Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung .............................................................................................................. 1
1.1 Gliederung des Buches ................................................................................. 5

2 Grundlagen der projektiven Geometrie ......................................................... 9
2.1 Die Geometrie der Perspektive ................................................................. 9
2.2 Definition des projektiven Raumes ............................................................ 12
2.3 Lineare Transformationen ........................................................................... 13
2.4 Die projektive 1-D-Linie .......................................................................... 14
2.5 Die projektive 2-D-Ebene ........................................................................... 15
   2.5.1 Punkte und Linien im Unendlichen ..................................................... 15
   2.5.2 Die Homographie im $\mathbb{P}^2$ ............................................................. 17
   2.5.3 Berechnung der Homographie ............................................................. 18
   2.5.4 Die direkte lineare Transformation (DLT-Algorithmus) ...................... 19
   2.5.5 Anwendung der projektiven Transformation ...................................... 20
   2.5.6 Normierung der Messwerte ................................................................. 21
   2.5.7 Dualität im $\mathbb{P}^2$ ............................................................................ 22
2.6 Der projektive 3-D-Raum ........................................................................... 25
   2.6.1 Dualität im $\mathbb{P}^3$ ........................................................................... 26
   2.6.2 Der absolute Konie ........................................................................... 28
2.7 Der affine Raum ........................................................................................... 30
2.8 Der euklidische Raum .................................................................................. 32
2.9 Zusammenfassung ....................................................................................... 34

3 Das Kameramodell ............................................................................................ 37
3.1 Einleitung ....................................................................................................... 37
3.2 Das Lochkameramodell .............................................................................. 40
   3.2.1 Externe Transformation ...................................................................... 42
   3.2.2 Perspektivische Transformation .......................................................... 43
   3.2.3 Interner Transformation ...................................................................... 44
   3.2.4 Normierte Bildkoordinaten ................................................................. 45
   3.2.5 Eigenschaften der perspektivischen Projektionsmatrix .................... 47
   3.2.6 Berücksichtigung von Linsenverzerrungen ........................................ 48
3.3 Approximationen der perspektivischen Projektion .................................... 50
   3.3.1 Orthogonale Projektion ....................................................................... 50
   3.3.2 Schwach-perspektivische Projektion ................................................... 51
   3.3.3 Affine Projektion .................................................................................. 53
<table>
<thead>
<tr>
<th>3.4 Kamerakalibrierung</th>
<th>55</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3.4.1 Schätzung der Kameraparameter</td>
<td>55</td>
</tr>
<tr>
<td>3.4.2 Das Bild des absoluten Konic</td>
<td>57</td>
</tr>
<tr>
<td>3.4.3 Intrinsische Kalibrierung mittels dreier Ebenen</td>
<td>62</td>
</tr>
<tr>
<td>3.4.4 Intrinsische Kalibrierung mittels Fluchtpunkten und Fluchtein</td>
<td>62</td>
</tr>
<tr>
<td>3.5 Zusammenfassung</td>
<td>63</td>
</tr>
<tr>
<td>4 Die Epipolaregeometrie</td>
<td>65</td>
</tr>
<tr>
<td>4.1 Klassifizierung von Stereosystemen</td>
<td>65</td>
</tr>
<tr>
<td>4.2 Achsparallele Stereogeometrie</td>
<td>66</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3 Die allgemeine Stereogeometrie</td>
<td>68</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3.1 Beziehung in Kamerakoordinaten</td>
<td>70</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3.2 Beziehung in Bildkoordinaten</td>
<td>73</td>
</tr>
<tr>
<td>4.4 Eigenschaften der Essential- und Fundamental-Matrix</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>4.5 Die Epipolaregeometrie im achsparallelen Fall</td>
<td>76</td>
</tr>
<tr>
<td>4.6 Zusammenfassung</td>
<td>78</td>
</tr>
<tr>
<td>5 Die Schätzung der projektiven Stereogeometrie</td>
<td>79</td>
</tr>
<tr>
<td>5.1 Einleitung</td>
<td>79</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2 Lineare Verfahren</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.1 Der 8-Punkt-Algorithmus</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.2 Berücksichtigung des Ranges der Matrix F</td>
<td>82</td>
</tr>
<tr>
<td>5.2.3 Geometrische Betrachtung des linearen Kriterium</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>5.3 Iterative lineare Verfahren</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>5.4 Nichtlineare Verfahren</td>
<td>85</td>
</tr>
<tr>
<td>5.4.1 M-Schätzer</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>5.4.2 Verfahren zur Eliminierung von Ausreißern</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>5.5 Zusammenfassung</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>6 Die Homographie zwischen zwei Ansichten</td>
<td>93</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1 Die verallgemeinerte Disparitätsgleichung</td>
<td>93</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2 Die Homographie für Punkte im Unendlichen</td>
<td>94</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3 Die Homographie koplanarer Punkte</td>
<td>96</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4 Homographie und Fundamental-Matrix</td>
<td>98</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4.1 Die kanonische Form der Projektionsmatrizen</td>
<td>99</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4.2 Berechnung der Homographie</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4.3 Berechnung der Fundamental-Matrix</td>
<td>101</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5 Zusammenfassung</td>
<td>104</td>
</tr>
<tr>
<td>7 Die Rektifikation</td>
<td>105</td>
</tr>
<tr>
<td>7.1 Einleitung</td>
<td>105</td>
</tr>
</tbody>
</table>
7.2 Geometrische Beziehungen .......................................................... 107
7.3 Bestimmung der Transformationsvorschrift................................. 109
  7.3.1 Kalibrierter Fall ..................................................................... 109
  7.3.2 Unkalibrierter Fall ................................................................. 112
7.4 Transformation der Originalbilder................................................ 117
  7.4.1 Verschiebung und Skalierung................................................ 118
  7.4.2 Rückwärts-Transformation.................................................... 120
  7.4.3 Vorwärts-Transformation ...................................................... 122
7.5 Zusammenfassung ........................................................................ 124

