

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00252

研究課題名（和文）内視鏡画像と細胞画像のための医療診断支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of Medical Diagnosis Supporting System for Endoscope Image and Cell Image

研究代表者

岩堀 祐之（IWAHORI, Yuji）

中部大学・工学部・教授

研究者番号：60203402

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ポリープの3次元形状と大きさを復元するため2枚の画像間での対応する特徴点の情報を用いて内視鏡の移動量とともに面の反射係数を推定する手法をベースにさらに血管情報を利用する信頼性の高い手法の開発を行ったほか、縫合糸や血管などの特徴抽出とともにそれらを参照物体として用いることで1枚の内視鏡画像からポリープの形状と大きさを復元する手法の開発を行った。画像分類の問題では、CNN特徴量と転移学習を用いて、3種類の内視鏡画像を用いてポリープの良性・悪性の判定精度を向上させるための手法の開発、ならびに、顕微鏡細胞画像の細胞核の自動抽出および細胞の良性・悪性の分類を目的とした手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では一般的な白色内視鏡画像でポリープの3次元形状のみならずその絶対的な大きさを復元するための新たな手法を研究し、開発した。従来はステレオ構造やレーザーレンジファインダーを応用した特殊なハードウェアの内視鏡を開発した例があるが、通常内視鏡で形状と大きさを推定する手がかりが必要であった。研究ではこのため、手術用縫合糸やさらに血管の情報を用いて、高精度に検出をするCNNベースの方法のほか、対応点抽出問題や画像分類問題においてもCNNと転移学習を用いて精度向上を図る手法として、3種類の内視鏡画像を用いて精度向上を図ったほか、細胞画像の検出・分類問題においても新規で有効な手法を提案した。

研究成果の概要（英文）：This research developed an improved approach to recover the shape and size of polyp from endoscope images using the blood vessel information to estimate the moving distance of endoscope into the depth direction and that of the surface reflectance parameter as a reliable approach. Other approach to recover the shape and size of polyp using medical suture was also developed using the geometrical relation from only one image. Further extension using blood vessel instead of the medical suture was also developed. The research also challenged the image classification problem of benign or malignant for the observed polyp using three kinds of endoscope images with the higher accuracy and cell detection and cell classification of benign or malignant in a microscope cell image.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：コンピュータビジョン Shape from Shading 内視鏡画像 CNN 血管検出 ポリープ検出 パターン分類 良性・悪性

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

近年研究してきた内視鏡形状復元の成果を応用して、内視鏡画像血管検出手法、その成果を踏まえた内視鏡移動量の推定、カラー反射率の推定と絶対的な大きさ推定、さらには、機械学習によるポリープの検出と良性・悪性の分類手法の精度を上げるための方法ならびに細胞画像の才能核の検出および良性・悪性分類についての課題がある。

2. 研究の目的

ポリープの3次元形状と大きさを復元することを目的として2枚の画像間での対応する特徴点の情報を用いて内視鏡の移動量とともに面の反射係数を推定するため、血管情報を利用する信頼性の高い手法の開発を行うほか、縫合糸や血管などの特徴抽出とともにそれらを参照物体として用いることで1枚の内視鏡画像からポリープの形状と大きさを復元する手法の開発を行う。画像分類の問題では、ポリープの良性・悪性の判定精度を向上させるための手法の開発、ならびに、細胞画像の細胞核の自動抽出および細胞の良性・悪性の分類を目的とした手法を開発する。

