



論文の内容の要旨および論文審査の結果の要旨


学位申請者氏名：光山 訓 学位の種類：博士（保健福祉学）

学位記番号：博（健）乙第14号 学位授与年月日：令和2年3月4日

指導教員名：高崎健康福祉大学教授 松尾 仁司 

審査委員：主査 高崎健康福祉大学教授 東福寺 幾夫 

副査 高崎健康福祉大学教授 小澤 澗司 

副査 高崎健康福祉大学教授 上原 徹 

【論文題目】

《医療検査を効率化するための画像処理・認識技術の研究》

Studies on image processing and recognition to improve efficiency of clinical examination

【論文の内容の要旨】

本論文は、大きく2つの画像処理・画像認識に関わる研究により構成されている。

第1の研究は、尿沈渣検査を効率化する画像認識技術の開発と高精度化のための改良である。

尿沈渣検査には疾患の有無を判定するためのスクリーニングと、疾患の鑑別という2種類の役割がある。

スクリーニングに関しては、赤血球、白血球、扁平上皮の3種類を高精度に自動分類するため、以下の画像処理および画像認識の手法を開発した。

様々な色調を持つ対象領域を正確に抽出可能な領域分割方法を提案した。本手法は、画像の濃度値を用いて局所領域内の濃度差分値の大きい領域を対象領域として領域分割することで領域分割精度91%を達成した。さらに、複数の小規模なニューラルネットワーク（Neural Network; NN）を階層的に組み合わせることにより、分類精度が約25%向上した。これらを装置に実装して評価した結果、赤血球、白血球、扁平上皮細胞の分類精度は88%以上であり、定性検査との併用によりスクリーニング検査を自動化可能であるとの結論を得た。

スクリーニングの結果疾患の疑われる検体に関しては、技師が粒子画像を確認する必要がある。そこで確認が必要な画像と不要な画像の自動選別を可能とするため以下の改良を行った。装置測定による結果と技師検査による結果との一致率を評価し、99%以上の高い一致率が得られたシュウ酸カルシウム結晶、精子、酵母の3項目を自動分類項目に追加した。また、血球の偽陽性を生じる要因について分析し、①結晶、②酵母、③ビリルビン粒子、が一定濃度以上の検体を血球偽陽性検体として検出する方式を提案した。さらに、NNにより赤血球を正常赤血球、リング状赤血球、その他の変形赤血球に分類し、各赤血球の期待個数に基づき変形赤血球検体を検出する方式を提案した。これらの改良を装置に実装し評価した結果、目視確認が必要な画像数を26%削減できる見通しを得た。

これらに加え、形状や色調等の検体依存の沈渣成分の傾向を反映し、検体ごとに NN を最適化し、非典型的対象の分類を可能とするフィードバック学習型 NN を提案した。以上の改良により 90%以上の分類精度を達成した。

以上の改良の結果はすべて検査装置に実装され、尿沈渣検査における分類精度向上と目視分類作業の効率化を達成した。

第 2 の研究は、対象物の画質や位置が異なる複数枚の画像を処理する必要がある OIS (Optical Imaging of Intrinsic Signals) 用画像処理技術の開発である。

これは同一対象物に関する、撮像条件、タイミングに起因する画像の多様性への対処が課題となる。OIS では 1 セットの実験において複数波長の時系列画像を複数回撮影し、全画像を重ね合わせて脳内ヘモグロビンが変化する領域を特定し、時系列変化を定量化するため、高速かつ高精度な画像位置ずれ補正処理方法を開発した。提案手法の適用により 2 ピクセル以上のずれ画像を 0%にまで削減し、誤差の平均値は従来法では 1.75 ピクセルであったが、提案手法の適用により半分以下の 0.689 ピクセルまで低減し、提案手法の有効性を確認した。

【論文審査の結果の要旨】

学位申請者は、日立製作所中央研究所において医療機器や医療情報システムの研究開発に従事し、数多くの論文を執筆した特許を取得してきた。現在は、同社社会イノベーション専業推進本部で医療ビッグデータの利用に関する研究開発を推進しており、医療 ICT 領域で活躍する人材である。

博士論文審査会は、令和 2 年 2 月 5 日に開催した。

まず、光山氏が 30 分の博士論文の要旨についてプレゼンテーションを行い、3 名の審査委員との間で約 1 時間にわたり活発な質疑応答および議論を行った。

尿沈渣は泌尿器系の疾病診断には欠かせない極めてポピュラーな検査法であるが、保険点数は 27 点という安価な検査である。本研究は尿沈渣検査の効率化に寄与するものであるがゆえに、装置が高価になっては医療現場への導入ができないという制約がある。また、従来は検査技師の肉眼顕微鏡観察のため、検査者によるばらつきや再現性などが課題とされていた。申請者はこのような尿沈渣検査を自動化し検査の効率化と検査者のばらつきをも少なくするため画像処理及び NN を用いた画像認識技術を開発した。大量処理を実現するため、検体の遠心分離処理の不要なフローセル法により画像を取得し、その画像を処理することで 17 の特徴量を抽出する。それらの特徴量を 3 層構造の NN を用いて画像認識する技術を開発した。さらに、画像認識の精度を高めるため、NN の多階層化や色空間での回転による色情報を利用した画像処理など、高い独自性が示された。

審査会では、それぞれの技術内容について詳細な説明を受け、審査委員からも説明内容のより細部に関わる質問が寄せられ、それらの内容につき、申請者と討論が行われた。また、開発の成果は装置に製品として実装され、その装置を用いた場合の業務フローの変化および装置の検査成績および効率化の効果判定についても臨床現場でのデータをもとに説明がなされた。これらの説明および質疑討論の結果から、申請者の研究成果が十分な応用性を持つことが確認された。

【学力の確認の結果の要旨】

研究の独自性については、添付論文および論文リストさらには特許からも確認することができた。当該研究に関する申請者が筆頭著者となる原著論文および外国語論文も提示されており、また、質疑応答も的確なものであったことから申請者は博士課程を修了した者と同等以上の学力を有するものと判断した。

以上の結果より、本論文は博士（保健福祉学）の学位授与に値するものであるとの結論に至った。