

G-018

画像閲覧記録の学習による医用画像の重要度評価法の提案

A importance appraisal method of medical image based on learning user's browsing history

丸谷 美織†

Miori Maruya

土橋 宜典†

Yoshinori Dobashi

山本 強†

Tsuyoshi Yamamoto

1. まえがき

近年の医用画像撮影技術の向上により、一度の撮影で取得できる画像のデータ量は膨大なものとなった。しかし一方で、膨大なデータを扱う医師の負担の増大や画像を保存するストレージの不足が問題視されている。

これらの問題に対処するため本研究では、画像閲覧履歴に基づき画像データ量を削減する方法を提案する。ユーザが閲覧の際に行った操作の情報に基づいて画像の重要度を判断し、適切な圧縮や削除を行うシステムの開発を行う。

本稿では、操作履歴を基に画像の重要度を算出し、重要度の低い画像を自動的に削除する医用画像ビューワの開発、および画像重要度の評価法について報告する。

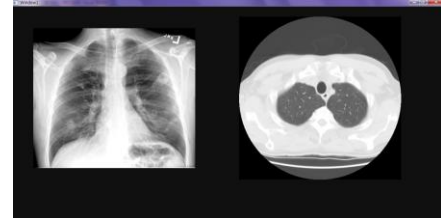


図1 ビューワ外観

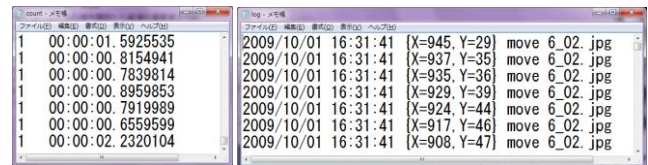


図2 ユーザの操作履歴

2. 関連研究

医師が画像診断を行う際の負担を軽減するため、コンピュータ支援診断に関する研究が数多く行われている[1][2]。中でも代表的なのは、異常を疑われる箇所をコンピュータが自動的に検出するものである。コンピュータが異常箇所を検出することによって医師に注意を促し、検出箇所のない画像については診断の必要がないものとして省力化を図る。しかし、異常陰影の見落としや正常な箇所を誤って検出する拾いすぎが起こりうるため、両者のバランスが重要となる。文献[1]では、胸部 X 線像の異常箇所を検出する際の特徴量やその組み合わせ方について提案している。文献[2]は、ユーザが要求する異常陰影の検出率と画像 1 枚当たりの拾いすぎの数を考慮しつつ、異常陰影検出の手順を自動設計する手法を提案している。これらの研究では、画像中の異常箇所をコンピュータが検出することで診断の支援を行っているが、画像ストレージ不足の問題には対処していない。

本稿では、操作履歴から画像の重要性を判断し、膨大な画像データの削減を行う方法を提案する。

3. 提案システム

3.1 システム概要

本研究では、ユーザの操作履歴を記録する医用画像ビューワおよび画像重要度を算出し不要な画像を自動的に削除するシステムの開発を行った。以下では、システムの詳細および重要度の算出方法について述べる。

3.2 操作履歴の記録

ユーザが行った操作を記録する機能を持つ医用画像ビューワの開発を行った。開発したビューワの外観を図 1 に示す。画面左に X 線画像、右側には CT 画像を配置し、マウスホイールにより CT 画像の切り替えが可能である。

本ビューワで記録するのは、各画像の閲覧された回数・時間の長さ・日時・マウス操作の種類（クリック、マウスホイール等）・マウスポインタの座標・閲覧された画像のファイル名の 6 項目である。図 2 に操作履歴を記録したファイルを示す。なお画像重要度の算出には、閲覧された回数・時間の長さの 2 項目を用いている。

3.3 画像重要度の算出

画像が閲覧された回数・時間の長さの 2 つの要素を用いて画像の重要度を算出した。重要度の算出にはロジスティック回帰分析[3]を用いている。ロジスティック回帰分析では、学習データを用いることで重要度を算出する式を推定することができる。

3.3.1 ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析とは、2 値の質的変数の分析に用いる統計学的手法である。2 値の質的変数とは、「好き・嫌い」「行く・行かない」等のように通常数値で表すことができない 2 値の変数を指す。本研究では、「ある画像が重要か・重要ではないか」を 2 値の質的変数とみなし、ロジスティック回帰分析を適用する。

ロジスティック回帰分析では、画像が重要である場合に $y=1$ 、重要ではない場合に $y=0$ の値をとる確率変数 y の確率関数は、以下の式で表される。

†北海道大学大学院 情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology

閲覧回数	閲覧時間(秒)	計算で出した重要度	システムがつけた評価	比較	被験者がつけた評価
2	8.8928045	0.3727619	0		0
2	1.3827128	0.208417	0		0
2	1.1840429	0.2048863	0		0
2	2.1999986	0.2234109	0		0
2	1.1999184	0.2051668	0		0
3	7.318691	0.1175084	0		0
3	2.5078352	0.0732541	0		0
4	2.695999	0.02098859	0		0
3	11.3359885	0.1706882	0		1
1	0.7199861	0.4797316	0		1
1	1.3999692	0.4981484	1		1
1	3.0191574	0.5419304	1		1
1	0.9488683	0.485927	0		1
1	2.7600711	0.5349506	1		1
1	1.5119617	0.5011834	1		1