3. 研究の方法

- (1) 内視鏡環境の点光源照明と透視投影の仮定のもとでポリープの形状の精度改善手法を研究する。ここでは orb 特徴量を用いて2枚の画像間での対応付けを行う方法をベースに考えるが、対応付けの信頼性が高い特徴点を決定する方法とともに内視鏡移動量と反射係数の推定を行う方法を研究した。この方法では内視鏡を奥行き方向に前後移動して撮影した2枚の画像から血管抽出をそれぞれ行うことで、血管抽出画像のペアを用いて orb 特徴量で信頼性が高い対応点をそれぞれ決定し、信頼性を上げる方法を検討した。
- (2) 縫合糸の水平面候補検出と幾何条件から得られる奥行き Z 分布の復元を検討した。ここでは縫合糸を利用した1枚の画像から水平面候補領域の検出を利用して縫合糸の高さを求め、その情報をもとに隣接点に対して逐次奥行きと傾きパラメータを求めていく方法を開発した。この研究では(1)のように内視鏡の前後移動を仮定した2枚の画像を用いることなく1枚の画像から縫合糸の断面における奥行情報、ならびに、内壁およびポリープの奥行き分布を復元することを目的として、1枚の画像からでもポリープの形状と大きさを求める方法として開発した。
- (3) 縫合糸でのアイデアをもとに、血管の自動検出と血管周りの反射係数の一様化を図り、1枚の画像から、血管候補領域として水平になっている箇所を検出を行い、幾何学的な条件から血管断面での奥行き情報 Z と反射係数 C を画像の明るさ情報から推定するとともに、候補領域で得られた奥行情報をもとに、血管の周りでのポリープの形状と大きさを復元するための手法を開発した。このような方法により、1枚の画像からでもポリープの形状ならびに反射係数の推定によりポリープの絶対的な大きさ情報を求める方法を検討した。
- (4) ポリープの良性・悪性の分類に関しては、(a) 白色光源下での内視鏡画像、(b) 染色液を掛けた画像、(c) NBI からなる3種類の画像を用いて、それぞれ単一の内視鏡画像の分類精度をさらに向上させるための手法を検討する。特徴ベクトルを得るために、ポリープ画像の特徴抽出を CNN で行い、全結合層で得られた特徴ベクトルを用いて、3種類の組み合わせによる7種類の識別機 (SVM) を機械学習で用意して各々の SVM での転移学習とその結果によるポリープの良性・悪性の分類を行い、7種類の組み合わせの分類結果を投票による多数決処理により、分類結果を向上させる手法を検討した。
- (5) 細胞画像の分類問題に関しては、すべての基本的処理を機械学習で行うことを目的とするとともに、細胞核の自動検出を行う手法を開発した。HE 染色された細胞画像には細胞核が数百ほど点在しているが、手法では抽出の前処理として、検出ウィンドウを設けて網羅的にラスタスキャンを行い、検出ウィンドウ毎に CNN 特徴量を抽出し、SVM を用いて細胞核の尤度を導出することで細胞核がどの辺りに存在するかを表すスコア画像の作成を行い、細胞核の検出鮮度を向上させるための手法を検討・提案した。
- (6) さらに細胞核の良性・悪性の分類に関しては、分類対象を皮膚癌の一種であるメラノーマとし、メラノーマの病理画像から核異形度が比較的大きい細胞核を悪性、黒子などの良性腫瘍の画像から核異形度が比較的小さい細胞核を正常とラベル付けを行うことで癌の分類用のデータセットを作成し、核異形度の違いを表す特徴量として、細胞核抽出と同様に CNN から自動生成されるものを使用することで細胞核の良性・悪性を自動的に分類するための手法を検討・提案した。

4. 研究成果

- (1) 入力画像をいくつかのパッチ画像に分割してパッチ画像とそのマスク画像を用意することで、血管情報を学習することで、下のように内視鏡画像に含まれる血管を自動的に検出する手法を開発した。

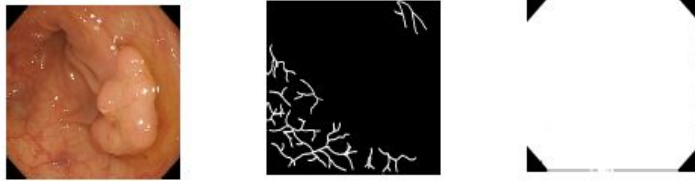


図 1 (a) 内視鏡画像 (b) 血管の自動検出結果 (右は対象領域の指定)

内視鏡を前後移動させて撮影した 2 枚の画像での血管検出の結果から 0rb 特徴量を用いた特徴点抽出と対応付けを行うことで、安定した対応が得られる箇所を用いて血管の対応情報をもとに内視鏡の移動量の推定を行った。その結果から反射係数の推定を行うことでポリープの絶対的な大きさを復元する手法を用いることで図 2 の(c)に示す結果を得ることが出来た。

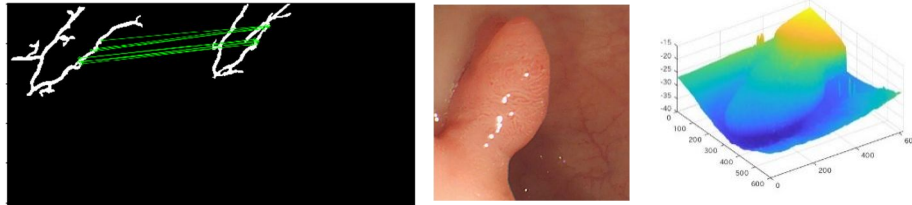


図 2 (a) 0rb 特徴量による対応点候補抽出 (b)入力画像(1 枚目) (c)形状・大きさ復元結果

このほか、内視鏡画像の併進運動を仮定したもとの、0rb 特徴点の対応付けを密に行うことを目的として、特徴点以外の点において非線形最適化を行うことで密な対応付けを行うとともに、形状を復元する方法を提案した。

