

令和 2 年 5 月 18 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01714

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汎用診断支援システムの開発

研究課題名(英文) Construction of objective indicators by gastrointestinal endoscopic image analysis and development of general computer-aided diagnosis system

研究代表者

小出 哲士 (Koide, Tetsushi)

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高精細画像の消化管の拡大・非拡大NBI内視鏡画像を、診察時に診察室で、リアルタイムに客観的指標を用いて腫瘍を分類し、医師へ提示する汎用的診断支援システム(CAD)の基盤技術を開発した。特に、内視鏡の機種に依存しない汎用的な診断支援を実現するために、過去の画像データベースの再利用を可能とする転移学習技術の開発、欧米においても普及している非拡大NBI内視鏡画像の病変の認識を可能とする画像解析技術の開発、並びに、高精細画像のリアルタイム処理と90%以上の腫瘍の識別精度を実現するためのソフトとハードの実装の基盤技術を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後、検査用内視鏡も高精細・広角画像なることから、画像をより拡大し精細に観察することにより、早期癌の診断が期待されている。一方で、人間が観察する情報量が増加するため、診察時間の短縮のためには、リアルタイム診断支援CADシステムにより、腫瘍と非腫瘍の境目をより正確に提示することにより、医師と患者の負担が軽減できる。本研究はハードウェア化による組込システムを開発すると同時に、高精度なリアルタイム診断支援技術CADシステムをソフトウェアとハードウェアの協調設計において開発する極めて新しい試みである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed the fundamental technology for a Computer-Aided Diagnostic (CAD) system that classifies and presents high-definition images of the gastrointestinal tract from magnified and non-magnified Narrow Band Imaging (NBI) endoscopic images to clinical doctors in an examination room in real time using objective indicators. In particular, we have developed (1) a transference learning technology that enables the reuse of past NBI endoscopic image databases, (2) an image analysis technology that enables the recognition of lesions in non-magnified NBI endoscopy images, which is widely used in the U.S.A. and Europe, and (3) the fundamental software and hardware implementation technologies to realize real-time processing of high-definition images and more than 90% tumor identification accuracy.

研究分野：計算機システム工学

キーワード：計算機システム 画像認識 内視鏡診断支援 医用応用のための画像診断システム ハード・ソフト協調設計 集積回路 機械学習・深層学習 転移学習

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 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内視鏡では、Narrow Band Imaging (NBI)、Blue Laser Imaging (BLI) 拡大内視鏡画像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は医師の経験の相違によるバラツキを減少させ、ある高いレベルに診断を維持するということが期待されており、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や処理画像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

本研究で開発するリアルタイム診断支援システムの特徴・独創的な点は、①内視鏡画像の病理組織の医師の診断を定量的に評価する技術の構築、②画像データベースの再利用を可能とする転移学習を用いた内視鏡の機種に依存しない汎用的な診断支援の実現、③非拡大内視鏡画像の病変の認識を可能とする画像解析技術、並びに、④高精細画像の診断時のリアルタイム処理のためのハードウェアアーキテクチャ設計、の4つの技術を新しく開発し、それらを融合させることにより、臨床応用可能なリアルタイムCADの基盤技術を開発することである。

### 3. 研究の方法

本研究目的を達成するためには、以下の4つの研究項目について、3年間で実施した。各項目はそれぞれ密接に関係しているため、3年間に渡り継続・同時並行的に行った。

- (A) NBI 拡大内視鏡画像データベースの再利用を行う転移学習アルゴリズムの開発
- (B) NBI 非拡大内視鏡画像の定量化を行う画像診断システムの設計
- (C) 高精細な拡大・非拡大画像をリアルタイム処理する診断支援アーキテクチャの開発
- (D) FPGA プロトタイプシステム試作と消化管 NBI 内視鏡動画像に対する臨床試験

