



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

脳CTおよびMR画像における超急性期脳梗塞の診断支援に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-07-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長島, 宏幸 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/48081

氏名（本籍）	長 島 宏 幸（群馬県）
学位の種類	博 士（再生医科学）
学位授与番号	乙第 1466 号
学位授与日付	平成 25 年 3 月 19 日
学位授与要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	脳 CT および MR 画像における超急性期脳梗塞の診断支援に関する研究
審査委員	（主査）教授 石塚 達夫 （副査）教授 篠田 淳 教授 小倉 真治 教授 藤崎 和彦

論文内容の要旨

脳梗塞の超急性期での画像診断には CT 検査や MRI 検査が実施される。CT 検査の目的は、脳内出血や脳腫瘍などの除外診断および早期虚血変化の存在診断、範囲判定であるが、早期虚血変化は非常に低い低吸収域を呈するため識別しにくい。一方、MRI 検査で撮像される拡散強調画像（diffusion-weighted image : DWI）は虚血領域を明瞭に描出でき、見かけの拡散係数（apparent diffusion coefficient : ADC）画像とともに、存在診断や発症からの時期判定に利用されている。しかし、虚血領域の信号強度の程度や範囲などの画像情報は、表示条件であるウィンドウ幅（window width : WW）やウィンドウレベルの調節により大きく変化するため、存在診断や範囲判定の精度低下につながる可能性がある。

本論文では、超急性期脳梗塞の画像診断と治療適応の決定に携わる医師を支援するため、脳 CT 画像を観察する際の最適な WW の決定、脳 CT 画像上の虚血領域を自動検出するコンピュータ支援診断（computer-aided diagnosis : CAD）システムの開発、さらに、脳 DWI および ADC 画像を適正表示する自動調節システムの開発を目的とした。

【対象と方法】

まず、脳 CT 画像における超急性期脳梗塞識別のための WW の検討について述べる。ここでは、虚血領域を模擬したデジタルファントム画像を作成し、WW が低コントラスト検出能に与える影響を検討した。また、超急性期脳梗塞症例 30 例と正常症例 30 例の CT 画像を用いた観察者実験を施行し、WW の違いにおける読影精度への影響を検討した。

次に、脳 CT 画像における超急性期脳梗塞検出のための CAD システムについて述べる。本研究では、医師が脳の左右対称性を確認しながら病巣を識別することから、左右反転画像と元画像との差を求めて異常陰影を検出する対側性差分技術を適用した。第 1 部では、各症例のうち画像所見の最も顕著な 1 スライス像から虚血領域を自動検出する手法を提案する。第 2 部では、偽陽性候補の更なる除去を図るため、上・下側のスライス像を利用する特徴量解析を採用した手法を提案する。第 3 部では、撮影体位の傾きによる左右対称性の消失で出現する偽陽性候補を除去するため、等方性 CT 体積データを利用した三次元的な回転補正をアルゴリズムに加えた手法を提案する。

最後に、超急性期脳梗塞を対象とした脳 MR 画像における表示条件自動調節システムについて述べる。第 1 部では、DWI と同時に撮像される b0 画像の視床の信号強度を用いて DWI の表示条件を調節する、ASIST-Japan により考案された手法の自動化システムを構築した。第 2 部では、b0 画像の脳実質部の濃度ヒストグラムの最頻値となる画素値を用いて、DWI の表示条件を自動調節するシステムを構築した。第 3 部では、直接、DWI の表示条件を自動調節するシステムを構築し、DWI とともに画像診断に有効利用されている、ADC 画像における表示条件の自動調節システムも構築した。

【結果・考察】

まず、脳 CT 画像における超急性期脳梗塞識別のための WW の検討についての結果を示す。WW を狭めた画像表示は、画像ノイズが顕著な CT 画像における低コントラスト検出能の向上につながるということがわかった。また、臨床画像において、WW を 20 HU に設定することにより観察者間の読影能力の変動を低減でき、WW を 80 HU に設定した画像と並べて観察することで読影精度の向上が図れることがわかった。

次に、脳 CT 画像における超急性期脳梗塞検出のための CAD システムについての結果を示す。第 1 部での本システムの検出感度は 93.3 % であり、偽陽性率は 1.5 個/画像であった。また、見落とされる可能性がある約 47 % の症例に対する

