



Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Berechnung des Optischen Flusses und Kantenerkennung mit Optimierungsmethoden

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Diplomgrades

Institut für Numerische und Angewandte Mathematik

Institut für Informatik

Fachbereich Mathematik und Informatik

Betreuung:

Prof. Dr. Helmut Maurer

PD Dr. Marcus Wagner, BTU Cottbus

Prof. Dr. Xiaoyi Jiang

Eingereicht von:

Christoph Brune

Münster, August 2007

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Konzept des optischen Flusses	5
1.1 Optischer Fluss	5
1.2 Motivation	7
1.3 Grundlagen und Schwierigkeiten	10
2 Variationsmethoden und andere Ansätze aus Sicht der Informatik	14
2.1 Herleitung	14
2.2 Datenterme	19
2.2.1 Robustheit	21
2.3 Regularisierung	22
2.3.1 Bildgetriebene Regularisierung	24
2.3.2 Flussgetriebene Regularisierung	26
2.4 Andere Ansätze	29
3 Mathematische Grundlagen von Variationsmethoden	31
3.1 Bildmodelle	31
3.2 Funktionenräume in der mathematischen Bildverarbeitung	34
3.2.1 Räume stetig differenzierbarer Funktionen \mathcal{C}^k	34
3.2.2 Lebesgue-Räume \mathbb{L}^p	35
3.2.3 Sobolew-Räume $\mathbb{W}^{k,p}$	36
3.2.4 Raum von Funktionen beschränkter Totalvariation BV	39
3.3 Variationsmethoden und partielle Differentialgleichungen	45
4 Notwendige Optimalitätsbedingungen	48
4.1 Euler-Lagrange-Gleichungen	48
4.2 Pontrjaginsches Maximumprinzip für mehrdimensionale Steuerungsprobleme	50
4.2.1 Mehrdimensionale Steuerungsprobleme	50
4.2.2 Berechnung des optischen Flusses als mehrdimensionales Steuerungsproblem	53

5	Ergebnisdarstellung und Bewertungskriterien	56
5.1	Darstellung des optischen Flusses	56
5.2	Gütekriterien und Kantenerkennung	60
6	Numerische Behandlung von Variationsproblemen durch Optimierung und anschließende Diskretisierung	63
6.1	Experiment: Robustes Funktional mit Regularisierungsterm	64
6.1.1	Herleitung über Euler-Lagrange-Gleichungen	65
6.1.2	Ergebnisse	69
6.2	Experiment: Funktional zur Kantenerkennung	75
6.2.1	Herleitung über Euler-Lagrange-Gleichungen	77
6.2.2	Ergebnisse	77
7	Numerische Behandlung mehrdimensionaler Steuerungsprobleme durch Diskretisierung und anschließende Optimierung	84
7.1	Nichtlineare Optimierungsprobleme	84
7.1.1	Problemformulierung	85
7.1.2	Optimalitätsbedingungen	86
7.1.3	Numerische Lösung nichtlinearer Optimierungsprobleme mit Innere-Punkte-Verfahren	86
7.1.4	AMPL und IPOPT	91
7.2	Experiment: Funktional zur Kantenerkennung	93
7.3	Experiment: Funktional mit Regularisierungsterm	97
7.4	Experiment: Funktional mit Steuerbeschränkung und Kantenerkennung .	104
7.5	Experiment: Funktional mit Regularisierungsterm, Steuerbeschränkung und Kantenerkennung	108
8	Diskussion der Ergebnisse	114
9	Zusammenfassung und Ausblick	117
A	Beispiel eines iterativen Verfahrens in MATLAB	120
B	Beispiel eines AMPL-Modells	122
C	Referenzmaterial CD	124
	Abbildungsverzeichnis	124
	Tabellenverzeichnis	126
	Literaturverzeichnis	127