

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Künstliche Intelligenz und Expertensysteme	1
1.2 Künstliche Intelligenz im Flugzeugcockpit	3
1.3 Problemraum Absichts- und Fehlererkennung	8
1.4 Ziel und Aufbau der Arbeit	9
<b>2 Pilotenunterstützung - Grundforderungen und Realisierung</b>	<b>11</b>
2.1 Grundforderungen einer Pilotenunterstützung	11
2.2 Konzept einer Pilotenunterstützung für den Instrumentenflug	16
2.2.1 Überblick	16
2.2.2 Schnittstellen	18
2.2.3 Flugplanung	19
2.2.4 Pilotenmodell	19
2.2.5 Absichts- und Fehlererkennung	20
2.2.6 Sonstige Komponenten	20
<b>3 Diskussion von Verfahren zur Absichts- und Fehlererkennung</b>	<b>21</b>
3.1 Verstehen von Absichten	21
3.1.1 Bedeutung des maschinellen Verstehens von Absichten	22
3.1.2 Eigenschaften menschlicher Absichten	24
3.1.3 Grundlegende Untersuchungen zur Plan- und Absichtserkennung	25
3.1.3.1 Das Planerkennungssystem als kognitive Theorie	25
3.1.3.2 Absichtsanalyse in Gesprächen	28
3.1.3.3 Generalisierte Plan- und Absichtserkennung	30
3.1.3.4 Zusammenfassung	31
3.2 Erkennen von Fehlern	32
3.2.1 Bedeutung des maschinellen Erkennens von Fehlern	32
3.2.2 Klassifikation von Fehlern	35
3.2.3 Grundlegende Untersuchungen zur Fehlererkennung	37
3.3 Absichts- und Fehlererkennung als Klassifikationsproblem	38
3.4 Einfache Klassifikation zur Absichts- und Fehlererkennung	41
3.4.1 Verfahren zur einfachen Klassifikation	41
3.4.2 Absichts- und Fehlererkennung über einfache Klassifikation	41
3.5 Statistische Klassifikation zur Absichts- und Fehlererkennung	44
3.5.1 Verfahren zur statistischen Klassifikation	45
3.5.1.1 Theorem von Bayes	45
3.5.1.2 Bayes'sche Netze	47

3.5.1.3 Dempster-Shafer-Theorie .....	51
3.5.2 Absichts- und Fehlererkennung über statistische Klassifikation .....	53
3.5.2.1 Absichts- und Fehlererkennung über das Theorem von Bayes .....	53
3.5.2.2 Strategie- und Absichtserkennung über Bayes'sche Verfahren .....	56
3.5.2.3 Absichtserkennung über dynamische Bayes'sche Netze .....	57
3.5.2.4 Absichtserkennung über statische Bayes'sche Netze .....	58
3.5.2.5 Planerkennung über Dempster-Shafer-Formalismen .....	59
3.6 Heuristische Klassifikation zur Absichts- und Fehlererkennung .....	60
3.6.1 Verfahren zur heuristischen Klassifikation .....	60
3.6.1.1 Ansatz mit Sicherheitsfaktoren .....	61
3.6.1.2 Weitere heuristische Ansätze .....	63
3.6.2 Absichts- und Fehlererkennung über heuristische Klassifikation .....	65
3.7 Zusammenfassung und Diskussion der vorgestellten Verfahren .....	68
<b>4 Konzept zur Absichts- und Fehlererkennung .....</b>	<b>71</b>
4.1 Konzeptdarstellung .....	71
4.2 Darstellung des Klassifikationsverfahrens .....	76
4.3 Diskussion des Klassifikationsverfahrens .....	78
<b>5 Realisierung der Absichts- und Fehlererkennung .....</b>	<b>81</b>
5.1 Wissenserwerb und Wissensrepräsentation .....	81
5.1.1 Überblick .....	81
5.1.2 Wissenserwerb für die Absichts- und Fehlererkennung .....	84
5.1.3 Wissensrepräsentation in der Absichts- und Fehlererkennung .....	89
5.2 Situationsrepräsentation .....	89
5.3 Situationsbewertung .....	91
5.3.1 Bewertung des Pilotenverhaltens .....	91
5.3.1.1 Soll/Ist-Vergleich .....	92
5.3.1.2 Trenderkennung .....	93
5.3.1.3 Feststellen absichtlichen Abweichens .....	96
5.3.2 Bestimmung des Pilotenverhaltens über Ereignisbäume .....	97
5.3.3 Bewertung der Flugsituation über Entscheidungsbäume .....	103
5.4 Heuristische Klassifikation .....	106
5.5 Konsistenzprüfung und Ausgaben an die Besatzung .....	108
5.6 Implementierung der Pilotenabsichts- und Pilotenfehlererkennung .....	110
<b>6 Bewertung der Absichts- und Fehlererkennung .....</b>	<b>113</b>
6.1 Versuchsumgebung .....	113
6.1.1 Simulationskreis .....	113
6.1.2 Instrumentenflugszenarien .....	115
6.2 Versuchsplan .....	117

6.3 Versuchsergebnisse .....	118
6.3.1 Bewertungskonzept .....	118
6.3.2 Leistung der Absichts- und Fehlererkennung .....	120
6.3.3 Akzeptanz der Absichts- und Fehlererkennung .....	123
6.3.4 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse .....	127
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>129</b>
<b>A.1 Anhang zur Verfahrensauswahl .....</b>	<b>131</b>
<b>A.2 Anhang zur Verfahrensrealisierung .....</b>	<b>135</b>
A.2.1 Lösungen und Lösungsprofile .....	135
A.2.2 Komponenten der Situationsdarstellung .....	138
A.2.3 Merkmale und Merkmalskombinationen .....	139
<b>A.3 Anhang zur Verfahrensbewertung .....</b>	<b>149</b>
A.3.1 Szenarien zur Verfahrensbewertung .....	149
A.3.1.1 Einführungsszenarium .....	149
A.3.1.2 Erstes Versuchsszenarium .....	150
A.3.1.3 Zweites Versuchsszenarium .....	151
A.3.2 Daten der Versuchspiloten .....	152
A.3.3 Ausgewählte Versuchsergebnisse .....	154
A.3.3.1 Erkennungssicherheit des Verfahrens .....	154
A.3.3.2 Relative Häufigkeit erfüllter Merkmalskombinationen .....	155
A.3.3.3 Darstellung des Fragebogens .....	158
A.3.3.4 Semantische Differentiale zur Bewertung der Absichtserkennung ...	164
<b>Literatur .....</b>	<b>167</b>