

Ingolf Grieger

# Graphische Datenverarbeitung

Mit einer Einführung  
in PHIGS und PHIGS-PLUS

Zweite, vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage  
mit 120 Abbildungen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg NewYork

London Paris Tokyo

HongKong Barcelona Budapest

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Anmerkungen zur Schreibweise . . . . .	3
1.2	Häufig vorkommende Abkürzungen . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Graphische Datenverarbeitung</b>	<b>5</b>
2.1	Problemstellung . . . . .	5
2.2	Graphische Ausgabegeräte . . . . .	6
2.3	Graphische Eingabegeräte . . . . .	8
2.4	Farbe und Farbmodelle . . . . .	11
2.5	Geometrische Datenverarbeitung . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Interpolation</b>	<b>17</b>
3.1	Problemstellung . . . . .	17
3.2	Unmittelbarer Polynomansatz . . . . .	20
3.3	Lagrange-Interpolation . . . . .	21
3.4	Hermite-Interpolation . . . . .	24
3.5	Newton-Interpolation . . . . .	26
3.6	Differenzenschema . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Graphische Transformationen</b>	<b>32</b>
4.1	Homogene Koordinaten . . . . .	32
4.2	Graphische Transformationen . . . . .	34
4.2.1	Translation . . . . .	36
4.2.2	Rotation . . . . .	37
4.2.3	Skalierung . . . . .	42
4.2.4	Scherung . . . . .	43
4.2.5	Axonometrie . . . . .	44
4.2.6	Perspektive . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Kurven</b>	<b>49</b>
5.1	Problemstellung . . . . .	49
5.2	Parameterformulierung . . . . .	50
5.3	Kubische Kurven . . . . .	51
5.3.1	Ganze rationale kubische Kurve . . . . .	51

5.3.2	Gebrochen rationale kubische Kurve . . . . .	53
5.4	Spline-Kurve . . . . .	55
5.4.1	Definition der Spline-Kurve . . . . .	56
5.4.2	Randbedingungen der Spline-Kurve . . . . .	58
5.4.3	Gleichungssystem der Spline-Kurve . . . . .	58
5.5	Bézier-Kurven . . . . .	61
5.5.1	Definition der Bézier-Kurve . . . . .	61
5.5.2	Eigenschaften der Bernstein-Polynome . . . . .	62
5.5.3	Algorithmus von de Casteljau . . . . .	64
5.5.4	Erhöhung des Kurvengrades . . . . .	65
5.5.5	Eigenschaften der Bézier-Kurven . . . . .	65
5.5.6	Rationale Bézier-Kurven . . . . .	69
5.6	B-Spline-Kurven . . . . .	70
5.6.1	Definition der B-Spline-Kurve . . . . .	70
5.6.2	Eigenschaften der Basis-Splines . . . . .	71
5.6.3	Algorithmus von de Boor . . . . .	75
5.6.4	Eigenschaften der B-Spline-Kurven . . . . .	75
5.6.5	Erhöhung der Ordnung der B-Splines . . . . .	75
5.6.6	Rationale B-Spline-Kurven . . . . .	78
<b>6</b>	<b>Flächen</b> . . . . .	<b>81</b>
6.1	Problemstellung . . . . .	81
6.2	Coons-Flächen . . . . .	84
6.3	Bikubische Fläche . . . . .	89
6.4	Bézier-Flächen . . . . .	91
6.5	B-Spline-Flächen . . . . .	94
<b>7</b>	<b>Körper</b> . . . . .	<b>95</b>
7.1	Problemstellung . . . . .	95
7.2	Linienmodell . . . . .	97
7.3	Flächenmodell . . . . .	97
7.4	Volumenmodell . . . . .	100
7.5	Speicherung und Modellierungsfunktionen . . . . .	103
<b>8</b>	<b>Geometriezellen</b> . . . . .	<b>105</b>
8.1	Problemstellung . . . . .	105
8.2	Grundgleichungen . . . . .	107
8.3	Kurvenzellen . . . . .	110
8.4	Flächenzellen . . . . .	112
8.5	Körperzellen . . . . .	119
8.6	Zellen mit Ableitungen . . . . .	127
8.7	Operationen mit Geometriezellen . . . . .	135
8.8	Zelltransformation in die Bézier-Form . . . . .	144