### 4. 研究成果

#### 4. 1 NBI 拡大内視鏡画像データベースの再利用を行う転移学習アルゴリズムの開発

転移学習は多くの定義が存在しているが、本研究が対象としている大腸癌認識に当てはめると、Source は旧内視鏡画像の認識問題、Target は新内視鏡画像の認識問題である。このような種類の転移学習の問題は Domain Adaptation と呼ばれている。本研究では、Max-Margin Domain Transfer に L2 距離制約を加えた Max-Margin Domain Transfer with L2 Distance Constraints (MMDTL2)を提案する。本手法は変換後の Source-Target の同クラス同士の特徴量分布が近づくような変換行列を推定することで、従来手法に比べて Source と Target を同一の特徴量として扱うことが可能である。実験には広島大学病院より提供された2つの画像データベースを用いた。今回実験には Source とし OLYMPUS EVISLUCERA で撮影された 400 枚の画像 (Type A:200, Type:B-C3:200)、Target とし OLYMPUS EVIS LUCERA ELITE で撮影された 180 枚の画像 (Type A:90, Type:B-C3:90) を用いた。結果を図1に示す。この結果を見ると、Baseline と比べて Source only の結果はやや悪い結果になっていることがわかる。一方 MMDTL2 を用いた場合、変換後のクラス同士の距離を Source の分布に近づけることができ、認識に有効な特徴量変換が行えており、MMDT および Baseline よりも高い認識率が得られている。これらより、Max-Margin Domain Transfer に L2 距離制約を加えた Max-Margin Domain Transfer with L2 Distance Constraints を提案した。本手法は Target の特徴量分布を Source の特徴量分布に変換する行列とクラスを識別する SVM を同時に学習することで従来手法に対して高い認識性能を得ることができた。

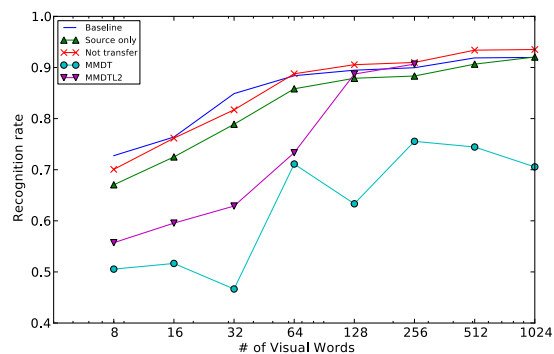


図1: 従来手法との比較結果

#### 4. 2 NBI 非拡大内視鏡画像の定量化を行う画像診断システムのための内視鏡データの集積

近年の内視鏡器機の更なる進歩により、最新の高画素 NBI 内視鏡では近接観察を行うことにより拡大観察にやや劣るものの腫瘍の質的診断が可能となり、内視鏡分類 (NICE 分類) も提唱されるに至っている (D.G.Hewett, et al. Gastroenterology.2012)。一方、非拡大内視鏡画像は拡大内視鏡画像に比較し、様々な条件での撮影画像となることよりぼけや影など病変でない情報も多く、また、画像に含まれる質的情報そのものも拡大内視鏡画像に比較して劣るが、一般のクリニック等では使用されており、非拡大内視鏡画像の診断支援システムの構築も必要になってきている。

そこで、大腸 NBI 拡大内視鏡にて腫瘍性病変および非腫瘍性病変の撮影および画像の保存を行

い、病理組織診断を反映するコンピュータ診断に適した画像診断基準を設定するための静止画像と動画像 (NICE 分類・JNET 分類 (図 2)) の集積を実施した。また、ぼけや影などを含む非病変部など診断に寄与しない領域も、実際の診察時には直面する画像のため、これらの領域に対してもラベル付けを行い、ぼけや影などの領域が誤診断ないようにシステムの性能を向上するための学習データとして、データベース化を行った。更に、欧米においても普及している NBI 非拡大内視鏡画像を、コンピュータ画像解析により定量的な数値を計算し、病変の認識を容易にする画像処理を行いその臨床的な意義について検討を行うために、静止画像と動画像の集積を実施した。これにより、非拡大内視鏡画像においても病理組織診断との間に関連の強い処理した画像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。一般的なクリニックにおいては、非拡大内視鏡の設備が一般的なこともあり、これら集積したデータをもちいた診断支援システムを構築することができれば、非常に有益である。

