

## VIII. 計算情報学研究部門

### VIII-1. データ基盤分野

#### 1. メンバー

教授	北川 博之、天笠 俊之
助教	塩川 浩昭、堀江 和正
研究員	太田 玲央、宮本 隆典
学生	大学院生 22名、学類生 6名、研究生 1名

#### 2. 概要

計算科学において、大規模データの管理や活用は極めて重要な課題となっている。計算情報学研究部門データ基盤分野は、データ工学関連分野の研究開発を担当している。具体的には、異種データベースや多様な情報源を統合的に扱うための情報統合基盤技術、データ中に埋もれた知識や規則を発見するためのデータマイニング・知識発見技術、インターネット環境において様々なデータを統一的に扱うための RDF・知識ベース・LOD 関連技術等の研究を継続して行っている。また、国際睡眠医科学統合機構（IIS）等との連携を通じて、計算科学の各分野における応用的な研究を推進している。

特に、今年度は国際共同研究プロジェクトである情報通信研究機構（平成 28 年度～令和元年度）「欧州との連携による公共ビッグデータの利活用基盤に関する研究開発」が 6 月に終了し、日欧合同の評価委員による最終評価を受けたが、評価結果は極めて高いものであった。これまでのビッグデータ研究の成果を実社会適用することを主眼とする本プロジェクトでこのような成功をおさめることができたのは、国内外共同研究機関との協力の大きな賜物と言える。また、国際睡眠医科学統合機構（IIS）等と連携した睡眠分析に関しても、文部科学省・地域イノベーション・エコシステム形成プログラム（平成 28 年度～令和元年度）による支援が今年度で終了し、科学技術振興機構・未来社会創造事業（令和元年 11 月～令和 2 年度）等の新たな外部研究資金をもとに研究を進展させている。特に、ヒトを対象とした実用的な研究成果を目指してステップを着実に進めている。その中では、昨年度評価で言及のあった知財権の獲得の可能性も含めた検討を行っている。

#### 3. 研究成果

##### 【1】情報統合基盤技術

##### (1) フィルタリング処理による行パターンマッチングの効率化

ICT の進展により、時系列データ、ログデータ等の大量のシーケンスデータが生成されている。シーケンスデータ分析における基本操作として、行パターンマッチングがある。行パターンマッチングは行シーケンスが与えられた時、目的とするパターンにマッチする行サブシーケンス（パターンオカレンス）を発見する操作である。リレーショナルデータベースにおける行パターンマッチングを行うための MATCH\_RECOGNIZE 句（SQL/RPR）が 2016 年に SQL に導入された。今日では、大規模データを扱うシステムとしてリレーショナルデータベース以外に、MapReduce や Spark 等様々なものがある。それらのシステムでは、Hive や Spark SQL を用いることで、SQL 風にデータ操作を記述することが可能であり、それらにおいても将来行パターンマッチングが導入されることが容易に想像できる。しかしながら、行パターンマッチングはその処理コストが高い点が問題であり、そのコスト削減は重要な課題である。

本研究においては、行パターンマッチングの処理コストを削減するための 2 つの方法を提案した。いずれも、行パターンマッチングを行う前にフィルタリング処理を実行し、パターンマッチング結果に貢献しない無駄な行を削減することで、行パターンマッチングのコストを削減するものである。1 つ目の方法は、MATCH\_RECOGNIZE 句の条件に基づき、パターンオカレンスを 1 つも生成しないシーケンスを削減する手法で、シーケンスフィルタリングと呼ぶ。もう 1 つの方法は、同様に MATCH\_RECOGNIZE 句の条件に基づき、シーケンス中で結果に貢献しない行を削除する手法で、行フィルタリングと呼ぶ。本研究では、Spark SQL に MATCH\_RECOGNIZE 句を導入した状況を想定し、上記の 1 つのフィルタリング手法を組み込んだ処理システムを Spark 上で実装し、実験によりその有効性を確認した。

特に、今年度はこれまでの研究成果を論文発表したのに加え、リレーショナル DBMS へも対象を拡張し、PostgreSQL における実装と評価を行った。また、リレーショナル DBMS や Spark のいずれに対しても適用可能なコストモデルを構築し、処理コストに基づく最適なフィルタリング手法の選択を可能とした。

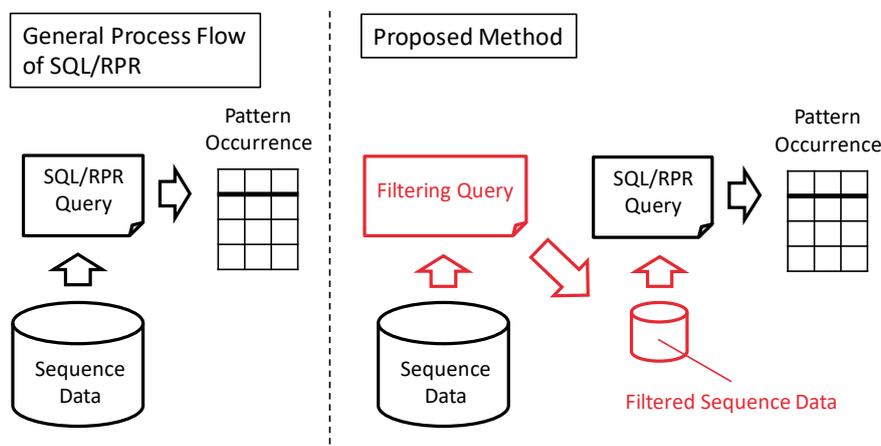


図1 フィルタリング処理による行パターンマッチングの効率化

## (2) シークエンス OLAP のための行パターンマッチング

シーケンス OLAP(Online Analytical Processing)は、シーケンスデータに対する OLAP 手法の一つである。シーケンス OLAP はシーケンスデータから与えたパターンのオカレンス(パターンオカレンス)を抽出し、通常の OLAP と同様の OLAP 操作 (drill-down, roll-up 等) やパターン OLAP 操作 (pattern-drill-down, pattern-roll-up 等) を行う。パターン OLAP 操作はシーケンス OLAP 固有のもので、複数パターンの階層構造をたどる操作となる。シーケンスデータがリレーショナルデータベースに行シーケンスとして格納される場合、対象パターンに対するパターンオカレンスとなる行サブシーケンスを発見する行パターンマッチングが必要となる。

パターン OLAP 操作を可能とするためには、階層関係にある複数のパターンに対するパターンオカレンスを発見すると共に、それらのパターンオカレンス間の親子関係の抽出も必要となる。通常、リレーショナルデータベース上での行パターンマッチングには、リレーショナル全体のスキャンという高コストの処理が必要である。複数のパターンに対して個別にこの処理を実行するのは非効率的であり、階層関係にある複数のパターンに対する行パターンマッチングを同時に効率よく実行することが望まれる。

上記の通り、SQL では行パターンマッチングを記述するための MATCH\_RECOGNIZE 句が導入されたが、これは1つのパターンのみを対象とする。本研究では、MATCH\_RECOGNIZE 句を拡張して階層関係にある複数のパターンを記述可能な MULTI\_MATCH\_RECOGNIZE 句を導入し、その効率的な実現方法を提案した。具体的には、シーケンス OLAP をサポートするためのパターン階層を定式化し、SP-NFA (Shared Prefix Nondeterministic Finite Automaton)を用いた複数パターンマッチングの同時処理とパターンオカレンス間の親子関係の抽出を実現するアルゴリズムを提案した。

特に、今年度は提案手法を PostgreSQL 上で実装し、ベースライン手法との実験評価によりその有効性を示すと共に、査読付き国際会議論文としてこれまでの研究成果を論文発表といった進展があった。

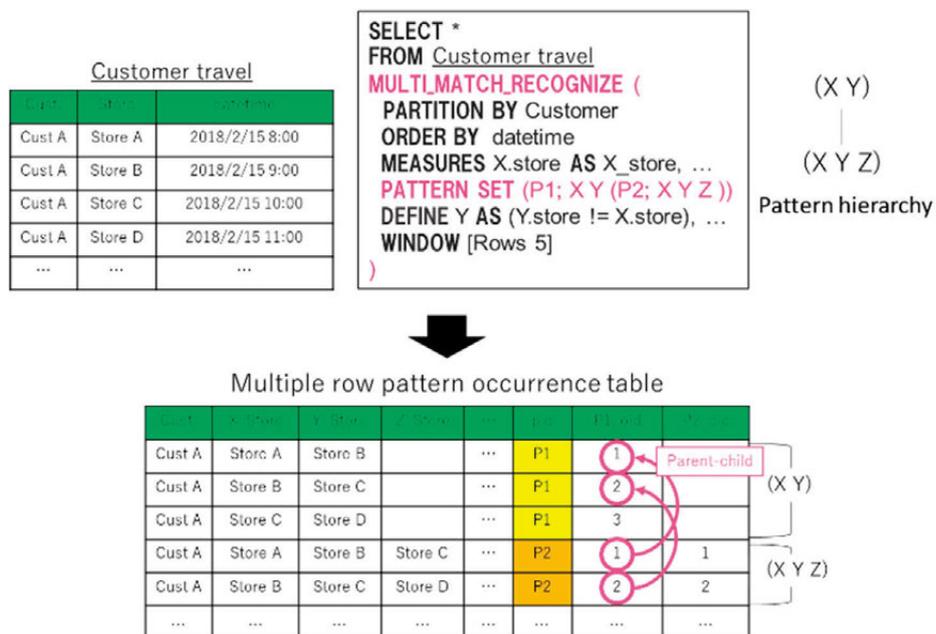


図 2 MULTI\_MATCH\_RECOGNIZE による複数行パターンマッチング

## 【2】 データマイニング・知識発見技術

### (1) 大規模グラフ分析の高速化

本年度はグラフクラスタリング手法の代表的なアルゴリズムである Modularity クラスタリングの高速化手法を開発した。グラフクラスタリングはグラフデータから互いに密な接続を持ったノード集合（クラスタ）を発見するための基本的なデータマイニング手法である。特に、近年開発された CorMod 法は高い精度でクラスタを検出できることが知られているが、大規模なグラフデータに対して膨大な計算時間を要する。

この問題を解決するために、本研究は CorMod 法の高速化を実現する新たなアルゴリズム gScarf 法を提案した。我々はある 2 つの部分グラフが同型であるならば、それらのクラスタリング結果はかならず同一になるという性質を発見した。この性質に基づき、gScarf 法では各部分グラフに対するクラスタリング結果を記憶しておき同型となる部分グラフを新たに計算する際に記憶した計算結果を再利用する（以降、LRM-gain caching 法と呼ぶ）。これにより、gScarf 法は同型な部分グラフに対するクラスタリング処理を省き、処理全体の高速化を図る。

