

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03267

研究課題名（和文）テンソルスパース表現による多時相CT画像の時空間特徴抽出と肝腫瘍性病変の診断支援

研究課題名（英文）Tensor Sparse Coding for Temporal and Spatial Feature Extraction and Classification of Liver Lesions in Multi-phase CT Images

研究代表者

陳 延偉（CHEN, Yen-Wei）

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：60236841

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、多時相CT画像に基づく肝腫瘍性病変症例検索システムの開発を目的とする。多時相CTの時相間の共起関係を表現するために、多時相CT画像のような多元データを一つのテンソルとして統一的に扱えるテンソルベーススパース表現法（TSC）を開発し、多時相CT画像から効率の良い時空間特徴抽出するフレームワークを開発した。また、TSCにより、多時相CT画像を用いた肝腫瘍性病変類似症例の診断精度を90%以上に向上させた。さらに、医師が使いやすいように検索システムを開発し、その有効性の検証について計算機実験に加えて、医師によるパイロット試験も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は以下の4点である；多重線形代数の枠組でテンソルベーススパース表現法を理論的に開発した；多時相CT画像を一つのテンソルとして取り扱い、テンソルスパース表現法によって時相間の共起を考慮した時空間特徴抽出法を開発した；世界初肝腫瘍多時相CT画像データベースを構築した；提案法の有効性の検証に、従来の計算機実験だけではなく医師によるパイロット試験も実施した。また、本研究提案法の確立により、がんをはじめとする様々な疾患の診断精度が向上し、患者の生存率の向上に寄与できることから、社会的な効果は極めて大きい。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research project is to develop a content based medical image retrieval (CBMIR) for assisting radiologists to detect and characterize focal liver lesions (FLLs) using multi-phase CT images. We proposed a tensor sparse representation method, which treats the multi-phase CT image as a tensor, to effectively extract temporal and spatial features of multi-phase CT images to provide doctors medical cases more relevant to the query one. The diagnosis accuracy is improved to more than 90%. We also developed a CBMIR system for clinical use. Furthermore, we conducted a comparative experiments to evaluate the effectiveness of the proposed method. In addition to conventional computer experiments, we also conducted a pilot trial experiments. Six doctors joined our pilot trial and experimental results show that both diagnosis accuracy and confidence were significantly improved by using our system.

研究分野：知的画像処理、計算機支援診断、機械学習

キーワード：テンソルスパース表現法 多時相CT画像 肝腫瘍性病変 時空間特徴抽出 類似症例検索 パイロット試験

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。

1. 研究開始当初の背景

肝臓がんは、平均 5 年生存率が 30%程度とがん全体の中でも極めて低く、正確な診断に基づく早期発見が求められる。肝臓がんの診断には、多時相 CT 画像（造影剤を注入してから経時的に複数回の撮像で得られた CT 画像）がよく用いられる。本研究では、肝腫瘍性病変の診断支援を目的とし、多時相 CT 画像から有効な時空間特徴抽出法を確立するとともに、診断の参考となる過去の類似肝腫瘍性病変症例を検索できるシステムを開発する。既存手法は、個々の時相 CT 画像から特徴を抽出していたため、時相間の共起関係を記述することができず、鑑別または類似症例の検索精度は 80%前後であった。

2. 研究の目的

本研究は、多時相 CT 画像に基づく肝腫瘍性病変症例検索システムの開発を目的とする。多時相 CT の時相間の共起関係を表現するために、多時相 CT 画像のような多元データを一つのテンソルとして統一的に扱えるテンソルベーススパース表現法を開発し、多時相 CT 画像から効率の良い時空間特徴抽出するフレームワークを確立し、多時相 CT 画像を用いた肝腫瘍性病変類似症例の検索精度を 90%以上に向上させる。また、密接な医工連携により、医師によって腫瘍がアノテーションされた 500 症例以上の多時相 CT 画像データベースを構築する。さらに、提案法の有効性の検証について計算機実験に加えて、医師によるパイロット試験も行う。

3. 研究の方法

図 1 に提案法と従来法との比較を示す。従来法は、個々の時相 CT 画像から特徴を抽出していたため、時相間の共起関係を記述することができなかった。本研究で提案するテンソルベーススパース表現法は、多時相 CT 画像のような多元データを一つのテンソルとして統一的に扱えるので、時相間の共起関係を記述ことができ、高精度な肝臓腫瘍の鑑別と検索ができる。