データ集積用の臨床データベースは、内視鏡専門医が「広島大学 NBI 拡大所見分類」に基づいて作成し、内視鏡画像が臨床データとして集積されている。内視鏡画像には、ボケ・白飛び・影などの病変以外の領域が存在する。そのため、現在の診断支援システムでは、経験を積んだ熟練の医師により、内視鏡画像全体から、病変部分をトリミングし、病変データベースとして保存している。この作業は、これまで、一般的な市販の画像編集ソフトウェアを使用しているため、トリミングの作業やトリミングした画像の病変タイプの対応付け、並びに、元の内視鏡画像データとの関連づけを全て手作業で行っており、作業を行う医師の時間と手間が大きかった。そこで、臨床データから病変部を取り出し、病変画像データと元の内視鏡画像を関連づけるデータベースの設計と動画像・静止画像のトリミングが容易にできるグラフィカルユーザインタフェース (GUI) を構築した。図 3 に開発したシステムの 1 例を示す。

Japan NBI Expert Team (JNET) classification

NBI	Type 1	Type 2A	Type 2B	Type 3
Vessel pattern	• Invisible	• Regular caliber • Regular distribution (meshed/spiral pattern)	• Variable caliber • Irregular distribution	• Loose vessel areas • Interruption of thick vessels
Surface pattern	• Regular dark or white spots • Similar to surrounding normal mucosa	• Regular (subular/branched/papillary)	• Irregular or obscure	• Amorphous areas
Most likely histology	Hyperplastic polyp/ Sessile serrated polyp	Low grade intramucosal <sup>1,2</sup> neoplasia	High grade intramucosal <sup>1,2</sup> neoplasia/Superficial submucosal invasive cancer <sup>3</sup>	Deep submucosal invasive cancer
Examples				

<sup>1</sup> If visible, the tubule in the lumen is similar to surrounding normal mucosa.  
<sup>2</sup> Microvilli are often distributed in a papillary pattern and well-oriented tubular or spiral vessels may not be observed in depressed lesions.  
<sup>3</sup> Deep submucosal invasion cannot yet be defined.

<sup>1</sup> Low grade intramucosal neoplasia: low grade dysplasia.  
<sup>2</sup> High grade intramucosal neoplasia: high grade dysplasia.

<sup>3</sup> Can be applied using colonoscopes with or without optical (zoom) magnification.

<sup>4</sup> These structures (regular or irregular) may represent the pits and the epithelium of the crypt opening.

<sup>5</sup> Type 2 consists of Vienna classification types 2, 4 and superficial 5 (all adenomas with either low or high grade dysplasia, or with superficial submucosal carcinoma). The presence of high grade dysplasia or superficial submucosal carcinoma may be suggested by an irregular vessel or surface pattern, and is often associated with atypical morphology (e.g., depressed area).

NBI International Colorectal Endoscopic (NICE) Classification\*

	Type 1	Type 2	Type 3
Color	Same or lighter than background	Browner relative to background (verly color arises from vessels)	Brown to dark brown relative to background; sometimes patchy
Vessels	None, or isolated lacy vessels coursing across the lesion	Brown vessels surrounding white structures**	Has areola of disrupted or missing vessels
Surface Pattern	Dark or white spots of uniform size, or homogeneous absence of pattern	Oval, tubular or branched white structure surrounded by brown vessels**	Amorphous or absent surface pattern
Most likely pathology	Hyperplastic	Adenoma***	Deep submucosal invasive cancer
Examples			

\* Can be applied using colonoscopes with or without optical (zoom) magnification.

\*\* These structures (regular or irregular) may represent the pits and the epithelium of the crypt opening.

\*\*\* Type 2 consists of Vienna classification types 2, 4 and superficial 5 (all adenomas with either low or high grade dysplasia, or with superficial submucosal carcinoma). The presence of high grade dysplasia or superficial submucosal carcinoma may be suggested by an irregular vessel or surface pattern, and is often associated with atypical morphology (e.g., depressed area).

