

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Anforderungen eines Robotersystems an die Bildverarbeitung	4
2.1 Festlegung der Schnittstellen zum Roboterrechner	4
2.2 Anforderungen an den Aufbau des Bildverarbeitungssystems	6
2.2.1 Beleuchtungssystem	6
2.2.2 Aufnahmesystem	8
2.2.3 Prozessorsystem	10
2.3 Anforderungen an die Software	12
2.4 Anforderungen an die Ergebnisse	14
3. Eigenschaften des Hierarchischen Strukturcodes	16
3.1 Beschreibung des Hierarchischen Strukturcodes	16
3.1.1 Vorverarbeitung und Codierung	16
3.1.2 Auflösungshierarchie	18
3.1.3 Verknüpfungshierarchie	19
3.1.4 Codebäume	20
3.2 Eigenschaften des HSC für den Einsatz in einem Robotersystem	22
4. Erzeugung des HSC aus Folgen von Grauwertbildern	24
4.1 Vorbemerkungen	24
4.2 Gerätetechnische Voraussetzungen	25
4.2.1 Aufnahme bewegter Objekte	25
4.2.2 System zur Erzeugung des HSC in Kamera-Echtzeit	27
4.2.3 Schnittstelle zwischen HSC-Generator und Bildauswertungssystem	28
4.3 Weiterentwicklung der Vorverarbeitung zur Erzeugung des HSC aus Bildfolgen	30
4.3.1 Halbbildverarbeitung	30
4.3.1.1 Konzeption	30
4.3.1.2 Realisierung	31

4.3.2	Modifikation der Vorverarbeitungsregeln	31
4.3.2.1	Behandlung offener Detektoren	31
4.3.2.2	Behandlung der "Wendepunkts-Nullen"	34
4.3.2.3	Zusatzregeln	35
4.3.3	Neue Software-Oberfläche	36
4.4	Weiterentwicklung des HSC für bildverarbeitungsgestützte Robotikaufgaben	37
4.4.1	Ausgangsbasis	37
4.4.2	Modifikationen in der Codierung	37
4.4.3	Modifikationen der HSC-Verknüpfung	41
4.4.3.1	Gleicher Algorithmus für alle Codetypen	41
4.4.3.2	Verbindungsprüfung	43
4.4.3.3	Sequenz- und Gruppenaufbau	44
4.4.3.4	Verallgemeinerung der verknüpften Elemente	45
4.4.3.5	Markierung der Wurzelknoten	46
4.4.4	Weiterentwicklung der HSC-Datenhaltung	47
4.4.4.1	HSC-Datenbasis mit verminderter Auflösung	47
4.4.4.2	Das neue Format der HSC-Datenbasis	48
4.4.4.3	Erweiterung des Statistikteils	51
4.4.4.4	HSC-Datenhaltung im Speicher	51
4.4.5	Weitere Entwicklungen	52
5.	Erkennungsstrategien für Robotikaufgaben	53
5.1	Operationen im HSC	54
5.1.1	Definition der Operationen	54
5.1.2	Klassen von Operationen	55
5.1.3	Implementierte Operationen	56
5.1.3.1	Die Operation AGRAV	56
5.1.3.2	Die Operation EGRAV	57
5.1.3.3	Die Operation TSTATE	58
5.1.3.4	Die Operation RSTATE	59
5.1.3.5	Die Operation WIND	61
5.2	Erkennung und Wiedererkennung von Objekten	63
5.2.1	Erkennung von Objekten	63
5.2.1.1	Erkennung ruhender Objekte	63
5.2.1.2	Erkennung bewegter Objekte	67
5.2.2	Wiedererkennung von Objekten	67
5.3	Positionserfassung langsam bewegter Objekte	69
5.3.1	Aufgabenstellung	69
5.3.2	Abwandlung der Modelle	69
5.3.3	Durchführung der Positionserfassung	70
5.4	Verfolgung schnell bewegter Objekte	72
5.4.1	Aufgabenstellung	72
5.4.2	Abwandlung der Modelle	72
5.4.3	Durchführung der Verfolgung	73

6. Konzeption eines Mustererkennungssystems für Robotikaufgaben	76
6.1 Aufgabenstellung	76
6.2 Komponenten des Mustererkennungssystems	78
6.2.1 Der Prozeß OPERATOR	79
6.2.2 Der Prozeß ROBOTER	80
6.2.3 Der Prozeß DATEN	81
6.2.4 Der Prozeß SPEICHER	82
6.2.5 Der Prozeß HSC-GENERATOR	83
6.2.6 Der Prozeß ERKENNEN	84
6.2.7 Der Prozeß POSITIONSERFASSEN	85
6.2.8 Der Prozeß VERFOLGEN	87
6.3 Kommunikation zwischen den Prozessen	90
6.3.1 Kommunikation durch Ereignisse	91
6.3.2 Kommunikation durch Botschaften	91
6.3.3 Kommunikation durch asynchrone Signale	92
6.3.4 Kommunikation durch globale Speicher	92
6.3.4.1 Die Modellbibliothek	93
6.3.4.2 Der Zustandsspeicher	94
6.3.5 Kommunikationsmöglichkeiten der Prozesse	95
6.4 Aufbau des Mustererkennungssystems	96
6.4.1 Aufbau bei Steuerung des Systems durch einen Master-Prozeß	96
6.4.2 Aufbau bei freier Kommunikation aller Prozesse	98
6.5 Betrieb des Mustererkennungssystems	100
6.5.1 Initialisierung des Systems	100
6.5.2 Betrieb bei Aufträgen des Roboterrechners	102
6.5.2.1 Betrieb innerhalb eines Systemzustands	102
6.5.2.2 Betrieb beim Übergang zwischen verschiedenen Systemzuständen	105
6.5.3 Betrieb bei Eingreifen des Prozesses OPERATOR	106
6.5.4 Betrieb bei auftretenden Fehlern	107
7. Realisierung des Mustererkennungssystems	108
7.1 Beschreibung des eingesetzten Rechnersystems	108
7.1.1 Beschreibung der Hardware	108
7.1.2 Beschreibung der Software	110
7.2 Realisierung der Prozesse	112
7.2.1 Realisierung des Prozesses OPERATOR	112
7.2.2 Realisierung des Prozesses ROBOTER	112
7.2.3 Realisierung des Prozesses DATEN	113
7.2.4 Realisierung des Prozesses SPEICHER	113
7.2.5 Realisierung des Prozesses HSC-GENERATOR	114
7.2.6 Realisierung des Prozesses ERKENNEN	114
7.2.7 Realisierung des Prozesses POSITIONSERFASSEN	114

7.2.8 Realisierung des Prozesses VERFOLGEN	115
7.3 Realisierung der Schnittstellen zur Prozeßkommunikation	116
7.3.1 Ereignisse	116
7.3.2 Botschaften	117
7.3.3 Asynchrone Signale	118
7.3.4 Globale Speicher	119
7.4 Aufbau des Mustererkennungssystems	121
7.5 Betrieb des Mustererkennungssystems	123
7.6 Ergebnisse	125
8. Zusammenfassung	127
9. Symbolverzeichnis	129
10. Literatur	131