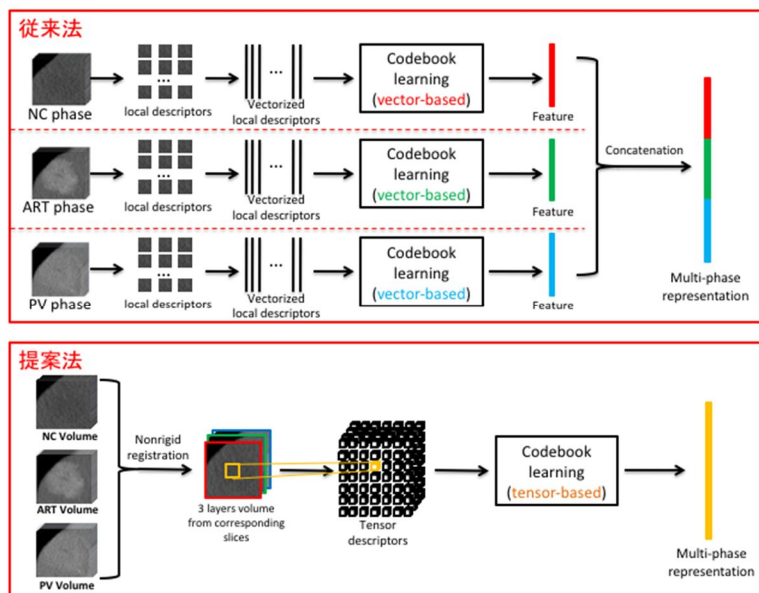


図 1 従来法（上）と提案法（下）との比較

スパース表現法 (SC: Sparse Coding) は、主成分分析などの統計解析手法と同様、個々の基底が観測データを構成する基本要素成分となるように学習することが目的となるが、殆どの基底の係数は 0 であり、ほんの一部の基底の係数だけが大きな値をもつ。結合係数のスパース性の制約により、観測データの中に混在する特徴的なパターンが個々の基底となって表出される特徴があり、近年顔認識や画像認識によく用いられる。一方、従来の SC では、多次元データを 1 次元ベクトルに展開する必要があるため、各軸間の共起関係を記述することができない。また、サンプル数に比べ、データの次元数が非常に大きくなる。我々は多重線形代数の枠組で、多元データを一つのテンソルとして取り扱い、ベクトルに展開する必要のない、テンソルベーススパース表現 (TSC: Tensor Sparse Coding) 法を開発した。

$X_i \in R^{I_1 \times I_2 \times \dots \times I_N}$ を N 次元データとし、 M -th order のテンソルとして表現する。サンプル集合 $\hat{X} = [\hat{X}_1, \hat{X}_2, \dots, \hat{X}_M]$ は、 $(N+1)$ -th order のテンソルである。 D_1, D_2, \dots はテンソル基底関数であり、 y_1, y_2, \dots はそれらの結合係数である。最適な基底 D は学習データ $X_i (i=1, 2, \dots, M)$ を用いて式(1)の評価関数の最小化により求めることができる。 M は学習データの数である。

$$E = \sum_{i=1}^M \left(\left\| X_i - \sum_{j=1}^K y_j D_j \right\|_2^2 + \lambda \|y_j\|_1 \right) \quad (1)$$

ここで、 $\| \cdot \|_2$ と $\| \cdot \|_1$ はそれぞれ L_2 ノルムと L_1 ノルムである。

式(1)右辺の第1項はGND-PCAに用いた評価関数であり、第2項の L_1 ノルム正則項は結合係数のスパース性を評価する項である。第2項の制約により、観測データの中に混在する特徴的なパターンが個々の基底となって表出される。式(1)の解析解が存在しないので、多重線形代数の枠組で式(1)解く必要がある。本研究では、Multilinear Orthogonal Matching Pursuit (MOMP)法と K -CPD (CANDECOMP/PARAFAC Decomposition)法をそれぞれ開発し、係数 y と atom (テンソル基底) の学習を行う。その流れを図2に示す。

本研究では、開発したTSCを用いて、肝臓腫瘍の鑑別法を開発するとともに、診断の参考となる過去の類似肝腫瘍性病変症例を検索できるシステムを開発した。類似症例検索システムの流れ図を図3に示す。過去の診断済みの症例を学習データとし、TSCモデルを学習する。また、TSCを用いて過去の診断済み症例からそれらの時空間特徴を抽出し、データベースとして保存する。類似症例を検索する場合、検査対象となる症例 (Query) の多時相CT画像からTSCでQuery画像の時空間特徴を抽出する。抽出した時空間特徴をデータベースにある過去の診断済みの症例の特徴との類似度を計算する。最も類似した症例を検索し、その診断結果を対象症例の診断に参照する。それらの結果はそれぞれ2020年と2021年にトップ国際学術誌 Pattern Recognition Letter とトップ国際学会 ACM ICMR2021 で発表した。

