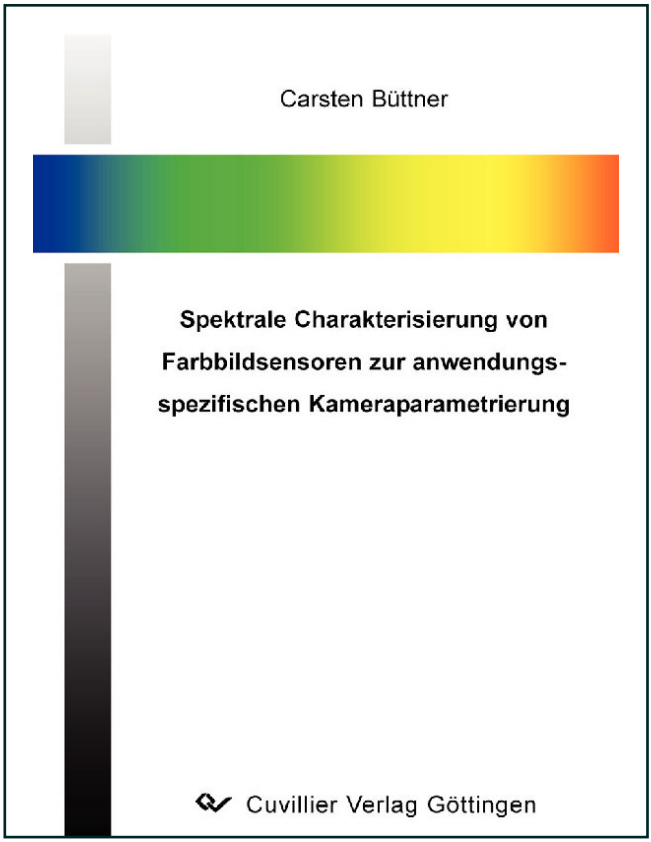
Carsten Büttner (Autor)

Spektrale Charakterisierung von Farbbildsensoren zur anwendungsspezifischen Kameraparametrierung



https://cuvillier.de/de/shop/publications/1511

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung / Abstract III

Inhaltsverzeichnis V

Notationen, Formelzeichen und Abkürzungen IX

1 Einführung 1

1.1 Motivation . . . 1
1.2 Einordnung und Ziel . . . 2
1.3 Aufbau der Arbeit . . . 4

2 Grundlagen der Farbbildsensorik 5

2.1 Entstehung und Bewertung von Licht . . . 6
2.1.1 Strahlungsquellen und Lichtarten . . . 6
2.1.2 Radiometrie und Fotometrie . . . 7
2.1.3 Farbmesstechnik . . . 9
2.2 Bildsensoren und Signalwandlung . . . 11
2.2.1 Progressive-Scan Interline-Transfer CCD . . . 12
2.2.2 Fotodiode . . . 13
2.2.3 CCD-Signalprozessor . . . 15
2.2.4 Modell des Signalpfads . . . 17
2.2.5 Modell zum Rauschen . . . 19
2.3 Bestimmung ausgewählter Kamerakennwerte . . . 21
2.3.1 Dunkelsignal und Dynamik . . . 21
2.3.2 Hellsignal und Fullwell-Kapazität . . . 22
2.3.3 Nichtlinearität . . . 23
2.4 Verfahren zur spektralen Trennung . . . 24
2.5 Modell der Bildaufnahme . . . 26

3 Grundlagen zur Optimierung der Farbbildreproduktion 27

3.1 Farbraumspezifische Gerätecharakterisierung . . . 28
3.1.1 Trichromatische Bildaufnahmesysteme . . . 28
3.1.2 Selbstleuchtende Wiedergabegeräte . . . 30

3.2 Mathematische Ansätze zur Farbkorrektur 32
3.2.1 Zielstellung 32
3.2.2 Chromatische Adaption 32
3.2.3 Abbildungsfunktionen 33
3.3 Spektrale Anpassung 35
3.4 Gütekriterien 37
3.4.1 Integraler Fehler 37
3.4.2 Farbqualitätsfaktor 38
3.4.3 Farbabstandsformeln 39
3.4.4 Bewertung von Farbrauschen 40
3.5 Optimierungswerkzeuge 41
3.5.1 Methode der kleinsten Quadrate 41
3.5.2 Inverse Verfahren 42
3.5.3 Lineare Optimierung 43
3.5.4 Quadratische Optimierung 44

4 Indirekte Bestimmung der spektralen Kameraempfindlichkeit 45
4.1 Simulationsmodell zur indirekten Spektralmessung 46
4.2 Methoden zur indirekten Spektralmessung 47
4.2.1 Inverse Verfahren 48
4.2.2 Lineare Optimierung 49
4.2.3 Quadratische Optimierung 52
4.2.4 Lagrangesche Multiplikatorenregel 54
4.2.5 Diskussion 55
4.3 Methoden zur Farbfilterauswahl 56
4.3.1 Bewertungskriterium 56
4.3.2 Standardtestkarten 57
4.3.3 Singulärwertmethode 58
4.3.4 Lagrange-Multiplikator-Methode 59
4.3.5 Diskussion 61
4.4 Verfahren zur Bewertung der Messergebnisse 61
4.4.1 Normierte Farbvektordifferenz 61
4.4.2 Chromatischer Abstand 62
4.4.3 Farbabstandsformeln 63
4.4.4 Diskussion 63

5 Messung der spektralen Kameraempfindlichkeit 65
5.1 Bestimmung des Pixel-Übertragungsverhaltens 65
5.2 Indirekte Messmethode 67
5.2.1 Farbkameramessplatz 67

5.2.2 Ergebnisse . . . 70
5.3 Direkte Messmethode . . . 73
5.3.1 Messaufbau . . . 74
5.3.2 Ergebnisse . . . 75
5.4 Gütetest . . . 76
5.5 Diskussion . . . 78

6 Modellbasierte Optimierung der Farbkorrektur 81
6.1 Einführung . . . 81
6.2 Methoden zur optimalen Matrizierung . . . 82
6.2.1 Methode der kleinsten Quadrate . . . 83
6.2.2 Lineare Optimierung . . . 83
6.2.3 Quadratische Optimierung . . . 84
6.2.4 Diskussion . . . 85
6.3 Rauschstabile Matrizierung . . . 86
6.3.1 Optimierung der Kanaldifferenz . . . 87
6.3.2 Optimierung der Quadratsumme . . . 87
6.3.3 Empfindungsgemäße Optimierung . . . 88
6.3.4 Diskussion . . . 88
6.4 Optimale Multi-Beleuchtungs-Matrizierung . . . 90
6.4.1 Doppelmatrix . . . 90
6.4.2 PCA-basierte Farbkorrektur-Methode . . . 91
6.4.3 Triplematrix . . . 92
6.4.4 Algorithmen zur dynamischen Anpassung . . . 94
6.4.5 Diskussion . . . 95
6.5 Anwendungsspezifische Parametrierung . . . 97

7 Zusammenfassung und Ausblick 101

Literaturverzeichnis 103