

1

CGとデジタルカメラモデル

1-1	デジタルカメラモデル	008
1-1-1	デジタルカメラでの撮影	008
1-1-2	デジタルカメラモデルからみたCG技術	009
1-2	デジタル画像の基礎	012
1-2-1	画像のデジタル化	012
1-2-2	ベクタ表現とラスタ表現	016
1-3	CGと画像処理	018
1-3-1	デジタルカメラモデルと画像処理	018
1-3-2	CGにおける画像処理の利用	019

2

座標変換とパイプライン

2-1	2次元座標変換	022
2-1-1	2次元座標系	022
2-1-2	2次元図形の基本変換	022
2-1-3	同次座標	025
2-1-4	2次元座標系における合成変換	028
2-1-5	2次元アフィン変換	029
2-1-6	補足説明／変換行列の表記法	031
2-2	3次元変換	032
2-2-1	3次元座標系	032
2-2-2	簡単なモデリング	033
2-2-3	同次座標と3次元の基本変換	034
2-2-4	3次元座標系における合成変換	037
2-2-5	補足説明／同次座標による平行移動の行列表現	037
2-3	投影	038
2-3-1	投影の原理	038
2-3-2	ビューボリュームと投影	041
2-3-3	投影のさまざまな性質	046
2-4	ビューイングパイプライン	049
2-4-1	ビューイングパイプラインの原理	049
2-4-2	ビューイングパイプラインの利用	051
2-4-3	クリッピング	052
2-4-4	階層モデリング	054
2-5	描画パイプライン	056
2-5-1	典型的な描画パイプライン	056
2-5-2	シェーダによる描画	057
2-5-3	描画パイプラインとさまざまな手法	058

3

モデリング

3-1	形状モデル	060
3-1-1	ワイヤフレームモデル	060
3-1-2	サーフェスモデル	061
3-1-3	ソリッドモデル	061
3-1-4	形状モデルと表示	061
3-2	ソリッドモデルの形状表現	062
3-2-1	CSG表現	062
3-2-2	境界表現	063
3-2-3	スイープ表現	064
3-3	境界表現のデータ構造と局所変形	065
3-3-1	境界表現のデータ構造	065
3-3-2	オイラー操作	068
3-4	曲線・曲面	072
3-4-1	曲線・曲面の表現形式	072
3-4-2	2次曲線	075
3-4-3	パラメトリック曲線	076
3-4-4	パラメトリック曲面	087
3-4-5	レンダリングにおける曲面の扱い	093
3-5	ポリゴン曲面の表現	094
3-5-1	ポリゴン曲面	094
3-5-2	細分割曲面	094
3-5-3	詳細度制御	095
3-5-4	平滑化処理	097
3-5-5	パラメータ化	097
3-5-6	セグメンテーション	098
3-5-7	電子透かし	099
3-5-8	形状検索	100
3-6	ボリュームを用いた形状表現	101
3-6-1	ボクセル	101
3-6-2	八分木	102
3-6-3	メタボール	103
3-6-4	陰関数表現	104
3-6-5	等値面抽出	106
3-7	そのほかの形状表現法	108
3-7-1	パーティクル	108
3-7-2	ポイントベーストモデリング	109
3-7-3	フラクタル	109
3-8	補足説明	113
3-8-1	補足説明／補集合を用いた集合演算	113

3-8-2	補足説明／代数曲線・代数曲面と一般式	113
3-8-3	補足説明／超2次曲線	113
3-8-4	補足説明／2項定理を用いた ド・カステリョのアルゴリズムの導出	114
3-8-5	補足説明／2次曲面・トーラス面	115
3-8-6	補足説明／陰関数曲面の法線ベクトル	118
3-8-7	補足説明／描画ソフトウェアで 用いられる3次ベジエ曲線	119
3-8-8	補足説明／細分割曲面の具体例	119

4

レンダリング

4-1	写実的表現法	122
4-1-1	写実的表現のレベル	122
4-1-2	リアリティの要素	123
4-1-3	写実的表現のためのモデリング	124
4-1-4	レンダリングを構成する処理	125
4-2	隠面消去	126
4-2-1	バックフェースカリング	126
4-2-2	隠面消去法	127
4-2-3	優先順位アルゴリズム	127
4-2-4	スキャンライン法	130
4-2-5	Zバッファ法	133
4-2-6	レイトレーシング法	135
4-3	シェーディング	138
4-3-1	シェーディングの基礎と概要	138
4-3-2	環境光	144
4-3-3	拡散反射	144
4-3-4	鏡面反射	148
4-3-5	完全鏡面反射・透過・屈折	150
4-3-6	散乱・減衰	153
4-3-7	スムーズシェーディング	155
4-4	影付け	158
4-4-1	本影と半影	158
4-4-2	平行光線・点光源による影	158
4-4-3	大きさをもつ光源による影	160
4-5	マッピング	162
4-5-1	マッピングの概要	162
4-5-2	テクスチャマッピング	162
4-5-3	バンプマッピング	166

