der Mikro UAVs, die zumeist ferngesteuert werden, aber u.U. auch autonom fliegen können. Sie werden u.a. für Aufklärungszwecke eingesetzt. Diese komplexe und anspruchsvolle Aufgabe beinhaltet die enge Zusammenarbeit mehrerer Operateure und auch mehrerer UAVs. In dem Beitrag werden die wesentlichen Anforderungen an die kognitive Modellierung der Operateursleitungen bei der Koordination und bei der UAV-Steuerung und der Stand der Forschung auf diesem Gebiet vorgestellt.

1 Unmanned Aerial Vehicles

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) sind unbemannte Fluggeräte, die autonom oder ferngesteuert fliegen. Sie werden für Aufklärungszwecke eingesetzt, um z.B. bei Katastropheneinsätzen ein aktuelles Lagebild zu generieren. Dabei werden unterschiedliche Klassen von UAVs unterschieden. In diesem Kontext werden ferngesteuerte Mikro-UAVs, die im nahen Umfeld operieren, als sicherheitskritische Systeme betrachtet. Eine Fehlsteuerung birgt das Risiko, den Flugverkehr zu stören oder sogar Personen zu verletzen [SGC06].

2 Modellierung

Aufgrund der hohen Beanspruchung durch die Aufgabe, die mit der Aufklärung und Lagebildgenerierung verbunden ist, werden auch für Mikro-UAVs Teams von mehreren Operateuren eingesetzt, die unterschiedliche Teilaufgaben erfüllen [LPB⁺07]. Die Kooperation innerhalb dieser Teams soll modelliert werden, um die Aufgabengestaltung, Workflows und auch Benutzungsschnittstellen zu optimieren. Daneben kommt es vor, dass mehrere UAVs von einer Bodenkontrollstation aus gesteuert werden, um entweder im Fall von HALE/MALE unterschiedliche Missionen gleichzeitig zu bedienen oder bei Mikro-UAV wegen der begrenzten Traglast und Übertragungskapazitäten der Drohnen die Fähigkeiten

von unterschiedlichen UAVs zu kombinieren (s. z.B. [RZH⁺04]). Die Kapazität von UAV-Operateuren ist jedoch begrenzt und hängt von Charakteristika der konkreten Aufgabe ab [CM08]. Deshalb ist auch in diesem Fall die simulationsgestützte Vorhersage der Beanspruchung nützlich. Die Simulation der menschlichen Informationsverarbeitung in komplexen Situationen wie der Steuerung von Mikro-UAVs ist eine effiziente Möglichkeit, die Effektivität neuer Systeme, ihre Parametrierung, von Vorgehensweisen und Benutzungsschnittstellen im Informationsgewinnungsprozess in frühen Phasen der Entwicklung zu bewerten. Solche Simulationen beinhalten Modelle des zukünftigen technischen Systems, die ggf. aus formalen Software-Spezifikationen semi-automatisch abgeleitet werden können, sog. kognitiven Modelle in der Form von regelbasierten Systemen und Wissensmodellen Modelle der Interaktion zwischen Menschen und Maschinen. Im Fall von Mikro-UAVs sind folgende spezifische Randbedingungen im Wissensmodell zu berücksichtigen:

- Repräsentation des Auftrages
- Wissens über das Fluggerät und seine Eigenschaften
- Wissen über das Gelände und die aktuelle Bedrohungssituation
- Situationswissen über Aufgaben und Tätigkeiten im Team

Das Ergebnis solch einer Simulation ist das Maß der Situation Awareness und der Arbeitslast bei unterschiedlichen Ausprägungen des Prozesses und ggf. ein Protokoll von Fehlentscheidungen aufgrund fehlender, vergessener, nicht wahrgenommener oder falsch interpretierter Informationen. Neben der simulativen Überprüfung von Systemen (mit dem Ziel einer Schwachstellenanalyse) besteht das Potenzial, Assistenzsysteme aus solchen Simulationen abzuleiten, die die Steuerung durch adaptive Assistenzsysteme unterstützen. ACT-R [AL98] und SOAR [LNR87] sind kognitive Architekturen, die zur Modellierung von Human Performance Modellen verwendet werden können. Diese Architekturen enthalten eine Modellierungsumgebung mit den entsprechend beschränkten Komponenten für Gedächtnis, visuelle, akustische Wahrnehmung, Entscheidung und Handeln. In der Fachliteratur sind einige Ansätze für kognitive UAV-Kontrollmodelle beschrieben (z.B. [GBG⁺06, RAG⁺06]), jedoch nur wenige zur Mikro-UAV-Steuerung.