図 2 : NICE / JNET 内視鏡所見分類

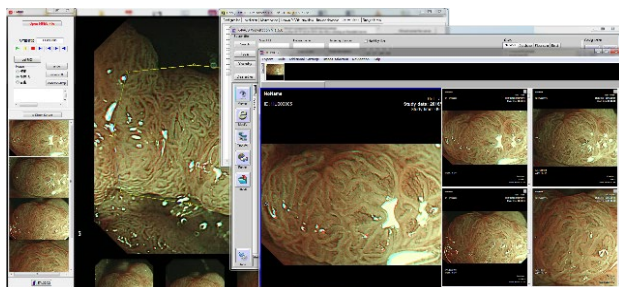


図 3 : 学習データ集積システムの一例。

#### 4. 3 高精細な拡大・非拡大画像をリアルタイム処理する診断支援アルゴリズム

大腸 Narrow Band Imaging (NBI) 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、Convolutional Neural Network (CNN) の処理結果を特徴量と見做し、Support Vector Machine (SVM) による病理タイプ識別を行う手法を提案した。提案手法は、これまでに研究グループで提案している Bag-of-Features (BoF) に基づく診断支援の特徴量抽出処理を、学習済み CNN の結果を用いることで実現する。これにより、一般物体認識のために抽出された局所特徴量が、SVM によるタイプ識別に有効な特徴量として利用できることが期待できる。広島大学病院にて専門医師により大腸内

#### Training

- 907 NBI image patches (Type A: 359, Type B: 461, Type C3: 87) trimmed by medical doctors and endoscopists.
- Different sizes: resized to a fixed size (227x227)
- Linear SVM (with parameter C by 3-fold CV)
- Average accuracy of 10-fold CV

#### Image patches

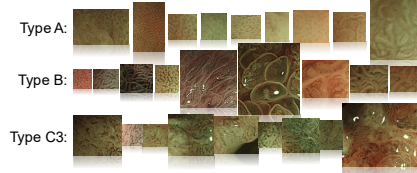


図 4 : 学習・テストに用いた内視鏡画像

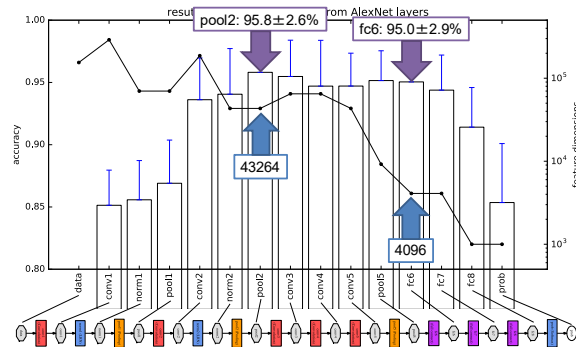


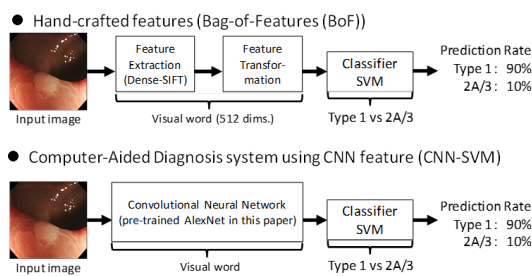
図 5 : AlexNet を特徴抽出器として用いた場合の結果

視鏡診断時に撮影収集された、NBI 拡大内視鏡画像から病理タイプの特徴が明確に確認できる領域を矩形にトリミングした 908 枚の画像を学習データとして用いた (図 4)。一般物体認識コンテストの Large Scale Visual Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012)で提供された ImageNet のデータセットを用いて学習された AlexNet を用いた。各レイヤーの特徴量の次元数と 3-foldCV の結果を図 5 に示す。この結果より、特徴量の次元数と識別率のトレードオフを考慮することで、学習済み AlexNet を特徴抽出器として使用することができることがわかった。

