

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603018

研究課題名(和文) 医用画像診断のための可聴化や可触化を応用したインタフェースの研究開発

研究課題名(英文) Development of User Interface with Haptization and Sonification for Computer Aided Diagnosis

研究代表者

賀川 経夫 (Tsuneo, Kagawa)

大分大学・工学部・助教

研究者番号：90253773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：CTやMRIなどでミリ単位以下での断層面で撮影することが可能となったが、膨大な数の断面画像が生成されるため、画像診断では、それらを精査する医師の負担は非常に大きなものとなる。本研究では、画像診断を行う医師の視覚的・心理的な負担を軽減するために聴覚や触覚などの多感覚情報を利用する手法に関して検討した。特に、音を効果的に利用するには、診断における重要な特徴を適切に効果音として変換する可聴化処理手法に関して検討を行い、実際に画像内の医学的な特徴に基づいた効果音を提示する画像診断インタフェースを提案し、評価実験を行った。

研究成果の概要(英文)：Recently, Computer Aided Diagnosis (CAD) has become one of the most important for medical activity. The more exact and various CAD become, the larger amount of cross section images are provided and these images become high definition. Radiologists have to cost their time and efforts to investigate these images. So it is strongly required to reduce their burden without debasing the quality of imaging diagnosis. We have proposed the technique to generate and display sound information based on the medical features display these sound effects for diagnosis. Sound effects generation helps for radiologists' attention rousing and the fatigue reduction for medical imaging diagnosis. Furthermore, these sound effects can be customized with users' favor.

研究分野：ユーザインタフェース

キーワード：画像処理 可聴化 医用画像診断 マルチモーダルインタフェース

1. 研究開始当初の背景

近年、医療分野において、画像処理のためのハードウェアやソフトウェアにおける計算機環境の進歩に伴い、高詳細画像を用いた精度の高い画像診断が可能となった。CT や MRI による画像診断では、断面画像の積層化や患部における画像特徴の強調処理などを用いて画像を加工しながら、画像中から疾患やその前兆を見つける。

しかし、このような画像診断においては、以下に挙げる問題点が原因となり、見落としなどの医療過誤につながることもある。

1. 医師は、疾患部を見つけるために、一症例あたり、多い時には5000枚にも及ぶ大量の高精細画像を全て精査しなければならないため、相当の負担を背負うことになる。
2. 診断時に病患部に表れると想定される画像特徴を見つける必要があるが、症例や進行状況によって画像特徴が大きく変化する場合、その疾患部を絞り込むための画像処理が非常に困難である。また、それを実現するために、診断者に画像処理に関する知識が要求される。

図1に示すように、画像処理によって見た目の特徴を強調するだけでなく、利用者の聴覚や触覚に対する訴求力を持たせることができれば、従来に比較して、より直観的に画像内容を把握することができ、膨大な数の画像を調べる負担を減らすことができると考えられる。



図1 マルチモーダル画像診断システム

旧来より、複数の感覚チャンネルを統合し、利用者とのインタラクティブ性を高めたマルチモーダルインタフェースについては、様々な観点より多くの研究がなされている。本研究課題では、物理的、あるいは、心理的な視聴触メディア間の相互影響を観察し、その結果を積極的に利用する。画像の可聴化技術については、効果音や人工音声による画像

内容の説明を目的として様々な試みがなされている。また、バーチャルリアリティの分野においては、触覚に関する多くの研究が行われている。これらの技術は、もっと幅広い分野で利用できるような枠組みの構築が望まれている。

2. 研究の目的

本研究課題では、上記の画像診断における様々な問題を解決するために、画像内の様々な特徴に対応した効果音や触感(振動)をリアルタイムに自動生成しながら提示できる画像診断支援インタフェースの構築を目的とする。

