

# Inhalt

<b>1 Problemdarstellung . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Produktionssysteme . . . . .</b>	<b>2</b>
1.1.1 Beispiele für Produktionssysteme . . . . .	3
1.1.2 „Constraint Satisfaction“ Probleme . . . . .	7
1.1.3 Produktionssysteme „im engeren Sinn“ . . . . .	8
1.1.4 Kommutative Produktionssysteme . . . . .	11
<b>1.2 Graphen . . . . .</b>	<b>12</b>
1.2.1 Begriffliche Übersicht . . . . .	13
1.2.2 Darstellung des Vorgehens eines Produktionssystems . . . . .	14
<b>1.3 Zerlegbare Produktionssysteme . . . . .</b>	<b>18</b>
1.3.1 UND/ODER-Graphen . . . . .	18
1.3.2 Spielbäume . . . . .	26
<b>1.4 Beziehungen zwischen verschiedenen Begriffen und Formalismen . . . . .</b>	<b>30</b>
1.4.1 Richtung des Vorgehens . . . . .	30
1.4.2 Beziehungen zwischen kommutativen und zerlegbaren Produktionssystemen . . . . .	33
1.4.3 Begriffliche Zusammenhänge . . . . .	35
<b>2 Problemlösen mittels Suche . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>2.1 Allgemeines . . . . .</b>	<b>39</b>
2.1.1 Ein allgemeines Schema für Such-Verfahren . . . . .	40
2.1.2 Ein Graph-Such-Verfahren . . . . .	44
2.1.3 Suche in UND/ODER-Graphen . . . . .	48
<b>2.2 „Irrevocable Control“ . . . . .</b>	<b>52</b>
2.2.1 Kommutativität . . . . .	52
2.2.2 „Hill-Climbing“ . . . . .	53
<b>2.3 „Breadth-First Search“ . . . . .</b>	<b>53</b>
2.3.1 Vorgangsweise . . . . .	54
2.3.2 Komplexität . . . . .	55
2.3.3 „Uniform-Cost Search“ . . . . .	55
<b>2.4 „Depth-First Search“ . . . . .</b>	<b>56</b>
2.4.1 Vorgangsweise . . . . .	57
2.4.2 „Backtracking“ . . . . .	57
2.4.3 Komplexität . . . . .	62

<b>2.5 „Best-First Search“.....</b>	<b>62</b>
2.5.1 Bewertungsfunktion von A* .....	63
2.5.2 Die heuristische Komponente: Ermittlung und Anwendung .....	64
2.5.3 Zulässigkeit.....	71
2.5.4 Geometrische Darstellung .....	75
2.5.5 Gewichtete Bewertungsfunktionen .....	75
2.5.6 Vergleich von Bewertungsfunktionen für A* ....	78
2.5.7 Konsistente (monotone) heuristische Funktionen	80
2.5.8 Konsistenz und vereinfachte Modelle .....	84
2.5.9 Nicht-konsistente Funktionen und Modifikationen von A* .....	85
2.5.10 Komplexität von A* .....	88
2.5.11 Bewertungsfunktionen ohne Garantie für optimale Lösungen .....	92
2.5.12 Allgemeine Funktionen für Kosten und Bewertungen.....	97
2.5.13 Ist A* optimal? .....	99
2.5.14 „Best-First Search“ in UND/ODER-Graphen...	102
<b>2.6 „Depth-First Iterative-Deepening“ .....</b>	<b>107</b>
2.6.1 DFID.....	108
2.6.2 IDA* .....	111
2.6.3 PIDA* – Eine parallele Version von IDA* .....	113
<b>2.7 „Bidirectional Search“.....</b>	<b>114</b>
2.7.1 „Blinde“ Suche in beide Richtungen .....	115
2.7.2 Suche in beide Richtungen mit Heuristik .....	117
<b>2.8 „Conflict Resolution“.....</b>	<b>120</b>
<b>3 Begrenzte Suche zum Fällen von Entscheidungen .....</b>	<b>123</b>
<b>3.1 Allgemeines .....</b>	<b>123</b>
3.1.1 Entscheidungen bei Problemen .....	123
3.1.2 Lösen von Spielbäumen .....	126
3.1.3 Bewerten von Spielbäumen .....	128
3.1.4 „Minimaxing“ .....	130
3.1.5 Modifikationen und Alternativen bezüglich „Minimaxing“ .....	132
<b>3.2 „Depth-First Search“ .....</b>	<b>137</b>
3.2.1 Suche zur Berechnung des Minimax-Werts ....	137
3.2.2 Das $\alpha$ - $\beta$ -Verfahren .....	140
3.2.3 Die Verwendung eines „Fensters“ .....	146
3.2.4 PAB und SCOUT .....	150
<b>3.3 „Depth-First Iterative-Deepening“ .....</b>	<b>155</b>
<b>3.4 „Best-First Search“.....</b>	<b>156</b>

3.4.1 SSS* und DUAL* . . . . .	158
3.4.2 B* und PB* . . . . .	167
<i>3.5 Die Effizienz der Minimax-Verfahren im Vergleich . . . . .</i>	179
3.5.1 Ungünstigste und günstigste Bedingungen . . . . .	180
3.5.2 Der „durchschnittliche“ Fall . . . . .	181
<i>3.6 Zusätzliche Aspekte und Heuristika . . . . .</i>	187
3.6.1 Erreichen einer „guten“ Anordnung der Nachfolger . . . . .	188
3.6.2 Statische Bewertungsfunktionen . . . . .	190
3.6.3 „Quiescence“ und der Horizont-Effekt . . . . .	193
3.6.4 Variable Such-Tiefe . . . . .	196
<i>3.7 Die Qualität der Entscheidungen . . . . .</i>	201
<b>Epilog . . . . .</b>	205
<b>Literatur . . . . .</b>	207
<b>Glossar . . . . .</b>	219
<b>Notation . . . . .</b>	227
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	229