

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：32622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K19351

研究課題名(和文) 医工連携による内視鏡自動診断システムの実用化

研究課題名(英文) Development of automated diagnostic system for colonoscopy by the collaborative research between medical and engineering team.

研究代表者

森 悠一 (Mori, Yuichi)

昭和大学・医学部・助教

研究者番号：20459209

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：申請者らはコンピュータ支援により客観的診断が実現するのではと考え、先行研究で超拡大内視鏡“endocytoscopy”を使った大腸ポリープの自動診断(=病理予測)システムを開発した。本課題では、新たに情報科学のトップリーダーの工学博士と連携することで、先行研究で到達しえなかった高精度の達成を目指した。臨床評価の結果、腫瘍/非腫瘍の鑑別能89%の自動診断システムの作成に成功、これは、専門医による診断精度(=90%)に肉薄したものであった。(Mori Y, et al. Endoscopy 2016 48: 1110-1118)

研究成果の概要(英文)：We had investigated on automated diagnostic system for colorectal lesions by using endocytoscopy (=ultra-magnifying endoscopy) in the previous study to realize objective diagnosis. In the current research, we aimed to achieve excellent diagnostic performance by initiating the collaboration with the engineers who specialized in information science. We evaluated the developed system by conducting the international web test. The system provided the accuracy of 89% for differentiation of adenomas while the experts showed the accuracy of 90%. (Mori Y, et al. Endoscopy 2016 48: 1110-1118)

研究分野：消化器内科

キーワード：人工知能 大腸ポリープ 大腸癌 機械学習

1. 研究開始当初の背景

近年、医療費および病理医の負担軽減の目的で、大腸内視鏡検査中に正確なリアルタイム内視鏡診断を行って不必要な生検やポリープ切除を減らすことが重要視されている。このような背景のもと、申請者らは医師の能力によらない客観的診断法を確立すべく、内視鏡自動診断システムを開発、先行研究(科学研究費若手研究(B)平成25~26年、「大腸内視鏡におけるリアルタイム病理診断支援システムの構築」)にて下記の成果を得た。(Mori, et al. Gastrointest Endosc, 2015)

- (1) in vivo での核の解析に基づく、大腸ポリープの自動診断に成功
- (2) 完全リアルタイムでの病理予測を実現
- (3) 腫瘍/非腫瘍の鑑別能は89%で、専門医(同92%)に迫る精度を達成

本システムは450倍の超拡大観察能をもつ内視鏡 endocytoscopy(EC)を使った自動診断システム(Computer-aided diagnosis system using endocytoscopy, EC-CAD)である。EC-CADは下図の如く、ECで描出される細胞核の特徴量(大きさ・形状等)を自動解析し、瞬時にポリープの病理診断予測を出力する。EC-CADは、「内視鏡医をコンピュータ診断がサポートする」という既存にない発想のもと開発されたシステムであるが、現状の精度ではピギナー内視鏡医への適応に限定される。実用化のためには大幅な高精度化が必要であり、本研究を立案した。



2. 研究の目的

EC-CADを実用化可能な内視鏡自動診断システムへ進化させるべく以下の2点を目標とした。

- (1) EC-CADの高精度化
- (2) 国際Web試験での精度検証

3. 研究の方法

(1) EC-CADの高精度化
核の特徴量の抽出
先行研究で着目していた核の特徴量(面積・真円度・短径・長径・周囲長)に加えて、より複雑な事象についての新規特徴量を測定する。具体的には、核の形態についてのもの

(濃度コントラスト・線の集中度・凹凸等)の他、配列の不規則性を数値化するためにテクスチャ特徴量を新規採用し、より直感的なデータの構築を目指した。

特徴量の解析

先行研究では、多変量解析(多重ロジスティック解析)を行い、病理と特徴量の関係を解析したが、本研究では機械学習の代表的な方法であるSupport Vector Machine(Hsu, et al. IEEE Trans Neural Netw 2002)を使用して解析を行った。機械学習を採用することで、より高精度でヒトの感覚に近い識別能の実現が期待されと考えたからである。