- (2) 次に、1 枚の内視鏡画像から縫合糸が写っているという前提で、縫合糸の水平部分の候補領域の検出ならびに、その部分を利用することで、幾何学的な条件を用いることで、縫合糸の断面の部位の奥行き Z の情報を復元するための手法をもとに実装と検証を行った。縫合糸を入れた画像を図 2(a)に、図 2(a)をもとに縫合糸の水平部分の候補領域を検出した結果を図 2(b)に示す。

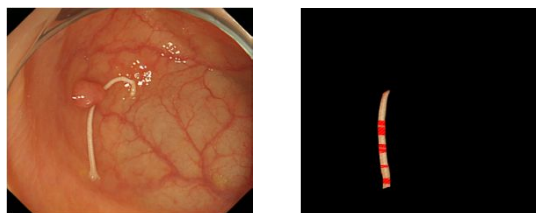


図 2 (a) 縫合糸を入れた画像 (b)水平領域の検出

水平部分の縫合糸の断面は図 3 のような幾何学的条件を満たすことになり、Z を求めることが出来る。複数の水平候補領域の点から、各点での奥行き Z を推定し、推定した奥行き Z から反射係数 C を求めた。C の値を利用して全点の Z と傾きパラメータ(p, q)を非線形最適化により求めることで各点の奥行き分布を復元する手法を提案、その有効性を示した。

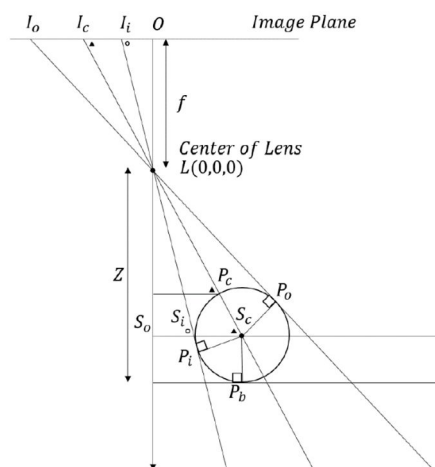


図3 縫合系断面での奥行き Z の幾何学的関係

- (3) 縫合系での形状復元をもとに、縫合系の代わりに血管情報を利用することでポリープの形状復元を実現する手法を開発した。ここではポリープ周りの内壁には血管が観測される画像を用いて U-Net を用いることでもまず血管の抽出を行った。血管抽出を行った例を図4に示す。

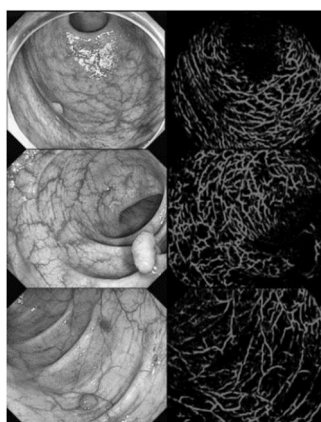


図4 U-Net による血管検出例

この情報から(2)の手法と同様に考えるが、奥行き Z は断面を血管とした場合には、図3での P_c と表わされる点での Z を幾何学的関係から推定することとし、Z の式を若干変更した。水平になっている血管部分を抽出することで形状復元の手がかりとする血管候補およびそれらの点での奥行き Z を算出した後、隣接点への積分式を用いて、周りの画素に対して順次 Z, p, q を求めるが、(p, q) は Z の一次差分近似であることから (p, q, Z) の関係を満たすように解く方法を用いた。図5で小さい矩形の枠は形状復元の初期点に選ばれた血管候補領域である。

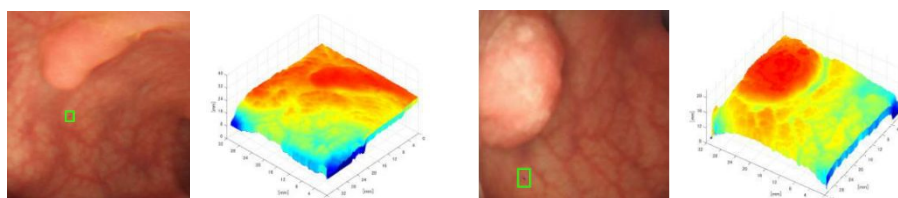


図5 血管を利用した入力画像と形状復元結果の例

このほか、白色光源の内視鏡画像を対象に、Deep Learning を用いて白色光源画像のシーン分類を行い、血管部分だけを高精度に検出する Frangi フィルタに基づく方法を研究し、発表した。