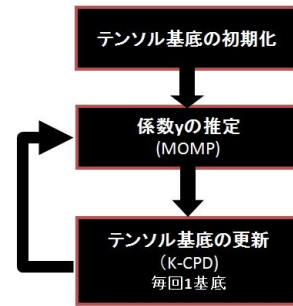


図2 TSC の流れ

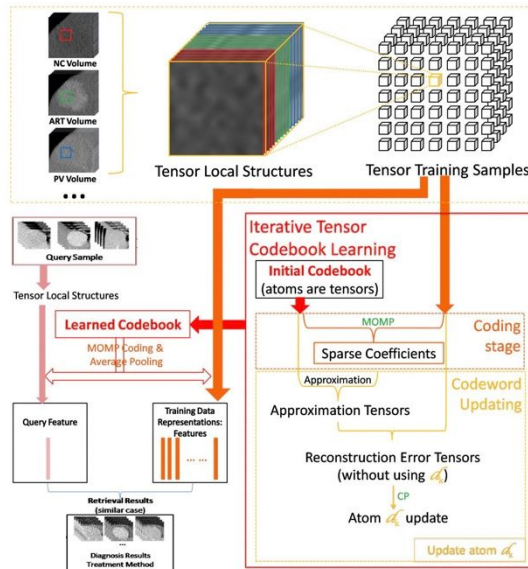


図3 TSC を用いた類似症例検索システムの流れ図

我々はさらに、図4のように高解像度PV時相の三次元ボリューム画像からTSCを用いて三次元空間特徴も抽出し、多時相CTから抽出した時空間特徴を融合させ、高精度な類似画像検索を実現した。

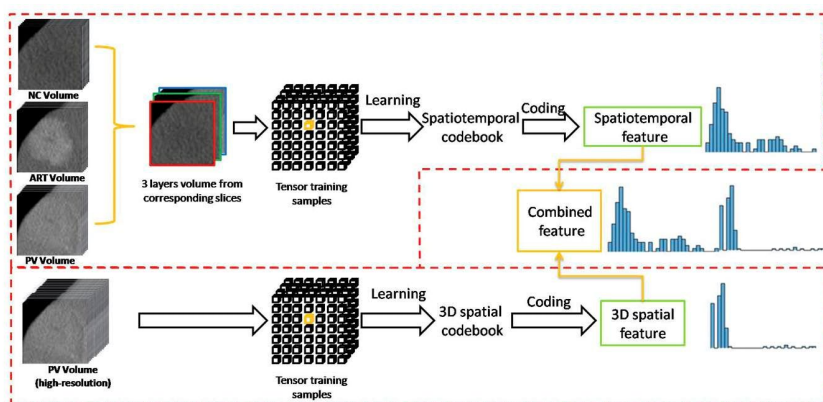


図4 時空間特徴と三次元空間との融合

4. 研究成果

(1) 計算機実験による検証

検索結果を図5にまとめる。実線は提案法のTSCを用いた手法であり、破線は従来法である。赤い線は、三次元空間特徴のみを用いた結果であり、緑線は時空間特徴のみを用いた結果である。紫線は三次元空間特徴と時空間特徴を融合した結果である。図に示すように、提案法(実線)は従来法(破線)より高精度であることがわかる。また、三次元空間特徴と時空間特徴の融合により最高の精度を実現していることがわかる。提案法の有効性が示された。

