

1

デジタルカメラモデル

1-1	ビジュアル情報処理とデジタルカメラモデル	008
1-1-1	ビジュアル情報処理	008
1-1-2	デジタルカメラモデル	009
1-2	座標系とモデリング	013
1-2-1	座標系	013
1-2-2	モデリング	014
1-3	ビジュアル情報処理の幾何学的モデル	016
1-3-1	幾何学的変換の必要性	016
1-3-2	2次元図形の基本変換	016
1-3-3	合成変換とアフィン変換	019
1-3-4	投影変換	021
1-3-5	いろいろな座標系と変換	026
1-3-6	投影図の生成と解釈	028
1-4	ビジュアル情報処理の光学的モデル	029
1-4-1	光と色	029
1-4-2	ビジュアル情報処理の光学的モデル	031
1-5	デジタル画像	033
1-5-1	画像の標本化と量子化	033
1-5-2	デジタル画像	033
1-5-3	いろいろな画像	034
1-5-4	階調と解像度	034
1-5-5	ラスタ化による図形の描画	036
1-5-6	エイリアシングとアンチエイリアシング	037
1-6	画像処理の分類と役割	039
1-6-1	画像を加工し出力する処理	039
1-6-2	画像から情報を抽出する処理	041
1-6-3	伝送・蓄積のための処理	043
1-7	補足説明	044
1-7-1	補足説明／カメラの基礎知識	044
1-7-2	補足説明／ビジュアル情報処理で 用いられる単位	046

2

モデリング

2-1	形状モデル	048
2-1-1	ワイヤフレームモデル	048
2-1-2	サーフェスモデル	048
2-1-3	ソリッドモデル	049
2-1-4	形状モデルと表示	049
2-2	ソリッドモデルの形状表現	050
2-2-1	CSG表現	050
2-2-2	境界表現	051
2-2-3	スイープ表現	052
2-3	曲線・曲面	053
2-3-1	曲線の表現形式	053
2-3-2	2次曲線	055

2-3-3	パラメトリック曲線	056
2-3-4	パラメトリック曲面	058
2-3-5	レンダリングにおける曲面の扱い	059
補足説明	描画ソフトウェアで用いられる3次ベジェ曲線	060
2-4	ポリゴン曲面の表現	061
2-4-1	ポリゴン曲面	061
2-4-2	細分割曲面	062
2-4-3	詳細度制御	062
2-4-4	平滑化処理	063
2-4-5	パラメータ化	064
2-4-6	電子透かし	065
2-4-7	形状検索	065
2-5	そのほかの形状生成手法	067
2-5-1	ボクセル	067
2-5-2	八分木	067
2-5-3	メタボール	068
2-5-4	陰関数表現	069
2-5-5	フラクタル	071

3

レンダリング

3-1	レンダリングの処理過程	074
3-1-1	レンダリングを構成する処理	074
3-2	隠面消去	075
3-2-1	バックフェースカリング	075
3-2-2	奥行きソート法	075
3-2-3	スキャンライン法	076
3-2-4	Zバッファ法	077
3-2-5	レイトレーシング法	078
3-3	シェーディング	079
3-3-1	シェーディングと影付け	079
3-3-2	シェーディングの要素	079
3-3-3	シェーディングモデル	080
3-3-4	環境光	080
3-3-5	拡散反射	081
3-3-6	鏡面反射	082
3-3-7	完全鏡面反射・透過・屈折	083
3-3-8	散乱・減衰現象の表示	084
3-3-9	スムーズシェーディング	084
3-4	影付け	086
3-4-1	本影と半影	086
3-4-2	影の計算法	086
3-5	マッピング	088
3-5-1	マッピングの概要	088
3-5-2	テクスチャマッピング	088
3-5-3	バンプマッピング	089
3-5-4	環境マッピング	089
3-5-5	ソリッドテクスチャリング	090