8 Stereoanalyse....................................................................................... 125
  8.1 Einleitung...................................................................................... 125
    8.1.1 Klassifikation von Systemen mit zwei Ansichten ................. 126
    8.1.2 Probleme bei der Korrespondenzanalyse............................... 127
    8.1.3 Zusammenhang zwischen Basislänge und Tiefe der Szene... 128
    8.1.4 Einteilung der Verfahren ....................................................... 129
  8.2 Ähnlichkeitsbedingungen in der Stereoanalyse......................... 130
  8.3 Pixelbasierte Verfahren ............................................................. 133
    8.3.1 Parametrische Ähnlichkeitsmaße für das Block-Matching .. 134
    8.3.2 Nicht-parametrische Ähnlichkeitsmaße................................. 138
    8.3.3 Lokale Disparität versus lokale Intensität.............................. 139
    8.3.4 Block-Matching-Verfahren ................................................... 140
    8.3.5 Verwendung adaptiver Fenster ............................................. 142
    8.3.6 Hybrid-rekursives Matching ................................................ 143
    8.3.7 Der Konsistenztest................................................................. 148
    8.3.8 Dynamische Programmierung .............................................. 151
  8.4 Merkmalsbasierte Verfahren ....................................................... 152
    8.4.1 Korrespondenzanalyse von Punktmerkmalen........................152
    8.4.2 Korrespondenzanalyse von Liniensegmenten ....................... 156
    8.4.3 Verfahren zur Korrespondenzanalyse bei Liniensegmenten .164
  8.5 Tiefenanalyse aus Bewegung ..................................................... 170
  8.6 Zusammenfassung ........................................................................ 173

9 3-D-Rekonstruktion............................................................................ 175
  9.1 Einleitung...................................................................................... 175
    9.2 Die Stereotriangulation............................................................. 176
      9.2.1 Homogenes Verfahren......................................................... 177
      9.2.2 Inhomogenes Verfahren ...................................................... 178
      9.2.3 Unterschiede zwischen beiden Verfahren ........................... 178
      9.2.4 Das nichtlineare Kameramodell ....................................... 179
    9.3 Volumetrische Rekonstruktion ................................................. 180
    9.4 Zusammenfassung .................................................................... 182
10 Die Geometrie von drei Ansichten .............................................................. 185
  10.1 Einleitung .......................................................................................... 185
  10.2 Die trifokale Ebene ......................................................................... 187
  10.3 Anwendung des trifokalen Stereo .............................................. 188
  10.4 Der projektive Parameter ................................................................ 189
  10.5 Der trifokale Tensor ....................................................................... 195
  10.6 Berechnung des Tensors ................................................................. 198
  10.6.1 Kalibrierter Fall ......................................................................... 198
  10.6.2 Unkalibrierter Fall ..................................................................... 199
  10.7 Tensor und Fundamental-Matrix ................................................. 200
  10.8 Beziehung zwischen mehr als drei Ansichten ........................... 201
  10.9 Zusammenfassung ......................................................................... 202

11 Bildbasierte Synthese ............................................................................... 203
  11.1 Einleitung ........................................................................................ 203
  11.2 Synthese mit impliziter Geometrie ............................................ 204
  11.2.1 Zwischenbildinterpolation bei Stereoansichten ..................... 205
  11.2.2 Die Extrapolation senkrecht zur Basislinie .............................. 213
  11.2.3 Epipolar-Transfer .................................................................... 216
  11.2.4 Trilineares Warping .................................................................. 218
  11.2.5 Tiefenbasierte Synthese ......................................................... 222
  11.3 Weitere Konzepte zur bildbasierten Synthese .............................. 225
    11.3.1 Synthese ohne Geometrie ..................................................... 226
    11.3.2 Synthese mit expliziter Geometrie ...................................... 237
  11.4 Zusammenfassung ......................................................................... 239

Anhang .............................................................................................................. 241
  A Nomenklatur ........................................................................................ 241
  B Abkürzungen ......................................................................................... 245
  C Liste verwendeter englischer Bezeichnungen .................................... 246
  D Mathematische Ausführungen ........................................................... 248
    D.1 Grundlagen ..................................................................................... 248
    D.2 Lösung linearer Gleichungssysteme mittels kleinstem Fehlerquadrat ................................................................. 252
    D.3 Berechnung der Kameraparameter aus der Projektionsmatrix 257
  E. 2-D Filter ............................................................................................. 258
    E.1 Lineare Filter ................................................................................ 258
    E.2 Nichtlineare Filter ....................................................................... 263
  Bibliographie .............................................................................................. 265
  Sachverzeichnis .......................................................................................... 273
Stereoanalyse und Bildsynthese
Schreer, O.
2005, XII, 278 S. 165 Abb., Softcover