<b>9 Methode der finiten Elemente</b>	148
9.1 Problemstellung . . . . .	148
9.2 Grundgleichungen . . . . .	148
<b>10 Flächendefinition mit finiten Elementen</b>	153
10.1 Problemstellung . . . . .	153
10.2 Grundgleichungen . . . . .	154
10.3 Anwendungsbeispiel . . . . .	157
<b>11 PHIGS</b>	159
11.1 Einleitung . . . . .	159
11.1.1 Anwendungsbereich und Zweck . . . . .	160
11.1.2 Registrierung . . . . .	160
11.2 Konzeption . . . . .	161
11.3 Der zentralisierte Strukturspeicher . . . . .	166
11.3.1 Strukturelemente und Strukturen . . . . .	166
11.3.2 Strukturnetzwerke . . . . .	167
11.3.3 Strukturtraversierung und Darstellung . . . . .	169
11.3.4 Struktureditieren . . . . .	169
11.3.5 Manipulation von Strukturen im CSS . . . . .	171
11.3.6 Suchen und Erfragen im Strukturspeicher . . . . .	172
11.3.7 Strukturarchivieren und Rückspeichern . . . . .	172
11.4 Graphische Ausgabe . . . . .	173
11.4.1 Strukturelemente und Darstellungselemente . . . . .	173
11.4.2 Attribute von Darstellungselementen . . . . .	175
11.4.3 Farbe . . . . .	181
11.4.4 Abbildungsindex . . . . .	181
11.5 Graphische Arbeitsplätze . . . . .	182
11.5.1 Charakteristika des graphischen Arbeitsplatzes . . . . .	182
11.5.2 Auswahl eines graphischen Arbeitsplatzes . . . . .	183
11.5.3 Steuerung von Bildänderungen . . . . .	184
11.5.4 Löschen der Darstellungsfläche . . . . .	185
11.5.5 Nachrichten an einem graphischen Arbeitsplatz . . . . .	185
11.5.6 Wegnahme verdeckter Linien und Flächen . . . . .	186
11.6 Koordinatensysteme und Transformationen . . . . .	186
11.6.1 Modelliertransformationen und Klippen . . . . .	186
11.6.2 Hilfsfunktionen zur Modellierung . . . . .	188
11.6.3 Abbilden (Bilden einer Ansicht) . . . . .	189
11.6.4 Hilfsfunktionen zum Abbilden . . . . .	190
11.6.5 Gerätetransformation . . . . .	193
11.7 Graphische Eingabe . . . . .	195
11.7.1 Einleitung zu den logischen Eingabegeräten . . . . .	195
11.7.2 Modell der logischen Eingabegeräte . . . . .	196
11.7.3 Betriebsarten logischer Eingabegeräte . . . . .	197
11.7.4 Maßwerte für jede Eingabeklasse . . . . .	199
11.7.5 Eingabewarteschlange und aktueller Ereignisbericht . . . . .	199

11.7.6	Initialisieren von Eingabegeräten . . . . .	200
11.8	Bilddatei-Schnittstelle . . . . .	201
11.9	Kriterien zur minimalen Unterstützung . . . . .	202
<b>12</b>	<b>PHIGS-PLUS</b> . . . . .	<b>205</b>
12.1	Einleitung . . . . .	205
12.1.1	Anwendungsbereich und Zweck . . . . .	205
12.1.2	Registrierung . . . . .	206
12.2	Konzeption . . . . .	206
12.3	Strukturelemente von PHIGS-PLUS . . . . .	208
12.3.1	Strukturelemente für die Darstellung . . . . .	208
12.3.2	Attributspezifizierende Strukturelemente . . . . .	208
12.4	Graphische Ausgabe . . . . .	209
12.4.1	Darstellungselemente . . . . .	209
12.4.2	Flächenhafte Darstellungselemente und Facetten . . . . .	213
12.4.3	Nicht uniforme B-Spline-Kurven . . . . .	214
12.4.4	Nicht uniforme B-Spline-Flächen . . . . .	216
12.4.5	Flächentrimmen . . . . .	217
12.5	Darstellungsattribute . . . . .	218
12.5.1	Verallgemeinerte Farbspezifikation . . . . .	218
12.5.2	Attribute für die Darstellungselemente von PHIGS . . . . .	219
12.5.3	Attribute der PHIGS-PLUS-Darstellungselemente . . . . .	221
12.6	Der Darstellungsprozeß in PHIGS-PLUS . . . . .	226
12.6.1	Allgemeines . . . . .	226
12.6.2	Datentransformation . . . . .	227
12.6.3	Lichtquellen . . . . .	228
12.6.4	Farbinterpolation und Dateninterpolation . . . . .	229
12.6.5	Beleuchten und Schattieren von flächenhaften Darstellungselementen . . . . .	230
12.6.6	Das Darstellungs-Farbmodell . . . . .	230
12.6.7	Tiefenabschwächungsstufe . . . . .	230
12.6.8	Farbtransformationsstufe . . . . .	230
12.7	Einschränkungen . . . . .	231
<b>A</b>	<b>Begriffe</b> . . . . .	<b>232</b>
A.1	Begriffe von PHIGS . . . . .	232
A.2	Begriffe von PHIGS-PLUS . . . . .	248
<b>B</b>	<b>Funktionen des PHIGS</b> . . . . .	<b>255</b>
B.1	Bezeichnungsweise . . . . .	255
B.2	Steuerungsfunktionen . . . . .	257
B.3	Ausgabefunktionen . . . . .	260
B.4	Attributspezifizierende Funktionen . . . . .	265
B.4.1	Gebündelte Attributauswahl . . . . .	265
B.4.2	Individuelle Attributauswahl . . . . .	266
B.4.3	Setzen der Aspektanzeiger . . . . .	276

