

医用画像情報統一管理のための撮像属性判別手法 Classification of Image / Body Part Attributes for Medical Image Retrieval

清水 健太郎†
Kentaro SHIMIZU

数藤 恭子‡
Kyoko SUDO

嵐田 聡*
Satoshi SHIMADA

坪井 俊明**
Toshiaki TSUBOI

1. まえがき

本稿では、DICOM 画像の撮像属性判別手法を提案する。近年、医用画像の電子化に伴い、医用画像蓄積通信システム(PACS) が医療現場に導入されつつある。また、地域内で患者データを共有し、より高度な医療の実現を目指した、地域医療ネットワークなども導入が検討されつつある[1]。こうしたシステムに蓄積されているデータを診療や症例研究のために検索する場合、患者 ID 以外に、撮像部位・撮像方向・撮像装置等の撮像属性情報が記録されていることが重要である。しかし、DICOM の規定では撮像部位や撮像方向の入力は任意となっており、実際には記録されないことが多い。記録されていても、たとえば、肩、鎖骨、肋骨、胸部がまとめて胸とされるように、おおまかな部位名までしか入らないのが現状である。

このような状況を受けて、DICOM 画像を自動的に撮像部位や撮像方向、撮像装置などについて認識する技術が求められている[2]。これまでの医用画像処理の分野では、特定の装置で撮影された特定の部位の画像に対する処理が主流であり、撮像属性の判別手法は確立されていない。

そこで本稿では、テンプレートマッチングを基本とした、撮像属性のうち撮像部位について判別する手法を提案する。具体的には、部位の詳細カテゴリ設定や DICOM 画像特有の情報の利用、さらにリジェクトの検討を行った。本手法を用いた約 1 万枚の画像に対する実験では、平均で約 91% の正答率が得られた。

2. 判別手法の検討

特徴量は、撮影条件や患者の個人差による画像毎の微妙な違いを吸収するため、画像のモザイク特徴[3]を用いた。また、判別手法にはテンプレートマッチングを用いた。対象となる画像は、同一部位でも様々な撮影方法が存在し、部位によって画像の縮尺が変化する。このような特徴にどのように対応するか、そして判別困難な画像をどうリジェクトするかが、判別を高精度なものにするポイントとなる。以下、具体的な検討内容を述べる。

① 判別部位の出現頻度分析と詳細カテゴリ設定

撮像部位は、頭部・胸部など現場の意見を参考にして 20 部位¹⁾を設定した。図 1 に、ある病院の実際の運用(期間は約 1 週間で約 1 万枚)における 20 部位の出現頻度を示す。このグラフから、胸部と腹部で全体のおよそ 60% を占めていることがわかった。全体の判別正答率を向上させる

には、出現頻度の多いこれらの部位を、撮影方法の数だけさらに細かいカテゴリに分類すればよい。この考えに従って、出現頻度の高い部位については忠実に撮影方法の数だけカテゴリを設定し、頻度が低い部位については、代表的な撮影方法だけをカテゴリとして設定した。その結果、20 部位は 114 カテゴリに細分できた。

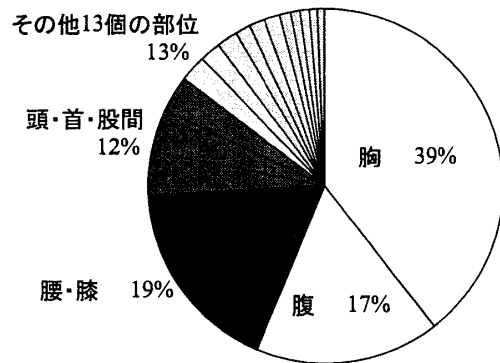


図 1. 部位の出現頻度グラフ

② テンプレート画像の作成

①で設定したカテゴリに対するテンプレートは、同一カテゴリに属する画像を数枚~10 枚程度抽出し、それらの平均画像とした。また、個人差による大きさの違いについては、画像を 75%-120% の範囲で 10 段階に拡大縮小したテンプレートを用意することで対応した。

