

DR.-ING. YANNICK BRAND, CO-CEO, HAT.TEC GMBH

HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ENTWICKLUNG EINES ADAPTIVEN ASSISTENZSYSTEMS IM NGWS

In zukünftigen Kampfflugzeugszenarien spielt die domänenübergreifende Vernetzung von Plattformen, der Aufbau schneller und flexibler Sensor-to-Shooter-Ketten und das Teaming mit heterogenen, unbemannten Plattformen eine wesentliche Rolle. Durch die Szenarien selbst, aber auch durch den Einsatz von Automation, ändert sich die Rolle der Kampfflugzeugbesatzung. Aspekte des Missionsmanagements, welche über den Scope der eigenen Plattform hinaus gehen, werden zukünftig die Haupttätigkeit im Cockpit sein. Konkreter umfasst dies Aufgaben wie das Analysieren der taktischen Lage, dynamische Missionsplanung und -umplanung, die Führung und Überwachung von unbemannten Vehikeln, die domänenübergreifende, räumliche und zeitliche Koordinierung von Sensoren und Effektoren sowie die Entscheidungsfindung auf Basis großer Informationsmengen.

Verschiedene Forschungsstudien konnten aufzeigen, dass dieser Wandel neue Ansätze der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit und damit einhergehend auch neue Automatisierungskonzepte erfordert.

HUMAN AUTONOMY TEAMING

Unter dem Begriff **Human Autonomy Teaming (HAT)** werden diese neuen Automatisierungskonzepte zusammengefasst. Sie sind gekennzeichnet durch eine enge Kooperation von Automationsfunktionen und der Besatzung.

Dabei können zwei Grundarten, so genannte Entwurfsmuster, unterschieden werden. Im Rahmen einer **hierarchischen** Beziehung tritt die Besatzung als „Vorgesetzter“ auf und delegiert Aufgaben an die Automation. Den Aufgabenumfang definiert dabei die Besatzung basierend auf den Erfordernissen der Mission, den zur Verfügung stehenden (mental und physischen) Ressourcen, ethischen Kriterien und letztlich auch basierend auf den Fähigkeiten der Automation. Dafür ist es jedoch notwendig, dass die Besatzung eine Überwachung der Aufgaben im Rahmen eines *Supervisory-Control*-Verhältnisses durchführt. Die hierarchische Beziehung hat eine Gemeinsamkeit mit klassischen Paradigmen der Automatisierung: Der Pilot ist die einzige Instanz im Arbeitssystem, welche die Verantwortung und Fähigkeit

hat, das übergeordnete Missionsziel zu erreichen, da die untergeordnete Automation auf eine Subfunktion und damit ein Teilziel beschränkt ist. Dies bedeutet, dass die dem Piloten untergeordnete Automation nicht in der Lage ist, Fehler auf Ebene des Missionsziels zu verhindern. Abhilfe schafft das Einführen eines zweiten Entwurfsmusters – der so genannten **heterarchischen** Automation. Innerhalb dieses gleichberechtigten Verhältnisses kooperieren Automation und Pilot als Teamplayer. Das Arbeitsziel wird gleichermaßen eigeninitiativ von der Besatzung und der Automation verfolgt. Dies kompensiert den Nachteil, dass nur der Mensch das Arbeitsziel verfolgt.

ASSISTENZ FÜR EIN NGWS

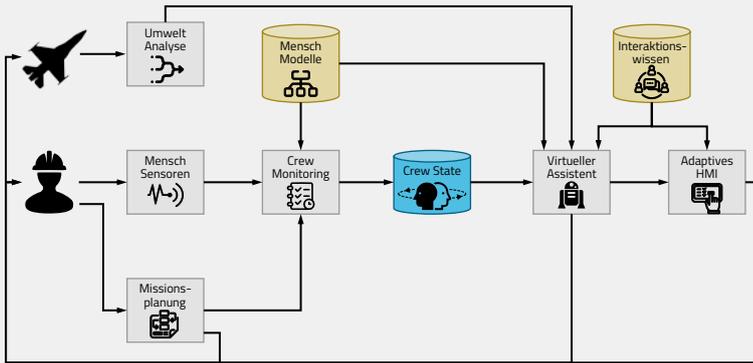
Im Hinblick auf ein Next Generation Weapon System (NGWS) ist die Einführung einer heterarchischen Automation in der Rolle eines **Assistenzsystems** daher besonders wichtig. Denn aufgrund der eingangs beschriebenen Menge, Vielschichtigkeit und Dynamik an Aufgaben im Cockpit, reicht ein rein hierarchisches Automationsdesign nicht aus. Innerhalb des kooperativen Verhältnisses besteht die Aufgabe des Assistenzsystems primär darin,

- Fehler zu verhindern,
- aufgetretene Fehler zu korrigieren oder
- Fehlerauswirkungen zu reduzieren.

