

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24591026

研究課題名(和文) 消化管内視鏡画像解析による客観的指標の構築と診断支援システムへの応用

研究課題名(英文) Quantitative analysis and development of a computer-aided system of gastrointestinal endoscopic image

研究代表者

吉田 成人 (Yoshida, Shigeto)

広島大学・大学病院・病院助教

研究者番号：00335689

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：内視鏡技術の進歩によりさまざまな画像診断機器が開発され、その臨床的意義が徐々に明らかになってきている。コンピュータ支援診断(computer-aided diagnosis: CAD)は、コンピュータによって分析された定量的な数値を医師に提示することによって、診断の正確度を向上させることが期待されている。本研究では消化管内視鏡画像のコンピュータ画像解析を行い、病理組織診断を反映する定量化が可能である事を示し、CADの開発が可能である事を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Advances in gastrointestinal endoscopic technology have resulted in many new diagnostic equipment. The aim of computer-aided gastrointestinal endoscopy-based diagnosis is to provide objectivity and allow non-expert endoscopists to achieve high diagnostic accuracy. We developed a computer-aided system for identifying gastrointestinal tumor quantitatively on image-enhanced magnifying endoscopy images.

研究分野：消化器内科

キーワード：消化管腫瘍 研究者交流 コンピュータ画像解析 コンピュータ支援診断 画像強調観察 拡大内視鏡観察 国際研

#### 1. 研究開始当初の背景

内視鏡技術の進歩により、近年さまざまな画像診断機器が開発されている。現在、拡大内視鏡観察による画像強調観察 (Image enhanced endoscopy: IEE) では Narrow Band Imaging (NBI) や Flexible Spectral Imaging Color Enhancement (FICE) などの光デジタル法やデジタル法が議論され、腫瘍のスクリーニングや質的診断として臨床的意義が徐々に明らかになってきている。一方、消化管内視鏡検査は広く多くの医師により施行されているが、その診断は観察者の感性や経験に左右されることがある。コンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis: CAD) とは医用画像に対して、コンピュータで定量的に解析された結果を「second opinion」として利用するものである。CAD は病巣の良悪性鑑別のような判断を行う場合に、コンピュータによって分析された定量的な数値を医師に提示することによって、医師の客観的な判断を可能にし、診断の正確度を向上させることが期待されている。

#### 2. 研究の目的

本研究の目的は、消化管腫瘍の内視鏡画像に対しコンピュータ画像解析を行い、病理組織診断を反映する定量化をおこなうことである。現在開発されている画像強調観察法である NBI、FICE、BLI 拡大内視鏡画像をコンピュータによって分析を行い、定量的な数値を計算し、その臨床的な意義について検討を行う。病理組織診断との間に関連の強い定量的な数値を医師に提示することができれば、医師の客観的な判断を可能として、診断の正確度を向上させることが可能であると考えられる。

#### 3. 研究の方法

本研究の方法は大腸 NBI 拡大内視鏡、胃 FICE 拡大内視鏡、胃 BLI (Blue laser imaging) 拡大内視鏡にて同一条件で撮影を行い、Hi-vision 画像の保存を行い、内視鏡専門医が病理組織診断を反映する最も悪性度の高い領域の抽出、およびコンピュータ診断に適した診断基準に基づくラベル付けを行い、データベース化を行う。構築された画像データベースを元に、開発した画像認識コアシステムを用いて、病変の拡大内視鏡画像の定量化を行う。画像認識コアシステムは、Bag-of-features の枠組みを基に、特徴量に dense Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)、識別器に Support vector machine (SVM) を用いた。

#### 4. 研究成果

大腸 NBI 拡大内視鏡にて同一条件で撮影を行った NBI 広島分類 Type B、C 病変の腫瘍性病変の SVM output value は Type B から C3 にかけて高値を示し、また病理組織診断別の検討では adenoma から SM-d にかけて高値を示した。領域分割に関する検討では MRF モデルを swap Graph Cuts を用いてエネ

ルギー最小化を行うことで、NBI 画像の領域分割を実現することができた。

胃 FICE 拡大内視鏡観察にて同一条件で撮影を行った胃癌部・非癌部での検討では胃癌部は非癌部に対し有意に高値であった。

胃 BLI 拡大内視鏡観察にて同一条件で撮影を行った胃癌部・非癌部での検討では胃癌部は非癌部に対し有意に高値であった。

消化管画像観察拡大内視鏡画像に対し Bag-of-features の枠組みを基に、特徴量に dense Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)、識別器に Support vector machine (SVM) を用いる事により CAD の開発が行える事を示した。

#### 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3件)

1. A Computer System To Be Used With Laser-Based Endoscopy For Quantitative Diagnosis of Early Gastric Cancer. Miyaki R, Yoshida S, Tanaka S, Kominami Y, Sanomura Y, Matsuo T, Oka S, Raytchev B, Tamaki T, Koide T, Kaneda K, Yoshihara M, Chayama K. J Clin Gastroenterol 【査読有】: 40, 108-115, 2015.  
DOI:10.1097/MCG.000000000000104.
2. Quantitative identification of mucosal gastric cancer under magnifying endoscopy with flexible spectral imaging color enhancement. Miyaki R, Yoshida S, Tanaka S, Kominami Y, Sanomura Y, Matsuo T, Oka S, Raytchev B, Tamaki T, Koide T, Kaneda K, Yoshihara M, Chayama K. J Gastroenterol Hepatol 【査読有】: 28,841-847,2013.  
DOI: 10.1111/jgh.12149.
3. Computer-aided colorectal tumor classification in NBI endoscopy using local features. Tamaki T, Yoshimuta J, Kawakami M, Raytchev B, Kaneda K, Yoshida S, Takemura Y, Onji K, Miyaki R, Tanaka S. Med Image Anal 【査読有】: 17,78-100,2013.  
DOI: 10.1016/j.media.2012.08.003.