本研究の貢献点は提案アルゴリズムの高速性と高精度性にある。図 3 に実世界のグラフデータに対するクラスタリング実行時間の比較結果を示す。提案手法 gScarf 法は近年提案され

たグラフクラスタリングと比較して高速であることが確認できる。また、本研究の実験では 14 億エッジ規模のグラフデータに対して CorMod 法よりも最大 1,100 倍程度高速であることを確認した。加えて、提案手法の時間計算量はエッジ数に対して概ね線形となることを理論的に示した。同様に、提案手法のクラスタリング精度は先行手法 CorMod 法と同程度になることを実験により示した。この結果は、提案手法は LRM-gain Caching によって大幅な計算削減を行うが、計算削減による精度低下は発生しないことを示唆している。本研究で開発した手法は既存のグラフクラスタリング手法とは異なり、ユーザが事前指定するパラメータを必要としない。すなわち、従来技術より容易なクラスタリング処理をユーザに提供することが可能である。

本研究の成果は 2019 年 8 月に開催された人工知能分野のトップ会議である IJCAI 2019 で発表を行った。

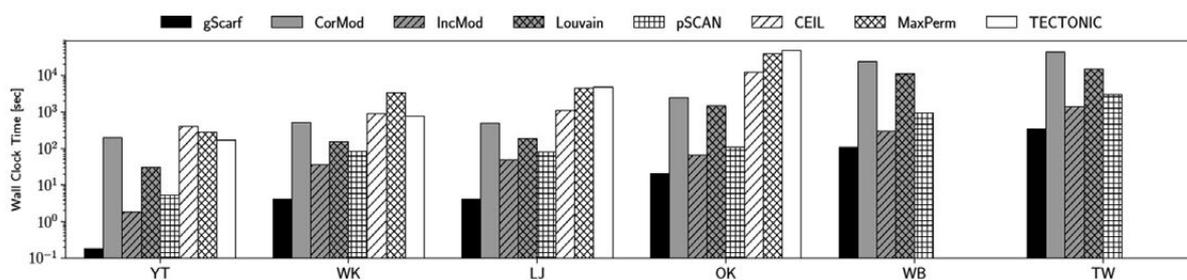


図 3 実行時間の比較

## (2) 確率的な制約を考慮した非負値行列分解

非負値行列分解 (non-negative matrix factorization; NMF) は所与の行列をよりランクの低い二つの行列の積として近似するアルゴリズムであり、文書やグラフに対するクラスタリングなど幅広い応用で用いられている。NMF では確率的な事象を扱う応用が少なくない。例えば、文書データを例にとると、各単語が文書に出現する確率を行列として表現し、それに対して NMF を適用することで、検出されたトピックと単語、あるいはトピックと文書の関係を確率的に記述することができる。ところが、既存の NMF 手法の多くでは、確率的な制約 (非負で最大値が 1.0, 合計すると 1.0 など) が考慮されておらず、既存の研究では、得られた行列に対してスケーリング等の後処理を適用することで、疑似的に確率的な制約を満たすよう調整を行なうことが多かった。

本研究では、確率的な制約を考慮した行列分解を行なう「確率的非負値行列分解 (probabilistic NMF)」のアルゴリズムを提案した。また提案手法について、その計算コストが (確率的な制約を考慮しない) 従来アルゴリズムと同等であることを理論的に示した。さらに提案手法を一般化し 4 種類のモードに対する確率的行列分解のアルゴリズムを提案し

た. PMF の有効性を示すためにグラフにおけるコミュニティ検出およびトピックの検出の問題 (図 4) に適用し, 従来手法を上回る精度を達成できることを示した.

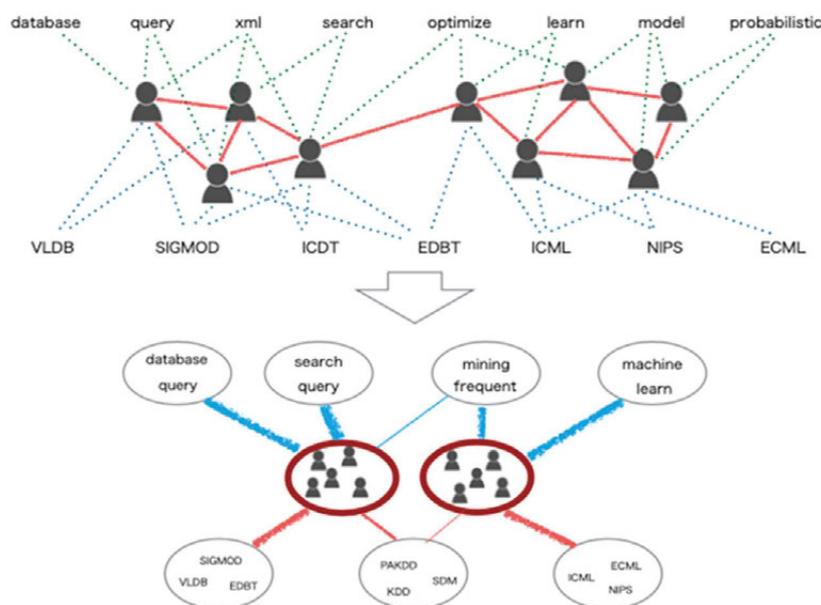


図 4 グラフからのコミュニティおよびトピック検出

### (3) FPGA を用いたグラフに対する正規パス問合せの高速化

正規パス問合せ (regular-path query; RPQ) は, 与えられたラベル付きグラフにおいて, ユーザが指定した正規パスにマッチする経路をたどることで到達可能な始点および終点のペアを全て列挙する問合せであり, 大規模グラフからのデータ抽出に用いられる. 大規模なグラフに対する RPQ の処理は高コストであり, その高速化が望まれている. 本研究では, FPGA を用いた RPQ の高速化に取り組んだ.

FPGA は任意の論理回路をプログラミングによって実装できるデバイスであり, 任意の処理に特化した演算パイプラインをデバイス上に構成できるため, パイプライン化が効果的な処理では CPU や GPU に比べて高い性能を得ることが可能である. 本研究では, RPQ 処理を複数のステージに分割し, それらのステージを並列に実行するための演算パイプラインを FPGA 上に実装した (図 5). また, 実験として性能調査を行い, 結果として小規模なデータセットで比較手法に比べ最大で約 23.6 倍の高速化, 大規模なデータセットで一部の問合せにおいて約 3.14~4.61 倍の高速化を実現した.

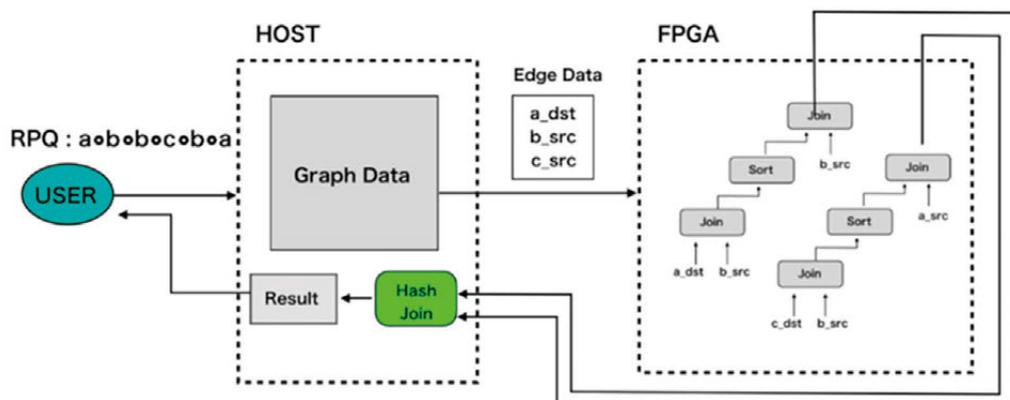


図 5 RPGA を用いた正規パス問合せ処理

### 【3】 RDF・知識ベース・LOD

#### (1) 知識ベースに対する単純質問応答

近年, DBpedia に代表されるように, 汎用の知識を知識ベースとして蓄積し, 各種応用に利用する試みが注目されている. 知識ベースは一般に知識グラフと呼ばれるグラフ構造で表現されるため, 知識グラフから必要な情報を抽出するためにはグラフに対する問合せが必要となる. しかしながら, 一般に知識グラフに対する問合せを適切に書くことは困難であり, 簡便な問合せ方法が求められる.

上記の背景に基づき, 本研究では知識ベースに対する単純質問応答 (simple question answering) 手法を研究した. ユーザは自然文で問合せを行なうと, その回答にふさわしい知識ベース中のトリプルが返される. 既存の手法では複雑な構成の深層学習モデルに基づいたエンド・ツー・エンドの手法が多く, モデル学習のコストが大きい上に, 性能分析が難しいという問題があった.

これに対して本研究では, 1) エンティティ検出, 2) エンティティリンキング, 3) 関係予測の 3 ステップからなる手法を提案した. 各ステップについては複数のシンプルな手法を組み合わせ, その性能を網羅的に調査した. その結果, 比較的単純な手法を組み合わせることで最新的手法と遜色ない精度を達成できることを示した (表 1).

表1 検索精度の比較：表の上部はエンティティリンキングおよび関係予測に異なる手法を組合せた場合の精度，下部は最新の比較手法の精度を示しており，双方向 LSTM および双方向 GRU を組合せることで既存手法と同等の精度を達成している。

Entity	Relation	Accuracy
<b>BiLSTM</b>	<b>BiGRU</b>	<b>74.64</b>
BiLSTM	CNN	74.63
BiLSTM	BiLSTM	74.59
BiGRU	BiGRU	74.54
BiGRU	CNN	73.92
CRF	CNN	73.42
<b>CRF</b>	<b>BiGRU</b>	<b>73.39</b>
CRF	BiLSTM	73.34
Model	Description	Accuracy
Yin et al. 2016	Max-pooling	76.4
Dai et al. 2016	Probabilistic	75.7
Lukovnikov 2017	Neural embedding	71.2
Golub and He 2016	Character-based	70.9
Bodes et al. 2015	Memory network	62.7

#### 【4】 データベース応用・データサイエンス

##### (1) 生体信号解析に基づく睡眠ステージ分析

一般に，マウスの睡眠は覚醒・ノンレム睡眠・レム睡眠の3ステージに分類できる．マウスの生体信号を元に，その睡眠ステージを決定する「睡眠ステージ判定」は，睡眠の基礎研究において必須の調査となっている．しかしながらこの調査は技師が生体信号を目視で確認するもので，非常に多くの時間と専門知識が必要になる．

この問題を解決すべく，これまでも様々な睡眠ステージの自動判定手法が提案されている．しかし，これらの手法は睡眠研究で利用できるほどの判定精度を達成できていない．特に実際の研究ではよく見られる，ノイズの含まれた生体信号を適切に処理することができなかった．