Im Rahmen von Forschungsstudien wurde bereits identifiziert, welche Eigenschaften ein Assistenzsystem, im Folgenden auch als Agent bezeichnet, benötigt, um diese Aufgaben wahrzunehmen. Die wichtigste Eigenschaft ist die Kenntnis des Arbeitsziels (Missionsziel), welches durch den Agenten eigeninitiativ verfolgt wird. Gibt es Umstände, die das Erreichen des Missionsziels gefährden, greift der Agent selbstständig in den Arbeitsprozess ein. Diese Interventionen sollen dabei minimalinvasiv, also von Art und Umfang so wenig störend wie möglich und so umfangreich wie nötig, gestaltet werden. Genauso wie die Crew benötigt der Agent zudem eine Vorstellung von den Aufgaben, die für das Erreichen des Missionsziels notwendig sind. Denn nur dann kann auch eine aufgabengerechte Unterstützung erfolgen. Weiterhin benötigt der Agent ein Verständnis vom mentalen Zustand der Besatzung. Dies ist aus zweierlei Gründen wichtig: Zum einen sind kritische mentale Zustände (z. B. Überforderung, mangelndes Situationsbewusstsein etc.) mögliche Ursachen für menschliche Fehler und sollten daher – bestenfalls proaktiv – verhindert werden. Zum anderen soll der Agent den mentalen Zustand der Crew für die Planung der



◀ Dr.-Ing. Yannick Brand
Foto: HAT.tec GmbH



◀ Das Assistenzsystem ist eine zentrale Komponente und hat viele Schnittstellen zu Avionik, Sensoren, Datenlinks, Automation und der Besatzung.

▼ Aufgabenspezifische Assistenz und deren Mensch-Maschine-Integration wird im zukünftigen Kampfflugzeugcockpit der „Game Changer“ sein.

Foto / Grafik: HAT.tec GmbH

Unterstützung berücksichtigen. So kann es beispielsweise notwendig sein, situationsabhängig bestimmte Aufgaben höher zu automatisieren, um der Crew mentale Ressourcen für die Lösung einer anderen Aufgabe zu verschaffen.

Auch der Kommunikation zwischen Crew und Assistenzsystem kommt eine besondere Bedeutung zu. Einerseits, weil Crew und Assistenzsystem vor allem in kritischen Situationen kommunizieren, weswegen die Kommunikation effizient gestaltet sein sollte. Andererseits, weil es aufgrund der Adaptivität des Agentenverhaltens schwieriger für die Crew ist, ein stabiles mentales Bild des Agentenverhaltens aufzubauen. Eine proaktive Kommunikation durch den Agenten fördert dabei Vertrauen und Transparenz der Automation.

Die skizzierten Eigenschaften erfordern das Abbilden von kognitiven Fähigkeiten auf maschinelles Verhalten. Dafür sind ein durchdachtes Systemdesign und der wohlüberlegte und dedizierte Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz notwendig.

SYSTEMDESIGN FÜR DAS ASSISTENZSYSTEM

Aufgrund der beschriebenen Fähigkeiten ist das Assistenzsystem ein zentrales Element im NGWS und ist wie kaum ein zweites System mit dem Luftfahrzeug und dem Menschen vernetzt.

Von Sensoren in der Umwelt, dem Luftfahrzeug sowie von Datenlinks erhält das Assistenzsystem prozessierte Daten. Vor der Verwendung werden diese auf eine symbolische Ebene abstrahiert, zudem ist für die Planung von zukünftigem Agentenverhalten eine Prädiktion notwendig.

Die beschriebene Adaptivität auf Basis des mentalen Zustands der Crew erfordert Sensoren, welche physiologische Signale und Interaktionen messen und daraus den mentalen Zustand der Crew operationalisieren. Eine Prädiktion von zukünftigen Aufgaben- und Beanspruchungszuständen ermöglicht dem Agenten eine Planung von optimalen Interventionszeitpunkten. Aus der Missionsplanung erhält der Agent eine Vorstellung des Missionsziels und den notwendigen Aufgaben bis zur Zielerreichung. Den Kern für adaptives Verhalten bildet eine kontextreiche und aggregierte Repräsentation des Zustands der Crew.

Das Assistenzsystem verfügt über Modellwissen der Besatzung, deren Verhaltensweisen sowie Wissen über „Dos

and Don'ts“ bei der Interaktion mit dem Menschen. Aus den abstrahierten Umwelt- und Sensordaten, aus dem aggregierten Zustand des Menschen und dem Missionsplan leitet das System die Art, den Umfang und den Zeitpunkt für Interaktion ab. Der Agent kommuniziert entweder direkt mit anderer Automation oder über das adaptive HMI mit der Crew. Das Mensch-Maschine-Interface (HMI) ist die Schnittstelle zwischen Assistenzsystem und Crew. Sie kann durch das Assistenzsystem entsprechend dem mentalen Zustand der Crew und der Aufgabensituation adaptiert werden.

AUSBLICK

Auf Basis der Expertise im Bereich Human Autonomy Teaming (HAT) gestaltet HAT.tec aktiv Systeme zur Unterstützung der Besatzung im zukünftigen Kampfflugzeugcockpit. Hierbei greift das Unternehmen auf fundierte Ergebnisse der Forschung zurück, bringt jahrelange Erfahrung im Design und der Entwicklung von HAT-Softwarelösungen ein und hat zahlreiche Technologien bereits in Flugversuchen erprobt. Damit steht HAT.tec für Innovation und Fortschritt in diesem Bereich.



KONTAKT:

HAT.tec GmbH

Lilienthalstraße 15 | D-85579 Neubiberg/Munich

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Yannick Brand

info@hattec.de | www.hattec.de