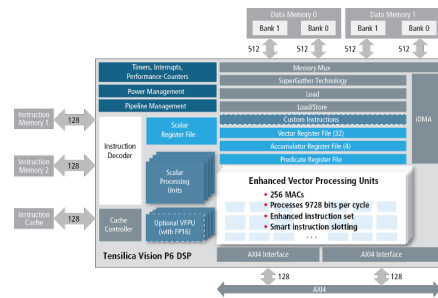
#### 4. 4 CNN 特徴抽出と SVM 分類を用いたカスタマイズ DSP による NBI 内視鏡動画画像診断支援プロトタイプシステムの開発

内視鏡診断の医療現場では、熟練した専門医による経験による診断が重要かつ不可欠となっている。しかしながら、近年の高齢化に伴い、医療機関に受診に訪れる患者の数は増大しており、熟練した専門医が一日に診療する患者数が増えてしまい、負担が増加している。そこで、特に医用画像を取り扱う現場においては、画像データから得られる様々な情報を医師に提示することにより、医師への負担を軽減するとともに、非熟練者の技術の向上のためのナビゲーションなどが提示することができれば、これらの問題を解決する一つの方法になることが期待される。

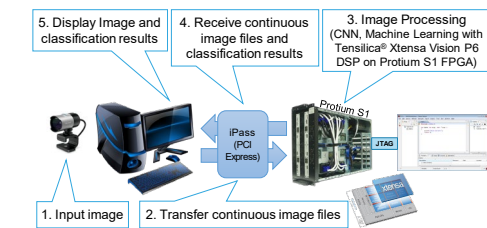
そこで、内視鏡画像データの分析を、医療現場でリアルタイムかつ高速に処理ができる、診断支援プロトタイプシステムの構築を実施した。特に、システム開発には、ソフトウェアとハードウェアの協調設計が重要な鍵となるため、我々が開発している協調設計が可能なコンピュータ設計支援ツールと計算の複雑度や並列度に合わせたアルゴリズムの柔軟な高速化が可能な Vision P6 DSP と呼ばれる画像処理向けのコンフィギュラブル IP を効果的に使用して、内視鏡の動画画像に対する診断支援の性能向上を図った。特に、本研究では、機械学習 (ML) と深層学習 (CNN) をハイブリッドにした新しい方法を共同で開発し、少ない学習データ (内視鏡画像データ) を用いて、短い学習時間で学習を可能とし、Vision P6 DSP のアーキテクチャの特長をいかした、コンフィギュラブル IP による高速なシステムを実現する基盤技術を開発した (図 6)。



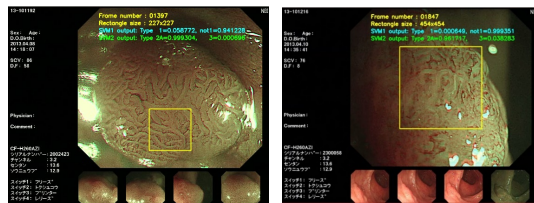
BoF and CNN-SVM CAD system overview.



Overview of Vision P6 DSP Core Architecture



The Developed Prototyping CAD System Overview.



The classification result of the video endoscopic image on the real-time prototyping system.

