

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04157

研究課題名（和文）消化管内視鏡画像解析の客観的指標に基づくリアルタイム診断支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of a Real-Time Computer-Aided Diagnosis System Based on Objective Indicators for Gastrointestinal Endoscopic Image Analysis

研究代表者

小出 哲士 (Koide, Tetsushi)

広島大学・ナノデバイス研究所・准教授

研究者番号：30243596

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究で開発した大腸NBI拡大内視鏡診断支援システムは、JNET所見分類に加えて、欧米などで用いられている大腸NBI非拡大内視鏡の所見分類であるNICE分類に対しても、識別性能が精度だけでなく、感度、特異度などの定量的評価指標も90%以上の高値を提示できる。また、JNET分類やNICE分類の病変部分とそれ以外の正常粘膜の部分を、内視鏡全画面の中から抽出するセグメンテーションも実現した。更に、リアルタイム処理の実現に関しては、Full HD 動画像に対して、広範囲の病変の識別を可能とする高速実行が可能なCADシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したリアルタイム内視鏡診断支援システムにより、内視鏡画像の客観的指標となる数値を医師の診察時にリアルタイムで提示することができ、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可能となる。更に、内視鏡画像の客観的な指標となる数値を多くの医師に提示することが可能となり、見え方の異なる膨大な内視鏡の画像データに対しても、腫瘍のスクリーニングに対しても有効に利用することが期待できる。このように、リアルタイム診断支援技術の提供だけでなく、膨大な臨床データから得られる新しい知見を学習データとして蓄積することで、CADシステムの精度向上のための有効利用が可能となる。

研究成果の概要（英文）：The colorectal NBI magnified endoscopy diagnosis support system developed in this study can provide not only the JNET classification but also the NICE classification, a colorectal NBI non-magnified endoscopic finding classification used in the US and EU, with high accuracy, sensitivity, specificity and other quantitative evaluation indices of more than 90%. In addition, segmentation of lesions and other areas of normal mucosa in the JNET and NICE classifications can be extracted from the entire endoscopic image. In addition, we have developed a high-speed CAD system for real-time processing, which enables the identification of a wide range of lesions on full HD video images.

研究分野：知能情報・集積システム工学

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 リアルタイム画像処理 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、研究者個人に帰属します。

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システムの設計、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。医療分野では、心電図解析やマンモグラフィ-CAD のように臨床応用され広く使用されているものもあり、近年では、内視鏡画像の画像解析 CAD の報告が複数されているが、拡大・非拡大並びに見え方の違いに対応したシステムや、小規模なクリニックで導入できるような小型・安価な組込システムによる CAD システムは、ほとんど報告されていない。そのため、本研究のリアルタイム診断支援技術 CAD システムを開発することは、極めて新しい試みであり、医工連携にて最新の工学的技術と内視鏡診断学を融合させて開発を行うことも特徴的である。

3. 研究の方法

診察時のリアルタイム処理を実現するハードウェア CAD システムを実現するためには、本研究において、以下に示す4つの課題について取り組んだ。

- A) 転移学習による既存の大腸 NBI 拡大内視鏡画像データベースの再利用による異なる内視鏡システムに対応可能なアルゴリズムの開発を行う。
- B) 大腸 NBI 非拡大内視鏡画像に対し、コンピュータ診断に適した診断基準の設定を行い、病理組織診断との間に関連の強い数値化を行い、更に病変の認識を容易にするコンピュータ処理画像を提示する画像認識システムの開発を行う。
- C) 内視鏡画像の1画面中から、悪性度が高い部分の複雑な形状領域を自動的に抽出する方法を提案し、アルゴリズムとして実現し、そのシステム実装を設計する。
- D) 診察時の高精細な動画画像をリアルタイムに処理するために、高認識・高速・低レイテンシを満足するリアルタイム内視鏡診断支援システムを構築し、臨床試験による検証およびフィードバックによる高精度化を行う。

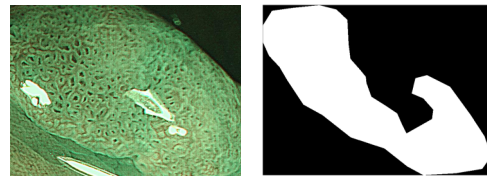
以上の課題をクリアし、これまででない画期的な大腸内視鏡画像に対する CAD システムの基盤技術の開発を実施した。

