

氏名（本籍）	横 山 龍二郎（長野県）
学位の種類	博 士（再生医科学）
学位授与番号	甲第 717 号
学位授与日付	平成 19 年 3 月 25 日
学位授与要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	脳 MR 画像におけるラクナ梗塞領域の自動検出法に関する研究
審査委員	（主査）教授 藤 田 廣 志 （副査）教授 星 博 昭 教授 岩 間 亨

## 論文内容の要旨

### 研究背景・目的

近年の MRI (magnetic resonance imaging) 装置の普及とともに、脳卒中の予防を目的とした脳ドックが広く行われている。脳ドックにおいて対象となる主な疾患は、未破裂動脈瘤、頭蓋内血管狭窄、無症候性脳梗塞 (lacuna infarction: 以下、ラクナ梗塞)、大脳白質病変、痴呆などがあり、これらを早期に発見し、脳梗塞やくも膜下出血を予防することが脳ドックの大きな目標となっている。これに加えて、最近ではラクナ梗塞や大脳白質病変の有無から、原因と考えられる生活習慣を改善して一次予防を図るとともに、その後の脳卒中の発生を防止することも脳ドックの目的の一つに挙げられている。

こうした状況において、脳 MR 画像のための CAD (computer-aided diagnosis) システムの開発が望まれており、脳ドックなどにおける医師の画像診断を CAD が支援することにより、画像読影の負担軽減が期待できる。CAD はラクナ梗塞領域を定量的に検出し、その結果を医師に提示する。

本論文は、脳 MR 画像を用いた脳卒中の予防を目的とした脳 MR 画像の CAD 開発のための要素技術として、脳卒中と深い関係があるとされるラクナ梗塞領域のコンピュータ自動検出法の開発を目的とした。

### 対象・方法

考案した検出手法では、最初に T2 強調画像を用いて真陽性候補の検出を行い、その後、T1 強調画像により偽陽性候補の削除を行う。真陽性候補の検出においては、脳室などの高輝度領域の近傍に存在する候補と基底核などに孤立して存在する候補の 2 種類に分けて検出を行った。前者における検出手法はモルフォロジ技術の一つであるオープニング処理を用い、半径の異なる 2 種類の円形の構造要素から得られた画像間の差分を取ることで検出を行った (モルフォロジ法)。後者に対しては 2 値化におけるしきい値を多段階に変化させて検出を行い、最終的に複数回検出されたもののみを真陽性候補とするという手法を用いた (多段階 2 値化法)。その後、得られた全候補に対して、T1 強調画像を用いた 2 つの手法により偽陽性候補を削除した。その手法の一つは、T1 強調画像上において、候補の重心位置における輝度値とその周囲の輝度値との差が、ある値以下であれば偽陽性候補として削除するという手法 (円領域差分法) であり、もうひとつの手法は、T1 強調画像から得られた脳実質領域の位置情報を基に、ラクナ梗塞領域候補が脳実質領域外に存在していた場合には偽陽性候補として削除する手法 (脳実質辺縁削除法) を適用した。

全 100 症例 (男性 54 名、女性 46 名、平均年齢 61.1 歳) における各 832 枚の T1, T2 強調画像 (横断像) において、最初に無作為に選んだ 20 例の画像データにより、検出における各種のしきい値を調整した。その後、残りの 80 例の画像データを用いて検出性能の確認を行った。

## 結果・考察

本手法を 80 例（男性 42 名，女性 38 名，平均年齢 60.0 歳）における，各 673 枚の T2 強調横断像と T1 強調横断像に適用した結果，真陽性率は 90.1%，偽陽性数 1.7 個/画像という結果を得た。

本研究における，T1 強調画像を用いた偽陽性候補の削除処理は効率よく偽陽性候補を削除することが可能であり，脳実質の辺縁部にある偽陽性候補の約 80%（2722 個中 2177 個）を削除することができた。この手法は真陽性数を減少させることなく，脳実質周囲に存在する偽陽性候補を効率よく削除することが可能であり，本研究における特筆すべき点の一つであると考えられる。

## 結語

本研究において提案した画像認識手法により，ラクナ梗塞領域を未知画像データに対してもコンピュータで精度良く自動検出することが可能であることを示した。これにより，ラクナ梗塞領域の有無や数を客観的に医師に提示し，その読影を支援する脳MR画像のCADシステムの要素技術を開発することができたと考える。

今後は，ラクナ梗塞や脳動脈瘤の有無とその数などの画像情報，高血圧や糖尿病などの他の疾患，生化学データ，生活習慣などを総合的に判断して脳卒中の発生を定量的に予測する，より高機能な脳MRI画像のCADシステムの実現を図りたい。

## 論文審査の結果の要旨

申請者 横山 龍二郎は，脳MR画像におけるラクナ梗塞領域のコンピュータ自動検出法の研究において，精度の高い検出法を開発した。この成果はコンピュータ支援診断システムの開発において要素技術となり得る多くの新しい知見を含んでおり，知能イメージ情報学分野の発展に少なからず寄与するものと認める。

---

### [主論文公表誌]

Development of an Automated Method for the Detection of Chronic Lacunar Infarct Regions in Brain MR Images

IEICE Transactions on Information and Systems (in press).