- (4) 図6に示すような3種類の内視鏡画像を用いて CNN で特徴抽出を行い、ポリープの良性・悪性の判定精度を向上するための研究では、図7に示すように CNN に通して全結合層から得られる特徴ベクトルをもとに、3種類の画像をもとに判定する SVM の分類器を7個用意し、転

移学習を行った .内視鏡画像の組み合わせの種類を変えた 7 個の各 SVM が判定した結果をもとに統合処理により ,各ポリープ画像が良性か悪性かを判定する方法を提案し ,実装を行った .

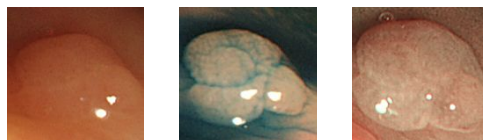


図 6 3 種類の内視鏡画像の例 (左から白色光源画像 , 染色画像 , NBI)

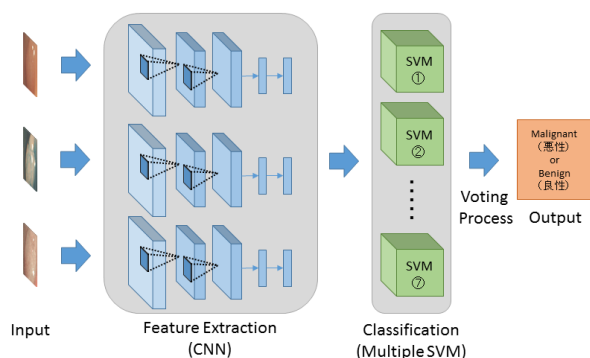


図 7 分類手法の概要

特徴ベクトルは ImageNet で学習済みの CNN に入力して得るが ,当初の研究では Alex-Net を用い , VGG16 などの CNN を用いて拡張を行った .

投票処理を導入することで , Sensitivity 93.3% , Specificity 90.5% , Accuracy 91.9% となり , 手法の有効性を確認できた . このほか , ポリープの状態を自己組織化マップとディープラーニングを用いてクラス分類する手法を提案し , 発表を行った .

- (5) 細胞画像の細胞核の自動検出に関しては , 先に述べた手法に従ってスコア画像を作成し , 作成したスコア画像に対して , 以下の処理で最終的な細胞核の抽出を行い , 自動検出した結果の例を図 8 に示す .

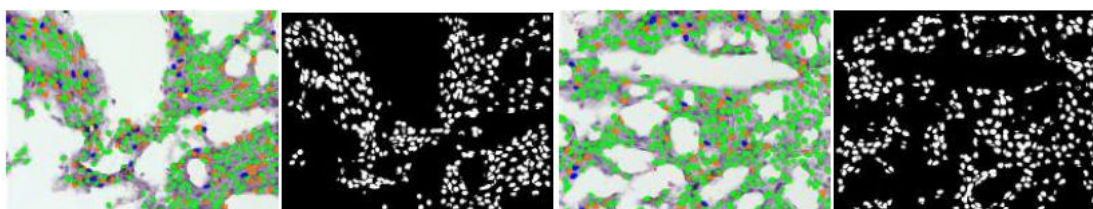


図 8 細胞画像と胞核核の検出結果 (2 例)

結果として 80% 前後の抽出精度を示す F-measure が得られたが , Recall の値が非常に高いことが分かる . これは細胞核の検出漏れよりも細胞核の誤検出により非細胞核に対して分類を行うほうが癌の分類において問題であり Recall の高い手法が有効であることが確認できる . このほか , 細胞核の検出については U-Net を 2 つ用いて Residual 構造にしたモデルを用いることで , 上の検出結果をさらに向上させる手法を研究し , 発表した .