B.4.4	Definition von Tabellen für Arbeitsplatzattribute . . . . .	277
B.4.5	Definition von Arbeitsplatzfiltern . . . . .	279
B.4.6	Farbmodellsteuerung . . . . .	280
B.4.7	HLHSR-Attribute . . . . .	281
B.5	Transformationsfunktionen . . . . .	282
B.5.1	Modelliertransformationen und Klippen . . . . .	282
B.5.2	Abbildungsoperationen . . . . .	284
B.5.3	Gerätetransformation . . . . .	286
B.5.4	Hilfsfunktionen zum Unterstützen des Modellierens . . . . .	287
B.5.5	Hilfsfunktionen zum Unterstützen des Abbildens . . . . .	293
B.6	Strukturfunktionen . . . . .	295
B.6.1	Funktionen zum Strukturinhalt . . . . .	295
B.6.2	Funktionen zur Strukturmanipulation . . . . .	299
B.6.3	Funktionen zur Strukturdarstellung . . . . .	300
B.6.4	Funktionen zur Strukturarchivierung . . . . .	301
B.7	Eingabefunktionen . . . . .	305
B.7.1	Pickerkennzeichnung und Filter . . . . .	305
B.7.2	Initialisieren von Eingabegeräten . . . . .	306
B.7.3	Setzen des Modus von Eingabegeräten . . . . .	313
B.7.4	Anforderungseingabefunktionen . . . . .	315
B.7.5	Abfrageeingabefunktionen . . . . .	319
B.7.6	Ereigniseingabefunktionen . . . . .	321
B.8	Bilddateifunktionen . . . . .	324
B.9	Erfragefunktionen . . . . .	325
B.10	Fehlerbehandlung . . . . .	326
<b>C</b>	<b>Funktionen von PHIGS-PLUS</b> . . . . .	<b>328</b>
C.1	Bezeichnungsweise . . . . .	328
C.2	Ausgabefunktionen . . . . .	329
C.2.1	Hilfsfunktionen zur Unterstützung der Darstellungselemente . . . . .	339
C.3	Attributspezifizierende Funktionen . . . . .	340
C.3.1	Gebündelte Attributauswahl . . . . .	340
C.3.2	Individuelle Attributauswahl . . . . .	341
C.3.3	Setzen der Aspektanzeiger . . . . .	351
C.3.4	Definition von Tabellen für Arbeitsplatzattribute . . . . .	352
<b>D</b>	<b>PHIGS-Beispiel zu Transformationen</b> . . . . .	<b>357</b>
D.1	Problembeschreibung . . . . .	357
D.2	Initialisieren von PHIGS . . . . .	360
D.3	Definition von Ansichten . . . . .	361
D.4	Definition der geometrischen Objekte . . . . .	364
D.5	Erzeugung der zusammengesetzten Struktur . . . . .	366
D.6	Erzeugung des Bildes . . . . .	367
D.7	Terminieren von PHIGS . . . . .	368
	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>369</b>

<b>Funktionsverzeichnis</b>	373
PHIGS-Funktionen (englisch) . . . . .	373
PHIGS-Funktionen (deutsch) . . . . .	378
PHIGS-PLUS Funktionen (englisch) . . . . .	383
PHIGS-PLUS Funktionen (deutsch) . . . . .	384
<b>Sachverzeichnis</b>	386