

Evaluation eines Cockpit-Displays zur Darstellung des umgebenden Luftverkehrs

Oliver Zierke, Hans-Jürgen Hörmann, Dirk Schulze-Kissing & Hinnerk Eißfeldt

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Abteilung Luft- und Raumfahrtpsychologie
Sportallee 54a
22335 Hamburg
Oliver.Zierke@dlr.de

Abstract: Auf einem Cockpit Display of Traffic Information (CDTI) wird der umgebende Verkehr im dreidimensionalen Luftraum dargestellt. Um ausreichenden Abstand zu den anderen Flugzeugen zu halten (Selbstseparation), sind verschiedene 2-D- und 3-D-Displays mit Möglichkeit zu interaktiver Bedienung realisiert und evaluiert worden. Die mit ihrer Dimensionalität verbundenen Vor- und Nachteile der Displays werden erörtert. 3-D-Displays ergaben keine Performanzvorteile gegenüber 2-D-Displays. Aus dem Forschungsprojekt Aviator 2030 gewonnene Erfahrungen mit einem 2-D-CDTI werden anhand empirischer Daten diskutiert. Eine Notwendigkeit zu interaktiver Bedienung wurde von Berufspiloten eher abgelehnt.

Jüngste Entwicklungen in der zivilen Luftfahrt sehen die Selbstseparierung der Flugzeuge im oberen Luftraum vor (Free Flight). Dies würde zu einer Verschiebung der Separationsverantwortung von der Flugsicherung zur Cockpitcrew führen. Um die Selbstseparierung bordseitig eigenverantwortlich durchführen zu können, muss der Cockpitcrew ein umfassendes Bild des umgebenden Verkehrs vorliegen. Dies ist durch ein Cockpit Display of Traffic Information (CDTI) möglich, das in das Navigations-Display heutiger Verkehrsflugzeuge integriert werden kann.

1 Anzeigen des umgebenden Luftverkehrs (CDTI)

Bisher ist die TCAS-Anzeige (Traffic Alert and Collision Avoidance System) im Cockpit die einzige visuelle Darstellung anderer Luftfahrzeuge (Lfl) in der Umgebung. Als Warnsystem zeigt TCAS nur die Position solcher Lfl an, die potentiell eine Gefährdung für den eigenen Flug darstellen könnten und gibt Ausweichempfehlungen. Für die Selbstseparierung benötigt die Crew zusätzlich visuelle Informationen über die Flugrichtungen der umgebenden Lfl und deren Geschwindigkeit, wie sie vergleichbar auch ein Fluglotse auf seinem Bildschirm sieht. Diese Informationen werden auf dem CDTI durch einen Richtungsvektor dargestellt, dessen Länge die Strecke repräsentiert, den das Lfl in einer voreingestellten Zeit, z.B. 5 min, zurücklegt. Position und Intention der

umgebenden Lfz im dreidimensionalen Raum werden auf dem CDTI relativ zum eigenen Flugzeug dargestellt. Bisher wurden 2-D-Darstellungen ebenso wie 3-D-Darstellungen mit zwei verschiedenen bzw. kontinuierlich veränderbaren Sichtwinkeln untersucht. Die Befunde waren widersprüchlich [AW01,TW06]. In den meisten Evaluationsstudien schnitt ein zweidimensionales Display mit zusätzlicher Vertikalansicht (Koplanar-display) am besten ab. Dreidimensionale Darstellungen gingen mit Einbußen in der Verfolgung des Flugweges einher. Dieser Mangel konnte erst mit einer interaktiven Bedienung der Anzeige behoben werden, die die Veränderung des Blickwinkels ermöglicht. Dies führte zwar zur visuell eindeutigen Darstellung der Lage der Objekte zueinander, erfordert jedoch stets eine freie Hand für die Bedienung.

2 Eigene Entwicklung eines CDTI

Im Rahmen des Forschungsprojekts Aviator 2030 werden zukünftige Anforderungen an Luftfahrtoperateure mittels Expertenbefragung und Low-Fidelity-Simulation untersucht [Br09]. In dem Teilprojekt AviaSim wurde die Selbstseparation im unkontrollierten Luftraum bearbeitet [HSZ09]. Für die Cockpit-Arbeitsplätze wurde ein CDTI entwickelt, das den Luftraum zweidimensional ohne zusätzliche Vertikalanzeige darstellt. Die Flughöhe der Lfz wurde numerisch und zusätzlich farblich dargestellt. Für das CDTI wurde ein zusätzlicher 9-Zoll-Monitor bereitgestellt.