(2) システム開発

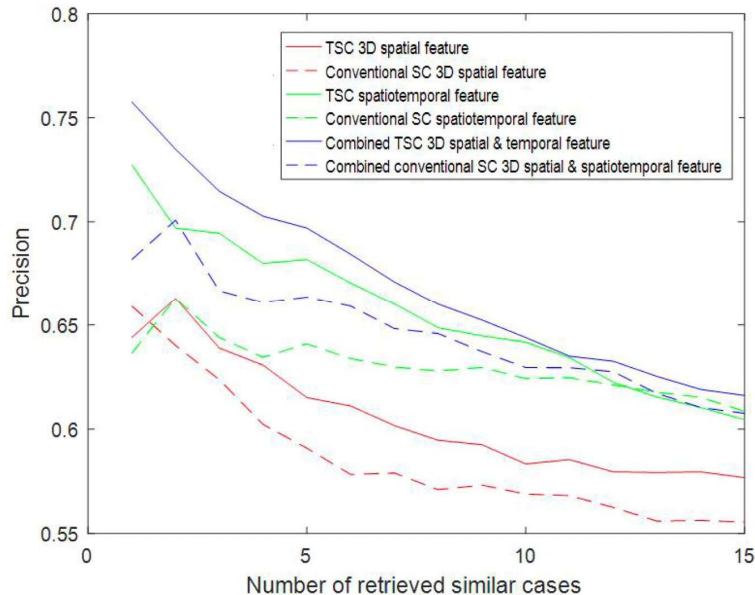


図5 提案法(実線)と従来法(破線)との比較

本研究では、医師が容易に利用できるように、類似症例検索システムを開発した。システムの構成は図6に示す。入力された検査対象となる症例(Query)の多時相CT画像から、まず腫瘍を検出し、セグメンテーションをする。本研究プロジェクトにおいて、我々は腫瘍の検出方法として我々は様々な腫瘍のサイズに対応できる深層学習ネットワークと各時相の相関関係を強調するAttention Mask R-CNNを開発した。それぞれトップ国際学会IEEE ICIP2019とIEEE ICCE2021で発表した。また、腫瘍のセグメンテーション方法として、Phase Attention Residual Networkとグラフ構造をもつ深層学習ネットワークを開発した。それぞれ2021年にトップ国際学術誌Medical PhysicsとIEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technologyで発表した。

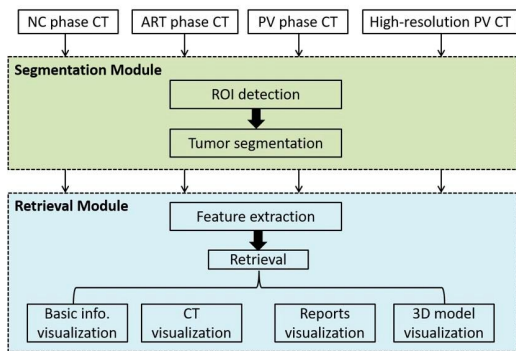


図 6 類似症例検索システム構成図



図 7 類似検索システムの出力例

(3) 医師による PILOT TRIAL

本研究で開発した手法とシステムの有用性を検証するために、研究協力者の中国浙江大学附属病院の医師による PILOT TRIAL を行った。実習医学生 (IS) 2 名と研修医 (RD) 4 名に診断を実施した。それぞれの平均結果を表 1 に示す。平均診断精度 ADA (%) と平自信度 ACL (10 点満点) がいずれも本検索システムを用いることによって向上した。実習医学生の診断精度は、62.5% から 95.0% に向上した。自信度は 7.2 から 8.9 に向上した。研修医の診断精度は、82.5% から 93.75% に向上した。自信度は 8.48 から 8.55 に向上した。二人の診断精度は共に 93% 以上に達した。また、本システムは特に若い、経験の浅い医師に有効であることがわかる。

表 1 PILOT TRIAL 実験結果 (ADA: 平均診断精度 ; ACL: 平均自信度)

	ADA (%)		ACL	
	ISs	RDs	ISs	RDs
Without our system	62.5	82.5	7.2	8.48
With our system	95	93.75	8.9	8.55