図 6 : CNN 特徴抽出と SVM 分類を用いたカスタマイズ DSP による NBI 内視鏡動画画像診断支援プロトタイプシステム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kyosuke Kageyama, Tetsushi Koide, Takeshi Kumaki	4. 巻 139
2. 論文標題 Parallel Processing of Morphological Pattern Spectrum for a Massive-Parallel Memory-Embedded SIMD Matrix Processor MX-1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 237-246
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.139.237	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka	4. 巻 1
2. 論文標題 Investigation of Real-Time Computer-Aided Diagnosis system using CNN feature and SVM identifier with Colorectal Endoscopic Images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 21th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies	6. 最初と最後の頁 71-76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本 拓巳, 小出 哲士, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治, 戸石 浩司, 菅原 崇之, 辻 雅之, 小田川 真之, 丹場 展雄	4. 巻 4A-1
2. 論文標題 CNN特徴とSVM分類を適用した大腸内視鏡画像がん診断支援システムのカスタマイザブルDSPコアへの実装	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Design Automationシンポジウム2017論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡本 拓巳, 小出 哲士, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治	4. 巻 4A-2
2. 論文標題 リアルタイム大腸内視鏡画像診断支援システムのためのCNN特徴とSVM分類を用いた識別手法	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Design Automationシンポジウム2017論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小出哲士, 玉木徹, 吉田成人	4. 巻 20170410
2. 論文標題 画像処理技術が大腸がん診断支援を加速する	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日経デジタルヘルス, 日経テクノロジー-online 記事	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toru Tamaki, Shoji Sonoyama, Takio Kurita, Tsubasa Hirakawa, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Tetsushi Koide, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka, Kazuaki Chayama	4. 巻 2018
2. 論文標題 Domain Adaptation with L2 constraints for classifying images from different endoscope systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cornel University Library	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) arXiv:1611.02443	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計33件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2. 発表標題 Feature Extraction of Colorectal Endoscopic Images for Computer-Aided Diagnosis with CNN
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka, Hiroshi Toishi, Takayuki Sugawara, Masayuki Tsuji, Masayuki Odagawa, Nobuo Tamba
2. 発表標題 Implementation of Computer-Aided Diagnosis System on Customizable DSP Core for Colorectal Endoscopic Images with CNN Features and SVM
3. 学会等名 IEEE Region 10 Conference 2018 (TENCON2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本拓巳, 小出哲士, 玉木徹, Bisser Raytchev, 金田和文, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治, 菅原崇之, 戸石浩司, 辻雅之, 小田川真之, 丹場展雄
2. 発表標題 大腸がん診断支援のためのカスタマイザブルDSPによる内視鏡動画リアルタイムCNN特徴抽出とSVM分類
3. 学会等名 情報処理学会DAシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2. 発表標題 Investigation of Real-Time Computer-Aided Diagnosis system using CNN feature and SVM identifier with Colorectal Endoscopic Images
3. 学会等名 The 21th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka
2. 発表標題 Investigation of Classification Method for NBI Colorectal Endoscopic Images with CNN layers and SVM
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masayuki Odagawa, Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Hiroshi Toishi, Takayuki Sugawara, Masayuki Tsuji, Nobuo Tamba, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka
2. 発表標題 Image Identification System on Rapid Prototyping Platform with Customizable DSP Core for Biomedical Application
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka, Masayuki Odagawa, Hiroshi Toishi, Takayuki Sugawara, Masayuki Tsuji, Nobuo Tamba
2. 発表標題 Implementation of Real-Time Computer-Aided Diagnosis System for Colorectal Endoscopic Video with CNN features and SVM identifier
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka, Toshihiko Sugihara, Naoki Sugihara
2. 発表標題 Development of Endoscopic Video / Image Capturing Embedded System for Computer-Aided Diagnosis
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本拓巳, 小出哲士, 玉木徹, Bisser Raytchev, 金田和文, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治, 菅原崇之, 戸石浩司, 辻雅之, 小田川真之, 丹場展雄, 杉原利彦, 杉原尚樹
2. 発表標題 大腸がんリアルタイム診断支援のための CNN特徴とSVM分類による動画認識プロトタイプシステム
3. 学会等名 生体医歯工学共同研究拠点 成果報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本拓巳, 小田川真之, 竹林光治郎, 長野幹央, 小出哲士, 玉木徹, Bisser Raytchev, 金田和文, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治, 菅原崇之, 戸石浩司, 辻雅之, 丹場展雄
2. 発表標題 機械学習による内視鏡動画リアルタイム診断支援システムのプロトタイプング
3. 学会等名 デザインガイア2018
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 小出哲士, 岡本拓巳, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題 機械学習による動画像リアルタイムがん診断支援システムのVision DSPへの実装とプロトタイピング
3. 学会等名 Cadence IPソリューション・セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小出哲士
2. 発表標題 ソフトとハードの協調設計によるリアルタイム画像認識システムの実装
3. 学会等名 novation Potluck (イノベーション ポットラック) #9 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小出哲士, 岡本拓巳, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題 機械学習による動画像リアルタイムがん診断支援システムのVision DSPへの実装とプロトタイピング
3. 学会等名 CDN Live Japan 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小出哲士, 岡本拓巳, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治, 杉原俊彦
2. 発表標題 画像強調観察拡大内視鏡画像に対するリアルタイム診断支援システムの基盤技術開発
3. 学会等名 中国地域創造研究センター 2019年ビジネスマッチング交流会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayuki Tsuji, Hiroshi Toishi, Takayuki Sugawara, Masayuki Odagawa, Nobuo Tamba, Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka
2. 発表標題 Real-time Processing of Computer-Aided Diagnosis System for Colorectal Tumor Classification in NBI Endoscopy Using CNN Features by Implementing to Tensilica Vision P6 DSP
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Shimizu, K. Sugi, A.-T. Hoang, T. Tamaki, T. Hirakawa, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2. 発表標題 An FPGA Implementation of SVM for Type Identification with Colorectal Endoscopic Images
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Okamoto, T. Tamaki, T. Hirakawa, B. Raytchev, K. Kaneda, T. Koide, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2. 発表標題 Transfer Learning for Endoscopic Image Classification
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2. 発表標題 Classification Method for Real-Time NBI Colorectal Endoscopic Images with CNN features and SVM
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka, H. Toishi, T. Sugawara, M. Tsuji, M. Odagawa, N. Tamba
2 . 発表標題 Implementation of Computer-Aided Diagnosis System on Customizable DSP Core for Colorectal Endoscopic Images with CNN features and SVM
3 . 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Shimizu, K. Sugi, A.-T. Hoang, T. Tamaki, T. Hirakawa, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2 . 発表標題 Compact and High-Speed Hardware Feature Extraction Accelerator for Dense Scale-Invariant Feature Transform
3 . 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Okamoto, T. Koide, T. Shimizu, K. Sugi, A.-T. Hoang, T. Tamaki, T. Hirakawa, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka
2 . 発表標題 A Hardware Accelerator for Bag-of-Features based Visual Word Transformation in Computer Aided Diagnosis for Colorectal Endoscopic Images
3 . 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Okamoto, S. Abe, Y. Sakane, T. Koide, A.-T. Hoang, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka, H. Toishi, T. Sugawara, M. Tsuji, M. Odagawa, N. Tamba, T. Sugihara, N. Sugihara
2 . 発表標題 A Prototyping of an Endoscopic Image Recognition System for Computer-Aided Diagnosis of Colorectal Tumor
3 . 学会等名 The International Workshop on Nanodevice Technologies 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名	Masayuki Odagawa, Masayuki Tsuji, Hiroshi Toishi, Takayuki Sugawara, Nobuo Tamba, Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka
2. 発表標題	Tensilica DSP Cores for Neural Networks and an Application to Computer-Aided Diagnosis System for Colorectal Tumor Classification
3. 学会等名	The International Workshop on Nanodevice Technologies 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	岡本 拓巳, 小出 哲士, Anh-Tuan Hoang, 玉木 徹, 平川 翼, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治
2. 発表標題	大腸NBI拡大内視鏡を用いた大腸ガン診断支援システム
3. 学会等名	第20回画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	岡本 拓巳, 小出 哲士, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治
2. 発表標題	CNN特徴とSVM分類を用いた大腸NBI拡大内視鏡診断支援システムの最適化
3. 学会等名	デザインガイア2017
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	岡本 拓巳, 小出 哲士, Anh Tuan Hoang, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治
2. 発表標題	CNN特徴とSVM分類を適用した大腸内視鏡画像がん診断支援システムのカスタマイザブルDSPコアへの実装
3. 学会等名	第19回IEEE広島支部学生シンポジウム
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	岡本 拓巳, 小出 哲士, Anh Tuan Hoang, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治
2. 発表標題	大腸内視鏡画像リアルタイム診断支援システムのためのCNN特徴とSVM分類を用いた識別手法
3. 学会等名	第19回IEEE広島支部学生シンポジウム
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 小出 哲士, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治
2. 発表標題	大腸内視鏡診断支援のための学習・認識アルゴリズムの改良
3. 学会等名	平成29年度生体医歯工学共同研究拠点 成果報告会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	岡本 拓巳, 小出 哲士, Anh Tuan Hoang, 玉木 徹, Bisser Raytchev, 金田 和文, 吉田 成人, 三重野 寛, 田中 信治, 戸石 浩司, 菅原 崇之, 辻 雅之, 小田川 真之, 丹場 展雄, 杉原 利彦, 杉原 尚樹
2. 発表標題	大腸がん診断支援のための画像認識プロトタイプシステム
3. 学会等名	平成29年度生体医歯工学共同研究拠点 成果報告会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	小出哲士, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題	大腸・胃拡大内視鏡診断のための学習機能を有する診断支援(CAD)システム
3. 学会等名	Medtec Japan 2017
4. 発表年	2017年

