

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：37104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K09899

研究課題名(和文)医療画像-感覚情報変換によるマルチモーダル多感覚情報補助下画像診断法の研究開発

研究課題名(英文)Development of supporting system for imaging diagnosis using multimodal sensory integration

研究代表者

田上 秀一 (TANOUE, SHUICHI)

久留米大学・医学部・講師

研究者番号：50398252

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：画像診断機器の高性能化とともに膨大な視覚情報の処理が要求されている近年の画像診断において、その精度向上のために視覚以外に画像の可聴化や可触化といった複数の感覚情報に基づくマルチモーダル感覚情報を応用した診断支援システムを構築することを目的とした研究を行った。画像を可聴化するプログラムを開発し、肺の孤立性結節に関する診断能の変化について実験を行った。実験結果では有意な診断能の向上は得られなかったが、その結果について学術報告を行った。今後もプログラムの更なる改良が必要と思われた。

研究成果の概要(英文)：Recent development of imaging modalities can produce huge amount of imaging data, which requires harder imaging analysis for diagnostic radiologists than it used to be. This research was aimed to develop the multimodal sensory integration to support the imaging diagnosis. We developed a prototype program in which imaging data could be converted to sound and the sound could be simultaneously presented with the images. In the experimental study to compare the prototype program and conventional diagnosis, the diagnostic accuracy using the program was not improved. Further improvement of the program is needed.

研究分野：画像診断

キーワード：画層診断 画像診断支援 CT (Computed Tomography) 肺孤立性病変 可聴化

## 1. 研究開始当初の背景

画像診断の一般的なプロセスとしては、診断医師がグレイスケール画像からの視覚情報を元に、エビデンスや個々の経験により病変の有無や病変の鑑別診断を行っていくことが基本である。現在、画像診断機器の高性能化に伴い、高精細画像を用いた高精度の画像診断が可能となっている反面、画像診断医師に与えられる情報は視覚情報のみで、かつ全身の膨大な視覚情報を短時間に処理することが要求されるため、どうしても診断医師の視覚から脳内における視覚情報伝達・処理系が過負荷状態となる。例えば現在画像診断の主役を担っている CT 画像は、1 症例あたりの画像数が約 500-2500 枚となり、半日あたりの検査件数 40 件を 3-4 人で担当しているため、一人あたりの閲覧枚数は半日一人あたり 5000-30,000 枚もの分量となる。このように膨大な量の画像情報を短時間で処理する必要があり、すでに視覚情報からの負荷は多大なものとなっている。そのような問題点に対する試みとして、これまで CAD (Computer Aided Diagnosis) による診断支援の手法が試みられてきた (1-3)。

しかしながら、医用画像の情報を視覚情報のみでなく複数の感覚情報を通じて提示することができれば、より正確かつ迅速な画像診断を達成する一助となる可能性がある。また比較的経験の浅い医師による診断の際にも誤診・見落としを防ぐための支援策ともなり得る。また比較的経験の浅い医師による診断の際にも誤診・見落としを防ぐための支援策ともなり得ると考えられた。

## 2. 研究の目的

本研究事業は、画像診断機器の性能向上と情報量超過に伴い、視覚情報のみでは過負荷状態となっている画像診断技術に対して、聴覚・触覚など他の感覚上を併用した全く新しい診断システムを開発することを目的とした。本研究事業により開発されたシステムで、画像診断医の視覚情報の負担を減じ、その結果、正確性や効率性を向上させ得ることが証明できれば、情報処理技術を応用したライフ・イノベーションの推進に大きく寄与するものと考えられ、ひいては国民医療の質向上に貢献するものとなることを企図した。そのために、視覚に加えて聴覚および触覚による複数の感覚情報を相補的に提示できるようにすることで、総合的に画像診断を行うマルチモーダル感覚情報を生かした画像診断システムを開発することを目的とした。視覚情報に感覚情報を追加するマルチモーダル化については、過去の共同研究事業として一定の成果を得ており (4)、その技術をより発展させることを成果目標とした。

