

# ＜ 医用画像位置合わせの基礎 目次＞

<b>第 1 章 画像位置合わせの前処理 (フィルタ処理)</b> .....	<b>3</b>
第 1 節 画像の平滑化処理 .....	3
(1) 空間フィルタによる平滑化・3	
(2) 周波数空間での平滑化・5	
(3) メディアンフィルタによる平滑化・7	
第 2 節 画像の尖鋭化処理 .....	9
(1) 空間フィルタによる尖鋭化・9	
(2) 周波数空間での尖鋭化・11	
(3) デコンボリューション・11	
第 3 節 第 1 章で使用したプログラム .....	15
プログラム.....	25
<b>第 2 章 画像位置合わせの前処理 (セグメンテーション)</b> .....	<b>55</b>
第 1 節 画像の閾値処理 .....	55
(1) 2 値化・55	
(2) 膨張と収縮・56	
(3) 境界線追跡・59	
(4) 連結処理とラベリング・59	
第 2 節 境界線検出 .....	62
(1) 微分フィルタ・62	
(2) ラプラシアンフィルタ・63	
第 3 節 第 2 章で使用したプログラム .....	64
プログラム.....	69
<b>第 3 章 画像の位置合わせ</b> .....	<b>85</b>
第 1 節 相互相関関数 .....	85
(1) ベクトルの内積・85	
(2) 相互相関関数・88	
第 2 節 画像の自己相関関数と相互相関関数 .....	90
第 3 節 原画像と回転および平行移動を生じた観測画像との相互相関関数 .....	94
第 4 節 フーリエ位相相関法による画像位置合わせ .....	95
第 5 節 第 3 章で使用したプログラム .....	100
プログラム.....	105

**第 4 章 画像の相互情報量 ..... 123**

第 1 節 1 次元ヒストグラムと 2 次元ヒストグラム ..... 123  
    (1) 1 次元ヒストグラム・123  
    (2) 2 次元ヒストグラム・125  
第 2 節 相互情報量 ..... 126  
    (1) 情報量・126  
    (2) 平均情報量 (エントロピー)・127  
    (3) 条件付き平均情報量・128  
    (4) 相互情報量 (mutual information)・129  
第 3 節 相互情報量の画像への応用 ..... 131  
第 4 節 画像の平行移動と回転移動による相互情報量の変化 ..... 132  
第 5 節 第 4 章で使用したプログラム ..... 133  
プログラム ..... 137

**第 5 章 相互情報量による 2 次元画像の位置合わせ ..... 147**

第 1 節 相互情報量と画像の位置関係 ..... 147  
第 2 節 シンプレックス法 ..... 149  
第 3 節 シンプレックス法を用いた画像の位置合わせ ..... 151  
第 4 節 異種画像間の位置合わせ ..... 152  
第 5 節 第 5 章で使用したプログラム ..... 156  
プログラム ..... 160

**第 6 章 ベクトル表現と画像変換 ..... 177**

第 1 節 平行移動と回転のベクトル表現と画像変換 ..... 177  
    (1) 平行移動・177  
    (2) 回転移動・177  
    (3) 平行移動と回転移動の組み合わせ・179  
第 2 節 拡大と縮小のベクトル表現と画像変換 ..... 180  
    (1) 拡大と縮小・180  
    (2) 平行, 回転移動との組み合わせ・182  
    (3) ベクトル表現の一般化と画像変換・182  
第 3 節 第 6 章で使用したプログラム ..... 185  
プログラム ..... 191