1. 発表者名 小出哲士, 岡本拓巳, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題 内視鏡画像にCNN特徴を適した大腸がん診断支援システムのテンシリカVisionDSPによるリアルタイム処理の実現
3. 学会等名 CDN Live Japan 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小出哲士, 岡本拓巳, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題 機械・転移・深層学習を用いたリアルタイム大腸内視鏡診断支援システムのためのソフト・ハード基盤技術
3. 学会等名 バイオジャパン2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小出哲士, 玉木徹, 吉田成人, 三重野寛, 田中信治
2. 発表標題 医療機器開発等におけるAI等の活用について：機械学習・転移学習・深層学習を用いたリアルタイム大腸がん内視鏡診断支援システム
3. 学会等名 ひろしま医療関連産業研究会第1回ひろしま医工連携サロン
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 細菌検査装置および細菌検査方法	発明者 内保裕一, 植松千宗, 小出哲士	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、P2018-072303	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 検査装置および検査方法	発明者 杉山清隆, 小出哲士, 植松千宗, 藤田浩子, 榎屋豪	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/008294	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 内視鏡画像診断支援システム	発明者 小出哲士, 玉木徹, 吉田成人, 他5名	権利者 国立大学法人 広島大学
産業財産権の種類、番号 特許、第6235921号	取得年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 Endoscopic Image Diagnosis Support System	発明者 小出哲士, 玉木徹, 吉田成人, 他5名	権利者 国立大学法人 広島大学
産業財産権の種類、番号 特許、ZL201580007579.7	取得年 2018年	国内・外国の別 外国