具体的に研究期間内に明らかにすることは、

以下の項目とした。

(1) 複雑な情報を有する医用画像を基に、様々な診断的特徴を多感覚情報に変換するプログラムを開発し、画像の特徴に基づいた音声や振動を自動作成するシステムを構築すること。

(2) 正常モデルや病変モデルを用い、画像診断医師により上記のプログラムの画像診断への有用性に関する実証実験を行い、評価・検討すること。

## 3. 研究の方法

(1) 工学部にて、画像データの変換法および可聴化、触覚化等のマルチモーダル化の手法の設計とその中核プログラムの開発・検査を行い、医学部にて作成・選定された画像情報を基に可聴化、触覚化データによる単体評価を行った。それぞれの画像情報・感覚情報の各パラメーターの設定、調整を行い、工学部・工学部が共同でマルチモーダル化手法の改良と試作を繰り返しながら、感覚情報変換への最適な条件設定を探った。

(2) 開発・評価したプログラムとパラメーターをもとに、臨床症例にての CT 画像の正常モデルと病変モデルの感覚情報化実験を行った。

(3) 感覚情報化された正常モデル、病変モデルを用いて、画像診断医 (非専門医) による診断技術向上への有効性を証明する比較実験を行った。各疾患群での感覚情報化モデルを各画像診断医に評価させて、病変部位、感覚情報の組み合わせなど、種々の比較実験を行って診断能向上や効率化の有無を検証した。

## 4. 研究成果

### a. 画像の可聴化ツールと予備実験

画像の可聴化プログラムについては、いくつかのプロトタイプ作成を経て、最終的に肺野内の小結節を可聴化するプログラムを作成し、実験を行った。肺野の小結節を見落とすことなく診断する際には、血管や胸壁・縦隔などの正常構造との区別をいかに短時間で正確に行うかが最も重要である。そこで異常構造の可聴化を行うプロセスとして、以下の手順を経たプログラムを作成した。

- ・元画像から 2 値化画像を作成し、胸壁や縦隔を自動抽出して、マスク画像を作成する (図 1)。

- ・元画像からマスク画像のデータを差し引いて、差分画像を作成する。

- ・差分画像を積算する。

- ・積算画像を 2 値化し、構造“円形度”を計算する。この段階で、血管等の連続する正常

構造は円形度の低い線状、索状形状となっており、病変（小結節）は円形度の高い構造として計算される．円形度の高い構造が計算されたときに、高いトーンのピーブ音を割り当てる（図2）．

・以上のプロセスをバッチ処理し、同一病変で音声付きの画像データセット、音声無しの画像データセットを別々に表示できるインターフェイスを作成する．

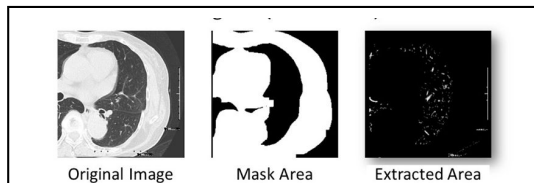


図1 元画像から2値化画像を作成し、胸壁や縦隔を自動抽出して、マスク画像を作成し、それを元画像から差し引いて差分画像を作成する．

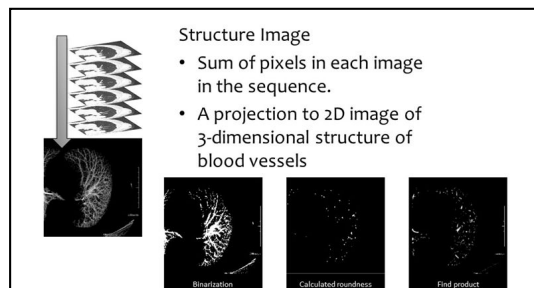


図2 差分画像の積算処理、2値化処理を行い、検出される構造から円形度を算出し、円形度の高い構造に高いトーンの声音を割り当てる．

上記インターフェイスを用いて、8人の被検者（本学工学部学生）に対する予備実験を行った．肺病変（小結節）の診断に至るまでに要する画像の閲覧枚数が少ないほど、迅速かつ正確な診断が可能と判断し、音声有り、音声無しの2種類のデータセットで閲覧枚数を算出した（図3）．

