

氏 名	胡 尔重
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 7717 号
学位授与年月日	平成 28 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科
学位論文題目	Study on Anomaly Image Detection for Capsule Endoscopy Diagnosis Support (カプセル内視鏡診断支援のための異常画像検出に関する研究)
主 査	筑波大学 教授 (連携大学院) 博士 (工学) 村川 正宏 (産業技術総合研究所)
副 査	筑波大学 教授 工学博士 水谷 孝一
副 査	筑波大学 教授 (連携大学院) 博士 (工学) 坂無 英徳 (産業技術総合研究所)
副 査	産業技術総合研究所 副研究部 博士 (工学) 鎮西 清行 門長
副 査	筑波大学 教授 (連携大学院) 博士 (工学) 喜多 泰代 (産業技術総合研究所)

論 文 の 要 旨

本論文では、カプセル内視鏡の診断支援を目的として、異常画像を自動的に検出する手法について提案している。提案手法は、2段階の異常画像検出を行うことを特徴としており、一段階目では、正常な小腸の腸壁や管腔画像を学習することで、そこから逸脱した画像を異常として検出する手法を考案した。これにより、正常な画像を集めさえすれば、事前に想定しない病変画像があったとしても異常としてスクリーニングできるようになる。また本手法では、異常画像の検出精度を高めるために、前処理として小腸画像に特化した色空間変換も提案しており、腫瘍等の赤色の微妙な差異を強調することで検出精度が向上することを比較実験で示した。

二段階目では、一段階目で正常として判断された画像に対して、さらに異常の見逃しがないかを検査する処理を行う。一段階目の実験の結果、見逃しが発生しやすいのは、微小な病変や境界が不明確な病変部位が多いことがわかり、これに対応するために、新たに LCE-HLAC と呼ぶ画像からの特徴抽出手法を考案した。この特徴量を用いることで、出血と腫瘍の画像に関して、一段階目で見落とされた画像のうち7～8割程度をさらに検出することができ、2段階トータルの検出率として、出血画像において 99.8%、腫瘍画像において 93.2%を達成している。

審 査 の 要 旨

【批評】

カプセル内視鏡は、これまで暗黒の臓器といわれていた小腸への検査を可能にするデバイスであり、患者にとっては福音である一方、それを診断する側の医師にとっては、大量に撮りためられる画像を逐一観察する必要がある。5万枚にも及ぶ画像を集中力を持続して診断しなければならず、医師には大きな負担であり診断効率の低下や見逃しの増加が懸念されている。本論文はこの問題に対する解決策の一つを提示するものであり、実用が望まれている技術である。

提案手法は機械学習に基づく画像認識を活用しているが、本認識対象においては、撮りためられる画像の性質（正常か異常か）に大きな偏りがあるのが基本的な性質としてある。つまり、病変画像は正常な画像と比べてなかなか収集することができない。本論文では、この問題を正常画像のみの統計的性質を一段階目で用いることで解決しようとした。実験の結果、正常な腸壁や管腔の画像を学習するだけで、出血、腫瘍、残渣などの複数種類の画像を検出することができている。さらに二段階目では、特に見落としが起りやすい病変画像に対して、正常画像との微妙な違いを検出するために新たな特徴抽出手法を考案しそれを非線形識別器で学習させており、合理的な構成といえる。28人の患者からの画像データを用いた検証実験の結果、2段階トータルでの高い異常検出率を達成している。

ただし、実用化までにまだなにが不足しているのか、考察をより充実させるとよかった。たとえば、本実験の結果は異常検出率100%ではなく、残り僅かな見逃しについてどのように考えるのか、またこの開発した異常検出手法をどのようにシステム化して診断支援につなげられるかなど、今後についての展望を描ければ内容を一層充実できたものと思われる。

【最終試験の結果】

平成28年2月4日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。