

Dipl.-Ing. Marc Gerlach, Ulm

# **Schnittstellengestaltung für ein Cockpitassistenz- system unter besonderer Berücksichtigung von Spracheingabe**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/  
Fahrzeugtechnik

Nr. **273**

*HLuHB Darmstadt*



13350850

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Unterstützungssysteme in der Flugführung</b>	<b>6</b>
2.1. Grundforderungen an Unterstützungssysteme	6
2.2. Anforderungen an die Mensch-Maschine-Kommunikation	10
2.3. Militärische Unterstützungssysteme	12
2.4. Zivile Unterstützungssysteme	14
2.5. Zusammenfassung	19
<b>3. Konzept der Schnittstelle zwischen Pilot und CASSY</b>	<b>20</b>
3.1. Anforderungen an die Schnittstelle Pilot-CASSY	20
3.1.1. Allgemeine Anforderungen an Mensch-Rechner-Schnittstellen	20
3.1.2. Einbindung in die Cockpit-Aufgabenverteilung	22
3.1.3. Aufgabenbezug zu CASSY-Funktionen	26
3.2. Mensch-Maschine-Kommunikationsformen	27
3.2.1. Informationsdarstellung	27
3.2.1.1. Anforderungen an die Darstellungscodierung	28
3.2.1.2. Sprachausgabe und auditiver Kanal	30
3.2.1.3. Grafisches Display	33
3.2.1.4. Redundante Informationsdarbietung	35
3.2.2. Informationseingabe	36
3.2.2.1. Aufgabeneinbindung der Spracheingabe	36
3.2.2.2. Spracherkennende und -verstehende Systeme	38
3.2.2.3. Spracheingabe in CASSY	42
3.3. Bereitstellung von Wissen und Schnittstelle zu CASSY	44
3.4. Modulkonzept der Dialogschnittstelle	45
3.5. Zusammenfassung	49
<b>4. Detailkonzept der Informationsausgabe</b>	<b>50</b>
4.1. Auditive Informationsausgabe	50
4.2. Grafische Informationsausgabe	52
4.2.1. Kartendarstellung	52
4.2.1.1. Symboldarstellung der grundlegenden Kartenelemente	53
4.2.1.2. Bestimmung des Kartenmaßstabs	55
4.2.1.3. Flugplanausgabe	56
4.2.1.4. Briefing und Anflugkartendarstellung	57
4.2.2. Alphanumerische Darstellungen	59
4.2.3. Farbcodierung	59
4.3. Ermittlung der Ausgabereihenfolge	60
4.4. Zusammenfassung	61

## **5. Detailkonzept der Spracheingabe** **62**

---

5.1. Struktur des Moduls Sprachverarbeitung	65
5.2. Sprachliche Formulierungen in der Flugführung	67
5.2.1. Ermittlung sprachlicher Formulierungen	68
5.2.2. Repräsentation des Sprachwissens	72
5.2.2.1. Wissensrepräsentation durch erweiterte Übergangsnetzwerke	73
5.2.2.2. Beispiel der Repräsentation eines Kommandos	75
5.3. Spracherkennung	79
5.3.1. Worterkennung	80
5.3.2. Satzerkennung	83
5.4. Situationsbewertung von Spracheingaben	89
5.4.1. Repräsentation der Sprachkommandos	89
5.4.2. Bewertungsfunktionen der Sprachkommandos	93
5.4.2.1. Bewertungsfunktionen zur Flugplanung	93
5.4.2.2. Bewertungsfunktionen zur Planausführung	95
5.4.2.2.1. Flugplan	95
5.4.2.2.2. Pilotenmodell	98
5.4.2.2.3. Fehler- und Absichtserkennung	104
5.4.2.3. Bewertungsfunktionen zu Dialogfunktionen	106
5.4.2.4. Bewertungsfunktionen zu Flugsicherungsanweisungen	107
5.5. Gesamtbewertung und Präsentation	107
5.6. Zusammenfassung	109

