

DICOM サーバーを用いた健忘型軽度認知障害支援診断システムの提案

中村 賢治[†] 児玉 直樹[‡] 竹内 裕之[‡] 川瀬 康裕^{‡‡}

[†] 高崎健康福祉大学大学院健康福祉学研究所 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町 37-1

[‡] 高崎健康福祉大学健康福祉学部 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町 37-1

^{‡‡} 川瀬神経内科クリニック 〒955-0823 新潟県三条市東本成寺 20-8

E-mail: [†]0910402@wm.takasaki-u.ac.jp, [‡] {kodama, htakeuchi} @wm.takasaki-u.ac.jp,

^{‡‡} yasuhiro@kawase-nc.or.jp

あらまし 現在、科学技術の発展と共に医用画像の分解能は向上し、医用画像を提供する DICOM サーバーは必要不可欠となっている。その中で、認知症の前段階とされる健忘型軽度認知障害がある。健忘型軽度認知障害は、海馬及び側頭葉を中心とした濃淡変化があることを利用し、医用画像から有用な診断情報を算出した報告が多数されている。そこで、本研究では、DICOM サーバーに類似画像検索システムを実装し、医師に有用な診断情報を提供することを目的とした。類似画像検索に用いる特徴量として、濃淡勾配の検出に強い SURF 特徴量を用い、70 症例を用いて検証を行った。

キーワード 類似画像検索, MRI, SURF, DICOM サーバー

1. 序論

現在、科学技術の発展と共に医用画像の分解能は向上し、診断時における医用画像は欠かせないものとなってきている。その中で、医用画像をコンピュータ解析することで医師に有用な診断情報を提供する CAD (Computer aided diagnosis : CAD) システムがある。医師の読影において、目視で確認することが困難な病変や医師の経験年数によって診断精度に差が起きることが問題となっている。そのため、医用画像をコンピュータ解析することで、目視で確認することが困難な病変を発見し、定量的診断情報を医師に提示することが可能である CAD システムは非常に有用である。

その中で、本研究では健忘型軽度認知障害に着目した。健忘型軽度認知障害は認知症の前段階とされており、健忘型軽度認知障害を早期で発見し、認知症への移行を防ぐことは非常に有用であると考えられる。しかし、健忘型軽度認知障害診断では、様々な診断情報を統合的に扱うことや他の医用画像と比較を行う必要があることから、医師の負担が高いとされている。また、長い潜伏期間を経て神経細胞が脱落を始め、その前後に発症することから、早期の段階で発見することが困難であると考えられる。そこで、本研究では医用画像をコンピュータ解析することで、健忘型軽度認知

障害診断に有用な情報を提供するシステムの構築を目標とした。

2. 対象

本研究では軽度認知障害において、変化が特徴的である側頭葉及び海馬領域近辺を明瞭に描画することが可能である MRI 画像を用いた。また、2008 年 4 月から 2009 年 3 月までにクリニックを受診し、Petersen らによる診断基準をすべて満たした aMCI 患者 37 例と健常高齢者 33 例の計 70 例を対象者とした。対象者の平均年齢は 75.2 ± 9.7 歳であり、男性は 13 名、女性は 57 名である。MRI 撮影は Siemens 社製 Harmony (1.0T) にて行い、T1 強調冠状断画像 (FOV 200mm×200mm、マトリックス数 512×512) にて行い、T1 強調冠状断画像を脳幹の前面に対して平行にスライス厚 1.5mm で撮影した。T1 強調冠状断画像は、神経細胞が集中している灰白質領域と軸索が集中している白質領域を明瞭に描画することが可能である。また、認知症で萎縮するといわれている側頭葉内側部の海馬領域を明瞭に描出することが可能である。なお、本研究を実施するにあたり、対象者本人および家族に対して十分な説明を行い、書面での同意を得た。

3. 手法

今回、MRI 画像を解析し、類似した特徴量をもつ画像を検索する類似画像検索システムを構築した。この類似画像検索システムを解析サーバーに格納した。セキュリティを考慮し、DICOM サーバーも解析サーバーも院内イントラネットに構築した。また、画像解析の負荷を減らすために、DICOM サーバーに格納された MRI 画像は随時解析サーバーに送られ、特徴量を算出するようにした。これにより、パソコン端末からの要求を解析サーバーに送ると、DICOM サーバーを介さずに処理結果を返すことが可能である。図 1 にシステムの流れを示す。

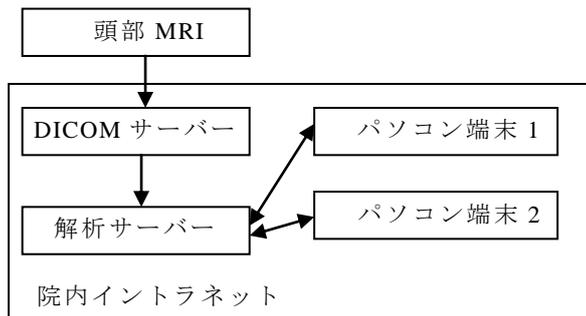


図 1 システムの流れ

3.1. DICOM サーバー

DICOM サーバーは医用画像を格納し、院内で診断情報として共有する際に必要なシステムである。撮影された医用画像は DICOM サーバーに格納されるため、DICOM サーバーを利用した診断支援は多くある[1]。撮影された MRI 画像は随時 DICOM サーバーに格納される。また、画像が DICOM サーバーに格納されると自動的に解析サーバーに送られ、解析が行われるようにした。これにより、パソコン端末から送られてくる解析要求のたびに、解析サーバーが DICOM サーバーを介さずに処理結果を返すことを可能とした。また、外部への情報漏洩などを考慮し、院内のイントラネット内に構築した。本研究では Linux ubuntu に Apache2.3 を導入し、C++ でプログラムを構築した。