本研究では，筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構（WPI-IIIIS）と連携し，MC-SleepNet と呼ばれる新しい自動判定手法を開発した．本手法は，畳み込みニューラルネット(CNN)による特徴量抽出部と Long short-terms memory(LSTM)を用いた判定部から構成されている．自動的に判定に有用な特徴量を発見・抽出できる CNN の採用により，ノイズの影響を受けにくい特徴量の獲得に成功した．また，LSTM を導入することで対象とする信号の前後を考慮したステージ判定を実現した．ノイズが多く判定が困難なケースであっても，前後のステージ状態から適切なステージ割り当てを実現できる．通常，深層学習モデルの学習には多くのサンプル

ルを必要とするが、本研究では WPI-IIIS との連携により、マウス 4000 匹分のデータを提供いただくことで解決している。

評価実験では、MC-SleepNet は技師との判定一致率 96.7%と非常に高い精度でのステージ判定を達成、睡眠研究に必要とされる 95%をクリアした。また、ノイズの含まれる生体信号についても判定精度は 95%を達成しており、実際の睡眠研究において利用可能な手法と言える。

本研究の成果は国際ジャーナルで論文発表すると共に、プレスリリースを行った。

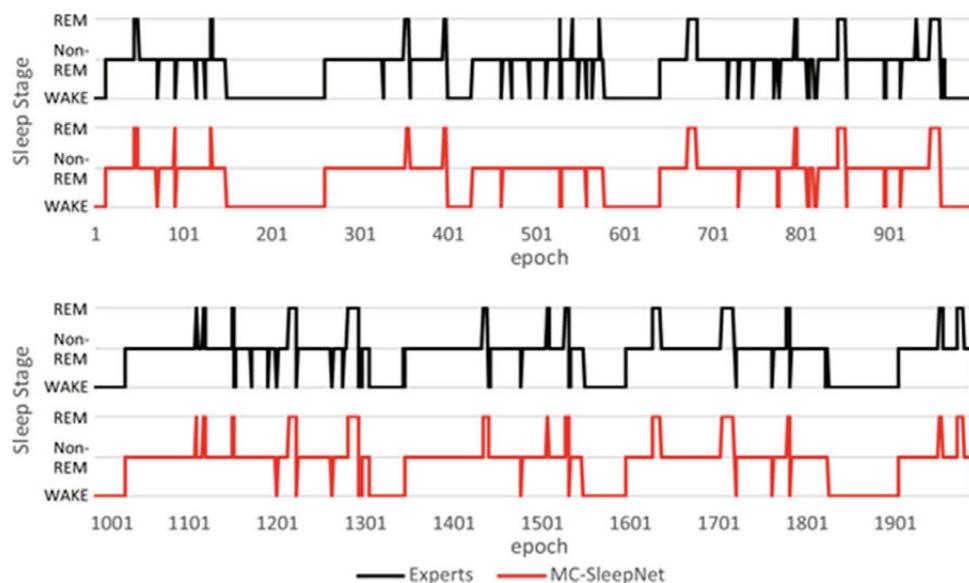


図 6 MC-SleepNet によるステージ判定の例

## (2) 生体信号のノイズ除去

MC-SleepNet が高いノイズ耐性を獲得したという事実から、深層学習を用いることで、ノイズと生体信号の分離、ひいてはノイズ除去を実現できると考えた。これまでも音声信号向けのノイズ除去モデルは開発されているものの、これらの手法では真信号とノイズ入り信号のペアを学習サンプルとして必要としている。真信号とノイズを別々に計測できる音声信号には適用できたものの、生体信号では適用困難な手法だった。一般に敵対的学習を行うモデルは、入出力の対応関係を保証できないが、本研究では、ノイズは真信号に対して十分小さいという仮定を設定した。なるべく元の信号を維持したままクリアな信号に変換するように学習を行うことで、ノイズ除去に適した深層学習モデルを獲得した。開発したモデル NR-GAN は、ノイズの事前知識を一切用いることなく、ノイズに最適化した周波数フィルタと同等の性能を達成した。

### (3) IoT クッションと機会学習によるユーザの着座姿勢推定

現代社会において多くの人は椅子の上で座位で過ごしているが、長時間椅子の上で不適切な姿勢を取ることによる健康被害が世界的に注目されている。本研究では、複数の圧力センサーを内蔵したクッションを椅子に装着し、圧力センサーの値をリアルタイムでモニタリングすることによって利用者の着座姿勢を推定し、スマートフォンを通じて適切なフィードバックを与えることで、ユーザの姿勢を正しく矯正する手法について研究した（図7）。

そのために、リアルタイムなセンサーストリームに対して、機械学習手法を適用することで、98.93%の精度での着座姿勢の推定を可能にした。また、体形の異なるユーザに対して精度の高い推定を可能にするためには、ユーザのBMI値を特徴量に組み入れることが有効であることを明らかにした。さらに、単なる着座姿勢に加えて、姿勢変更を伴うストレッチポーズの推定にも取り組み、高い精度での推定が可能であることを示した。

本研究の成果は、AI分野のトップ会議であるIJCAI2019で論文発表を行った。

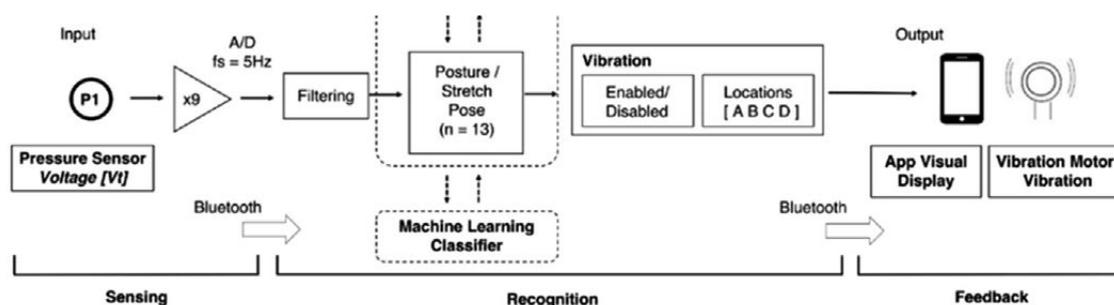


図7 システムの概要

## 4. 教育

学生の指導状況（学生氏名、学位の種類、論文名）

<博士（工学）>

1. 伊藤 寛祥

A Study on Non-negative Matrix Factorization under Probability Constraints

2. 中挾 晃介

時系列データに対するパターンマッチングと予測に関する研究

<修士（工学）>

1. 小栗 大輝

オブジェクトのクラスタリングによる属性改良手法の高速化

2. 鈴木 裕亮

On-the-Fly Plan Switching with an Unfixed Set of Expensive Data Operators

3. 住谷 雄樹

深層学習を用いたマウス EEG のノイズ削減

4. 林 真史

Incentive Design for the Development of Selective AI for Human and Machine Data Processing

5. 堀川 聡

クラウドソースされた特徴に基づく Learn-to-Enumerate 手法の分析評価

6. 宮本 達朗

メンションの出現位置に着目した Salient Entity Linking 手法

7. 山崎 耕太郎

大規模グラフに対する効率的なランクベースクラスタリング

8. 米内 裕史

構文木とコールグラフの統合的な埋め込みに基づくメソッド名推定手法

9. Carina Miwa Yoshimura

Topic-aware Scheme for Collecting Local Tweets

10. Katia Bourahmoune

Application of Machine Learning for Active Human Sitting Posture Recognition using an IoT Cushion

<学士（情報科学，情報工学）>

1. 荻野 夏樹

Semantic Image Synthesis における線画を用いた複雑な物体の写実的画像生成転移学習を用いた複数の SNS における年齢推定手法

2. 菅波 柊也

GPU によるサブグラフ数え上げの高速化に関する研究

3. 中野 茉里香

テキストを含む構造化データに対する知識ベースを用いた OLAP 分析

4. 柳澤 隼也

1 対全ノードに対する s-t 信頼性の高速推定

5. 山田 真也

コンテンツ解析を含む大規模データ分析処理に対するトレーサビリティの研究

集中講義など

該当なし

## 5. 受賞、外部資金、知的財産権等

### 受賞

(賞の名称、受賞者名、タイトル、年月日)

1. Proceedings of 4th International Conference on Biomedical Imaging, Signal Processing (ICBSP2019) Best Presentation Award : Yuki Sumiya, Kazumasa Horie, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "NR-GAN: Noise Reduction GAN for Mice Electroencephalogram Signals", Nagoya, Japan, October 17 -19 2019.
2. 情報処理学会コンピュータサイエンス領域功績賞 : 北川 博之 2019 年 10 月
3. 情報処理学会第 82 回全国大会学生奨励賞 : 柳澤 隼也, 塩川 浩昭, "層化抽出法を用いた 1 対全ノードに対する s-t 信頼性推定の高速化", 2020/3/5-3/7.
4. システム情報工学研究科長表彰 : 伊藤 寛祥, 2020 年 3 月 25 日
5. システム情報工学研究科長表彰 : 山崎 耕太郎, 2020 年 3 月 25 日
6. コンピュータサイエンス専攻長表彰, 住谷 雄樹, 2020 年 3 月 25 日
7. コンピュータサイエンス専攻長表彰, Katia Bourahmoune, 2020 年 3 月 25 日

### 外部資金 (名称、氏名、代表・分担の別、採択年度、金額、課題名)

受託研究 : 情報通信研究機構 (平成 28 年度~令和元年度)

研究課題 : 欧州との連携による公共ビッグデータの利活用基盤に関する研究開発

研究分担者 : 北川 博之 (研究代表者 NTT 東日本)

全年度直接経費 : 25,694 千円 (R1 年度直接経費 : 2,954,546 円)

受託研究 : 文部科学省・地域イノベーション・エコシステム形成プログラム (平成 28 年度~令和元年度)

研究課題 : つくばイノベーション・エコシステムの構築 (医療・先進技術シーズを用いた超スマート社会の創成事業)

研究分担者 : 北川 博之 (研究代表者 TGI)

全年度直接経費 : 48,653 千円 (R1 年度直接経費 : 9,300 千円)

共同研究 : 民間企業共同研究 (平成 30 年 4 月 1 日~令和元年 3 月 31 日)