〔その他〕

<p>生体医歯工学共同研究拠点  <a href="http://www.tmd.ac.jp/ibbc/">http://www.tmd.ac.jp/ibbc/</a>          広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所論文刊行物  <a href="http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/papconf.html">http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/papconf.html</a>          広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所受賞・新聞記  <a href="http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/award/">http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/award/</a>          広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所学会発表リスト  <a href="http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/conference.html">http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/conference.html</a>          広島大学大学院先端物質科学研究科半導体集積科学専攻  <a href="http://www.seis.hiroshima-u.ac.jp/">http://www.seis.hiroshima-u.ac.jp/</a>          生体医歯工学共同研究拠点  <a href="http://www.tmd.ac.jp/ibbc/">http://www.tmd.ac.jp/ibbc/</a>          広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所論文刊行物  <a href="http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/papconf.html">http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/papconf.html</a>          広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 平成29年度 受賞者紹介  <a href="http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/award/award29.html">http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/award/award29.html</a>          プレスリリース：医療診断支援システムの開発を高速化  <a href="https://goo.gl/Vdj98w">https://goo.gl/Vdj98w</a>          画像処理技術が大腸がん診断支援を加速する  <a href="http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/051700030/030800016/">http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/051700030/030800016/</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田中 信治  (Tanaka Shinji)  (00260670)	広島大学・病院(医)・教授   (15401)	
研究分担者	玉木 徹  (Tamaki Toru)  (10333494)	広島大学・工学研究科・准教授   (15401)	