

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Einleitung und Problemstellung	1
1.2	Literaturüberblick	2
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit	5
2	Greifplanung	7
2.1	Aufteilung der Fingerkräfte	8
2.2	Fingerkraftoptimierung	9
2.2.1	Das Optimierungsproblem	10
2.2.2	Lösung des Optimierungsproblems	20
2.2.3	Beispiele und Diskussion	22
2.3	Griffoptimierung	27
2.3.1	Das Optimierungsproblem	27
2.3.2	Lösung des Optimierungsproblems	31
2.3.3	Beispiele und Diskussion	34
2.4	Fingerkraftoptimierung mit Gleiten	39
2.4.1	Berechnung der Krafrichtung des gleitenden Fingers	40

2.4.2	Das Optimierungsproblem	41
2.4.3	Beispiele und Diskussion	42
2.5	Griffoptimierung mit Umgreifen	47
2.5.1	Bedingungen	48
2.5.2	Das Optimierungsproblem	50
2.5.3	Beispiele und Diskussion	51
3	Handplanung	58
3.1	Fingerpositionierung	58
3.2	Überprüfung des Eindringens der Finger	59
3.3	Orientierung und Positionierung der Hand	60
3.3.1	Definition des Griffdreiecks	61
3.3.2	Grobe Orientierung und Positionierung	62
3.3.3	Zuordnung der Finger	63
3.3.4	Optimierung der Orientierung und des Abstandes	65
4	Planung eines Manipulationsvorganges	73
4.1	Bahnplanung	73
4.1.1	Position und Orientierung des Objekts	74
4.1.2	Berechnung der äußeren Kraft	74
4.2	Aufteilung der Manipulationsplanung	75
4.3	Aufbau der Manipulationsplanung	77
4.4	Spline-Interpolation der Unstetigkeiten	79
4.5	Beispiele und Diskussion	81

<i>Inhalt</i>	VII
5 Experimentelle Verifikation	112
5.1 Das Regelungssystem	112
5.2 Versuch 1 : Das Drehen eines Ellipsoides	114
5.3 Versuch 2 : Das Umgreifen eines Quaders	119
6 Zusammenfassung	124
A Die TUM Hand	128
A.1 Das Antriebsystem	128
A.2 Aufbau der Finger	129
A.3 Aufbau der TUM Hand	131
A.4 Hardware der TUM Hand	132
A.5 Fingerkinematik und inverse Kinematik	134
A.6 Arbeitsraum eines Fingers	137
A.7 Eindringen	138
A.8 Kollisionsfreiheit	140
B Super-Quadriken	144
C Nomenklatur und Symbole	148
Literatur	151