- (6) 研究方法(6)で示した細胞核分類における提案手法の有効性を確認するために , 細胞核の良性画像 20 枚 , 悪性画像 40 枚 , 転移画像 20 枚の計 80 枚の切片画像に対して提案手法で分類を行った . 各ラベルの画像に対して , 正常と分類した数 , 悪性と分類した数 , ラベル毎の正答率 , 全体の正答率を表 3 に示す . 表 3 を見ると , 全体の正答率が 0.82 と高い数値を出していることから , 提案手法の有効性が確認された . また病理画像に対する分類結果表 4 では , 切片画像の場合と同様に , 良性と転移は正常と診断された細胞核と癌と診断された細胞核の数の差が明確であり , 悪性は差が曖昧なことも確認出来た .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 31件 / うち国際共著 28件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Sunil Kumar, M. K. Bhuyan, Yuji Iwahori	4. 巻 -
2. 論文標題 Multi-level uncorrelated discriminative shared Gaussian process for multi-view facial expression recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Visual Computer, Springer Nature	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00371-019-01788-2	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 該当する
1. 著者名 Kaiyuan Jiang, Yutong Zhang, Haibin Wu, Aili Wang, Yuji Iwahori	4. 巻 Vol.10, Issue 1
2. 論文標題 Heterogeneous Defect Prediction Based on Transfer Learning to Handle Extreme Imbalance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 396-410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10010396	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 該当する
1. 著者名 Ryosuke Nakao, Yuji Iwahori, Yoshinori Adachi, Aili Wang, M. K. Bhuyan, Boonserm Kijsirikul	4. 巻 159
2. 論文標題 Detecting and Removing Specular Components Based on Image Linearization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1576-1583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2019.09.328	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 該当する
1. 著者名 Sushmita Das, Ankur Deka, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Takashi Iwamoto, Jun Ueda	4. 巻 159
2. 論文標題 Contour-Aware Residual W-Net for Nuclei Segmentation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1479-1488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2019.09.318	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 該当する

1. 著者名 Haruki Tsuchiya, Shinji Fukui, Yuji Iwahori, Yoshitsugu Hayashi, Witsarut Achariaviria, Boonserm Kijsirikul	4. 巻 159
2. 論文標題 A Method of Data Augmentation for Classifying Road Damage Considering Influence on Classification Accuracy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1449-1458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2019.09.315	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 該当する

1. 著者名 Ying Wang, Aili Wang, Ronghui Wang, Haiyang Liu, Yuji Iwahori	4. 巻 Vol.15, No.7
2. 論文標題 Target Tracking Algorithm based on Context-Aware Deep Feature Compression	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Performability Engineering	6. 最初と最後の頁 1802-1812
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23940/ijpe.19.07.p6.18021812	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 該当する

1. 著者名 Aili Wang, Ying Wang, Xiaoying Song, Yuji Iwahori	4. 巻 Vol.15, No.7
2. 論文標題 Remote Sensing Image Super-resolution Reconstruction based on Generative Adversarial Network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Performability Engineering	6. 最初と最後の頁 1783-1791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23940/ijpe.19.07.p4.17831791	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 該当する

1. 著者名 Huiyi Fang, Kenji Funahashi, Shinji Mizuno, Yuji Iwahori	4. 巻 No.4
2. 論文標題 Partial Zoom on Small Display for People Suffering from Presbyopia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACM SIGGRAPH 2019	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3306214.3338581	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 該当する

1. 著者名 Noriaki Kobayashi, Yuji Iwahori, Takashi Iwamoto, Jun Ueda, Boonserm Kijirikul, Aili Wang	4. 巻 -
2. 論文標題 Classification of Benign or Malignant Cell Nuclei using Nucleolus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of IIAI AAI 2019 (8th International Congress on Advanced Applied Informatics), IEEE	6. 最初と最後の頁 570-582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI.2019.00123	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 該当する

1. 著者名 Hibiki Toda, Yuji Iwahori, Hiroyasu Usami, Boonserm Kijirikul, M. K. Bhuyan, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai	4. 巻 -
2. 論文標題 Shape Recovery of Polyp using Blood Vessel Detection and Matching Estimation by U-Net	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of IIAI AAI 2019 (8th International Congress on Advanced Applied Informatics), IEEE	6. 最初と最後の頁 450-453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI.2019.00098	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 該当する

1. 著者名 Ayaka Takebayashi, Yuji Iwahori, Shinji Fukui, James J. Little, Lin Meng, Aili Wang, Boonserm Kijirikul	4. 巻 847
2. 論文標題 Fall Detection of Elderly Persons by Action Recognition using Data Augmentation and State Transition Diagram	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Conference on Applied Computing and Information Technology, Springer Studies in Computational Intelligence (SCI) (Selected Paper among IEEE/ACIS ICIS 2019)	6. 最初と最後の頁 95-109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25217-5_8	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 該当する