検出感度は85.7%であった。第2部での本システムの特性は、初期候補の検出において高い感度を示し、抽出した特徴量を用いたルールベース法の適用により、学習用およびテスト用症例ともに偽陽性候補を約81%除去することができた。また、見落とされる可能性がある約40%の症例に対する検出感度は、学習用症例で94.3%、テスト用症例で94.7%であった。第3部での本システムの特性は、初期に検出された偽陽性候補を約96%除去することができ、60例のテスト用症例における検出感度は85.7%、偽陽性率は3.4個/症例であった。以上の結果より、対側性差分技術を用いた本CADシステムは、高い検出感度と少ない偽陽性数を達成でき、開発に未使用の未知の症例を用いても学習用症例と同様に疑わしい画像所見を明らかにすることができたことから、医師の読影における意思決定に有用である可能性が高いと考える。

最後に、超急性期脳梗塞を対象とした脳MR画像における表示条件自動調節システムについての結果を示す。第1部において、本システムにより選択された視床位置は、すべての症例で視床輪郭内に含まれており、ASIST-Japanの考案方法と本システムにより調節されたDWI間の信号強度の偏差率は、学習用症例30例において平均2.3%であった。第2部において、ASIST-Japanの考案方法と本システムにより調節されたDWIから画像コントラストに関する評価指標を算出し、60症例間の偏差を求めた結果、変動係数はそれぞれ±24.2%、±16.5%であり、視床を利用せずに症例間で信号強度や画像コントラストの類似したDWIを短時間で出力することができた。第3部において、調節されたDWIおよびADC画像の濃度ヒストグラムから症例間の相互相関値を求めた結果、既存の手動方法ではそれぞれ平均0.572、0.751であったのに対し、本自動システムでは0.900、0.936であった。したがって、本自動調節システムは、装置および被検者間で変化する脳DWIおよびADC画像の画素値を正確且つ迅速に統一化できることから有望な技術であると考えられる。

【結論】

超急性期脳梗塞のCT画像において、ウィンドウ幅を狭めた画像表示の有効性を立証でき、最適なウィンドウ幅を決定できた。また、CT画像上の疑わしい画像所見を自動検出するコンピュータ支援診断システムの構築を実現できた。さらに、脳MR拡散強調画像および見かけの拡散係数画像の最適な画像表示が行える自動調節システムの構築も実現できた。

論文審査の結果の要旨

申請者 長島宏幸は、超急性期脳梗塞CT画像の最適な画像表示条件を決定し、CT画像上の虚血領域を自動検出するシステム、および脳MR画像の最適な表示条件を自動決定するシステムの構築を実現した。本研究の成果は、超急性期脳梗塞の画像診断に少なからず寄与するものと認める。

【主論文公表誌】

1. Nagashima H, Doi K, Ogura T, Fujita H : Automated adjustment of display conditions in brain MR images: diffusion-weighted MRIs and apparent diffusion coefficient maps for hyperacute ischemic stroke, Radiol Phys Technol 6, 202-209 (2013)
2. 長島宏幸, 岩崎隆史, 須永眞一, 後閑隆之, 藤井雅典, 佐藤 慶, 根岸 徹, 白石明久, 小倉敏裕, 土井邦雄 : 脳CT画像における低コントラスト検出能の定量的評価: 超急性期脳梗塞の識別に対するウィンドウ幅の影響に関する検討, 日放技学誌 67, 1408-1414 (2011)
3. 長島宏幸, 原川哲美, 土井邦雄 : 濃度ヒストグラム解析に基づく脳MRI拡散強調画像における表示階調の自動調節, 映像情報メディア学会誌 64, 874-880 (2010)
4. 長島宏幸, 原川哲美, 土井邦雄 : 急性期脳梗塞のMRI拡散強調画像における表示階調調節システムの開発, 電気学会論文誌C 130, 450-457 (2010)
5. 長島宏幸, 原川哲美, 白石順二, 土井邦雄, 白石明久, 須永眞一 : 脳CT画像における急性期脳梗塞のコンピュータによる検出, Med Imag Tech 27, 30-38 (2009)
6. 長島宏幸, 原川哲美 : コントララテラル差分技術を用いたコンピュータ支援診断システム—脳CT画像における急性期脳梗塞検出への応用—, 電気学会論文誌C 128, 1687-1695 (2008)
7. Nagashima H, Harakawa T : Computer-Aided Diagnostic Scheme for Detection of Acute Cerebral Infarctions on Brain CT Images, Journal of Signal Processing 12, 73-80 (2008)