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Mo Shaocong, Cai Ming, Lin Lanfen, Tong Ruofeng, Chen Qingqing, Wang Fang, Hu Hongjie, Iwamoto Yutaro, Han Xian-Hua, Chen Yen-Wei	4. 巻 32
2. 論文標題 Mutual Information-Based Graph Co-Attention Networks for Multimodal Prior-Guided Magnetic Resonance Imaging Segmentation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology	6. 最初と最後の頁 2512 ~ 2526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSVT.2021.3112551	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 Yingying Xu, Ming Cai, Lanfen Lin, Yue Zhang, Hongjie Hu, Zhiyi Peng, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Xiongwei Mao, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong	4. 巻 Vol. 48,
2. 論文標題 PA-ResSeg: A Phase Attention Residual Network for Liver Tumor Segmentation from Multi-phase CT Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medical Physics	6. 最初と最後の頁 3752-3766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mp.14922	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 Huiminng Huang, Han Zheng, Lanfen Lin, Ming Cai, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong	4. 巻 Vol. 40,
2. 論文標題 Medical Image Segmentation with Deep Atlas Prior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Medical Imaging	6. 最初と最後の頁 3519-3530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMI.2021.3089661	査読の有無 無
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 Yinhao Li, Yutaro Iwamoto, Lanfen Lin, Rui Xu, Ruofen Tong, Yen-Wei Chen	4. 巻 Vol. 30
2. 論文標題 VolumeNet: A Lightweight Parallel Network for Super-Resolution of Medical Volumetric Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Trans. Image Processing	6. 最初と最後の頁 4840-4854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIP.2021.3076285	査読の有無 無
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 Huimin Huang, Qingqing Chen, Lanfen Lin, Ming Cai, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Akira Furukawa, Shuzo Kanasaki, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong	4. 巻 Vol.26,
2. 論文標題 MTL-ABS3Net: Atlas-Based Semi-Supervised Segmentation Network with Multi-Task Learning for Medical Images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics	6. 最初と最後の頁 3988-3998
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JBHI.2022.3153406	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 Weibin WANG, Fang WANG, Qingqing CHEN, Shuyi OUYANG, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Ruofeng Tong, Yen-Wei CHEN	4. 巻 Vol.2,
2. 論文標題 Phase Attention Model for Prediction of Early Recurrence of Hepatocellular Carcinoma with Multi-phase CT Images and Clinical Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Radiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fradi.2022.856460	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 Iwamoto Yutaro, Takeda Kyohei, Li Yinhao, Shiino Akihiko, Chen Yen-Wei	4. 巻 7
2. 論文標題 Unsupervised MRI Super Resolution Using Deep External Learning and Guided Residual Dense Network With Multimodal Image Priors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence	6. 最初と最後の頁 426 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TETCI.2022.3215137	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 Saeed Moslehi; Amir Hossein Foruzan; Yen-Wei Chen, Hongjie Hu	4. 巻 -
2. 論文標題 Characterization of Focal Liver Lesions in Multi-phase CT images Using Textural and Pathological Descriptors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/21681163.2022.2156390	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 Jian Wang, Jing Li, Xian-Hua Han, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yingying Xu, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, *Yen-Wei Chen	4. 巻 130
2. 論文標題 Tensor-based Sparse Representations of Multi-phase Medical Images for Classification of Focal Liver Lesions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pattern Recognition Letter	6. 最初と最後の頁 207-215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patrec.2019.01.001	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 Panyanat Aonpong, Qingqin Chen, Yutaro Iwamoto, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, and Yen-Wei Chen	4. 巻 7
2. 論文標題 Comparison of Machine Learning-Based Radiomics Models for Early Recurrence Prediction of Hepatocellular Carcinoma	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Image and Graphics	6. 最初と最後の頁 117-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18178/joig.7.4.117-125	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 Jia-Qing Liu, Tomoko Tateyama, Yutaro Iwamoto, Yen-Wei Chen	4. 巻 36
2. 論文標題 A Preliminary Study of Kinect-Based Real-Time Hand Gesture Interaction Systems for Touchless Visualizations of Hepatic Structures in Surgery	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 128-135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.36.128	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 Liyong Peng, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Huali Li, Qingqing Chen, Xiaoli Ling, Dan Wang, Xianhua Han, Yutaro Iwamoto and Yen-Wei Chen	4. 巻 23
2. 論文標題 Classification and Quantification of Emphysema Using a Multi-Scale Residual Network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics	6. 最初と最後の頁 2526-2536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JBHI.2018.2890045	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 Mahdi Delavari, Amir Hossein Foruzan, Yen-Wei Chen	4. 巻 52
2. 論文標題 Accurate point correspondences using a modified coherent point drift algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomedical Signal Processing and Control	6. 最初と最後の頁 429-444
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bspc.2017.02.009	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 Ye Yuan, Yen-Wei Chen, Chunhua Dong, Hai Yu and Zhiliang Zhu	4. 巻 70
2. 論文標題 Hybrid Method Combining Superpixel, Random Walk and Active Contour Model for Fast and Accurate Liver Segmentation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computerized Medical Imaging and Graphics	6. 最初と最後の頁 119-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compmedimag.2018.08.012	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 Yuki Enokiya, Yutaro Iwamoto, Yen-Wei Chen, and Xian-Hua Han	4. 巻 6
2. 論文標題 Automatic Liver Segmentation Using U-Net with Wasserstein GANs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Image and Graphics	6. 最初と最後の頁 152-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18178/joig.6.2.152-159	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 Yingying Xu, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Dan Wang, Wenchao Zhu, Jian Wang, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen	4. 巻 13
2. 論文標題 Texture-Specific Bag of Visual Words Model and Spatial Cone Matching-Based Method for the Retrieval of Focal Liver Lesions Using Multiphase Contrast-Enhanced CT Images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 151-164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-017-1671-9	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