1. 著者名 Yuji Iwahori, Yuya Tsukada, Takashi Iwamoto, Kenji Funahashi, Jun Ueda, M. K. Bhuyan	4. 巻 849
2. 論文標題 Classification of Cell Nuclei using CNN Features	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Conference on Intelligence Science, Springer Studies in Computational Intelligence (SCI) (Selected Paper among IEEE/ACIS ICIS 2019)	6. 最初と最後の頁 195-208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25213-7_13	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 該当する

1. 著者名 Mayank Golhar, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Kenji Funahashi, Kunio Kasugai	4. 巻 -
2. 論文標題 Blood Vessel Delineation in Endoscopic Images with Deep Learning Based Scene Classification	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Pattern Recognition Applications and Methods, Springer International Publishing	6. 最初と最後の頁 147-168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-93647-5_9	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 該当する

1. 著者名 Amit Vishwakarma, M. K. Bhuyan, Yuji Iwahori	4. 巻 77 (24)
2. 論文標題 Non-subsampled shearlet transform-based image fusion using modified weighted saliency and local difference	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Multimedia Tools and Applications, Springer	6. 最初と最後の頁 32013-32040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11042-018-6254-4	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 該当する

1. 著者名 Sunil Kumar, M. K. Bhuyan, Brian C. Lovell, Yuji Iwahori	4. 巻 54
2. 論文標題 Hierarchical uncorrelated multiview discriminant locality preserving projection for multiview facial expression recognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Visual Communication and Image Representation (JVCI R)	6. 最初と最後の頁 171-181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jvcir.2018.04.013	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 該当する

1. 著者名 Yuji Iwahori, Yohei Takada, Tokiko Shiina, Yoshinori Adachi, M. K. Bhuyan, Boonserm Kijsirikul	4. 巻 126
2. 論文標題 Defect Classification of Electronic Board Using Dense SIFT and CNN	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1673-1682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2018.08.110	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 該当する

1. 著者名 Tokiko Shiina, Yuji Iwahori, Boonserm Kijirikul	4. 巻 3 (137)
2. 論文標題 Defect Classification of Electronic Circuit Board Using Multi-Input Convolutional Neural Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Computer & Software Engineering	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15344/2456-4451/2018/137	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 該当する

1. 著者名 Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, Aili Wang, M. K. Bhuyan, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai	4. 巻 12 (1)
2. 論文標題 Polyp Shape Recovery from Single Endoscope Image using Medical Suture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Open Bioinformatics Journal	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2174/1875036201912010001	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 該当する

1. 著者名 Tokiko Shiina, Yuji Iwahori, Yohei Takada, Boonserm Kijirikul, M. K. Bhuyan	4. 巻 719
2. 論文標題 Reducing Misclassification of True Defects in Defect Classification of Electronic Board	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Computer and Information Science, Studies in Computational Intelligence, Springer	6. 最初と最後の頁 77-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-60170-0_6	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 該当する

1. 著者名 Yuji Iwahori, Tomoya Suda, Kenji Funahashi, Hiroyasu Usami, Aili Wang, M. K. Bhuyan, Kunio Kasugai	4. 巻 726
2. 論文標題 Shape Recovery of Polyp from Endoscope Image Using Blood Vessel Information	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Computational Science/Intelligence and Applied Informatics, Studies in Computational Intelligence, Springer	6. 最初と最後の頁 165-184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-63618-4_13	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 該当する

1. 著者名 Lei Huang, Yuji Iwahori, Aili Wang, M. K. Bhuyan	4. 巻 10617
2. 論文標題 3D Shape from SEM Image Using Improved Fast Marching Method	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, Lecture Notes in Computer Science, Springer	6. 最初と最後の頁 735-747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-70353-4_62	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 該当する

1. 著者名 Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, Yoshinori Adachi, Robert J. Woodham, Aili Wang, Boonserm Kijssirikul	4. 巻 2
2. 論文標題 Neural Network based Shape Recovery from SEM Images Using Secondary Electron Image and Reflecting Electron Image	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechanical Engineering Research	6. 最初と最後の頁 7-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24218/jrmer.2017.22	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 該当する

1. 著者名 Daimu Oiwa, Shinji Fukui, Yuji Iwahori, Boonserm Kijssirikul, Tsuyoshi Nakamura, M. K. Bhuyan	4. 巻 112
2. 論文標題 Tracking with Extraction of Moving Object under Moving Camera Environment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1479-1487
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2017.08.029	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 該当する