4-5-4	環境マッピング	168
4-5-5	ソリッドテクスチャリング	169
4-6	イメージペーストレンダリング	171
4-6-1	イメージペーストレンダリングの概要	171
4-6-2	テクスチャマッピングアプローチ	172
4-6-3	画像再投影アプローチ	173
4-6-4	パノラマ画像アプローチ	174
4-6-5	ビューモーフィングアプローチ	175
4-6-6	レイデータベースアプローチ	176
4-6-7	イメージペーストライティング	179
4-7	大域照明計算	183
4-7-1	レンダリング方程式	183
4-7-2	ラジオシティ法	184
4-7-3	モンテカルロ法に基づくレンダリング技法	185
4-7-4	マルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく レンダリング技法	190
4-8	補足説明	192
4-8-1	補足説明／隠線消去	192
4-8-2	補足説明／レイトレーシング法における レイと物体との交差判定	193
4-8-3	補足説明／放射量と測光量の対比	196
4-8-4	補足説明／レンダリング方程式	197
4-8-5	補足説明／ラジオシティ法	199

5

アニメーション

5-1	CGアニメーションの構成	202
5-1-1	アニメーションとは	202
5-1-2	仮現運動とコマ撮り	203
5-1-3	さまざまなアニメーションの表現形態	204
5-1-4	CGアニメーションに適用される 各種アニメーション技法	204
5-1-5	カメラワーク	206
5-2	キーフレームアニメーション	209
5-2-1	キーフレーム法とスケルトン法	209
5-2-2	キーフレームの補間	210
5-2-3	形状変形アニメーション	212
5-2-4	自由形状変形	214
5-3	手続き型アニメーション	215
5-3-1	進化・成長のアニメーション	215

5-3-2	自然現象のアニメーション	216
5-3-3	パーティクルの応用	218
5-3-4	AIを利用したアニメーション	219
5-4	キャラクターのアニメーション	221
5-4-1	フォワードキネマティクス	221
5-4-2	インバースキネマティクス	222
5-4-3	パスアニメーション	222
5-4-4	モーションキャプチャデータによる アニメーション	223
5-4-5	筋肉変形アニメーション	224
5-4-6	表情のアニメーション	225
5-4-7	布地のアニメーション	226
5-4-8	髪の毛のアニメーション	227
5-4-9	群集(フロック)アニメーション	228
5-5	物理ベースアニメーション	229
5-5-1	剛体の物理シミュレーション	229
5-5-2	弾性体の物理シミュレーション	230
5-5-3	衝突判定	231
5-6	リアルタイムアニメーション	233
5-6-1	リアルタイムアニメーションの手法	233
5-6-2	レンダーマンとリアルタイムシェーダ	235
5-6-3	ゲーム物理	236
5-7	実写映像との合成	238
5-7-1	実写映像との合成時の条件	238
5-7-2	カメラパラメータの整合	238
5-7-3	照明条件の整合	239

6

画像処理

6-1	デジタル画像の表現	242
6-1-1	画像のダイナミックレンジと階調表示	242
6-1-2	色の表現	245
6-1-3	画像の圧縮とファイル形式	251
6-2	2次元画像の生成と描画	252
6-2-1	ラスタ化による図形の描画	252
6-2-2	画像生成時のアンチエイリアシング	255
6-2-3	塗りつぶし処理	257
6-2-4	ブラシ処理	257
6-2-5	グラデーション生成	258
6-3	画素ごとの濃淡変換と色変換	260