研究課題 : データエンジニアリングの知見の応用によるログ及び資産情報の処理の高速化・軽量化・高度化

研究代表者 : 北川 博之

直接経費 : 3,000 千円

科研費：新学術領域研究（平成 27 年度～令和元年度）

研究課題：超ストレス環境・宇宙を見据えた新規睡眠覚醒制御手法の開発

研究分担者：北川 博之（研究代表者：長瀬 博）

全年度直接経費：7,350 千円（R1 年度直接経費：500 千円）

科研費：基盤研究 B（令和元年度～令和 4 年度）

研究課題：高水準仮想化機能を持つ Augmented リアルビッグデータ利活用基盤の構築

研究代表者：北川 博之

全年度直接経費：13,200 千円（R1 年度直接経費：3,800 千円）

科研費：挑戦的研究（萌芽）（令和元年 6 月 28 日～令和 2 年度）

研究課題：深層学習による個人特性を反映した生体データの自動生成

研究代表者：北川 博之

全年度直接経費：4,900 千円（R1 年度直接経費：3,500 千円）

受託研究：科学技術振興機構・未来社会創造事業（令和元年 11 月 1 日～令和 2 年度）

研究課題：睡眠脳波を指標とする睡眠と運動の自己管理による健康寿命延伸

研究分担者：北川 博之（研究代表者：柳沢 正史）

全年度直接経費：3,500 千円（R1 年度直接経費：1,000 千円）

共同研究：民間企業共同研究（令和元年 10 月 1 日～令和 2 年度）

研究課題：睡眠障害の自動診断システム及び睡眠障害の予防・改善・治療システムの研究開発

研究代表者：北川 博之

全年度直接経費：12,000 千円（R1 年度直接経費：8,000 千円）

受託研究：科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 ACT-I 「情報と未来」（令和元年度～令和 2 年度）

研究課題：Data Skewness を捉えた超高速・省メモリな大規模データ処理

研究代表者：塩川 浩昭

全年度直接経費：20,000 千円（R1 年度直接経費：10,000 千円）

科研費：若手研究（平成 30 年度～令和 2 年度）

研究課題：超並列計算環境における大規模グラフの実時間問合せ処理

研究代表者：塩川 浩昭

全年度直接経費：3,200 千円 (R1 年度直接経費：900 千円)

科研費：若手研究 (令和元年度～令和3年度)

研究課題：敵対的生成ネットワークを用いたノイズ除去手法の開発と生体信号への応用

研究代表者：堀江 和正

全年度直接経費：3,300 千円 (R1 年度直接経費：1,700 千円)

## 知的財産権

(種別、氏名、課題名、年月日)

該当なし

## 6. 研究業績

### (1) 研究論文

#### A) 査読付き論文

<学術雑誌論文>

1. Hiroyoshi Ito, Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Detecting Communities and Correlated Attribute Clusters on Multi-Attributed Graphs", IEICE Transactions on Information and Systems, VOL.E102-D, NO.4, pp.810-820, APRIL 2019.
2. Hiroaki Shiokawa, Tomohiro Matsushita, Hiroyuki Kitagawa, "Fast Affinity Propagation by Cell-based Indexing", Journal of Data Intelligence, Vol.1, No.1, pp.55-74, April 2019.
3. Kazuha Ashino, Kenta Sugano, Toshiyuki Amagasa, and Bei-Wen Ying, "Predicting the Decision Making Chemicals Used for Bacterial Growth", Scientific Reports, Vol. 9, No. 7251, May 2019.
4. Masato Yamabe, Kazumasa Horie, Hiroaki Shiokawa, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa and Hiroyuki Kitagawa, "MC-SleepNet: Large-scale Sleep Stage Scoring in Mice by Deep Neural Networks", Scientific Reports, Vol. 9, No. 15793, Oct. 2019. (Impact Factor 4.011)
5. Hiroaki Shiokawa, Yasunori Futamura, "Efficient Vector Partitioning Algorithm for Modularity-based Graph Clustering", Journal of Data Intelligence, Vol.1, No.2, pp.101-123, June 2019.
6. Kotaro Yamazaki, Tomoki Sato, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "Fast and Parallel Ranking-based Clustering for Heterogeneous Graphs", Journal of Data Intelligence, Vol.1, No.2, pp.137-158, June 2019.

7. Savong Bou, Hiroyuki Kitagawa, and Toshiyuki Amagasa, "L-BiX: Incremental Sliding-Window Aggregation over Data Streams Using Linear Bidirectional Aggregating Indexes", Knowledge and Information Systems, Springer. (Impact Factor 2.397) (to appear)

**B) 査読無し論文**

該当なし

**(2) 国際会議発表**

**A) 招待講演**

1. Hiroyuki Kitagawa, "Big Data Analytics and Management: Perspectives from Big Sequence Data Analysis and Research Projects in Japan", The 36th CCF National Database Conference (NDBC2019) (Keynote Talk) Jinan, China, October 13, 2019.

**B) 一般講演**

< 査読付き国際会議論文 >

1. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Hiroyuki Kitagawa, "Continuous Search on Dynamic Spatial Keyword Objects", Proceedings of. 35th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE 2019) (Short Paper), pp. 1578-1581, Macau SAR, China, April 2019.
2. Hiroaki Shiokawa, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Scaling Fine-grained Modularity Clustering for Massive Graphs", Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2019), Macao, China, August 2019 (Acceptance rate 13.67 %).
3. Katia Bourahmoune, Toshiyuki Amagasa, "AI-powered Posture Training: Application of Machine Learning in Sitting Posture Recognition Using the LifeChair Smart Cushion", Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2019), Macao, China, August 2019 (Acceptance rate 13.67 %).
4. Kento Miura, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Accelerating Regular Path Queries using FPGA", Tenth International Workshop on Accelerating Analytics and Data Management Systems Using Modern Processor and Storage Architectures, in conjunction with VLDB (ADMS2019), Los Angeles, United States, August 26, 2019.
5. Yuya Nasu, Hiroyuki Kitagawa, Kosuke Nakabasami, "Efficient Row Pattern Matching using Pattern Hierarchies for Sequence OLAP", Proceedings of. 21st International Conference on Big Data Analytics and Knowledge Discovery (DaWak2019), pp. 89-104, Linz, Austria, August 26 - 29 2019 (Acceptance rate 20 %).

6. Kosuke Nakabasami, Hiroyuki Kitagawa, and Yuya Nasu, "Optimization of Row Pattern Matching over Sequence Data in Spark SQL", Proceedings of 30th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA2019), pp. 3-17, Linz, Austria, August 26th - 29th 2019.
7. Happy Buzaaba, Toshiyuki Amagasa, "A modular approach for efficient simple question answering over knowledge base", Proceedings of 30th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA2019), pp. 237-246, Linz, Austria, August 26 -29 2019.
8. Yuki Sumiya, Kazumasa Horie, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "NR-GAN: Noise Reduction GAN for Mice Electroencephalogram Signals", Proceedings of 4th International Conference on Biomedical Imaging, Signal Processing (ICBSP 2019), pp. 94-101, Nagoya, Japan, October 17 -19 2019.
9. Shohei Matsugu, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "Flexible Community Search Algorithm on Attributed Graphs", Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS2019), pp. 103-109, Munich, Germany, December 2019 (Acceptance rate 48 %).
10. Kotaro Yamazaki, Shohei Matsugu, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "Fast RankClus Algorithm via Dynamic Rank Score Tracking on Bi-type Information Networks", Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS2019), pp. 110-117, Munich, Germany, December 2019 (Acceptance rate 48 %).
11. Shintaro Kurimoto, Yasuhiro Hayase, Hiroshi Yonai, Hiroyoshi Ito, Hiroyuki Kitagawa, "Class Name Recommendation based on Graph Embedding of Program Elements", Proceedings of the 26th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2019), pp. 498-505, Putrajaya, Malaysia, December 2-5 2019 (Acceptance rate 34.7 %).
12. Hiroshi Yonai, Yasuhiro Hayase, Hiroyuki Kitagawa, "Mercem: Method Name Recommendation Based on Call Graph Embedding", Proceedings of the 26th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2019), pp. 134-141, Putrajaya, Malaysia, December 2-5 2019 (Acceptance rate 34.7 %).
13. Natsuki Ogino, Kazumasa Horie, and Hiroyuki Kitagawa, "Semantic Image Synthesis of Complicated Objects using Line-drawing", Proceedings of. 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'20), No. 1PM1-1-3, pp. 373 - 376, Honolulu, Hawaii, February 28 - March 2, 2020.
14. Masafumi Hayashi, Masaki Kobayashi, Masaki Matsubara, Toshiyuki Amagasa, Atsuyuki Morishima, "Incentive Design for Crowdsourced Development of Selective AI for Human and Machine Data Processing: A Case Study," The 3rd IEEE Workshop on Human-in-the-loop

Methods and Human Machine Collaboration in BigData (IEEE HMDData 2019) co-located with IEEE Bigdata 2019, pp. 4596-4601, Los Angeles, USA. Dec. 9, 2019.

<査読付き国際会議論文 (ポスター) >

1. Mirai Niki, Yoshiki Yamaguchi and Toshiyuki Amagasa, "FPGA-based SPARQL query acceleration," Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform (APRIS 2019), 2 pages, Thailand, Nov. 1-4, 2019.

### (3) 国内学会・研究会発表

#### A) 招待講演

該当なし

#### B) その他の発表

<査読付き学会発表>

1. 森健史, 大久保梨思子, 植田泰士, 片平真史, 天笠俊之, "宇宙機関連異種テキストデータからの知識発見の試み", 第 12 回 Web とデータベースに関するフォーラム (WebDB フォーラム 2019), 工学院大学 (東京), 2019 年 9 月 8 日~9 日 (月) .

<学会発表>

1. 大久保梨思子, 倉林翔, 森健史, 波平晃佑, 植田泰士, 片平真史, 天笠俊之, "宇宙機関連テキストデータの分散表現モデルの比較手法の検討", 第 15 回テキストアナリティクス・シンポジウム, フューチャー株式会社 (東京), 2019 年 9 月 27 日~28 日.
2. 真次彰平, 塩川浩昭, 北川博之, "属性付きコミュニティ検索におけるビームサーチの高速化", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), D1-4, 2020 年 3 月 2 日~3 月 4 日.
3. 柳澤隼也, 塩川浩昭, "1 対全ノードに対する s-t 信頼性の高速推定", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), D2-2, 2020 年 3 月 2 日~3 月 4 日.
4. 菅波柊也, 天笠俊之, 北川博之, "GPU による 5 ノードサブグラフ数え上げの高速化", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), H3-2, 2020 年 3 月 2 日~3 月 4 日.
5. 住谷雄樹, 堀江和正, 北川博之, "マウス睡眠ステージ判定課題における深層学習を用いたノイズの分析", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), A4-4, 2020 年 3 月 2 日~3 月 4 日.