3-6	イメージバーストレンダリング	091
3-6-1	イメージバーストレンダリングの概要	091
3-6-2	テクスチャマッピングアプローチ	091
3-6-3	画像再投影アプローチ	092
3-6-4	パノラマ画像アプローチ	093
3-6-5	ビューモーフィングアプローチ	093
3-6-6	レイデータベースアプローチ	094
3-6-7	イメージバーストライティング	095
3-7	大域照明計算	096
3-7-1	ラジオシティ法	096
3-7-2	フォトンマッピング法	097
3-8	ボリュームレンダリング	098
3-8-1	ボリュームビジュアライゼーション	098
3-8-2	ボリュームレンダリング	098
3-9	ノンフォトリアリスティックレンダリング	100
3-9-1	NPRの概要と特徴	100
3-9-2	2次元画像を入力とするNPR	101
3-9-3	3次元形状を入力とするNPR	102

4 アニメーション

4-1	CGアニメーションの構成	104
4-1-1	アニメーションとは	104
4-1-2	仮現運動とアニメーションの表現	104
4-1-3	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	106
4-1-4	カメラワーク	107
4-2	キーフレームアニメーション	110
4-2-1	キーフレーム法とスケルトン法	110
4-2-2	キーフレームの補間	111
4-2-3	形状変形アニメーション	112
4-3	手続き型アニメーション	114
4-3-1	進化・成長のアニメーション	114
4-3-2	自然現象のアニメーション	115
4-3-3	パーティクルとその応用	116
4-3-4	AIを利用したアニメーション	116
4-4	キャラクターのアニメーション	117
4-4-1	フォワードキネマティクス	117
4-4-2	インバースキネマティクス	118
4-4-3	パスアニメーション	118
4-4-4	モーションキャプチャデータによるアニメーション	119
4-4-5	筋肉変形アニメーション	120
4-4-6	表情のアニメーション	120
4-4-7	布地のアニメーション	121
4-4-8	髪の毛のアニメーション	122
4-4-9	群集(フロック)アニメーション	123
4-5	物理ベースアニメーション	124
4-5-1	剛体の物理シミュレーション	124

4-5-2	弾性体の物理シミュレーション	125
4-5-3	衝突判定	125
4-6	リアルタイムアニメーションと実写映像との合成	127
4-6-1	リアルタイムアニメーション	127
4-6-2	ゲーム物理	128
4-6-3	実写映像との合成	129

5 画像の濃淡変換とフィルタリング処理

5-1	画像の性質を表す諸量	132
5-1-1	ヒストグラム	132
5-1-2	画像の統計量	134
5-2	画素ごとの濃淡変換	135
5-2-1	トーンカーブ	135
5-2-2	折れ線型のトーンカーブ	136
5-2-3	ガンマ補正	137
5-2-4	S字トーンカーブ	138
5-2-5	ヒストグラム平坦化	139
5-2-6	濃淡の反転	140
5-2-7	ポストリゼーションと2値化	140
5-2-8	ソラリゼーション	141
5-2-9	カラー画像の変換	142
5-2-10	擬似カラー	143
5-2-11	色相、彩度、明度の変換	144
5-3	領域に基づく濃淡変換(空間フィルタリング)	145
5-3-1	空間フィルタリング	145
5-3-2	平滑化	146
5-3-3	エッジ抽出	148
5-3-4	鮮鋭化	151
補足説明	画像の空間周波数と周波数フィルタリング	152
5-4	そのほかの処理	154
5-4-1	画像構成要素の置き換え	154
5-4-2	画像間演算	157
5-4-3	マスク処理	159

6 画像の解析

6-1	2値画像処理	162
6-1-1	2値化	162
6-1-2	連結性	163
6-1-3	輪郭追跡	164
6-1-4	収縮・膨張処理	165
6-1-5	形状特徴パラメータ	166
6-1-6	距離	167
6-1-7	細線化と特徴点	168
6-2	領域分割処理	169
6-2-1	隣接画素の統合による領域分割処理	169