診断アウトプット

先行研究で腫瘍/非腫瘍の鑑別に限定されていた診断アウトプットを細分化し、非腫瘍/腺腫/癌/SSAP(sessile serrated adenoma/polyps)の4つの鑑別ができるシステムを目指した。

(2) 国際Web試験での精度検証

EC-CADの国際的評価を明らかにすべく、国際web読影試験を実施した。インターネット回線を用いた読影試験は、近年使われ始めた評価手法で、世界各国の内視鏡医とEC-CADの診断能の比較を比較的平易に行うことを可能とする手法である。

評価方法: 事前に作成された内視鏡画像問題に、各評価者がweb上で回答する。

評価項目: ヒトによる内視鏡鏡診断とEC-CADによる診断を比較評価する。

評価者: 評価者は日本(昭和大学)・香港(Chinese University of Hong Kong)・オーストラリア(Adelaide University)の3か国から選ばれた13人とした。

4. 研究成果

テクスチャ解析と機械学習(support vector machine)を入れることにより、新規の診断アルゴリズムの構築に成功した。

構築したアルゴリズムを評価するために施行した国際web試験の結果を下述する。対象は、205個の10mm以下ポリープである。これらに対する、診断支援システムの診断精度は、腫瘍/非腫瘍の鑑別において正診率89%、感度89%、特異度88%であった。これは、非熟練医にくらべて有意に高い診断水準であった。(非熟練医の精度: 正診率76%、感度77%、特異度74%)

以上、良好な試験結果が得られたため、現在、前向き臨床試験を実施中である。

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)

Mori Y, Kudo S, Berzin TM, et al. Computer-aided diagnosis for colonoscopy. Endoscopy. 2017 May 24. [Epub ahead of print]

Takeda K, Kudo SE, Mori Y, et al. Accuracy of diagnosing invasive colorectal cancer using computer-aided endocytoscopy. Endoscopy. 2017 May 4. doi: 10.1055/s-0043-105486. [Epub ahead of print]

Misawa M, Kudo SE, Mori Y, et al. Accuracy of computer-aided diagnosis based on narrow-band imaging endocytoscopy for diagnosing colorectal lesions: comparison with experts. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2017 May;12(5):757-766.

Mori Y, Kudo S, Chiu P, et al. Impact of an automated system for endocytoscopic diagnosis of small colorectal lesions: an international web-based study. Endoscopy 2016 Dec;48(12):1110-1118. Epub 2016 Aug 5.

Misawa M, Kudo SE, Mori Y, et al. Characterization of Colorectal Lesions Using a Computer-Aided Diagnostic System for Narrow-Band Imaging Endocytoscopy. Gastroenterology 2016 Jun;150(7):1531-1532.e3.

[学会発表](計 24 件)

森 悠一, et al. 「人工知能による Sessile serrated adenoma/polyp 診断は可能か?」第 93 回日本消化器内視鏡学会(一般演題口演)大阪 2017.5.12.

Mori Y, et al. AI-assisted colonoscopy: our current position and a roadmap for clinical application 1st conference on computer-aided diagnosis for colonoscopy, Chicago, USA 2017

Mori Y, et al. Can artificial intelligence correctly diagnose sessile serrated adenomas/polyps? DDW 2017, Chicago, USA, 2017

森 悠一 「超拡大内視鏡と AI で描く未来」-生体内細胞観察による、自動診断- 第 26 回中越消化器内視鏡手技研究会 2017.1.27.