〔学会発表〕 計49件（うち招待講演 11件 / うち国際学会 47件）

1. 発表者名 Haohua DONG, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Lanfen LIN, Hongjie HU, Xiujun CAI, and Yen-Wei CHEN
2. 発表標題 Case Discrimination: Self-supervised Feature Learning for the classification of Focal Liver Lesions
3. 学会等名 International Conference on Innovation in Medicine and Healthcare (InMed2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hongyi Wang, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qingqing Chen, Yin hao Li, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, and Ruofeng Tong
2. 発表標題 Patch-Free 3D Medical Image Segmentation Driven by Super-Resolution Technique and Self-Supervised Guidance
3. 学会等名 Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shaocong Mo, Ming Cai, Lanfen Lin, Ruofeng Tong, Qingqing Chen, Fang Wang, Hongjie Hu, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Multimodal Priors Guided Segmentation of Liver Lesions in MRI Using Mutual Information Based Graph Co-Attention Networks
3. 学会等名 Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Huiming Huang, Lanfen Lin, Ruofeng Tong, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, Jian Wu
2. 発表標題 UNET 3+: A Full-Scale Connected UNET for Medical Image Segmentation
3. 学会等名 The 45th IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (IEEE ICASSP2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hikari Jinbo; Titinunt Kitrungrotsaku; Yutaro Iwamoto; Lanfen Lin; Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Development of an Interactive Semantic Medical Image Segmentation System
3. 学会等名 2020 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kawahara Toshiki, Yinhao Li and Yutaro Iwamoto, Lanfen Lin, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 A Lightweight Deep Network for 3D Medical Image Segmentation
3. 学会等名 2020 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Deep Learning for Computer-aided Diagnosis and Surgery Support
3. 学会等名 2020 3rd International Conference on Digital Medicine and Image Processing (DMIP2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Deep Learning for Computer-aided Diagnosis of COVID-19
3. 学会等名 The 28th International Display Workshops (IDW2021) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳延偉
2. 発表標題 AIと医用画像解析
3. 学会等名 第22回日本術中画像情報学会（特別講演）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jian Wang, Xian-Hua Han, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 A Tensor Sparse Representation-Based CBMR System for Computer-Aided Diagnosis of Focal Liver Lesions and its Pilot Trial
3. 学会等名 ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2021 (ICMR 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yingying Xu, Jing Liu, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Ruofeng Tong, Jingsong Li, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 M-DFNet: Multi-phase Discriminative Feature Network for Retrieval of Focal Liver Lesions
3. 学会等名 ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2021 (ICMR 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Hasegawa, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Lanfen LIN, Hongjie HU, Xiujun CAI, Yen-Wei CHEN
2. 発表標題 Automatic Detection and Segmentation of Liver Tumors in Multi-Phase CT Images by Phase Attention Mask R-CNN
3. 学会等名 9th IEEE International Conference on Consumer Electronics (IEEE ICCE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Huiming Huang, Lanfen Lin, Ruofeng Tong, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han
2. 発表標題	UNET 3+: A Full-Scale Connected UNET for Medical Image Segmentation
3. 学会等名	45th IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (IEEE ICASSP2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Yusuke YOSHINOBU, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Lanfen LIN, Hongjie HU, Qiaowei ZHANG, Yen-Wei CHEN
2. 発表標題	Deep Learning Method for Content-Based Retrieval of Focal Liver Lesions Using Multiphase Contrast-Enhanced Computer Tomography Images
3. 学会等名	38th IEEE International Conference on Consumer Electronics (IEEE ICCE2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Huimin Huang, Shiao Xie, Lanfen Lin, Ruofeng Tong, Yen-Wei Chen, Hong Wang, Yuexiang Li, Yawen Huang, Yefeng Zheng
2. 発表標題	ClassFormer: Exploring Class-aware Dependency with Transformer for Medical Image Segmentation
3. 学会等名	2022 Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI 2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Huimin Huang, Shiao Xie, Lanfen Lin, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong
2. 発表標題	ScaleFormer: Revisiting the Transformer-based Backbones from a Scale-wise Perspective for Medical Image Segmentation
3. 学会等名	International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 He Li, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 An Accurate Unsupervised Liver Lesion Detection Method Using Pseudo-lesions
3. 学会等名 International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rahul Kumar JAIN, Takahiro SATO, Taro WATASUE, Tomohiro NAKAGAWA, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Lanfen LIN, Hongjie HU Xiang RUAN, Yen-Wei CHEN
2. 発表標題 Unsupervised Domain Adaptation Using Adversarial Learning and Maximum Square Loss for Liver Tumors Detection in Multi-phase CT Images
3. 学会等名 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (IEEE EMBC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yulin Yang, Caie Xu, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Ruofeng Tong, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Synthesizing Contrast-Enhanced Computed Tomography Images with an Improved Conditional Generative Adversarial Network
3. 学会等名 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (IEEE EMBC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yang Ai, Panyanat Aonpong, Weibin Wang, Yinhao Li, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Residual Multilayer Perceptrons for Genotype-Guided Recurrence Prediction of Non-Small Cell Lung Cancer
3. 学会等名 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (IEEE EMBC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Swathi Ananda, Yutaro Iwamoto, Xianhua HAN, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 発表標題	Dual Discriminator-Based Unsupervised Domain Adaptation Using Adversarial Learning for Liver Segmentation on Multiphase CT Images
3. 学会等名	44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (IEEE EMBC 2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Hongyi Wang, Shiao Xie, Lanfen Lin, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong
2. 発表標題	Mixed Transformer U-Net for Medical Image Segmentation
3. 学会等名	2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (IEEE ICASSP2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Weibin Wang, Fang Wang, YunjunYang, Yin haoLi, Jing Liu, Xianhua Han, Lanfen Lin, Ruofeng Tong, Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 発表標題	Deep Learning-based Risk Prediction Model for Recurrence-free Survival in Patients with Hepatocellular Carcinoma Using Multi-phase CT Images
3. 学会等名	IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Chanyu LEE, Yutaro IWAMOTO, Lanfen LIN, Hongjie HU, Yen-Wei CHEN
2. 発表標題	Improved Mask R-CNN with Deformable Convolutions for Accurate Liver Lesion Detection in Multiphase CT Images
3. 学会等名	International Conference on Innovation in Medicine and Healthcare (InMed-2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Tensor Sparse Coding for Multi-Dimensional Medical Image Analysis
3. 学会等名 2nd International Conference on Digital Medicine and Image Processing (DMIP2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Tensor-based Multilinear Subspace Learning for Multi-Dimensional Biomedical Image Analysis
3. 学会等名 2019 2nd International Conference on Image and Video Processing (ICIVP2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Computational Anatomy, Artificial Intelligence and Virtual Reality in Medicine and Healthcare
3. 学会等名 The 7th IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (IEEE SeGAH 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Artificial Intelligence in Multi-Dimensional Medical Image Analysis
3. 学会等名 2019 2nd International Conference on Signal Processing and Machine Learning (SPML2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 发表者名 Jian Song, Sihang Zhu, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yen-Wei Chen
2. 发表标题 Tensor-Based Subspace Learning for Classification of Focal Liver Lesions in Multi-phase CT Images
3. 学会等名 ICNC-FSKD 2019 (国际学会)
4. 发表年 2019年