図3 実験結果

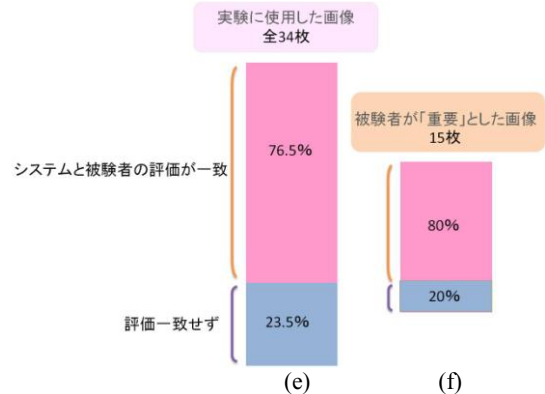


図4 精度の検証

$$f(y | x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{\exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n)^y}{1 + \exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n)^y} \cdot \left[1 - \frac{\exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n)^{1-y}}{1 + \exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n)^{1-y}} \right]^{1-y} \quad (1)$$

x_1, x_2, \dots, x_n は説明変数と呼ばれ、本研究においては x_1 = 閲覧された回数、 x_2 = 閲覧された時間となる。また b_0, b_1, \dots, b_n は係数であり、 y, x_1, x_2 の値がともに既知の学習データを用い最尤推定法により求める。

式(1)に $y=1$ と代入することで、画像が重要である確率を以下の式で表すことができる。

$$f(y=1 | x_1, x_2) = \frac{\exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2)}{1 + \exp(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2)} \quad (2)$$

本研究では式(2)を画像の重要度として定義する。ここでは、画像の重要度は0~1までの数値で表される。

3.4 不要画像の削除

閲覧が終了すると、システムは画像の重要度を自動的に算出し、重要度の低い画像を削除フォルダに移動させる。本システムでは重要度が0.5未満の画像を不要な画像と判定している。

4. 実験

4.1 実験方法

医学部学生1名を被験者として実験を行った。はじめに学習データを用意するため、本研究で開発したビューワを用いて34枚のCT画像の読影を行った。また実験終了後、それぞれの画像が重要か否かを被験者に判断してもらい、これを重要度と閲覧記録が既知の学習データとして利用した。次に、学習データとして利用した画像34枚について提案手法を用いて重要度を算出し、被験者が判断した重要度との比較を行い精度を検証した。

4.2 実験結果

実験で得られた結果の一部を図3に示す。(a)は実験で得られた被験者の操作履歴を表にまとめたものである。(b)は(a)のデータに基づいて算出した重要度を示したものである。(c)(d)はそれぞれシステムと被験者が評価した画像の重要さであり、重要ならば1、重要でなければ0

の2値で表現している。なお、(c)では重要度が0.5以上の画像ならば重要、0.5未満であれば重要ではないと評価している。

システムと被験者が評価した画像の重要度を比較し、システムの重要度評価の精度を検証した。結果を図4に示す。(e)は実験に使用した画像全34枚を対象に精度を検証したものである。システムと被験者の評価が一致したのは全体の76.5%、一致しなかったのは23.5%であった。(f)に被験者が重要と判断した画像15枚を対象に精度を検証した結果を示す。システムと被験者の判断が一致したのは全体の80%、一致しなかったのは20%であった。以上の実験結果から、本システムでは7~8割程度の精度で画像の重要度を判定可能であることがわかる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、ユーザの操作履歴から画像の重要度を判断する手法について提案した。提案手法を用いることで7~8割の精度で画像の重要度を判定することが可能である。

今後の課題として、重要度を判断するための指標を追加することがあげられる。現在は閲覧回数と閲覧時間の2項目のみを用いているが、その他の要素も追加することにより精度の向上を目指す。また、重要度の定義式(2)の推定に用いる学習データのサンプル数を増やすことで重要度算出の精度向上を図る。

参考文献

[1]魏軍, 萩原義裕, 清水昭伸, 小畑秀文: “胸部X線像上の腫瘍検出能改善のための特徴量選択に関する検討”: 信学技報, MI2001-71(2002-01)
 [2]周向栄, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎: “医用画像からの誤り確率基準を満たす異常陰影検出手順の自動構成に関する検討”: 信学技報, MI99-2(1995-05)
 [3]松原望: 入門統計解析-医学・自然科学編(2007)