③ 画像に写り込む枠の形状情報の利用

図 2、3 に示すように、対角線上に写さないと全体が入らない下腿骨や、局所的な部分を写す耳のような画像には特徴的な枠が写し込まれる。通常の四角枠の場合は枠を削除してテンプレートとするが、枠の情報が部位認識の情報となり得る画像については被写体の形状だけでなく、写し込まれる枠の形状もテンプレートに含めることとした。



図 2. 下腿骨

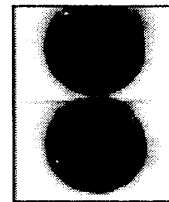


図 3. 耳

④ 画像ヘッダに登録される実サイズ情報の利用

DICOM 画像には、ヘッダに 1 画素あたりの実寸が記録されている。そこで、テンプレートマッチングを行う際にこの情報を利用し、下腿と前腕のように大きさは異なるが

1) 頭、首、胸、腹、腰、骨盤、肩、鎖骨、肋骨、上腕、肘、前腕、手首、手、股間、大腿骨、膝、下腿骨、足首、足の 20 種類

† 日本電信電話株式会社 NTT サービスインテグレーション基盤研究所, NTT Service Integration laboratories NTT Corporation

‡ 日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所, NTT Cyber Space Laboratories NTT Corporation

* NTT アイティ, NTT-IT

** 日本電信電話株式会社 NTT サイバースソリューション研究所, NTT Cyber Solution Laboratories NTT Corporation

形が似ている部位を誤判別しないよう判別関数に重み付けした。テンプレート画像を f 、テスト画像を g 、縦横方向のブロック数をそれぞれ N_x 、 N_y 、全ブロック数を N 、ずらしマッチングによる縦横方向のずれを x 、 y 、個人差による大きさ吸収の拡大縮小率を s 、重みを W として、式(1)に示す残差 r をマッチングの判別関数とした。

$$r = \min_{x,y,s} \left\{ \frac{W}{N} \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} |f_{(i,j)}(x,y) - g_{(i,j)}(s)| \right\} \quad (1)$$

また、判別アルゴリズムの流れを、図4に示す。

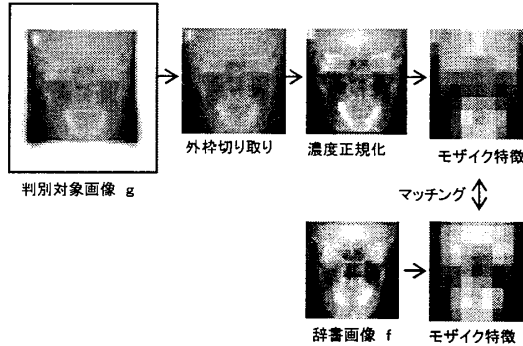


図4. アルゴリズムの流れ

⑤ リジェクト

ここでは、以下の二つのリジェクトを考えた。

ひとつは、最小残差 r_1 がある値よりも大きい場合にリジェクトする。これにより、テンプレートに定義されていない画像に対して無理に判別せず、誤判別を回避する。

もうひとつは、最小残差を r_1 、次に小さい残差を r_2 として、 r_1 と r_2 の差が一定値以内の場合はリジェクトする。これにより、類似した画像について、無理にどちらかに決めずに、誤判別を回避する。

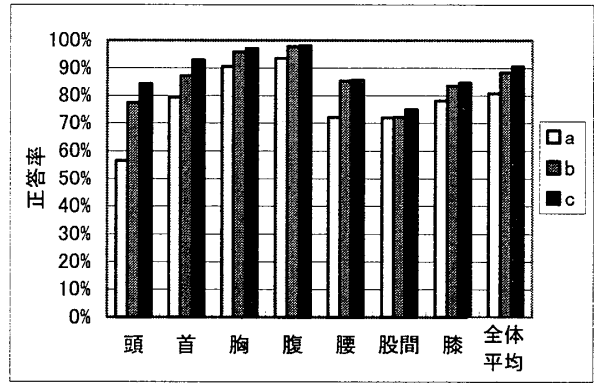
3. 実験と結果

実験用画像として、出現頻度調査やテンプレート作成に用いた画像とは別期間に撮影された 9380 枚の CR 画像を用意した。また、モザイク化における N_x と N_y の値は、それぞれ $N_x=N_y=12$ とした。