6. Carina Miwa Yoshimura (University of Tsukuba), Hiroyuki Kitagawa (University of Tsukuba), "Topic-aware Scheme for Collecting Local Tweets", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), C5-2, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
7. 阿曾太郎, 天笠俊之, 北川博之, "知識ベースに対するプロパティ指向のファセット検索システムに関する研究", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), D5-3, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
8. Kotaro Yamazaki, Shohei Matsugu, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa, "Fast and Parallel RankClus Algorithm based on Dynamic Rank Score Tracking", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), D5-4, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
9. 中野茉里香, 天笠俊之, 北川博之, "テキストを含む構造化データに対する知識ベースを用いた OLAP 分析", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), E5-1, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
10. 宮本隆典, 堀江和正, 北川博之, "可聴音を用いた透過法計測による屋内での人体検知", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), J6-5, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
11. 江畑拓哉, 堀江和正, 北川博之, "Flow-base モデルを用いた文のスタイル変換", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), F7-1, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
12. 塩川浩昭, 天笠俊之, 北川博之, "基調構造を利用したグラフクラスタリングの高速化", 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2020), H7-5, 2020 年 3 月 2 日～3 月 4 日.
13. 菅波柊也, 天笠俊之, 北川博之, "GPU を用いた 5 ノードサブグラフ数え上げの高速化", 情報処理学会第 82 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2020), 2020 年 3 月 5 日～3 月 7 日.
14. 中野茉里香, 阿曾太郎, 天笠俊之, 北川博之, "テキストを含む構造化データに対する知識ベースを用いた OLAP 分析", 情報処理学会第 82 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2020), 2020 年 3 月 5 日～3 月 7 日.
15. 柳澤隼也, 塩川浩昭, "層化抽出法を用いた 1 対全ノードに対する s-t 信頼性推定の高速化", 情報処理学会第 82 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2020), 2020 年 3 月 5 日～3 月 7 日.
16. 山田真也, 天笠俊之, 北川博之, "コンテンツ解析を含む大規模データ分析処理に対するトレーサビリティ", 情報処理学会第 82 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2020), 2020 年 3 月 5 日～3 月 7 日.
17. 石河純輝, 塩川浩昭, 福井和宏, "部分空間法を用いたグラフ構造の表現学習法の提案", 第 39 回情報論的学習理論と機械学習研究会 (IBISML), 2020 年 3 月 10 日.

<プレスリリース>

1. 天笠俊之, "細菌の増殖に決定的な影響を及ぼす化学物質をビッグデータ解析で予測", 2019年5月23日.
2. 北川博之, 堀江和正, "睡眠ステージを自動的に判定する手法を開発 ~マウス 4,200 匹の睡眠時生体信号を学習・解析~", プレスリリース, 2019年11月5日.

**(4) 著書、解説記事等**

1. Salman Ahmed Shaikh, Kousuke Nakabasami, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Multidimensional Analysis of Big Data", in "Emerging Perspectives in Big Data Warehousing" (David Taniar and Wenny Rahayu (Eds.)), IGI Global, pp. 198-224, 2019.
2. 北川博之, "VLDB2020 への道 (その4)", DBSJ Newsletter, 2019年10月.

**7. 異分野間連携・国際連携・国際活動等**

- 地球環境研究部門との連携：気象庁気象予報データベース「GPV/JMA アーカイブ」(<http://gpvjma.ccs.hpcc.jp>) の開発, 管理, 運用.
- 素粒子物理研究部門との連携：Japan Lattice Data Grid (JLDG), International Lattice Data Grid (ILDG) の運営.
- 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIS) との連携：マウスとヒトの脳波／筋電図データを利用した睡眠ステージの自動判定アルゴリズム・ソフトウェアの研究開発.
- 宇宙物理研究部門および東京大学宇宙線研究所との連携：深層学習を用いた遠方銀河画像の自動判別
- 国際連携：情報通信研究機構（平成28年度～令和元年度）「研究課題：欧州との連携による公共ビッグデータの利活用基盤に関する研究開発」
- 国際連携：Prof. John Wang (Griffith University, Australia)を招聘し共同研究（2019年11月～12月）

**8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績**

天笠俊之教授

- 学外
  - Workshop co-chair: 2nd International workshop on big data, cloud, and IoT technologies for smart cities (IWBigDataCity 2020) in conjunction with IEEE BigComp 2020, Busan, Korea, February 19, 2020.

- Tutorial co-chair: The 7th IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (IEEE BigComp 2020), Busan, South Korea, February 19-22, 2020.

## 9. 管理・運営

北川博之教授

- 学外
  - 日本データベース学会監事
- 学内
  - 計算科学研究センター：計算情報学研究部門主任
  - 人工知能科学センター：人工知能基盤研究部門長
  - 情報科学類：広報企画委員会委員
  - コンピュータサイエンス専攻：国際交流委員会委員
  - ヒューマニクス学位プログラム：運営委員会オブザーバ

天笠俊之教授

- 学外
  - JAXA 内研究確認会アドバイザー
- 学内
  - 筑波大学情報ガバナンス基盤室長
  - 筑波大学附属図書館オープンアクセス専門委員
  - 計算科学研究センター：ビッグデータ・AI 連携推進室長
  - 情報科学類・コンピュータサイエンス専攻：国際交流委員会委員長

塩川浩昭准教授

- 学外
  - 該当なし.
- 学内
  - 計算科学研究センター：セキュリティ委員会委員
  - 情報科学類：カリキュラム委員会委員，企画広報委員会委員，クラス担任
  - コンピュータサイエンス専攻：広報委員会委員，企画委員会委員

堀江和正助教

- 学外
  - 該当なし.
- 学内
  - 情報科学類：カリキュラム委員会委員

- ヒューマニクス学位プログラム：準備委員会委員，広報委員会副委員長，運営委員会委員

## 10. 社会貢献・国際貢献

北川博之教授

- 国際委員等
  - 国際ジャーナル編集委員：IEEE Transactions on Big Data, World Wide Web Journal
  - 国際会議運営委員：VLDB2020 組織委員長，Chair of KJDB Working Group, DASFAA Steering Committee Member Emeritus
- 国内委員等
  - 日本学会会議連携会員
  - (独) 科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」領域アドバイザー

天笠俊之教授

- 国際委員等
  - プログラム委員：IEEE ICDE 2020, DaWaK2019, iiWAS2019, IDEAS2019, EDBT2020 (デモ)
- 国内委員等
  - 情報処理学会データベースシステム研究会 (DBS) 幹事

塩川浩昭助教

- 国際委員等
  - 国際ジャーナル編集委員：IEICE Transactions on Information and Systems
  - 国際会議プログラム委員：IJCAI2019, AAI2019, PAKDD2019, BigComp2019, ICSC2019, IWBigDataCity2019, xSIG2019
- 国内委員等
  - 電子情報通信学会 データ工学研究会 (DE), 幹事補佐, 会計幹事 (兼任)
  - 電子情報通信学会 2019 総合大会 プログラム編成委員
  - 第 11 回 Web とデータベースに関する (WebDB Forum 2018), Web 広報委員長
  - 第 11 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2019), 財務委員長
  - 日本データベース学会 電子広報委員会編集委員

堀江和正助教

- 国際委員等
  - 該当なし.

- 国内委員等
  - 該当なし.

## 11. その他

海外長期滞在、フィールドワークなど

該当なし

## VIII-2. 計算メディア分野

### 1. メンバー

教授	亀田 能成
教授	北原 格
助教	宍戸 英彦
学生	大学院生 25名、学類生 4名、研究生 3名

### 2. 概要

当グループが属する計算情報学研究部門は、「中長期的観点から計算科学の研究を抜本的に発展させる斬新な方法の開拓研究を行う部門」として、人間社会とその環境を主な対象とする新しい計算科学の枠組みを創成し、その基盤を確立することを目標として研究活動を推進している。

純粋なデータ処理の効率や速度が求められる通常のスーパーコンピュータ分野とは違い、人間に纏わる情報を処理対象とする計算科学では、情報処理の時間軸を人間に合わせることに必須である。そのために、グローバルに広がる人間社会とそれを取り巻く環境（生活空間や都市環境など）を対象とした研究を進めている。それによって得られる実観測データとシミュレーション結果とを融合させた情報を、人間に分かり易い形で提示し人間社会へフィードバックするために、計算メディアを仲立ちとするコンピューテーションの新しい枠組みを提案している。また、これまでの計算メディアの取り組みを発展させる形で、北原格教授が本センターの計算メディカルサイエンス事業に関わることになった。なお、計算メディカルサイエンス事業を主とする研究成果についてはここでは取り上げない。

科研費（基盤研究 B・代表：亀田）では、視覚障がい者ナビゲーションを想定した歩行経路中の現在位置推定方法と、視覚障がい者の歩き方の特性に合わせた指示 H I について研究成果を挙げた。また、科研費（萌芽・代表：亀田）では、VR 空間の特性を最大限活用した視覚的探索活動の計測と解析の研究に取り組み始めた。科研費（基盤研究 B・代表：北原）では、深層学習を適用することにより、多視点全方位画像から高品質な自由視点映像生成手法を考案した。JST CREST Social Imaging（代表：システム情報系 鈴木健嗣）では、任意形状の 3次元物体を投影面とすることが可能なプロジェクションマッピング方式を実現した。JST CREST Cyborg Crowd（代表：図書館情報メディア系 森嶋厚行）では、開口合成レーダ（SAR）画像と可視光画像間の対応点探索の高精度化に関する研究に取り組んだ。

下記に、外部予算による研究計画の進捗について簡潔に示す。これらからも、計算メディア研究の学際性を感じて頂けよう。

- 科研費・基盤(B)「経路撮影に基づく歩行者・パーソナルモビリティナビゲーション基盤の構築」代表：亀田能成（研究分担者：北原）
  - 歩行位置推定について、2手法の同時利用を系統的に実現することで精度向上を図ることができた。また、ターンバイターンという視覚障がい者の歩き方特性に合わせた指示H Iをデザインし、実証実験まで行った。
- 科研費・挑戦的研究(萌芽)「プレッシャーコントロール下でのスポーツスキル獲得の効果解明」代表：亀田能成
  - 視覚的探索活動に研究の焦点を当て、サッカーでプレッシャーがかかる状況で視覚的探索活動とサッカー経験がどのような相関を有するかを明らかにすることができた。成果の一部は 3.の「2つの異なるアプリケーション分野における視覚的探索活動の計測と解析」を参照。
- 科研費・基盤研究(B)「日本版シェアードスペースのためのデザインシステム構築」代表：山本早里（研究分担者：亀田）
  - シェアードスペースにおける歩行者などのリスク計量化が、VR空間技術を用いてできることを示し、その技術共有を進めた。
- 科研費・基盤研究(B)「歩行中の視覚障害者の外界知覚と地理知識」代表：喜多伸一（研究分担者：亀田）
  - 視覚障がい者の誘導のためのヒューマンインタフェースについて、システム特性とユーザ特性の両方を勘案して指示を理解してもらえる方法について研究協力を行った。
- 科研費・基盤研究(B)「解説型ウェブページの分かり易さ・見易さの自動評定とそれを用いたページ推薦システム」代表：宇津呂武仁（研究分担者：亀田）
  - 見易さの自動評定における、画像処理と画像認識技術の導入方法について研究議論を行った。
- 科研費・基盤(B)「不特定人称視点映像を用いたコミュニケーション型教示映像メディア」代表者：北原格（研究分担者：亀田）
  - 研究成果の詳細は 3.の「3次元画像処理と敵対的生成ネットワークを用いた全方位多視点画像閲覧法」参照。
- JST CREST 研究領域「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」研究総括：ATR 萩田紀博、「ソーシャル・イメージング：創造的活動促進と社会性形成支援」代表：鈴木健嗣（研究分担者：北原）