一部のデータセットで、音声有りの方が音声無しより少ない閲覧枚数を呈し、高い診断能を示したが、その他の大部分の検証では音声の有り無しで診断能に差は見られなかった．

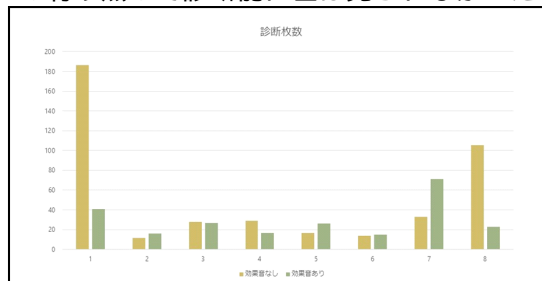


図3 音声有り、音声無しのデータセットで、病変検出までに要した画像閲覧枚数の差異

b. 画像の可聴化ツールを使用した肺小結節診断能に関する実験

a で使用した画像の可聴化プログラムをインストールした画像閲覧インターフェイスを改変し、読影者が病変を検出した際に病変を画像上でクリックすることで正誤の表示が可能なプログラムとし、また病変検出までの閲覧画像やその回数、時間を示すログデータも記録、表示可能とした（図4、5）．

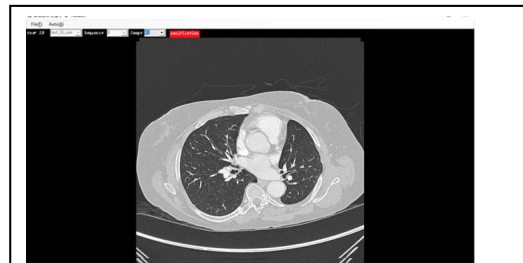


図4 ユーザーインターフェイス 肺野画像をページングで閲覧し、ユーザーが病変を発見した際にクリックすることで閲覧を停止、正誤を表示する．閲覧した画像や回数、時間はログデータとして記録される

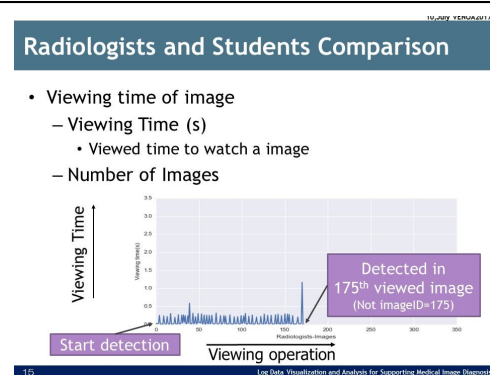


図5 画像閲覧のログデータ記録 以上病変検出までの1枚の画像閲覧時間（グラフ縦軸）と閲覧枚数（グラフ横軸）が自動的に記録される

上記実験用プログラムで、7人の放射線科医師（経験年数3-4年）、3人の本学医学部学生を対象とし、読影実験を行った．それぞれの被検者に対し、8症例の病変について音声有り、音声無しの2群のデータセットを作成し、読影を行った．音声有り、音声無しの2群は、各症例の表示順序をランダムに変更し、また実験日も変えて、被験者の病変記憶による影響を最小となるよう工夫した．また、その結果、経験のある放射線科医師と医学生とで、診断の正確性、迅速性に明らかな差が見られたが（図6）、音声あり、音声無しの2群間の比較では、有意な差は見られなかった．現在の音声化プログラムでは画像診断支援ツールとしての有効性は証明できず、今後

のさらなる改良が必要と思われた。今回、明確な差異を証明できた放射線科医師、医学生との診断能、診断プロセスの比較については、ログデータの記録の手法は定量的評価として有用と思われ、今後のマルチモーダル情報を応用した画像診断支援ツールの開発と、その検証実験に応用可能と思われた。その結果については国際学会にて発表を行い、proceeding 集に掲載された。