また、視覚を補強するモダリティについては、効果音や振動、触感を利用するが、利用者のイメージや好み、診断時の環境に応じて、求められるモダリティの提示法は変化する。例えば、病患の深刻さに応じた効果音が生成された方が望ましい。そこで、利用者自身にこれらの提示手法や生成手法をカスタマイズしてもらう環境を設計する。これにより、画像特徴と効果音や振動との関係について、個人差を含めた関係が明確になると考えられる。利用者によってカスタマイズされた診断環境を観察することにより得られた知見を用いて、視聴触モダリティ相互の一般的なインタラクションに関して検討を行う。

さらに、今後、カメラやタブレットなどの各種デバイスは、小型化かつ高速化し、さらに低価格化が進むことが予想される。そこで、本課題に関する研究成果を応用し、最終的に音や振動で視覚による様々な判断を補強することのできる画像ビューアの構築を目指す。そこで、例えば、人通りの多い都市部の歩行者の身体にカメラを装備し、スマートフォンやタブレット PC 上で効果音や振動を提示することにより、通行人どうしの衝突防止や探し物や場所の検出などを可能とするツールの構築に関して検討する。

3. 研究の方法

画像診断支援インタフェースを構築するにあたり、画像の可聴化技術や VR における触覚技術を応用し、以下の2点に着目して研究を進める。

- (1) 可聴化・可触化技術を応用した画像特徴の強調手法の開発

医用画像診断支援インタフェースを題材として、図2に示すように可聴化技術や可触化技術を汎用的に活用して、画像特徴に基づいた効果音や振動を自動生成する手法を検討する。



図2 可聴化・可触化処理の応用

(2) 直観的に識別可能な効果音や触感のデザイン手法

画像処理に関する知識の乏しい利用者がインタフェースを利用する際には、画像特徴と生成される効果音や触感の関係を認識しなければならない。したがって、非専門家でも、効果音や振動・触感を全て直観的に扱いながら、自分の好みにあわせてカスタマイズしながら、デザインできる環境を開発する。

4. 研究成果

本課題により、可聴化を応用した画像診断支援インタフェースの設計と構築を行った。図3 に本手法のインタフェースの例を示す。現段階では、血管の断面の追跡に焦点をあて、効果音の付与を検討した。具体的には、以下のような処理の流れを開発した。

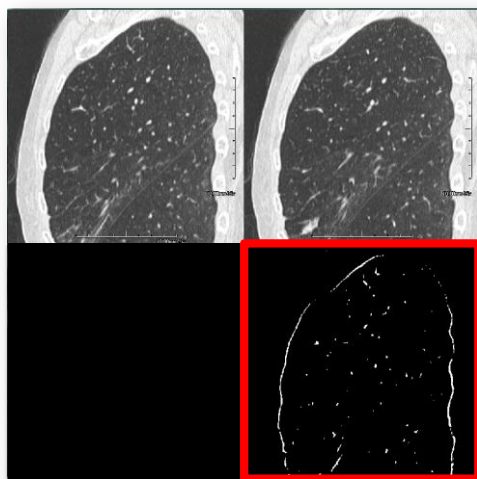


図3 インタフェースの例

(1) 医用画像に関する可聴化・可触化処理の開発

1. 画像の特徴抽出

処理対象であるCT やMRI による連続的な断面画像を、256 階調の輝度画像に変換し、はじめに領域分割を行い、骨や筋肉部分を取り除く。また、一定面積以下の領域も取り除く。残った領域について、以下に示すような特徴量を求める。

- (1) 面積、円形度、外接長方形面積
- (2) 領域内平均輝度値

これらの定量的に得られる特徴は、効果音における周波数や振幅などのパラメータとの対応付けが比較的容易である。また、各画像間の特徴量の変化は、音の変化として表現される。

2. 効果音の生成と割り当て

診断時に利用者は、基本的には先頭から順番にこれらの画像を見ていくが、必要に応じて、画像を前後させる。そのような場合でも効果音を出すことができるように、全ての画像に対して効果音を付与し、表示の際に対応する音を出力する。