4. 研究成果

(1) 内視鏡診断支援システムのためのデータベースの集積と関心領域のラベリング

2006年1月から2018年12月に JR 広島病院、広島大学病院で撮影した大腸病変の NBI 画像 4110 枚を用いて、明瞭な病変となる関心領域の切り出しと JNET 分類によるラベル付けを行った。関心領域に対して図 1 (a) のようなトリミング画像と図 1 (b) のようなマスク画像が生成される。学習と検証には(a)のトリミング画像を使用している。また、それらの病変画像に加え、

2020年11月から2021年12月までに同院で撮影した大腸正常粘膜 NBI 画像 1571 枚を正常粘膜というラベルとしてデータセットに加えた。このデータセットを学習・検証に使用した。以下、非拡大を Mag 1, 弱～中拡大を Mag 2, 強拡大を Mag 3 とする。



(a) トリミング画像 (b) マスク画像
744×550 pixel 774×550 pixel

図 1. 関心領域の画像例 (Type 1)

(2) がんの進行度を考慮した深層学習による分類手法の開発

識別器のネットワーク構造としてInception v3 [3] やResNet [4] を採用し、出力層の活性化関数を Sigmoid に、出力の数を4つに変更して最適化を行った。各出力でNICE分類やJNET分類 [1, 2] (図 2) を基本として、Type1以上かどうか、Type2a以上かどうかのような進行度に合わせて2分類を行う形で病変の状態を評価し、分類を行う。損失関数には新しく開発したProgressive LossとBinary Cross Entropy Lossの和を用いた。

(3) 従来の分類手法とがんを考慮した分類手法の比較検証

提案した分類手法と一般的な多分類問題で使用されている分類手法を、深層学習を用いて分類器を作成し、比較検証を行った。(1)節で行った分類手法で作成したモデルをSigmoidモデル(図3)、従来の方法で作成したモデルをSoftmaxモデルとする。分類結果を図4に示す。全体のAccuracyは、Sigmoidモデルが89.7%, Softmaxモデルが89.1%となり、Sigmoidモデルが0.6%ほど高い結果となった。また、Type 3をType 1に、Type 2BをType 1に誤分類するようながんの進行度が離れている誤分類の画像枚数が減っている。これは、Softmaxモデルでは無視されていたラベルの連続性がSigmoidでは2分類によって学習できるようになっているためであると考えられる。これにより、進行度の連続性を考慮して学習を行った分類器の開発を行った。従来のSoftmaxによる多分類モデルと比較すると、進行度が連続しない誤分類の数を減らし、全体の正確度を上げることに成功した。

図 2. JNET 分類

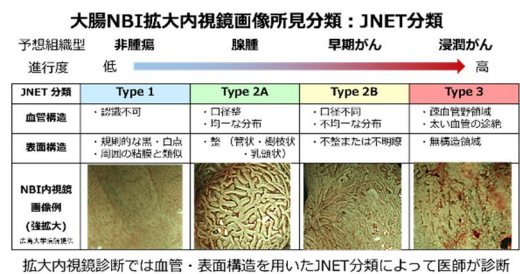


図 3. 提案した新しいモデル

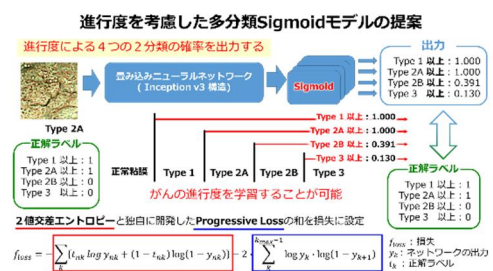
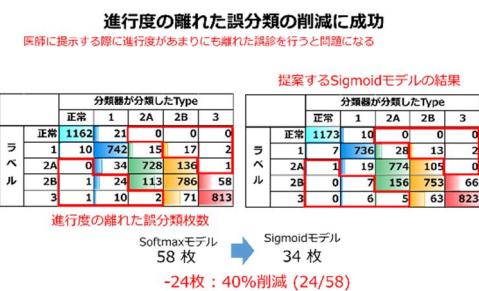