Evaluationsmethode

In einer Trainingsphase wurden die Versuchspersonen (Vpn) mit der Bedienung und der Funktionalität des CDTI vertraut gemacht. Die Teilnehmer ($N = 13$) waren überwiegend frisch ausgebildete Verkehrspiloten (Altersdurchschnitt 25 Jahre, durchschnittliche Flugstundenzahl 233 Stunden). Die Aufgabe für die Piloten bestand darin, einen vorgegebenen Flugplan abzufliegen. Jede Vp absolvierte 3 Durchgänge à 60 min, bestehend aus einem Baseline-Szenario und zwei Experimentalszenarien, in denen die Selbstseparation mit Hilfe des CDTI erprobt wurde. In einem Usability-Fragebogen wurden Fragen zur Bedienbarkeit, Verkehrsdarstellung, Farbgebung und zu den Richtungsvektoren gestellt. Weiterhin wurden die teilnehmenden Piloten nach den Experimenten in einer ausführlichen Nachbesprechung nach ihren Eindrücken befragt.

3 Ergebnisse

Bezüglich der CDTI-Darstellung wurde die Usability über 4 Fragen ermittelt, die hier mit ihrer durchschnittlichen Beurteilung der 13 Vpn wiedergegeben werden. Die Fragen konnten auf einer Beurteilungsskala von 1-5 beantwortet werden, wobei ein hoher Wert jeweils für eine positive Beurteilung steht.

Wie beurteilen Sie

- | | |
|--|-----------|
| 1. die Bedienbarkeit des CDTI? | $M = 3.7$ |
| 2. die Gesamtdarstellung des Verkehrs im CDTI? | $M = 4.2$ |
| 3. die Farbgestaltung der Flugzeugsymbole? | $M = 4.4$ |
| 4. die Richtungsvektoren der Flugzeugsymbole? | $M = 4.0$ |

Die Bewertung drückt eine große Zustimmung für die einfache 2-dimensionale Anzeige aus. Am geringsten fällt die Zustimmung zur Bedienbarkeit aus. Auch in den Nachbesprechungen wurde das CDTI sehr positiv aufgenommen. Es wurde angeregt, die grafischen Informationen auf dem Display zu reduzieren, um eine Überladung der TCAS-Anzeige zu vermeiden, falls bspw. ein Lfz in dichten Verkehr gerät. Es sollten dann nur diejenigen umgebenden Lfz angezeigt werden, die wirklich zu einer Gefahr werden können. Zusätzliche Informationen wurden von keinem Teilnehmer gewünscht.

4 Diskussion

Zur Abbildung der dreidimensionalen Verkehrssituation im Cockpit wurde in dieser Studie ein zweidimensionales Display ohne zusätzliche Vertikalanzeige in einer gekoppelten Bord-Boden-Simulation erprobt. Es wurde durchweg positiv bewertet. Auch wenn die Evaluation des Displays nicht die Hauptfragestellung der Studie war, lassen sich einige Schlussfolgerungen ableiten: Piloten brauchen im Cockpit eindeutige und schnell zugängliche Informationen. Außerdem sollten Anzeigen sparsam in der Darstellung sein. Die Übersichtlichkeit ist wichtig, um sich schnell einen Überblick verschaffen zu können. Unnötige Handgriffe, etwa um nicht benötigte Informationen wegzuklicken oder eine günstigere Sicht herzustellen, sind zu vermeiden. Die numerische Abbildung der Dimension Flughöhe im Rahmen eines 2-D-Displays scheint für die Piloten ausreichend und wohl auch eindeutiger zu sein als bei 3-D-Displays.

Literaturverzeichnis

- [AW01] Alexander, A.L., & Wickens, C.D.: Cockpit display of traffic information : The effects of traffic load, dimensionality, and vertical profile orientation. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA, 2001.
- [Br09] Bruder, C. et al.: Aviator 2030 – Fähigkeitsrelevante Aspekte zukünftiger ATM-Systeme aus Sicht beruflicher Experten, Teil 1 Konzeptentwicklung, FB 2009-02. Köln: DLR.
- [Da06] Dao, A.-Q. V. et al.: Evaluation of the usefulness and usability of cockpit situation display perspectives for ROV operations in approach civil air space. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 50th annual meeting 2006, San Francisco, CA.
- [HSZ09] Hörmann, H.-J., Schulze-Kissing, D., & Zierke, O.: Determining Job Requirements for the Next Aviator Generation. Proceedings of the 15th International Symposium on Aviation Psychology. Dayton OH: Wright State University.
- [TW06] Thomas, L.C.; Wickens, C.D.: Display Dimensionality, Conflict Geometry, and Time Pressure Effects on Conflict Detection and Resolution Performance Using Cockpit Display of Traffic Information. The International Journal of Aviation Psychology, 16(3), 2006. S. 321-342.