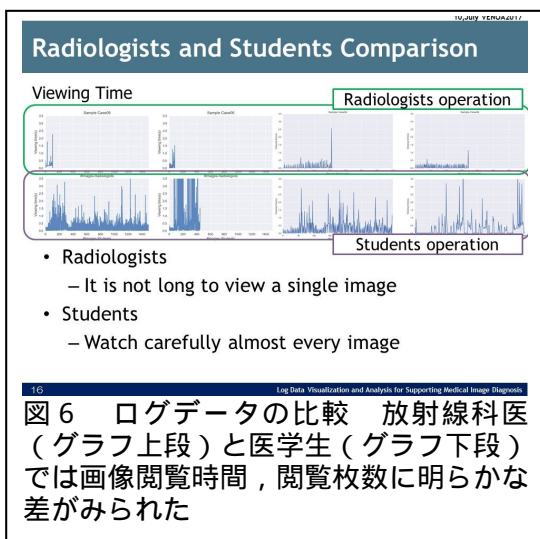


図6 ログデータの比較 放射線科医（グラフ上段）と医学生（グラフ下段）では画像閲覧時間、閲覧枚数に明らかな差がみられた

#### 引用文献

1. K.Doi, Current Status and Future Potential of Computer Aided Diagnosis in Medical Imaging, The British Journal of Radiology. Special Issue, pp.S3-pp.S19, 2005.
2. J.Z.Cheng, D.Ni, Y.H.Chou, J.Qin, C.M.Tiu, Y.C.Chang, C.S.Huang, D.Shen, & C.M.Chen, Computer-Aided Diagnosis with Deep Learning Breast Lesions in US images and pulmonary Nodules in CT Scans, Nature Scientific Reports, Volume 6, id. 24454 (2016).
3. R.K.Samala, H.P.Chan, L.Hadjiiski, K.Cha, & M.A.Helvie, Deep-Learning Convolution Neural Network for Computer-Aided Detection of Microcalcifications in Digital Breast Tomosynthesis, Proc. of SPIE Vol. 9785 97850Y-1, (2016)
4. T.Kagawa, S.Tanoue, H.Kiyosue, H.Mori & H.Nishino, A Sonification Method for Medical Images to Support Diagnostic Imaging, Proc. of the 4th Int. Workshop on Virtual Environment and Network Oriented Applications ( VENOVA-2014 ) of CISIS-2014, pp.776-771, (2014)

#### 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 1 件)

Log Data Visualization and Analysis for Supporting Medical Image Diagnosis, T. Kagawa, S. Tanoue and H. Nishino, Proceedings of 2017 11th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS2017), 査読有 2017

[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61566-0\\_74](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61566-0_74)

[ 学会発表 ] (計 1 件)

Log Data Visualization and Analysis for Supporting Medical Image Diagnosis, T. Kagawa, S. Tanoue and H. Nishino, 11th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS2017), Italy, 2017

[ 図書 ] (計 件)

[ 産業財産権 ]

出願状況 (計 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 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
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

田上 秀一 (TANOUE, Shuichi)  
久留米大学・医学部・講師

研究者番号：50398252

(2) 研究分担者

西野 浩明 (NISHINO, Hiroaki)  
大分大学・工学部・教授  
研究者番号： 0 0 2 7 4 7 3 8

森 宣 (MORI, Hiromu)  
大分大学・医学部・教授  
研究者番号： 2 0 1 2 8 2 2 6

清末 一路 (KIYOSUE, Hiro)  
大分大学・医学部・准教授  
研究者番号： 4 0 2 6 4 3 4 5

賀川 経夫 (KAGAWA, Tsuneo)  
大分大学・工学部・助教  
研究者番号： 9 0 2 5 3 7 7 3

(3)連携研究者  
( )

研究者番号：

(4)研究協力者  
( )