3.2. 解析サーバー

DICOM サーバーに MRI 画像が格納されるたびに、解析サーバーに MRI 画像が送られる。そうして、MRI 画像が送られてくると特徴量を算出し、特徴量を格納してパソコン端末からの要求に備えることとなる。しかし、MRI 画像にはノイズや脳蓋領域などの不要な情報が大量にあるため、これを除去する必要がある。そのため、メディアンフィルタ、大津の判別二値化、マスキング処理を用いた。

3.2.1. 脳実質領域の抽出

頭部 MRI 画像では、突発的に高濃度値なノイズがある。そのため、メディアンフィルタを用いてノイズ除去を行った。ノイズは突発的に高濃度値が現れるため、周囲 8 近傍のピクセルを見て、濃度値の中央値を新しい濃度値とすることで回避することがかのである。この処理を MRI 画像の全画素に対して行うことをメディアンフィルタという。

メディアンフィルタを行った後に、背景領域を除去するために大津の判別二値化を行う[2]。二値化とは、ある閾値より上の濃度値のみを対象領域とする処理である。大津の判別二値化とは、閾値決定の際に画像の濃淡ヒストグラムが 2 群に分かれ、なおかつ 2 群それぞれの分散が最小になるように閾値を決定する方法である。これにより、MRI 画像ごとに最適な閾値を決定した。

脳実質領域は頭部 MRI 画像中において、一番面積が大きく、高濃度値であるという特徴を持つ。そのため、大津の判別二値化を行った後に、各隣接領域の面積を計測し、一番面積が大きい領域を脳実質領域とした。図 2 に脳実質領域抽出の例を示す。

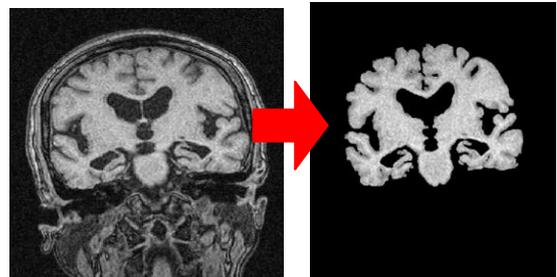


図 2 抽出された脳実質領域

3.2.2. Surf 特徴量の算出

抽出された脳実質領域から特徴量を算出する。しかし、脳実質領域は個人差が強いため、大きさや画像中の位置は全て異なる。そのため、画像中の対象領域の縮小や位置に依存しない Speeded-Up Robust Features (SURF) を特徴量として用いた[3]。SURF とは濃度値変化が大きい部分を抽出し、その周辺領域から起きる濃度値の勾配を算出する処理である。この濃度値変化の大きい部分をキーポイントという。健忘型軽度認知障害では、灰白質領域が面積及び濃度値ともに低下することが知られている。そのため、白質領域との間に起こる濃度値勾配が特徴量として有効であると考えた。

しかし、SURF から得られるキーポイントは、次元数が多すぎるため、k-means 法を用いて同じ個数にク

告はあったが、類似画像検索を用いた健忘型軽度認知障害を対象とした CAD システムの報告は少ない。類似画像検索を用いて、乳房 X 線画像から腫瘍陰影を検出した栗山らの報告では 74% の検出精度であった[6]。このことから、疾患は異なるが類似画像検索を用いた報告と同等の検索精度であった。

本研究は、類似画像検索を用いた検証を行った。その結果、71.4% の検索精度を得ることができた。このことから、類似画像検索を用いることで健忘型軽度認知障害診断に有用な診断情報を提供できることが示唆された。今後、領域抽出の手法を検討し、検索精度の向上をはかる予定である。また、簡易にシステムを導入することが可能であるため、臨床実験を行う予定である。

参 考 文 献

- [1] 杉本健樹, 船越拓, 花崎和弘, 中内優, 末廣史恵, 坪崎英治, 濱田和香, 岡本裕美子, 岡田由佳, 武市昌士, “マンモグラフィのソフトコピーを用いた遠隔診断”, 日本乳癌検診学会誌, pp.215-220, 2008
- [2] 大津展之, “判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法”, 信学論, pp.349-356, 1980
- [3] 三森亮, 内山英昭, 斎藤英雄, セルビエル・ミリアム, モロウ・ギョウ, “SURF 特徴量とエッジマッチングに基づく変化検出”, 電子情報通信学会技術報告, pp.10-22, 2010.
- [4] 中村賢治, 児玉直樹, 竹内裕之, 川瀬康裕, “類似画像検索に基づく健忘型軽度認知障害支援診断システムの構築”, 医学と生物学, pp.937-942, 2011
- [5] 児玉直樹, 川瀬康裕, “認知症予防のための軽度認知障害の早期発見”, 21 世紀科学と人間シンポジウム論文誌, pp.44-47, 2009
- [6] 栗山浩一, 中川俊明, “乳房 X 線写真上の腫瘍陰影検出システムにおける類似画像検索法を用いた偽陽性削除法”, 電子情報通信学会論文誌, pp.353-356, 2004