

DB01647  
2000  
(HG)

診断支援のための  
デジタルX線画像処理に関する研究

システム情報工学研究科  
筑波大学

2000年5月

辻井 修

| 寄 | 贈  |
|---|----|
| 辻 | 平成 |
| 井 | 年  |
| 修 | 月  |
| 氏 | 日  |

01003502

|  |    |
|--|----|
| 1. 序論                                    | 1  |
| 1. 1. 研究の背景                              | 1  |
| 1. 2. 研究の目的                              | 2  |
| 1. 3. 論文の構成と概要                           | 3  |
| 2. 医療用デジタル X 線画像装置と画像処理                  | 7  |
| 2. 1. 医療用 X 線画像のデジタル化技術                  | 7  |
| 2. 1. 1. フィルムデジタルイザ技術                    | 8  |
| 2. 1. 2. フラットパネルを使用した DIRECT RADIOGRAPHY | 9  |
| 2. 2. 医療用デジタル X 線画像装置の画像処理               | 10 |
| 2. 2. 1. 医療用デジタル X 線画像装置の前処理             | 12 |
| (A) オフセット補正                              | 12 |
| (B) LOG 変換                               | 13 |
| (C) ゲイン補正                                | 14 |
| (D) 欠陥補正                                 | 14 |
| 2. 2. 2. 医療用デジタル X 線画像装置の QA 処理          | 15 |
| (A) 照射野絞りの有無の判定                          | 15 |
| (B) 照射野認識                                | 15 |
| (C) 画像解析 (画像処理パラメータの決定)                  | 16 |
| (D) ダイナミックレンジ圧縮処理 (DRC)                  | 16 |
| (E) 周波数強調処理                              | 18 |
| (F) 階調処理                                 | 18 |
| 2. 3. DR 装置がもたらす波及効果                     | 18 |
| 2. 4. まとめ                                | 21 |
| 3. マンモグラムにおける診断支援                        | 22 |
| 3. 1. 診断支援の背景                            | 22 |
| 3. 2. 微小石灰化の良性・悪性分類の診断支援                 | 24 |
| 3. 2. 1. マンモグラム画像データベース                  | 24 |
| 3. 2. 2. 前処理                             | 25 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3. 2. 3. | 特徴量の抽出  | 27 |
| 3. 2. 4. | KL 特徴量平面  | 28 |
| 3. 2. 5. | RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK (RBF-NN) の基礎 | 32 |
| 3. 2. 6. | RBF-NN の応用  | 34 |
| 3. 2. 7. | TREND-ORIENTED RBF-NN (TRBF-NN)                   | 36 |
| 3. 3.    | 結果  | 36 |
| 3. 3. 1. | TRBF-NN を使用した特徴量平面の比較                             | 38 |
| 3. 3. 2. | ニューラルネットワークモデルの比較                                 | 41 |
| 3. 3. 3. | 正規化(REGULARIZATION)パラメータ $\lambda$ の検討            | 42 |
| 3. 3. 4. | ニューロン数に関するパフォーマンスの比較                              | 44 |
| 3. 4.    | 考察  | 44 |
| 3. 4. 1. | 使用した画像データベースの分析                                   | 46 |
| 3. 4. 2. | 提案したシステムと放射線医のパフォーマンスの比較                          | 47 |
| 3. 4. 3. | 放射線医の分類基準の解析                                      | 48 |
| 4.       | 胸部 X 線画像における画像再生                                  | 52 |
| 4. 1.    | 解剖学的特徴量を使用した胸部画像のセグメンテーション                        | 52 |
| 4. 1. 1. | 解剖学的特徴量を使用したセグメンテーション                             | 55 |
| (A)      | 胸部画像データベース  | 56 |
| (B)      | 解剖学的相対アドレスの抽出                                     | 56 |
| (C)      | 相対濃度の抽出   | 61 |
| (D)      | ヒストグラム平滑化エントロピーの抽出                                | 62 |
| (E)      | 適応型ハイブリッドニューラルネットワーク (ASH-NN)                     | 64 |
| (F)      | ASH-NN 出力画像の 2 値化                                 | 67 |
| 4. 1. 2. | 結果  | 68 |
| (A)      | ASH-NN 出力の評価                                      | 68 |
| (B)      | 2 値化処理の評価   | 70 |
| 4. 1. 3. | 考察  | 72 |
| 4. 2.    | プロファイルベースの胸部画像のセグメンテーション                          | 75 |
| 4. 2. 1. | プロファイルベースのセグメンテーション                               | 75 |
| (A)      | 胸部画像データベース  | 76 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| (B) 画像からプロファイルへの分解                    | 76  |
| (C) 1次元コンボリューション型ニューラルネットワーク (CNN)    | 77  |
| (D) CNN出力画像の後処理                       | 79  |
| (E) パフォーマンスの評価方法                      | 80  |
| 4. 2. 2. 結果                           | 80  |
| 4. 2. 3. 考察                           | 86  |
| 4. 3. 解剖学的領域情報を利用した画像再生               | 88  |
| 4. 3. 1. 解剖学的領域情報を利用した画像再生アルゴリズム      | 91  |
| (A) 胸部画像データベース                        | 91  |
| (B) 解剖学的領域の定義                         | 92  |
| (C) 解剖学的領域情報を利用したヒストグラム平滑化処理 (AHEQ)   | 93  |
| (D) 解剖学的領域情報を利用したダイナミックレンジ圧縮処理 (ADRC) | 94  |
| (1) ワーピングラインの抽出                       | 96  |
| (2) ワーピングアングルの抽出                      | 97  |
| (3) ワーピングラインとワーピングアングルの評価             | 99  |
| (E) AHEQ と ADRC の組合せ処理                | 100 |
| (F) 評価手法                              | 101 |
| 4. 3. 2. 結果                           | 102 |
| 4. 3. 3. 考察                           | 108 |
| 5. 結論                                 | 111 |
| <hr/>                                 |     |
| 謝辞                                    | 115 |
| 本研究に対する業績                             | 116 |
| 参考文献                                  | 118 |