[学会発表](計47件)

1. Yoshida S, Miyaki R, Kominami Y, Sanomura Y, Matsuo T, Oka S, Tanaka S, Raytchev B, Tamaki T, Kaneda K, Mishima T, Shigemi S, Hoang A, Koide T, Chayama K. A computer-based system for quantitative diagnosis of early gastric cancer under blue laser imaging-magnifying endoscopy, American Society for

- Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) 2014 (DDW), 2014.5.3-5.6, Chicago (USA)
2. R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. FPGA implementation of feature extraction for colorectal endoscopic images with NBI magnification, IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2014), 2014.6.1-5, Melbourne (Australia)
  3. Hirakawa T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Koide T, Kominami Y, Yoshida S, Tanaka S. SVM-MRF Segmentation of Colorectal NBI Endoscopic Images, 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2014), 2014.8.26-30, Chicago (USA)
  4. Koide T, Anh-Tuan Hoang, Okamoto T, Shigemi S, Mishima T, Tamaki T, Bisser Raytchev, Kaneda K, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. FPGA Implementation of Type Identifier for Colorectal Endoscopic Images with NBI Magnification, 12th IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems (APCCAS 2014), 2014.11.17-20, Ishigaki
  5. Kominami Y, Yoshida S, Tanaka S, Miyaki R, Sanomura Y, Matsuo T, Kanao H, Oka S, Hirakawa T, Mishima T, Shigemi S, Bisser R, Tamaki T, Koide T, Kaneda K, Chayama K. Quantitative analysis of NBI magnifying colonoscopy images based on Bag-of-Features for diagnosis of colorectal tumors, American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) 2013 (DDW), 2013.5.18-5.21, Orlando (USA)
  6. Miyaki R, Yoshida S, Tanaka S, Kominami Y, Sanomura Y, Matsuo T, Oka S, Hirakawa T, Bisser R, Tamaki T, Mishima T, Shigemi S, Koide T, Kaneda K, Yoshihara M, Chayama K. Usefulness of magnifying endoscopy with Blue LASER Imaging for diagnosis of early gastric cancer, American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) 2013 (DDW), 2013.5.18-5.21, Orlando (USA)
  7. Mishima T, Shigemi S, Hoang A, Koide T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. A Simple and Effective Hardware Oriented Feature Extraction Algorithm for Colorectal Endoscopic Images with NBI Magnification, The 28th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) 2013, 2013.6.30-7.3, Yeosu (Republic of Korea)
  8. Shigemi S, Sakashita Y, Mishima T, Hoang A, Koide T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. An FPGA Implementation of Support Vector Machine Identifier for Colorectal Endoscopic Images with NBI Magnification, The 28th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) 2013, 2013.6.30-7.3, Yeosu (Republic of Korea)
  9. Hirakawa T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Koide T, Yoshida S, Kominami Y, Matsuo T, Kawase R, Tanaka S. Labeling colorectal NBI zoom-videoendoscope image sequences with MRF and SVM, 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2013), 2013.7.3-7.7, Osaka
  10. Hirakawa T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Koide T, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. Smoothing posterior probabilities with a particle filter of dirichlet distribution for stabilizing colorectal nbi endoscopy recognition, 2013 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2013), 2013.9.15-9.18, Melbourne (Australia)
  11. Shigemi S, Mishima T, Hoang A, Koide T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. Customizable Hardware Architecture of Support Vector Machine in CAD System for Colorectal Endoscopic Images with NBI Magnification, The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI2013), 2013.10.21-10.22, Sapporo
  12. Mishima T, Shigemi S, Hoang A, Koide T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K, Kominami Y, Miyaki R, Matsuo T, Yoshida S, Tanaka S. High Speed Approximation Feature Extraction in CAD System for Colorectal Endoscopic Images with NBI Magnification, , The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information

- technologies(SASIMI2013),  
2013.10.21-10.22, Sapporo
13. Yoshida S, Kawase R, Tanaka S,  
Kominami Y, Sanomura Y, Matsuo T, Oka  
S, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda K,  
Koide T, Yoshihara M, Chayama K.  
Computer aided diagnosis system for  
predicting mucosal gastric cancer  
under magnifying endoscopy with  
flexible spectral imaging color  
enhancement, 20th United European  
Gastroenterology Week (UEGW) 2012,  
2012.10.20-24, Amsterdam (Holland)
14. Takeda T, Tamaki T, Raytchev B, Kaneda  
K, Kurita T, Yoshida S, Takemura Y,  
Onji K, Kawase R, Tanaka S.  
Self-Training with Unlabeld Regions  
for NBI Image Recognition, 21st  
International Conference on Pattern  
Recognition, 2012.11.11-15, Tsukuba

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称：内視鏡画像診断支援システム  
発明者：小出哲士，吉田成人，玉木徹，  
三島翼，重見悟，Hoang AT，宮木理恵，  
平川翼  
権利者：同上  
種類：特許  
番号：特願 2014-022425  
出願年月日：平成 26 年 2 月 7 日  
国内外の別： 国内

〔その他〕

ホームページ等  
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/yoshida7/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

吉田 成人 (YOSHIDA SHIGETO)  
広島大学・病院・病院助教  
研究者番号：00335689

(2)研究分担者

玉木 徹 (TAMAKI YORU)  
広島大学・工学研究院・准教授  
研究者番号：10333494

小出 哲士 (KOIDE TETUSHI)  
広島大学・ナノデバイス・バイオ融合科学  
研究所 准教授  
研究者番号：30243596