- 研究成果の詳細は 3.の「大規模空間における投影型拡張現実のためのプロジェクトキャリブレーション法」を参照.
- JST CREST 研究領域「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」研究総括：ATR 萩田紀博，「Cyborg Crowd：柔軟でスケーラブルな人と機械の知力集約」代表：森嶋厚行（研究分担者：北原）
  - 研究成果の詳細は 3.の「敵対的生成ネットワークを用いた SAR 衛星画像と光学衛星画像の対応点探索法」を参照.
- 科研費・基盤研究(A)「強震動と液状化の複合作用を受けるライフラインネットワークの被害推定システムの開発」(2016-2019 年度)代表者：庄司学 (研究分担者：北原)
  - 被災地の強震動と液状化の複合作用を受けたライフラインネットワークの AR 提示システムを目的として、ドローンで撮影した空撮映像から 3 次元被災マップ生成システムを構築し、3 次元マップを GIS サーバで共有する被害調査プラットフォームを実現した.
- 科研費・基盤研究(B)「アンコール遺跡群における予防的保存に資する劣化・変形・環境観測システムの構築」(2016-2019 年度)代表者：川村洋平 (研究分担者：北原)
  - アンコール遺跡群における予防的保存を目的に、多数のユーザから寄せられた映像情報を統合し、様々な視点からの観測を可能とする提示方式を実現した.
- 科研費・基盤研究(B)「柔軟臓器の形状推定と術前モデルへの実時間位置合わせを行う肝手術ナビゲーション開発」(2018-2021 年度)代表者：大城幸雄 (研究分担者：北原)
  - 肝臓手術のバーチャルナビゲーションシステムの実現を目指し、腹腔鏡映像から内蔵の 3 次元形状復元に関する研究に取り組んだ.
- 科研費・基盤研究(A)「人と移動体が混在する空間における外向け HMI 開発・評価基盤技術」(2019-2022 年度)代表者：矢野博明 (研究分担者：北原)
  - 歩車混在空間において歩行者や移動体が自身の情報を発信する外向きヒューマンマシンインタフェースを VR/AR 技術を用いて構築する研究に取り組んだ.
- 委託研究・平成 30 年度 Society 5.0 実現化研究拠点支援事業ライフデザイン・イノベーション研究拠点(iLDi) グランドチャレンジ「マルチモーダル観測に基づくスポーツ選手の内面情報分析」代表者：北原格 (研究分担者：宍戸)
  - 深層学習に代表される人工知能技術を用いて、映像・音声・位置センサなどのパッシブセンサによって観測される外的情報と生体・加速度などの装着型センサによって観測される内的情報の因果関係を学習し、その学習結果に基づいてパッシブセンサによる観測情報から観測対象の内面情報を推定することを目的とした研究に取り組んだ.

- 共同研究・日本電気株式会社「動的環境におけるカメラキャリブレーション」代表者：北原格
  - 歩行者が行き交う動的環境における複数カメラの効率的キャリブレーションの実現を目的とした研究に取り組み、人物の移動情報を手がかりとしたカメラパラメータ推定法を考案した。
- 共同研究・株式会社日立製作所「固定カメラと移動カメラによる三次元計測結果統合」代表者：北原格（研究分担者：宍戸）
  - 非整地屋外環境において、複数の単眼固定カメラと移動車載カメラで撮影した画像から、移動カメラの位置姿勢推定および撮影環境の3次元形状復元を行う研究に取り組んだ。
- 科研費・若手研究「文化遺産建造物の3次元復元における時系列変化の可視化」代表者：宍戸英彦
  - 50～100年前の画像と現在の文化遺産建造物の画像群を用いて、昔の写真のカメラの位置姿勢推定を目的とする研究に取り組んだ。そのための基礎研究として、50～100年前に撮影された文化遺産建造物の画像と現在の画像とのマッチング精度を向上させる手法を提案した。文化遺産建造物の模様部において経年による劣化や破損、あるいは改築・改変によって同じ位置に原型と異なる画像特徴が検出され、勾配強度を手がかりとしたマッチング処理精度が低下する問題があった。また、対称性を多く有する建造物に顕著に見られる誤対応問題が存在し、これらの問題に対して、自己符号化器と Guided Matching 手法を適用することで解決を図った。

2018 年度報告で評価を頂いていた外部・国際交流については 2019 年度にさらに促進を予定していた。具体的には、下記【6】の南オーストラリア大学との意見交換の他、2019 年度も1か月程度北原格教授が海外で研究活動を行う予定であった。しかし、後の 7.でも述べるように、2020 年初頭の社会情勢のため、残念ながら延期となった。

次節では研究成果の幾つかについて述べる。

### 3. 研究成果

#### 【1】2つの異なるアプリケーション分野における視覚的探索活動の計測と解析

視覚的探索活動は、仮想空間における人間の行動を調査する重要な問題の1つである。我々は、微小重力環境で働くべき宇宙飛行士と、広いフィールドで活動を行うサッカー選手

の両方で視覚スキル獲得のための研究に取り組んできた。視覚メディアとしての技術基盤は同じでありながら、異なるフィールドに研究展開を行うことで、視覚的探索活動に必須な根源的要因に迫ろうとしている。

[サッカー]本研究プロジェクトでは、プレイヤーとコーチの両方がアクティブビジュアル探索的活動パターン(AVEA)を測定できるバーチャルリアリティ(VR)システムを提案した。このシステムの主な目的は、プレッシャーのかかる状況下でサッカー選手の「ゲームを読む」能力を分析できるようにすることである。ヘッドマウントディスプレイ(HMD)技術とヘッドトラッキング機能を利用することで、ユーザーはゲーム内の状況を没入的に体験する。本研究では、数多く考えられるサッカーのシナリオの中から、視覚的探索活動が特に重要となるシナリオを取り上げて研究を行った。ユーザーはボールキープをしている状態で、ライバル選手からのプレッシャーを受けながらパス決定を下すというミッションを課される。ここでは、視覚情報に基づいて迅速な意思決定を余儀なくされる。HMDのモーショントラッキングデータを抽出することにより、ユーザーの視差方向を、その周りの3つのゾーンで分割する。被験者実験においてはポジションを含む経歴を慎重に審査した上で、10人を対象に実施した。AVEAの性能と現在の関係を分析するため、セッション後にIPQアンケートを適用して、サッカーの経験とAVEAとの関係を調べた。

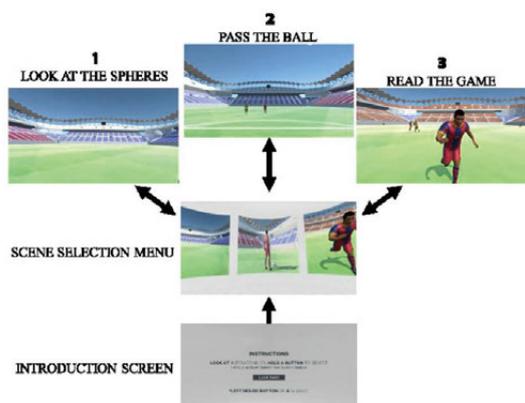


図1. VR空間におけるAVEA計測

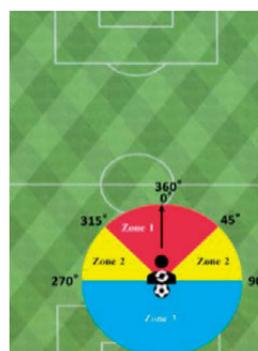


図2. AVEA評価のための3ゾーン

[微小重力環境]本研究プロジェクトでは、1Gと比較した微小重力環境におけるヒト視覚探索活動(VEA)を探った。小型飛行機による放物線飛行は、宇宙飛行士用訓練なしで微小重力を体験できる唯一の方法であり、各微小重力継続時間は20秒未満である。このような異常な条件下で、被験者は宇宙遊泳状態という状況のもと、離れたところにある国際宇宙ステーションを速やかに発見するというミッションが課される。実験は、2つの異なる姿勢位置で行った。興味深いことに、被験者は以前の非VRでの放物線飛行と比較して、VRシミュレーションを経験している間に微小重力関連の乗り物酔いの大幅な減少を申告した。



図 3. 放物線飛行中の実験の様子

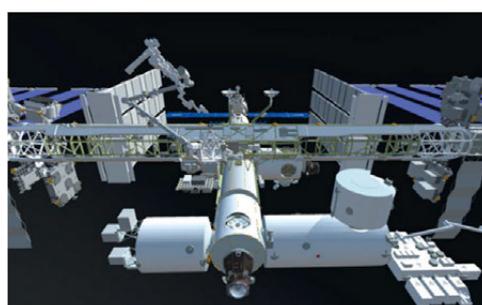


図 4. 探索対象の宇宙ステーション

## 【2】 3次元画像処理と敵対的生成ネットワークを用いた全方位多視点画像閲覧法

3次元画像処理とGAN（敵対的生成ネットワーク）を用いた全方位多視点画像閲覧方式を提案した。Structure from Motion 処理によって、全方位多視点画像からカメラパラメータと撮影空間の3次元情報を推定し、デプス情報に基づく任意視点画像レンダリング処理によって自由視点画像を生成することにより滑らかな視点移動を実現した。さらに、GANを用いた深層学習により自由視点画像の画質を改善し、高品質な全方位多視点画像閲覧を実現している。