1. 著者名 Yuya Tsukada, Yuji Iwahori, Kenji Funahashi, Mami Jose, Jun Ueda, Takashi Iwamoto	4. 巻 112
2. 論文標題 Extraction of Cell Nuclei using CNN Features	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1633-1640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2017.08.255	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 Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai, Yoshinori Adachi	4. 巻 112
2. 論文標題 Polyp Shape Recovery Based on Blood Vessel Structure Analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science, Elsevier	6. 最初と最後の頁 1793-1800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2017.08.212	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78件(うち招待講演 9件/うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Mahesh Reginthala, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Yoshitsugu Hayashi, Witsarut Achariyaviria, Boonserm Kijsirikul
2. 発表標題 Interdependent Multi-task Learning for Simultaneous Segmentation and Detection
3. 学会等名 Proceedings of ICPRAM 2020 (9th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jayant Singh, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Hiroyasu Usami, Taihei Oshiro, Yasuhiro Shimizu
2. 発表標題 Mediastinal Lymph Node Detection using Deep Learning
3. 学会等名 Proceedings of ICPRAM 2020 (9th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Iwahori, Takahiro Yoshimura, Boonserm Kijsirikul, Shinji Fukui, Yoshitsugu Hayashi, Witsarut Achariyaviriya
2. 発表標題 Automatic Construction of Image Dataset from Web using Ontology and Similarity of Images
3. 学会等名 Proceedings of STUD 2019 (First International Conference on Smart Technology & Urban Development) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pittipol Kantavat, Boonserm Kijirikul, Yuji Iwahori, Yoshitsugu Hayashi, Teerapong Panboonyuen, Peerapon Vateekul, Witsarut Achariyaviriya
2. 発表標題 Transportation Mobility Factor Extraction Using Image Recognition Techniques
3. 学会等名 Proceedings of STUD 2019 (First International Conference on Smart Technology & Urban Development) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Witsarut Achariyaviriya, Yoshitsugu Hayashi, Hiroyuki Takeshita, Masato Miyata, Yuji Iwahori, Boonserm Kijirikul
2. 発表標題 The Concept of Quality of Life in Daily Travelling and Its Optimisation by MaaS
3. 学会等名 Proceedings of STUD 2019 (First International Conference on Smart Technology & Urban Development) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pradipta Sasmal, Kangkana Bora, Manas Kamal Bhuyan, Yuji Iwahori, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Colonoscopic Image Polyp Classification using Texture Feature
3. 学会等名 Proceedings of PReMI 2019 (8th International Conference on Pattern Recognition and Machine Intelligence) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. K. Bhuyan, Kangkana Bora and Yuji Iwahori
2. 発表標題 Improved Classification of PCBs with Gabor and Statistical features
3. 学会等名 IEEE ICAEES 2019 (Second International Conference on Advances in Electrical, Electronic and System Engineering) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Witsarut Achariyaviriya, Yoshitsugu Hayashi, Hiroyoshi Morita, Hiroyuki Takeshita, Yuji Iwahori, Hiroyasu Usami
2. 発表標題	Quality of Life maximising MaaS supported by AI and pattern recognition
3. 学会等名	15th World Conference on Transport Research (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Pradipta Sasmal, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Kunio Kasugai
2. 発表標題	Active Contour Segmentation of Polyps in Capsule Endoscopic Images
3. 学会等名	IEEE International Conference on Signals and Systems (ICSigSys) (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Yuji Iwahori, Lei Huang, Aili Wang, M. K. Bhuyan
2. 発表標題	Shape Recovery using Improved Fast Marching Method for SEM Image
3. 学会等名	ACIS CSII 2018 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Aili Wang, Liu Haiyang, Yushi Chen, Yuji Iwahori
2. 発表標題	Object Tracking Based on Hierarchical Convolutional Features
3. 学会等名	ICPCSEE 2018 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名 Avish Kabra, Yuji Iwahori, Hiroyasu Usami, M. K. Bhuyan, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Polyp Classification and Clustering from Endoscopic Images Using Competitive and Convolutional Neural Network