1. 发表者名 Han Zheng, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong, Jian Wu
2. 发表标题 Semi-supervised Segmentation of Liver Using Adversarial Learning with Deep Atlas Prior
3. 学会等名 MICCAI 2019 (国际学会)
4. 发表年 2019年

1. 发表者名 Xiao Chen, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong, Jian Wu
2. 发表标题 A Cascade Attention Network for Liver Lesion Classification in Weakly-Labeled Multi-phase CT Images
3. 学会等名 MICCAI 2019 workshop (DART/MIL31D) (国际学会)
4. 发表年 2019年

1. 发表者名 Dong Liang, Ruofeng Tong, Jian Wu, Lanfen Lin, Xiao Chen, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen
2. 发表标题 Multi-Stream Scale-Insensitive Convolutional and Recurrent Neural Networks for Liver Tumor Detection in Dynamic Ct Images
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Image Processing (IEEE ICIP 2019) (国际学会)
4. 发表年 2019年

1 . 発表者名 Xiao Chen, Lanfen Lin, Dong Liang, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Yen-Wei Chen, Ruofeng Tong, Jian Wu
2 . 発表標題 A Dual-Attention Dilated Residual Network for Liver Lesion Classification and Localization on CT Images
3 . 学会等名 2019 IEEE International Conference on Image Processing (IEEE ICIP 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Jiaqing Liu, Kotaro Furusawa, Tomoko Tateyama, Yutaro Iwamoto, Yen-Wei Chen
2 . 発表標題 An Improved Hand Gesture Recognition with Two-Stage Convolutional Neural Networks Using a Hand Color Image and Its Pseudo-Depth Image
3 . 学会等名 2019 IEEE International Conference on Image Processing (IEEE ICIP 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yoshihiro Todoroki, Yutaro Iwamoto, Lanfen Lin, Hongjie Hu, and Yen-Wei Chen
2 . 発表標題 Automatic Detection of Focal Liver Lesions in Multi-phase CT Images Using a Multi-channel & Multi-scale CNN
3 . 学会等名 The 41st International Engineering in Medicine and Biology Conference (EMBC2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Weibin WANG, Qingqing CHEN, Yutaro IWAMOTO, Xianhua HAN, Qiaowei ZHANG, Hongjie HU, Lanfen LIN, Yen-Wei CHEN
2 . 発表標題 Deep Learning-Based Radiomics Models for Early Recurrence Prediction of Hepatocellular Carcinoma with Multi-phase CT Images and Clinical Data
3 . 学会等名 The 41st International Engineering in Medicine and Biology Conference (EMBC2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Computational Anatomy and Artificial Intelligence in Medical Imaging
3. 学会等名 Smart Digital Future 2018 (SDF2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Deep Learning for Medical Image Analysis
3. 学会等名 18th Asia Simulation Conference (AsiaSim2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Computational Anatomy and Artificial Intelligence in Medical Imaging
3. 学会等名 2018 International Conf. on Digital Medicine and Image Processing (DMIP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Medical Image Analysis with Deep Learning
3. 学会等名 2018 3rd International Conference on Smart Computing and Informatics (SCI2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 发表者名	Dong Liang, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen
2. 发表标题	Combining Convolutional and Recurrent Neural Networks for Classification of Focal Liver Lesions in Multi-Phase CT Images
3. 学会等名	21st International Conference On Medical Image Computing & Computer Assisted Intervention (MICCAI2018) (国际学会)
4. 发表年	2018年