図 4. Softmax モデルと提案モデルの比較

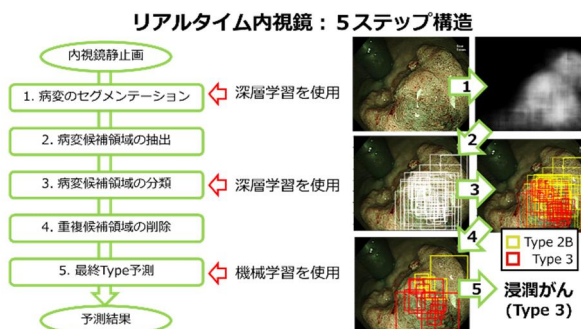


(4) リアルタイム内視鏡診断支援システムの構築

図5に示すリアルタイム内視鏡診断支援システムを構築した。開発したCADシステムでは5つのステップによって病変のTypeの予測を行う。まず、内視鏡の1フレームの画像に対して病変のセグメンテーションを行う。次に、セグメンテーション結果をもとに病変候補領域の抽出を行う。その後、病変候補領域に対してType分類を行い、状況に応じて重複候補領域の削除を実施する。最後にType分類の結果を用いて最終Type予測を行い医師に提示する。セグメンテーションと分類については深層学習を、最終Type

予測については機械学習を使用した。図6にリアルタイム内視鏡診断支援システムの診断支援結果を示す。以上により、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ったが、開発したリアルタイム診断支援システムを用いることにより、コンピュータで定量的に解析された結果を「second opinion」として医師に提示することが可能となった。

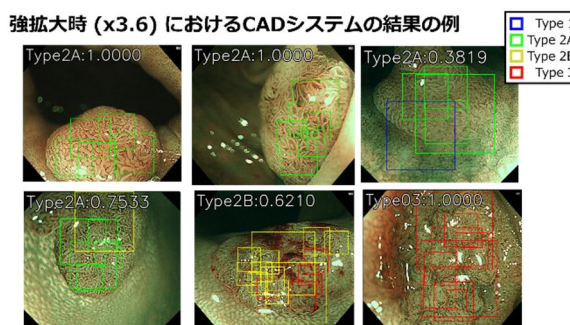
図 5. リアルタイム内視鏡診断支援システムの概要



<引用文献>

- [1] 寺本 彰, 他: “NICE分類からJNET分類へ”, 胃と腸, 54(1), 28-37, 2019. et al., J. Phys. Soc. Jpn 85,034704, 2016.
- [2] 斎藤 豊, 他: “The Japan NBI Expert Team (JNET) 大腸拡大Narrow Band Imaging (NBI) 分類の紹介”, 日本消化器内視鏡学会雑誌, 58(11):2314-2322, 2016.
- [3] Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jonathon Shlens, Zbigniew Wojna : “Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision”, 2015.
- [4] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition”, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1512.03385>, 2015.

図 6. リアルタイム内視鏡診断支援システムの適用例



5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Yuki Okamoto, Shigeto Yoshida, Seiji Izakura, Daisuke Katayama, Ryuichi Michida, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Yuki Kamigaichi, Hiroshiro Tamari, Yasutsugu Shimohara, Tomoyuki Nishimura, Katsuaki Inagaki, Hidenori Tanaka, Ken Yamashita, Kyoku Sumimoto, Shiro Oka, Shinji Tanaka	4. 巻 37
2. 論文標題 Development of multi-class computer-aided diagnostic systems using the NICE/JNET classifications for colorectal lesions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Gastroenterology and Hepatology	6. 最初と最後の頁 104-110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jgh.15682	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 Masayuki Odagawa, Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka, Takayuki Sugawara, Hiroshi Toishi, Masayuki Tsuji, Nobuo Tamba	4. 巻 E104-A
2. 論文標題 A Hardware Implementation on Customizable Embedded DSP Core for Colorectal Tumor Classification with Endoscopic Video toward Real-Time Computer-Aided Diagnosis System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 691-701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2020EAP1069	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 Masayuki Odagawa, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji	4. 巻 E105-A
2. 論文標題 Feasibility Study for Computer-Aided Diagnosis System with Navigation Function of Clear Region for Real-Time Endoscopic Video Image on Customizable Embedded DSP Cores	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 58-62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2021EAL2044	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 Masayuki Odagawa, Takumi Okamoto, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka	4. 巻 E105-A
2. 論文標題 Classification with CNN features and SVM on Embedded DSP Core for Colorectal Magnified NBI Endoscopic Video Image	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 25-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2021EAP1036	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 Kyosuke Kageyama, Sota Arai, Hajime Hamano, Xiangbo Kong, Tetsushi Koide and Takeshi Kumaki	4. 巻 18
2. 論文標題 Implementation of floating-point arithmetic processing on content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	6. 最初と最後の頁 546-558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.23753	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 -