3. 学会等名 ICPRAM 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, M. K. Bhuyan, Aili Wang, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Polyp Shape Recovery using Vascular Border from Single Colonoscopy Image
3. 学会等名 BIOIMAGING 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 佳朗, 宇佐美 裕康, 岩堀 祐之, 大城 泰平, 清水 泰博
2. 発表標題 3D U-netを用いた造影 CT 画像からのリンパ節の検出
3. 学会等名 SSII 2019 (画像センシングシンポジウム)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 典晃, 岩堀 祐之, 上田 潤, 岩本 隆司
2. 発表標題 核小体を用いた細胞核の良性・悪性分類
3. 学会等名 SSII 2019 (画像センシングシンポジウム)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 能平, 宇佐美 裕康, 岩堀 祐之, 小笠原 尚高, 春日井 邦夫
2. 発表標題 学習済みCNNにおけるドメイン適応型内視鏡画像特徴抽出手法と転移学習
3. 学会等名 SSII 2019 (画像センシングシンポジウム)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土屋 陽輝, 福井 真二, 岩堀 祐之, 林 良嗣, Witsarut Achariyaviriya, Boonserm Kijirikul
2. 発表標題 道路損傷の検出・識別精度への影響を考慮したデータセットの生成方法
3. 学会等名 MIRU 2019 (第22回画像の認識・理解シンポジウム)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸田響生, 岩堀 祐之, 宇佐美裕康, 小笠原尚高, 春日井邦夫
2. 発表標題 U-Netによる血管検出と対応付け推定によるポリープの形状復元
3. 学会等名 MIRU 2019 (第22回画像の認識・理解シンポジウム)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Iwahori
2. 発表標題 3D Shape Recovery and Pattern Classification using Neural Network Learning and Image Modification
3. 学会等名 Invited Talk (哈爾濱理工大学) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田 征隆, 岩堀 祐之, 宇佐美 裕康, 小笠原 尚高, 春日井 邦夫
2. 発表標題 3種類の内視鏡画像からのCNN特徴量を用いたポリープの分類
3. 学会等名 電子情報通信学会医用画像研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsubasa Ooto, Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, Wang Aili, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Cost Reduction of Creating Likelihood Map for Automatic Polyp Detection Using Image Pyramid
3. 学会等名 CSII 2017 (The 4th International Conference on Computational Science/ Intelligence & Applied Informatics) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Amit Vishwakarma, M.K. Bhuyan, Yuji Iwahori
2. 発表標題 An Efficient Algorithm for Medical Image Fusion using Nonsubsampled Shearlet Transform
3. 学会等名 CVIP-WM 2017 (Second International Conference on Computer Vision and Image Processing & Workshop on Multimedia) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ankur Deka, Yuji Iwahori, Pradipta Sasmal, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Dense 3D Reconstruction of Endoscopic Polyp
3. 学会等名 BIOIMAGING 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyasu Usami, Yuji Iwahori, Naotaka Ogasawara, Kunio Kasugai
2. 発表標題 Colon Blood Vessel Detection Based on U-net
3. 学会等名 PATTERNS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇佐美 裕康, 岩堀 祐之, 小笠原 尚高, 春日井 邦夫
2. 発表標題 医療用縫合糸を用いた単一内視鏡画像からのポリープの大きさと形状復元
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村田 征隆, 岩堀 祐之, 小笠原 尚高, 春日井 邦夫
2. 発表標題 3種類の内視鏡画像からの投票処理によるポリープの分類
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大音 翼, 宇佐美 裕康, 岩堀 祐之, 春日井 邦夫, 小笠原 尚高
2. 発表標題 VGG16転移学習モデルを用いたポリープ自動検出
3. 学会等名 知能情報ファジィ学会東海支部(第44回東海ファジィ研究会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Iwahori
2. 発表標題 Medical Image Analysis and Pattern Classification using Machine Learning Approach
3. 学会等名 Invited Talk at Chulalongkorn University (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Iwahori
2. 発表標題 3D Shape Recovery and Pattern Classification Using Neural Network Learning
3. 学会等名 Keynote Speech, KES 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Iwahori
2. 発表標題 Endoscope Image Analysis using Neural Network Learning- Computer Vision Approach -
3. 学会等名 Ohio University IEW (International Education Week) (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Herwig Mannaert, Christian Kohls, Yuji Iwahori, Hiroyasu Usami, Peter De Bruyn (Editors)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 IARIA	5. 総ページ数 56
3. 書名 PATTERNS 2018: the Tenth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications	

〔産業財産権〕

〔その他〕

岩堀研究室

<http://www.cvl.cs.chubu.ac.jp/index-j.html>

岩堀祐之ホームページ

<http://www.cvl.cs.chubu.ac.jp/~iwahori/index-j.html>

経歴一覧

<https://sites.google.com/site/cvlyiwa5005/j>

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
--	---------------------------	-----------------------	----