効果音について、以下の式で表現される単純なサイン波に基づくビープ音を用いる。

$$s(n) = A \sin\left(\frac{2\pi f_0 n}{f_s}\right) \quad (1)$$

ただし、振幅Aと周波数 (f_0 , f_s) に相当するパラメータを画像の特徴量に応じて変更することによって、特徴量に基づく多様な効果音を生成する。実際には、さらに変化を加えるために、ノイズとして別のサイン波を合成した。

$$s(n) = A' \sin\left(\frac{2\pi h_1 n}{f_s}\right) + A \sin\left(\frac{2\pi f_0 n}{f_s}\right) \quad (2)$$

医用画像診断、特にスクリーニングを行っているときに、診断者は、異常個所を発見するために、膨大な数の断面画像を調査する必要がある。この時に、症例や経過期間、患者の状態によって、画像内における異常個所の見え方は大きく異なるため、画像特徴と効果音の対応付けを一概に決めることはできない。例えば、単純に特徴量と音量や音の高さとを比例関係にした場合に、特徴値が非常に大きくなったときに非常に不快な音になる、または、可聴域を超えてしまうなどの弊害が生じる恐れがある。したがって、一旦画像シーケンス全体に関して処理を実行し、正規化等を行いながら、特徴量の相対的な変化量について効果音のパラメータと対応づけていく。最終的には、画像特徴と差分画像特徴を併用して、全ての画像に何らかの効果音を付与する。

(2) 可聴化処理を利用したインタフェースの実装およびその評価

可聴化による効果音付与を行う支援手法の有効性を評価するために、テストベッドとして図4に示す血管断面画像に対する診断支援ツールを構築した。本手法の利用者インタフェースを図9に示す。インタフェース上の画像表示部には、適宜処理中の画像が表示される。音に関しては、つまみを設定し、好きな音色や音量へ調整可能となるようにする。診断者は、マウスのホイールを用いて先頭から順番に画像を一枚ずつ閲覧するが、必要に応じて前後させる。

このインタフェースを利用して実験を行ったところ、異常箇所を見つけることに関して正確性は多少向上した。しかしながら、探索の時間には大きな変化が見られなかった。また、実験後のインタビューでは、画像を見ただけでも変化は分かる音を聞き続けると集中しづらい。などと否定的な意見はあるものの、画像が変化した事が音でも分かった。画像を見るだけよりは長く続けられそうである。という意見が多数となり、注意喚起を行うための効果音の効果に関しては、有効な結果が得られた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Tsuneo K., Tanoue, S., Kiyosue, H., Mori, H., Nishino, H., A Medical Imaging Diagnosis Supporting Method with Sound Effects, Proceedings of International Joint Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA), 2013, 査読有, 2013, pp.338--344
- ② Tsuneo K., Tanoue, S., Kiyosue, H., Mori, H., Nishino, H., A Sonification Method for Medical Images to Support Diagnostic Imaging, Proceedings of Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS), 査読有, 2013, pp.766-771
- ③ Tsuneo K., Kudo, H., Tanoue, S., Kiyosue, H., Mori, H., Nishino, H., Utsumiya, K., A Supporting Method of Medical Imaging Diagnosis with Sonification, Proceedings of Sixth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), 査読有, 2012, pp.699—704.

[学会発表] (計 2 件)

- ① 賀川経夫, 西野浩明, 田上秀一, 清末一路, 森宣, 医用画像診断における画像特徴の可聴化に関する検討, 火の国情報シンポジウム 2014, 大分大学 (大分県・大分市), 2014 年
- ② 賀川経夫, 西野浩明, 田上秀一, 清末一路, 森宣, 医用画像における特徴の可聴化を利用した画像診断支援手法の開発, 火の国情報シンポジウム 2013, 熊本大学 (熊本県・熊本市), 2013 年

[図 書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
取得年月日 :
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

賀川経夫 (Tsuneo Kagawa)
大分大学工学部 助教
研究者番号 : 90253773

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