6-3-1	ヒストグラム	260
6-3-2	トーンカーブ	261
6-3-3	各種の濃淡変換	262
6-3-4	画素ごとの変換による特殊効果	266
6-3-5	2値化	267
6-3-6	色変換	269
6-3-7	擬似カラー	270
6-4	領域に基づく画像変換(空間フィルタリング)	272
6-4-1	空間フィルタリング	272
6-4-2	平滑化	273
6-4-3	エッジを保存した平滑化	275
6-4-4	エッジ抽出	277
6-4-5	鮮鋭化	279
6-4-6	領域に基づく変換による特殊効果	280
6-5	画像の幾何学的変換	282
6-5-1	画像の幾何学的変換	282
6-5-2	画像の再標本化と補間	282
6-5-3	再標本化時のアンチエイリアシング	284
6-6	画像の編集	286
6-6-1	画像間演算	286
6-6-2	画像のセグメンテーション	288
6-6-3	イメージモザイク	290
6-6-4	自然な画像サイズ変更	292
6-6-5	接続が自然な画像合成	292
6-6-6	画像の領域補完	293
6-6-7	画像からのテキストチャ合成	294
6-7	補足説明	295
6-7-1	補足説明/画像ファイル形式一覧	295

7

視覚に訴えるグラフィックス

7-1	コンピュータショナルフォトグラフィ	298
7-1-1	カメラの基礎—露出	298
7-1-2	カメラの基礎—フォーカス	300
7-1-3	コンピュータショナルフォトグラフィの考え方	302
7-1-4	光線の記録とその利用	302
7-1-5	符号化撮像	306
7-2	ノンフォトリアリスティックレンダリング	309
7-2-1	NPRの概要と特徴	309
7-2-2	NPRの目的と種々の表現技法	310

7-2-3	線を入力とするNPR	313
7-2-4	2次元画像を入力とするNPR	313
7-2-5	3次元形状を入力とするNPR	316
7-2-6	形状の誇張表現	318
7-2-7	アニメーションへの対応	320
7-2-8	NPRの描画実現方法の分類	321
7-3	可視化	323
7-3-1	サイエンティフィックビジュアライゼーション	323
7-3-2	可視化処理の流れとデータマッピングの選択	324
7-3-3	3次元スカラーデータの可視化	328
7-3-4	ベクトル・テンソルデータの可視化	331
7-3-5	情報可視化	335
7-3-6	周辺技術との接点	339

8

CGシステム

8-1	CGシステム	342
8-1-1	CGシステムの応用	342
8-1-2	CGシステムの構成	346
8-1-3	コンピュータネットワーク	349
8-2	CG用ソフトウェア	350
8-2-1	ソフトウェアの構成	350
8-2-2	プログラム記述言語	351
8-2-3	グラフィックス用API	351
8-2-4	CGアプリケーションソフトウェア	354
8-2-5	3次元モデル記述言語・フォーマット	356
8-3	リアルタイム3次元CGシステム	358
8-3-1	並列処理	358
8-3-2	3次元CGハードウェアの変遷	359
8-3-3	3次元CGハードウェア上での処理の流れ	360
8-3-4	GPUを利用したCG処理	362
8-3-5	CGハードウェアの性能評価	363
8-4	3次元データ入力装置	364
8-4-1	3次元ディジタイザ	364
8-4-2	モーションキャプチャ装置	365
8-4-3	3次元座標入力装置／フォースディスプレイ	367
8-4-4	関節角入力装置	368
8-5	3次元データ出力装置	369
8-5-1	メガネ方式両眼立体視	369
8-5-2	メガネなし方式裸眼立体視	370

8-5-3	ヘッドマウントディスプレイ	371
8-5-4	3次元ディスプレイのための映像フォーマット	371
8-5-5	ホログラフィ	372
8-5-6	ボリュームディスプレイ	372
8-5-7	切削加工装置	373
8-5-8	3Dプリンタ	373
8-6	記録メディア	375
8-6-1	画像記録メディア	375

appendix

a-1	知覚	378
a-1-1	眼の構造と視野	378
a-1-2	色の見え	380
a-1-3	形の見え	385
a-1-4	大きさの恒常性	391
a-1-5	動きの見え	391
a-1-6	見えの3次元性	393
a-1-7	視線の動き	397
a-2	知的財産権	399
a-2-1	知的財産権の概要	399
a-2-2	著作物利用のルールと権利処理の流れ	400
a-2-3	著作権侵害	407
a-2-4	©（マルシー）マークによる著作権表示	410
a-3	CGの歴史	411
a-3-1	1940年代～1960年代—CGの誕生	411
a-3-2	1970年代前半—CG技術の実用化に向かって	414
a-3-3	1970年代後半～1980年代 —グラフィックス製品の確立と実用化	416
a-3-4	1990年代～現在—CGの産業応用	418
	参考文献・参照文献	425
	index	432