1. 发表者名	Jian Wang, Xian-Hua Han, Jiande Sun, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Yingying Xu, Qingqing Chen, and Yen-Wei Chen
2. 发表标题	Focal Liver Lesion Classification Based on Tensor Sparse Representations of Multi-Phase CT Images
3. 学会等名	Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM) 2018 (国际学会)
4. 发表年	2018年

1. 发表者名	Dong Liang, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Qiaowei Zhang, Qingqing Chen, Xianhua Han, Yen-Wei Chen
2. 发表标题	Residual Convolutional Neural Networks with Global and Local Pathways for Classification of Focal Liver Lesions
3. 学会等名	The 15th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI-2018) (国际学会)
4. 发表年	2018年

1. 发表者名	Weibin Wang, Yutaro Iwamoto, Xianhua Han, Yen-Wei Chen, Qingqing Chen, Dong Liang, Lanfen Lin, Hongjie Hu and Qiaowei Zhang
2. 发表标题	Classification of Focal Liver Lesions Using Deep Learning with Fine-tuning
3. 学会等名	International Conference on Digital Medicine and Image Processing (DMIP2018) (国际学会)
4. 发表年	2018年

1. 発表者名 Titinunt Kitrungrotsakul , Yutaro Iwamoto, Xian-Hua Han, Xiong Wei, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Huiyan Jiang, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Interactive Liver Segmentation in CT Volumes Using Fully Convolutional Networks
3. 学会等名 International Conference on Innovation in Medicine and Healthcare (InMed2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yangzi Yang , Huiyan Jiang, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Abdominal Organs Segmentation based on Multi-path Fully Convolutional Network and Random Forests
3. 学会等名 International Conference on Innovation in Medicine and Healthcare (InMed2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Liyang Peng, Lanfen Lin, Hongjie Hu, Huali Li, Xiaoli Ling, Dan Wang, Xianhua Han, Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Classification of Pulmonary Emphysema in CT Images Based on Multi-scale Deep Convolutional Neural Networks
3. 学会等名 2018 IEEE International Conference on Image Processing (IEEE ICIP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xian-Hua Han, Jiande Sun, Lanfen Lin and Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Self-taught Learning with Residual Sparse Autoencoders for HEP-2 Cell Staining Pattern Recognition
3. 学会等名 9th International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging (MLMI2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiro Todoroki, Yutaro Iwamoto ¹ , Lanfen Lin, Hongjie Hu, and Yen-Wei Chen
2. 発表標題 Detection of Liver Tumor Candidates in Multi-Phase CT Images Using Multi-Channel and Multi-Scale CNN
3. 学会等名 The 14th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Yen-Wei Chen, Satoshi Tanaka, Robert I. Howlett and Lakhmi C. Jain	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 314
3. 書名 Innovation in Medicine and Healthcare	

1. 著者名 Yen-Wei Chen and Lahmi C. Jain	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 218
3. 書名 Deep Learning in Healthcare	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	岩本 祐太郎 (Iwamoto Yutaro) (30779054)	立命館大学・情報理工学部・助教 (34315)	

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	韓 先花 (Han Xhuan) (60469195)	山口大学・大学院創成科学研究科 ・准教授 (15501)	
研究分担者	古川 顕 (Furukawa Akira) (80199421)	東京都立大学・人間健康科学研究科・教授 (22604)	
研究分担者	金崎 周造 (Kanasaki Shuzo) (90464180)	滋賀医科大学・医学部・非常勤講師 (14202)	

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1件

国際研究集会 RU-DUT Joint Student Workshop on Advanced ICT	開催年 2019年～2019年
---	--------------------

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		
中国	浙江大学 (Zhejiang Univ.)	計算機学部	附属病院