[学会発表] 計23件(うち招待講演 1件/うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Daisuke Katayama, Ryuichi Michida, Seiji Izakura, Yongfei Wu, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Yuki Okamoto, Shinji Tanaka
2. 発表標題 A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on NICE Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy
3. 学会等名 The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryuichi Michida, Daisuke Katayama, Seiji Izakura, Yongfei Wu, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Yuki Okamoto, Shinji Tanaka
2. 発表標題 A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on JNET Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy,
3. 学会等名 The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kyosuke Kageyama, Akimitsu Hamai, Kensuke Watanabe, Tetsushi Koide, Takeshi Kumaki
2. 発表標題 Floating-point arithmetic of content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core
3. 学会等名 RISP International workshop on Nonlinear Circuit, computer and Signal Processing (NCSP2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Okamoto, Shigeto Yoshida, Seiji Izakura, Daisuke Katayama, Ryuichi Michida, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Yuki Kamigaichi, Hiroshiro Tamari, Yasutsugu Shimohara, Tomoyuki Nishimura, Katsuaki Inagaki, Hidenori Tanaka, Ken Yamashita, Kyoku Sumimoto, Yuki Ninomiya1, Shiro Oka, Shinji Tanaka
2. 発表標題 Development of multi-class computer-aided diagnosis support system for diagnosis of NICE/JNET classification in colorectal lesions
3. 学会等名 UEG Week - United European Gastroenterology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kageyama Kyosuke, Arai Sota, Hamano Hajime, Hamai Akimitsu, Kong Xiangbo, Koide Tetsushi, Kumaki Takeshi
2. 発表標題 Multiplication of Baugh-Wooley arithmetic processing by content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yongfei Wu, Daisuke Katayama, Ryuichi Michida, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Oka Shiro, Shinji Tanaka, Masayuki Odagawa, Toshihiko Sugihara
2. 発表標題 A Denoising Autoencoder on Anomaly Detection via Cutmix for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Katayama, Yongfei Wu, Ryuichi Michida, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Oka Shiro, Shinji Tanaka, Masayuki Odagawa, Toshihiko Sugihara
2. 発表標題 A Lesion Classification Method Using Deep Learning for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 道田 竜一, 片山 大輔, 井櫻 星二, 吳 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本 由貴, 田中 信治
2. 発表標題 深層学習を用いたJNET分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法
3. 学会等名 第27回画像センシングシンポジウム(SSII2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片山 大輔, 道田 竜一, 井櫻 星二, 吳 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本 由貴, 田中 信治
2. 発表標題 深層学習を用いたNICE分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法
3. 学会等名 第27回画像センシングシンポジウム(SSII2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kiyosuke Kageyama, Akira Sekino, Kensuke Watanabe, Akimitsu Hamai, Tetsushi Koide, and Takeshi Kumaki
2. 発表標題 Proposal of content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core
3. 学会等名 Proc. of RISP International Workshop on Nonlinear Circuit, Computer and Signal Processing (NCSP2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiyosuke Kageyama, Kensuke Watanabe, Akimitsu Hamai, Takeshi Kumaki and Tetsushi Koide
2. 発表標題 Acceleration of arithmetic processing with CAM-based massive-parallel SIMD matrix core
3. 学会等名 Proc. of IEEE International Midwest Symposium on Circuits And Systems (MWSCAS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Yoko Azuma, Toshihiro Kasama, Yoshishige Endo, Tetsushi Koide, Chiharu Sone, Masashi Komine, Atsushi Ogawa, and Ryo Miyake
2. 発表標題	Multistep Reactions by Aligned Tablet Reagents for Long Term Monitoring of Plant Culture Solution
3. 学会等名	Proc. of the 24th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2019) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Masayuki Odagawa, Tetsushi Koide, Takumi Okamoto, Toru Tamaki, Bisser Raytchev, Kazufumi Kaneda, Shigeto Yoshida, Hiroshi Mieno, Shinji Tanaka
2. 発表標題	Classification Method with CNN features and SVM for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy