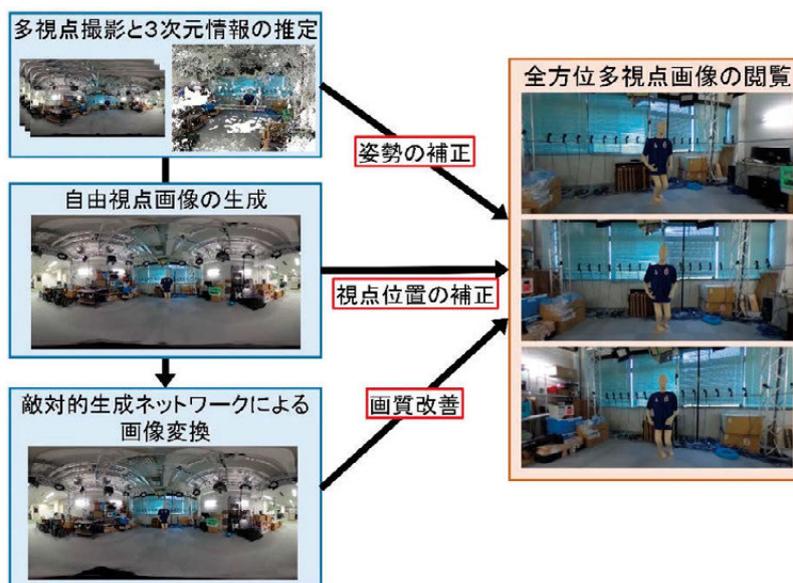


図 5. 全方位多視点画像閲覧法の概要

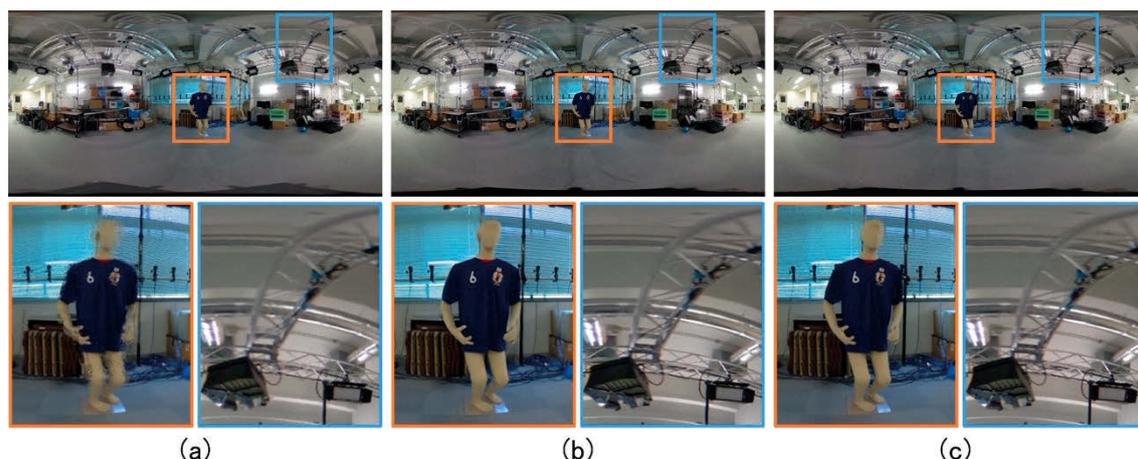


図 6. 実験結果の一例（上）とその拡大図（下）(a)：全方位自由視点画像（画質改善手法適用前）  
 (b)：全方位自由視点画像（画質改善手法適用後） (c)：撮影画像（正解画像）

### 【3】大規模空間における投影型拡張現実のためのプロジェクタキャリブレーション法

投影型拡張現実(AR)システムを構築においてプロジェクタ・カメラシステム (PROCAMS) のキャリブレーションは重要な課題である。従来の PROCAMS のキャリブレーション方法では、オクルージョンと深度誤差のトレードオフを考慮してカメラの設置位置を慎重に検討する必要があるため、セットアップに多大な労力と時間を要していた。本研究では、モバイルカメラを用いることで、簡易かつ高精度な PROCAMS のキャリブレーション手法を考案した。空間的に符号化された構造パターン光 (SL) を投影することにより、カメラのフレーム毎に SL のデコードを行い、多視点から観測した SL パターンを統合することにより、投影面の 3 次元形状推定とプロジェクタと被写体の幾何学的関係を推定する。



図 7. 大規模空間における投影型拡張現実のためのプロジェクタキャリブレーション法

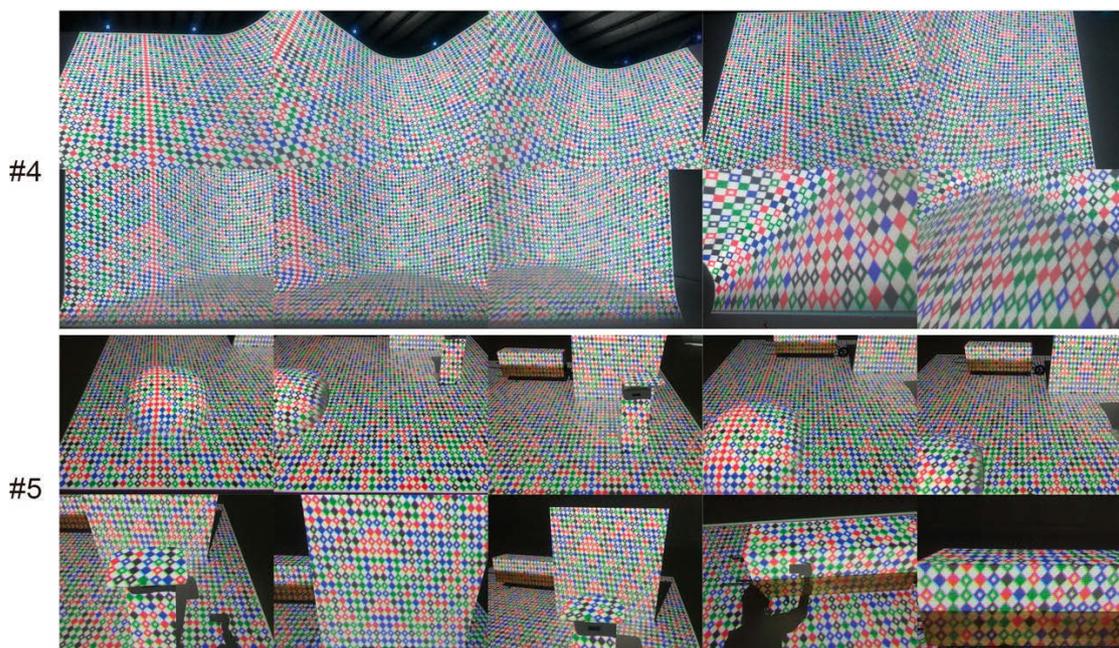


図 8. 大規模空間におけるプロジェクタ・カメラシステム (PROCAMS) のキャリブレーション実験の様子

#### 【4】 敵対的生成ネットワークを用いた SAR 衛星画像と光学衛星画像の対応点探索法

合成開口レーダー (SAR) 衛星画像と光学衛星画像といった観測モードの異なる画像間の対応点探索法を提案する。画像の局所特徴ベースの対応点探索アルゴリズムを用いて SAR 画像と光学画像の画像レジストレーション (幾何学的なレジストレーション) を行う。対応点探索アルゴリズムでは、対応する位置で共通の画像特徴が取得されていることが前提とされるが、SAR 画像と光学画像では画像特徴が大きく異なる。本稿では、敵対的生成ネットワーク (GAN) を用いて、片方の画像の見え方をもう一方の画像の見え方に変換することにより、この問題を解決する手法を提案する。定量的評価を実施し、提案手法によって SAR 画像と光学画像の正確な対応点探索が実現できることを確認する。

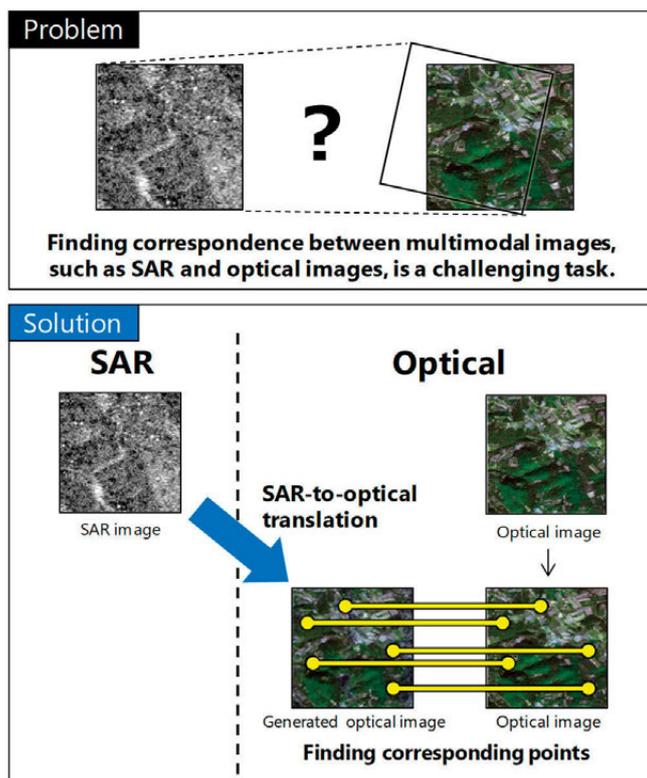


図 9. SAR と光学の画像間の対応点探索手法の概要. 対応点探索の前処理ステップとして GAN を使用し、マルチモーダル画像のレジストレーションを実現する。

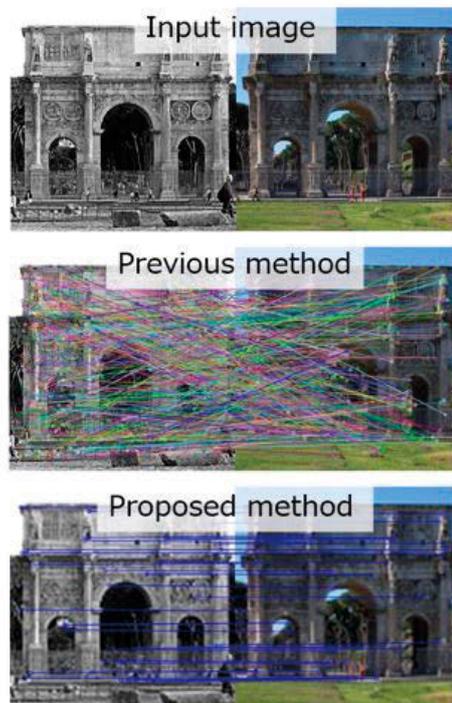
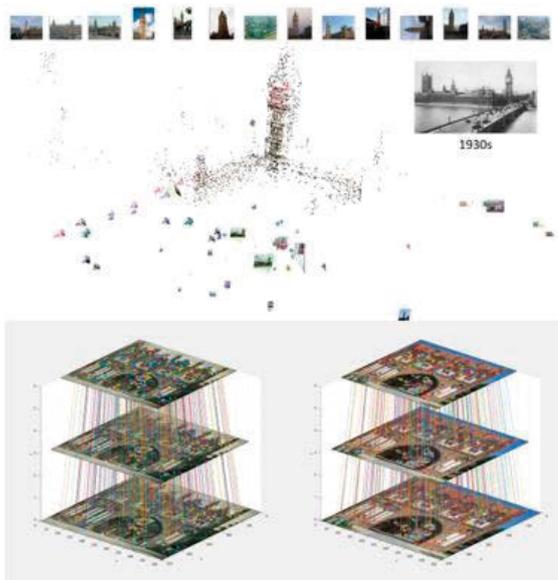
### 【5】文化遺産建造物の 3 次元復元における時系列変化の可視化