<b>第 7 章</b>	<b>ベクトル表現を利用した逆変換</b>	<b>205</b>
第 1 節	ベクトル表現からの逆変換	205
(1)	粗いサンプリングの変換ベクトル	205
(2)	最近傍補間	205
(3)	線形補間	206
(4)	3 次多項式補間	207
第 2 節	ベクトル表現からの逆変換の検証	208
(1)	平行移動	209
(2)	回転移動	210
(3)	拡大と縮小	212
第 3 節	非線型変換と逆変換	214
第 4 節	第 7 章で使用了たプログラム	215
プログラム		218
<b>第 8 章</b>	<b>不等間隔な点からの変換</b>	<b>227</b>
第 1 節	不等間隔な点からの 1 次元補間	227
(1)	最近傍補間	227
(2)	線形補間	227
(3)	3 次多項式補間	228
第 2 節	不等間隔な点からの 2 次元補間	229
(1)	ボロノイ図における空間分割	229
(2)	ボロノイ図を利用した最近傍補間	229
(3)	ドロネー図における空間分割	230
(4)	ドロネー図を利用した線形補間	230
第 3 節	変換ベクトルへの応用	232
第 4 節	第 8 章で使用了たプログラム	236
プログラム		240
<b>第 9 章</b>	<b>解像度変換</b>	<b>259</b>
第 1 節	リサンプリング	259
(1)	線形解像度変換	259
(2)	3 次多項式解像度変換	260
第 2 節	ウェーブレット変換	263
(1)	連続ウェーブレット変換	263
(2)	離散ウェーブレット変換	263
(3)	多重解像度解析	266

第 3 節 第 9 章で使用したプログラム .....	270
プログラム.....	273
<b>第 10 章 マルチグリッドレジストレーション.....</b>	<b>283</b>
第 1 節 マルチグリッドへの変換 .....	283
第 2 節 解像度を下げた剛体レジストレーション .....	283
第 3 節 変換ベクトルの算出と位置合わせ .....	285
第 4 節 非剛体レジストレーションの例 .....	289
第 5 節 第 10 章で使用したプログラム .....	292
プログラム.....	295
<b>第 11 章 実験画像の作成.....</b>	<b>319</b>
第 1 節 Brain Web から 3 次元データのダウンロード (T2WI, T1WI, PWI 編) ...	319
第 2 節 Brain Web から 3 次元データのダウンロード (組織画像編).....	322
第 3 節 3 次元データから 2 次元画像の作成 (T2WI, T1WI, PWI 編).....	323
(1) File format : raw byte (unsigned) · 323	
(2) File format : raw short (12 bit) · 326	
第 4 節 3 次元データから 2 次元画像の作成 (組織画像編) .....	327
(1) Discrete Model のデータを使用した緩和時間画像, プロトン密度画像の作成 · 328	
(2) Fuzzy Model のデータを使用した緩和時間画像, プロトン密度画像の作成 · 332	
第 5 節 Image J を用いた 3 次元データの画像表示法 .....	333
(1) 3 次元画像の表示 · 333	
(2) 2 次元画像の表示 · 336	
第 6 節 MRI の画像処理例 .....	336
(1) 緩和現象とコントラスト · 337	
(2) 解析的な解による緩和画像 · 338	
(3) 数値積分による緩和画像 · 339	
(4) フィルタ補正逆投影法 (FBP 法) による再構成画像 · 344	
(5) MR 画像から PET 模擬画像の作成 · 346	

## 第 12 章 医用画像位置合わせの実習…………… 349

第 1 節	相互相関法 - 2 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	350
第 2 節	相互相関法 - 2 次元画像 (Simplex 法) ……………	350
第 3 節	相互相関法 - 3 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	352
第 4 節	相互相関法 - 3 次元画像 (Simplex 法) ……………	352
第 5 節	フーリエ位相相関法 - 2 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	354
第 6 節	フーリエ位相相関法 - 2 次元画像 (Simplex 法) ……………	354
第 7 節	フーリエ位相相関法 - 3 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	356
第 8 節	フーリエ位相相関法 - 3 次元画像 (Simplex 法) ……………	356
第 9 節	相互情報量 - 2 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	358
第 10 節	相互情報量 - 2 次元画像 (Simplex 法) ……………	358
第 11 節	相互情報量 - 3 次元画像 (1 パラメータごと) ……………	360
第 12 節	相互情報量 - 3 次元画像 (Simplex 法) ……………	361
第 13 節	相互相関法のトレース ……………	362
第 14 節	フーリエ位相相関法のトレース ……………	363
第 15 節	相互情報量のトレース ……………	365
	プログラム……………	367

## 〈付 録〉 医用画像位置合わせの過程を視覚化する Fusion viewer の概要…………… 377

1. 評価指標……………	377
2. 画像位置合わせアルゴリズム……………	378
3. C# による開発……………	378
4. Fusion viewer の使用法……………	380

引用・参考文献・382

索引・385

著者略歴・388