3. 学会等名	Proc. of 2020 IEEE Region 10 Conference (TENCON2020) (国際学会)
4. 発表年	2020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	機械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～ ソフトウェアとハードウェアの協調設計によるリアルタイム処理の実現～
3. 学会等名	医療機器開発のみらいをつくるシーズ, 東京都医工連携HUB機構, オンラインセミナー (招待講演)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	呉泳飛, 片山大輔, 道田竜一, 小出哲士, 玉木徹, 吉田成人, 岡本由貴, 岡志郎, 田中信治
2. 発表標題	大腸NBI内視鏡におけるコンピュータ支援診断のためのFully Convolutional Networkを用いた病変部位のセグメンテーション法
3. 学会等名	第28回画像センシングシンポジウム (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 片山 大輔, 吳 泳飛, 道田 竜一, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 岡本 由貴, 岡 志郎, 田中 信治
2. 発表標題 深層学習を用いたNICE/JNET分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法
3. 学会等名 第28回画像センシングシンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yongfei Wu, Daisuke Katayama, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Shiro Oka, Shinji Tanaka
2. 発表標題 A U-Net Based Lesion Segmentation Method for Computer-Aided Diagnosis in Colorectal NBI Endoscopy
3. 学会等名 The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Katayama, Yongfei Wu, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Shiro Oka, Shinji Tanaka
2. 発表標題 An Endoscopic image Classifier Using Deep Learning Considering Progression of Colorectal Cancer
3. 学会等名 The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2022(ITC-CSCC2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kyosuke Kageyama, Sota Arai, Hajime Hamano, Xiangbo Kong, Takeshi Kumaki and Tetsushi Koide
2. 発表標題 Implementation of parallel AES processing with CAM-based massive-parallel SIMD matrix core
3. 学会等名 "Implementation of parallel AES processing with CAM-based massive-parallel SIMD matrix core," World Symposium on Communication Engineering (WSCE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Katayama, Yongfei Wu, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Shiro Oka, Shin Morimoto, Shinji Tanaka, Masayuki Odagawa, Toshihiko Sugihara
2. 発表標題 An Endoscopic lesion image Classifier Using Deep Learning Considering Progression of Colorectal Cancer
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yongfei Wu, Daisuke Katayama, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Shiro Oka, Shin Morimoto, Shinji Tanaka, Masayuki Odagawa, Toshihiko Sugihara
2. 発表標題 A Lesion Segmentation Method for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy Based on U-Net
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Odagawa, Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Yuki Okamoto, Shin Morimoto, Shiro Oka, Shinji Tanaka
2. 発表標題 Practical Improvement to the Real-Time CAD (Computer-Aided Diagnosis) System with Navigation Function
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taiki Sugiura, Toru Tamaki
2. 発表標題 Action recognition with generated sequences
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Tetsushi Koide, Toru Tamaki, Shigeto Yoshida, Shinji Tanaka	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Jenny Stanford Publishing Pte Ltd.	5. 総ページ数 380
3. 書名 Biomedical Engineering, Chapter 16, A Hierarchical Type Segmentation Hardware for Colorectal Endoscopic Images with Narrow Band Imaging Magnification	

1. 著者名 玉木徹, 小出哲士, 吉田成人	4. 発行年 2022年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 250
3. 書名 内視鏡画像AI (医療AIとディープラーニングシリーズ)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>生体医歯工学共同研究拠点 http://www.tmd.ac.jp/ibbc/ 広島大学ナノデバイス研究所 https://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/ Google Scholar: Tetsushi Koide https://bit.ly/3uzRnPZ ResearchGate: Tetsushi Koide https://www.researchgate.net/profile/Tetsushi-Koide 生体医歯工学共同研究拠点 http://www.tmd.ac.jp/ibbc/ 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 http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/papconf.html 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 http://www.rnbs.hiroshima-u.ac.jp/conference.html Google Scholar : Koide Tetsushi https://bit.ly/3uzRnPZ ResearchGate: Tetsushi Koide https://www.researchgate.net/profile/Tetsushi-Koide</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)	

6. 研究組織（つづき）

	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	玉木 徹 (Tamaki Toru) (10333494)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関