6-2-2	ミーンシフトによる隣接画素の統合	170
6-2-3	グラフを用いた領域分割処理	171
6-2-4	領域分割処理の応用	172
6-3	動画画像処理	173
6-3-1	移動物体の検出	173
6-3-2	移動物体の追跡	175
6-3-3	その他の動画画像処理	176

7 パターン・特徴の検出とパターン認識

7-1	特徴点による画像間のマッチング	180
7-1-1	特徴点による2つの画像間の対応付け	180
7-1-2	特徴点検出	181
7-1-3	スケールと回転に不変な特徴量	182
7-1-4	対応点探索	182
7-2	図形の検出	183
7-2-1	直線の検出	183
7-2-2	円の検出	185
7-3	パターンの検出	186
7-3-1	テンプレートマッチング	186
7-3-2	相違度の計算	186
7-4	パターン認識	188
7-4-1	パターン認識の流れ	188
7-4-2	画像からの特徴抽出	188
7-4-3	プロトタイプ法による識別	189
7-4-4	教師あり学習	190
7-4-5	教師あり2クラス識別	190
7-4-6	教師あり多クラス識別	192
7-5	ニューラルネットと深層学習	194
7-5-1	ニューラルネットワーク	194
7-5-2	深層学習とたたみ込みネットワーク	195

8 シーンの復元

8-1	画像と空間の幾何学的関係と3次元復元	198
8-1-1	画像上の位置と空間の位置	198
8-1-2	ステレオビジョン	199
8-1-3	アクティブステレオ	202
8-1-4	未知のカメラを用いた3次元復元	204
8-2	光学的なシーン復元	206
8-2-1	インバースレンダリング	206
8-2-2	反射特性	206
8-2-3	反射成分の分離	208
8-2-4	形状の復元	209
8-2-5	反射特性の復元	210
8-2-6	照明環境の復元	211

9 ビジュアル情報処理システム

9-1	CGと画像処理の融合	214
9-1-1	CGにおける画像処理の利用効果	214
9-1-2	コンピュータショナルフォトグラフィ	215
9-2	ビジュアル情報処理用システム	216
9-2-1	システムの応用	216
9-2-2	ビジュアル情報処理システムの構成	220
9-2-3	コンピュータネットワーク	222
9-3	ビジュアル情報処理用ソフトウェア	224
9-3-1	ソフトウェアの構成	224
9-3-2	プログラミング言語	225
9-3-3	ビジュアル情報処理用APIとシェーダプログラミング言語	225
9-3-4	ビジュアル情報処理用アプリケーションソフトウェア	226
9-3-5	3次元モデル記述言語・フォーマット	228
9-4	リアルタイム3次元CGシステム	229
9-4-1	3次元CGハードウェア上での処理の流れ	229
9-5	入出力装置	231
9-5-1	画像入力装置	231
9-5-2	3次元データ入力装置	232
9-5-3	2次元画像出力装置	235
9-5-4	3次元データ出力装置	237
9-6	画像ファイル形式と記録方式	241
9-6-1	静止画像ファイル形式	241
9-6-2	映像信号フォーマット	242
9-6-3	動画画像ファイル形式	243
9-6-4	文書記述形式	243
9-6-5	動画画像記録メディア	244

appendix

a-1	知覚	246
a-1-1	眼の構造と視野	246
a-1-2	色と光	247
a-1-3	形の見え	248
a-1-4	動きの見え	251
a-1-5	奥行き知覚	252
a-2	知的財産権と情報セキュリティ	254
a-2-1	知的財産権の概要	254
a-2-2	情報セキュリティ	259
a-3	ビジュアル情報処理の歴史と応用	261
a-3-1	CGと画像処理技術の発展	261
a-3-2	ビジュアル情報処理を構成する主要な技術	262
a-3-3	産業への応用	268

参考図書	275
------	-----

index	276
-------	-----