## **6. Realisierung und Implementierungsaspekte** **111**

---

6.1. Prozeßarchitektur und -kommunikation der Dialogschnittstelle	112
6.2. Informationsausgabe	113
6.2.1. Prioritätenregelung	113
6.2.2. Ausgabenerzeugung	116
6.2.2.1. Grafische Modi	117
6.2.2.2. Sprachausgabe	120
6.2.3. Briefing-Generator	121
6.3. Informationseingabe	123
6.3.1. Realisierung der Rahmendarstellung der Sprachkommandos	123
6.3.2. Realisierung der ATNs	125
6.3.3. Konfigurierung des Sprachmodells	128
6.3.3.1. Realisierung der Bewertungsfunktionen	129
6.3.3.2. Zusammenstellung des Sprachmodells	136
6.3.4. Erkennung	137
6.3.5. Kontrollprozeß der Spracherkennung	138
6.4. Datentransfer	139
6.5. Zusammenfassung	139

## **7. Bewertung der Dialogschnittstelle** **141**

---

7.1. Verbesserung der Erkennleistung durch Kontextbezug	141
7.2. Bewertungskriterien	143
7.3. Bewertungsverfahren	144
7.4. Auswahl der Versuchsszenarien und Versuchspersonen	146
7.4.1. Aufgabe zur Bewertung des Situationsbewußtseins	146
7.4.2. Szenarien zur Akzeptanzbewertung	148
7.4.3. Wahl der Versuchspersonen	149
7.5. Flugsimulationskreis	150
7.6. Versuchsablauf	152
7.7. Versuchsergebnisse	153
7.7.1. Bewertung des Situationsbewußtseins	153
7.7.2. Akzeptanz der Dialogschnittstelle	154
7.7.2.1. Informationspräsentation	155
7.7.2.2. Spracheingabe	157
7.7.3. Zusammenfassung der Ergebnisse	160

## **8. Zusammenfassung und Ausblick** **161**

---

### **Anhang** **163**

---

A.1. Realisierungen der Dialogschnittstelle	163
A.1.1. Beispiele realisierter Displaymodi	163
A.1.2. Beispiele von realisierten Ausgabemeldungen	167
A.1.3. Realisierung der Sprachkommandos	171
A.1.3.1. Klassenstruktur zur Realisierung der Sprachkommandos	171
A.1.3.2. Umfang und Wortschatz	177
A.2. Vorbereitung der Erprobung durch Berufspiloten	187
A.2.1. Beschreibung der Eingabemöglichkeiten mit Spracherkennung	187
A.2.1.1. Allgemeines	187
A.2.1.2. Planungsanforderungen	187
A.2.1.3. Durchführung eines Flugplans	188
A.2.1.4. Displaybedienung	188
A.2.2. Beschreibung der Darstellungen auf dem grafischen Display	189
A.2.2.1. Allgemeines	189
A.2.2.2. Moving Map Darstellung	189
A.2.2.3. Alphanumerische Darstellung	190
A.2.2.4. Approachcharts	190
A.3. Ergebnisse der Erprobung	191
A.3.1. Signifikanztest zur Bewertung des Situationsbewußtseins	191
A.3.2. Ergebnisse der Spracherkennung	192
A.3.3. Fragebogen zur Akzeptanzbewertung	193
A.3.3.1. Gesamtbewertung der Informationspräsentation	193

A.3.3.2. Bewertung des grafischen/alphanumerischen Displays	193
A.3.3.2.1. Allgemein	193
A.3.3.2.2. Navigation	194
A.3.3.2.3. Flugplanung	195
A.3.3.2.4. Unterstützung des Anflugbriefings	196
A.3.3.3. Bewertung der Spracheingabe	196
A.3.3.3.1. Allgemein	196
A.3.3.3.2. Wortwahl und Syntax	197
A.3.3.3.3. Funktionen für Spracherkennung	197
A.3.3.4. Allgemeine Angaben	199

---

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>200</b>
------------------------------	------------

---

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>202</b>
-----------------------------	------------