実験結果について、出現頻度上位 7 部位の判別正答率と、20 部位全体の平均正答率を、図5のグラフに示す。まず、リジェクトを行わない場合の結果(図中 a のグラフ)について述べる。画像全体の約 6 割を占める胸と腹の画像の判別正答率は、約 92% が得られた。これより、出現頻度にもとづく詳細カテゴリ設定が有効であると考えられる。また、膝の正答率は約 79% と、全ての撮影方法をカテゴリに設定しなかったためにやや低い結果になったが、形の似ている肘との誤判別はほとんどなかった。これは、実寸情報の利用が有効であることを示している。頭部の判別正答率は約 56% と低い。患者の状態によって放射線の照射範囲が様々に変化するため、今回のカテゴリ設定だけでは対応しきれない画像が多かったためと考えられる。ただし、後述するリジェクトの導入によってこのような画像は排除され、外枠が特徴的な耳などの画像を確実に判別することで、判別正答率は向上した。

つぎに、リジェクト規準が正答率にどれだけ影響しているかを調べるために、 r_1 が一定値以上の場合と、 r_1 が一定値以上、かつ $r_1 - r_2$ が一定値以内の場合の二通りのリジ

ェクト規準を設定して実験を行った(図中 b、c のグラフ)。その結果、頭部の判別正答率が 20% 以上改善したのをはじめ、全ての部位において判別正答率の向上が見られた。リジェクト率は、前者の規準で約 18% (1720 枚)、後者の規準で約 23% (2196 枚) だった。リジェクト率がやや高かったのは、頭部画像のような、放射線の照射範囲が多用に変化し、カテゴリ設定では対応できない画像が多かったことが考えられる。



a. リジェクトなし b. リジェクト率 18% c. リジェクト率 23%

図5. 出現頻度上位 7 部位と全体平均の判別正答率

4. むすび

本稿では、医用画像の撮像属性判別手法について提案した。本手法を構築する上でのポイントは、判別部位の出現頻度とカテゴリ設定、DICOM 画像特有の情報の利用、リジェクトの導入、の三つである。出現頻度調査では、20 部位の出現頻度をもとに、さらに詳細に 114 カテゴリを定義した。つぎの、DICOM 画像特有の情報の利用では、特徴的な外枠形状の利用と、ヘッダに記録された 1 画素あたりの実寸情報の利用を取り入れた。最後のリジェクトの導入では、二種類のリジェクト規準を設定した。実験の結果、全体画像の約 6 割に相当する胸部と腹部の正答率が平均で 97% を超えるなど、これら三つのポイントの検討が有効であることが確認された。

今後は、リジェクト率の低減や、リジェクトされた画像に対する追加判別方法の検討、さらに、CT、MRI などのシリーズ画像(複数で一組となる画像)に対する撮像属性判別手法の検討を進める。

謝辞

本研究において有意義なご討論をして頂いた NTT 東日本法人営業本部の佐藤敦様と、桐蔭横浜大学の飯田行恭様に感謝いたします。

参考文献

[1] 須藤朋子, 坪井俊明, 田口喜久, 宮田真樹, 梅本佳宏, 山本太郎, 寺西裕一: “医療情報のプライバシーを保護する医療コンテンツ流通システム”, 医療情報学 21, pp. 711-712 (2001).
 [2] 櫻井康介, 有澤淳: “DICOM による PACS の運用と現状”, 月刊新医療, Vol. 26, No. 9, pp. 90-93 (1999).
 [3] 畠田聡, 小池秀樹, 伴野明, 石井健一郎: “顔の向きによらない人物認識のための辞書構成法”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J-78-D-II, No. 11, pp. 1639-1649 (1995).