3 UAV-Labor

Das Fraunhofer IITB betreibt ein Labor zur Nahbereichsüberwachung, in dem Anwendungen mit unterschiedlichen Quadrocopter untersucht werden. Um die Aufgabengestaltung zu unterstützen und zukünftig auf Schwarmmustern basierende Anwendungen zu entwickeln, soll Modellbildung und Simulation verwendet werden. Die Simulation der verteilten Aufgabenerfüllung kann mittels des neuen Modellierungskonzeptes INCA (Interoperable kognitive Agenten, z.B. [LLU06]) erfolgen. Das Ziel von INCA ist, eine Systemarchitektur für die Anwendung von kognitiven Modellen in verteilten Mensch-Maschine-Systemen zu entwerfen. Dabei sollen bestehende bzw. geplante Kommunikationsprozeduren, die Charakteristik der verwendeten Kommunikationssysteme und auch das Verhalten von Assis-

tenzsystemen berücksichtigt werden. Zur Simulation von Akteuren (hier UAV-Bediener, Auswerter, Einsatzleitung) in verteilten Mensch-Maschine-Systemen wurde eine verteilte Softwarearchitektur in Anlehnung an das Entwurfsmuster der Multiagentensysteme gewählt. Jeder Akteur und auch technische Komponenten, mit denen die Operateure interagieren, wird als ein eigenständiger Agent modelliert. Die Akteure haben unterschiedliche Aufgaben und Strategien, um sie zu erledigen. Es ist deshalb sinnvoll, unterschiedliche kognitive Architekturen in das Framework zu integrieren, wobei die Kommunikation zwischen den Agenten interoperabel sein muss. Die kognitiven Agenten werden je nach Anwendung und jeweils modelliertem Akteur mit ACT-R, SOAR oder einer anderen kognitiven Architektur umgesetzt.

Literatur

- [AL98] J. R. Anderson und C. Lebiere. *Atomic Components of Thought*. Erlbaum, 1998.
- [CM08] M. L. Cummings und P. J. Mitchell. Predicting Controller Capacity in Supervisory Control of Multiple UAVs. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Part A, 38(2):451–460, 2008.
- [GBG⁺06] K. A. Gluck, J. T. Ball, G. Gunzelmann, M. A. Krusmark, D. R. Lyon und N. J. Cooke. A Prospective Look at a Synthetic Teammate for UAV Applications. In *Infotech@Aerospace, 26 - 29 September 2005, Arlington, Virginia*, 2006.
- [LLU06] S. Leuchter, A. Lüdtker und L. Urbas. Human Performance Modellierung mit interoperablen kognitiven Agenten. In M. Grandt, Hrsg., *Cognitive Systems Engineering in der Fahrzeug- und Prozessführung*, Seiten 267–282. Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrttechnik, 2006.
- [LNR87] J. E. Laird, A. Newell und P. S. Rosenbloom. SOAR: An architecture for general intelligence. *Artificial Intelligence*, 33(1):1–64, 1987.
- [LPB⁺07] S. Leuchter, T. Partmann, L. Berger, E. J. Blum und R. Schönbein. Karlsruhe Generic Agile Ground Station. In J. Beyerer, Hrsg., *Future Security. 2nd Security Research Conference 2007, 12th - 14th September Karlsruhe, Germany*, Seiten 159–162. Universitätsverlag, 2007.
- [RAG⁺06] J. C. Russo, M. Amduka, B. Gelfand, K. Pedersen, R. Lethin, J. Springer, R. Manohar und R. Melhem. Enabling Cognitive Architectures for UAV Mission Planning. In *Proceedings of the High Performance Embedded Computing Workshop, September 2006*, 2006.
- [RZH⁺04] A. Ryan, M. Zennaro, A. Howell, R. Sengupta und J.K. Hedrick. An Overview of Emerging Results in Cooperative UAV Control. In *43rd IEEE Conference on Decision and Control. December 14-17, 2004, Atlantis, Paradise Island, Bahamas*, Seiten 602–607, 2004.
- [SGC06] R. E. Sward, M. J. Gerken und D. Casey. When Computers Fly, It Has to Be Right: Using SPARK for Flight Control of Small Unmanned Aerial Vehicles. *CrossTalk. The Journal of Defense Software Engineering*, Sep 2006:10–14, 2006.