森 悠一 「Endocytoscopy による大腸腫瘍診断: 拡大内視鏡との比較を含めて」第 16 回大腸画像アカデミー(CIA) 2017.1.14. Tokyo

Mori Y, et al. Computer-aided polyp classification. GI Research Conference at BIDMC Boston, Boston, USA 2016

Mori Y, et al. Real-time computer-aided diagnosis for colonoscopy Luncheon research talk at MGH, Boston, USA 2016

Mori Y, et al. Real-time computer-aided polyp classification. Research Conference at Boston Medical Center, Boston, USA, 2016

Mori Y, et al. Management of diminutive, rectosigmoid polyps by using computer-aided diagnostic system. UEGW2016 (oral) Vienna, Austria, 2016

森 悠一 「下部消化管における挿入・診断・治療の最前線-診断-」.第 22 回神奈川県消化器内視鏡懇談会(2016.9.1. Tokyo)

Mori Y, et al. Impact of automated system for endocytoscopic diagnosis of colorectal polyps: an international web-based trial. DDW 2016(Poster), San Diego, USA, 2016

森 悠一, et al. 国際 web 試験による大腸 endocytoscopy の診断能評価: 内視鏡医 vs 自動診断システム 第 91 回内視鏡学会総会 プレナリー 2016.5.14. 東京

森 悠一, et al. 超拡大内視鏡 "endocytoscopy" と人工知能が拓く未来 -自動診断- 第 91 回内視鏡学会総会ランチョンセミナー 2016.5.13. 東京

森 悠一, et al. 大腸微小ポリープの診断における、内視鏡コンピュータ自動診断システムの有用性 a retrospective web trial 第 84 回大腸癌研究会 2016.1.15. 熊本

Mori Y, et al. Automated diagnosis system for colorectal polyps using endocytoscopy: a pilot study of a "second-generation" model. UEGW2015(oral) Barcelona, Spain, 2015

森 悠一, et al. 大腸微小ポリープの診断における、内視鏡コンピュータ自動診断システムの有用性. 第 12 回拡大内視鏡研究会 2015.9.19. 横浜

森 悠一, et al. 内視鏡自動診断の実用化への挑戦. 昭和大学横浜市北部病院消化器センター軽井沢セミナー2015 2015.7.25. 軽井沢

森 悠一, et al. 大腸 Endocytoscopy を用いた、自動診断システムの高精度化. JAMIT 2015 2015.7.30. 金沢

森 悠一, et al. 内視鏡自動診断は実現

可能か? endocytoscopy を用いた医工産連携プロジェクト. 第 32 回文京消化器内視鏡研究会 2015.7.9. 東京

森 悠一, et al. 内視鏡自動診断は実現可能か? endocytoscopy を用いた医工産連携プロジェクト. 第 56 回神奈川大腸疾患研究会 2015.6.25. 横浜

②1 森 悠一, et al. 大腸 Endocytoscopy を用いた、リアルタイム自動診断システムの高精度化. 第 100 回日本消化器内視鏡学会 関東地方会(シンポジウム 3) 2015.6.14. 東京

②2 森 悠一, et al. 大腸 Endocytoscopy を用いた、リアルタイム自動診断システム: 実用化は可能か?. 第 89 回日本消化器内視鏡学会総会(ワークショップ 2) 2015.5.31. 名古屋

②3 Mori Y, et al. Automated diagnosis system for colorectal polyps using endocytoscopy: Present direction and future vision. 世界拡大内視鏡会議(Oral 招待) Washington, USA, 2015

②4 Mori Y, et al. Automated diagnosis system for colorectal polyps using endocytoscopy: an initial report of a "high-performance" second-generation model. DDW2015(Oral), Washington, USA, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者 森 悠一 (MORI Yuichi)
(昭和大学・医学部・助教)
研究者番号: 20459209

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者

森 健策 (Mori Kensaku)
名古屋大学・情報連携統括本部
工藤進英 (Kudo Shin-ei)
昭和大学・医学部・教授
三澤将史 (Misawa Masashi)
昭和大学・医学部・助教
武田健一 (Takeda Kenichi)
昭和大学・医学部・助教