本研究では、自己符号化器(オートエンコーダ)と Guided Matching 手法を利用することで、建造物の経年による劣化や破損、あるいは改築・改変によって同じ位置に原型と異なる画像特徴が検出される問題を排除する。Guided Matching 手法によって得られた正対応を再探索することで、建造物の対称性に由来する誤対応問題を解決した。提案手法の有効性を示すために、文化遺産建造物の画像データセットを用いて、提案手法を適用した。イラスト、絵画などのキャプチャ画像に対しても提案手法は良好な画像マッチングを実現した。また、建造物の大きさ、構造などが異なる幅広いデータセットに有効であることを確認した。次に、既存手法との比較実験を実施した。既存手法では、A-KAZE 特徴量を使用し、KNN (K-Nearest Neighbor algorithm) マッチング手法を文化遺産建造物の画像データセットに適用した。KNN は、探索空間から最近傍のラベルを K 個選択し、多数決でクラスラベルを割り当てるアルゴリズムである。従来手法では、画像特徴の誤対応が多いことから、レリーフなどの模様における勾配強度のマッチングが取れない問題や、建造物に対称性がある場合に多くの誤対応が存在する問題を解決できていない。一方で提案手法は、自己符号化器を適用すると、門や柱などの建造物を構成する勾配強度の強い FAST 特徴量が取得できることを示している。さらに、Guided Matching 手法から勾配強度の強い正対応を求め、その情報を活用して画像中の正

対応を再探索する手法は、建造物に対称性がある場合に発生する誤対応の問題においても良好に画像マッチングできることを示している。

### Research on 3D reconstruction of cultural heritage buildings

Matching images between 50 to 100 years ago and current heritage buildings



Proposal of image matching method using Autoencoder

Image matching method using Autoencoder (experimental result)

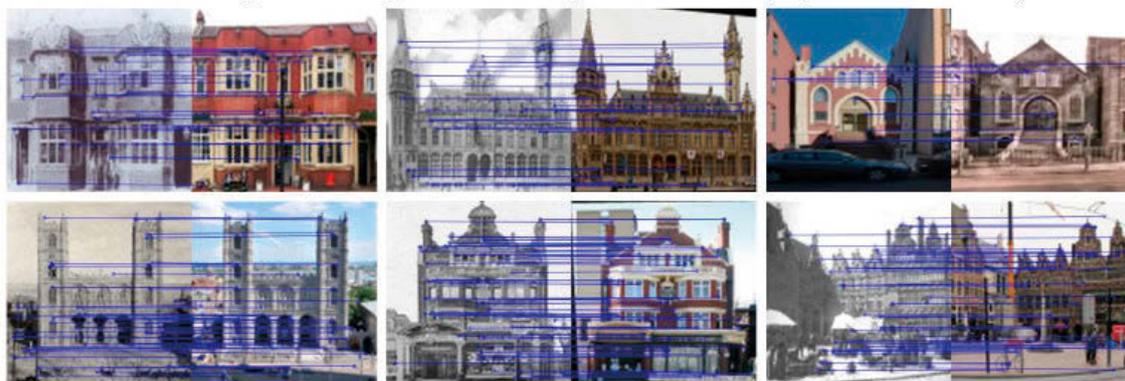


図 10. 上段：自己符号化器と Guided Matching 手法を用いた画像重畳手法，下段：提案手法による画像マッチング結果

### 【6】南オーストラリア大学 Bruce H. Thomas 教授との研究交流

2020年2月17日から18日に渡って、VRからHIの研究にかけて著名な南オーストラリア大学(University of South Australia) Bruce H. Thomas 教授を計算メディアグループに招き、丸2日間に渡って精力的に今後の研究交流の可能性について意見交換を行った。こちらからの研

究紹介の幾つかは研究親和性が高く、継続的に意見交換し、研究を発展させて行くことで合意した。

#### 4. 教育

学生の指導状況

謝 淳	博士(工学)	Projector Calibration for Spatial Augmented Reality in Large-Scale Space
今井 美里	修士(工学)	全方位映像 VR を利用したスポーツ動作解析手法
小河原 洸貴	修士(工学)	視覚障がい者に向けたターンバイターンナビゲーションインタフェース
小林 洸陽	修士(工学)	空撮画像処理とクラウドソーシングを用いた被災状況マップ生成法
竹内 音	修士(工学)	3次元画像処理と敵対的生成ネットワークによる全方位多視点画像閲覧方式
野原 直翔	修士(工学)	投手正面から撮影した映像中での肘位置に注目した投球フォーム分析
前川凌佑	修士(工学)	腹腔鏡映像情報に基づく3次元臓器モデル生成手法
山崎 康平	修士(工学)	類似画像検索と SLAM の同時利用による歩行者位置推定
吉田 駿	修士(工学)	反射光の偏光特性を利用した空中像と地面映像の同時提示方式
QIU XINYI	修士(工学)	テキストと多視点映像の連動によるインタラクティブ電子書籍
ZHANG WEIYI	修士(工学)	路面におけるパーソナルトランスポートの安全領域可視化に関する研究
大西 衝	学士(工学)	ヒヤリハット事例の仮想立ち合いにおける注視点を用いた安心感評価
中泉 安貴	学士(工学)	広域観測映像からの白杖使用者の検出と位置推定
上田 樹	学士(工学)	深層学習による運動予測を用いた遠隔操作映像の時間補償
吉野 航平	学士(工学)	3次元点群を用いた深層学習による発破ずりの粒度分布推定手法

集中講義など

北原格, 放送大学 面接授業, 「専門科目: スポーツ映像とその映像処理」

## 5. 受賞、外部資金、知的財産権等

### 受賞

1. DIA2020 研究奨励賞、前川 凌佑, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 坂本 堪亮, 大城 幸雄, 北原 格、単眼腹腔鏡映像からの3次元臓器モデル生成手法、2020年3月。
2. MVE 賞、大西 衝, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成、ヒヤリハット事例の仮想立ち合いにおける注視点を用いた安心感評価、2020年3月。
3. ITS 奨励発表賞、小河原 洸貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成、類似画像検索における歩行位置推定能力の実地検証、2020年1月。
4. 筑波大学 2019 BEST FACULTY MEMBER、北原 格、2020年2月。

### 外部資金

1. 科研費・基盤(B) 「経路撮影に基づく歩行者・パーソナルモビリティナビゲーション基盤の構築」(2017-2020年度) 代表者: 亀田能成 全年度直接経費: 1250万円 (2019年度直接経費: 320万円)
2. 科研費・挑戦的研究(萌芽) 「プレッシャーコントロール下でのスポーツスキル獲得の効果解明」(2019-2021年度) 代表者: 亀田能成 全年度直接経費: 470万円 (2019年度直接経費: 180万円)
3. 科研費・基盤(B) 「不特定人称視点映像を用いたコミュニケーション型教示映像メディア」(2017-2020年度) 代表者: 北原格 全年度直接経費: 1350万円 (2019年度直接経費: 250万円)
4. 科研費・若手研究 「文化遺産建造物の3次元復元における時系列変化の可視化」(2019-2020年度) 代表者: 宍戸英彦 全年度直接経費: 330万円 (2019年度直接経費: 150万円)
5. 科研費・基盤(B) 「日本版シェアードスペースのためのデザインシステム構築」(2018-2020年度) 代表者: 山本早里(研究分担者: 亀田) 全年度直接経費: 1320万円 (2019年度直接経費: 490万円、分担 60万円)
6. 科研費・基盤(B) 「歩行中の視覚障害者の外界知覚と地理知識」(2018-2020年度) 代表者: 喜多伸一(研究分担者: 亀田) 全年度直接経費: 1330万円 (2019年度直接経費: 410万円、分担 50万円)

7. 科研費・基盤(B)「解説型ウェブページの分かり易さ・見易さの自動評定とそれを用いたページ推薦システム」(2019-2021 年度) 代表者：宇津呂武仁(研究分担者：亀田) 全年度直接経費：1330 万円 (2019 年度直接経費：430 万円、分担 10 万円)
8. 科研費・基盤(A)「強震動と液状化の複合作用を受けるライフラインネットワークの被害推定システムの開発」(2016-2019 年度) 代表者：庄司学(研究分担者：北原) 全年度直接経費：1330 万円 (2019 年度直接経費：430 万円、分担 10 万円)
9. 科研費・基盤(B)「アンコール遺跡群における予防的保存に資する劣化・変形・環境観測システムの構築」(2016-2019 年度) 代表者：川村洋平(研究分担者：北原) 全年度直接経費：1230 万円 (2019 年度直接経費：140 万円、分担 10 万円)
10. 科研費・基盤(B)「柔軟臓器の形状推定と術前モデルへの実時間位置合わせを行う肝手術ナビゲーション開発」(2018-2021 年度) 代表者：大城幸雄(研究分担者：北原) 全年度直接経費：1310 万円 (2019 年度直接経費：420 万円、分担 50 万円)
11. 科研費・基盤(A)「人と移動体が混在する空間における外向け HMI 開発・評価基盤技術」(2019-2021 年度) 代表者：矢野博明(研究分担者：北原) 全年度直接経費：3360 万円 (2019 年度直接経費：1700 万円、分担 400 万円)
12. JST CREST 研究領域「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」研究総括：ATR 萩田紀博、「Cyborg Crowd：柔軟でスケーラブルな人と機械の知力集約」(2016.12-2022.3) 代表：森嶋厚行 (研究分担者：北原) 全年度直接経費：6200 万円 (2019 年度直接経費：1200 万円)
13. JST CREST 研究領域「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」研究総括：ATR 萩田紀博、「ソーシャル・イメージング：創造的活動促進と社会性形成支援」(2014.10-2020.3) 代表：鈴木健嗣 (研究分担者：北原) 全年度直接経費：600 万円 (2019 年度直接経費：100 万円)
14. 受託研究・大阪大学 Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「マルチモーダル観測に基づくスポーツ選手の内面情報分析」(2018-2019 年度) 代表者：北原格 全年度直接経費：1050 万円 (2019 年度直接経費：350 万円)
15. 共同研究・日本電気株式会社「動的環境におけるカメラキャリブレーション」代表者：北原格 2019 年度直接経費：100 万円
16. 共同研究・株式会社日立製作所「固定カメラと移動カメラによる三次元計測結果統合」代表者：北原格 2019 年度直接経費：366.6 万円

## 知的財産権

該当なし

## 6. 研究業績

### (1) 研究論文

#### A) 査読付き論文

1. Cesar Daniel Rojas Ferrer, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, and Yoshinari Kameda, “Read-The-Game: System for Skill-Based Visual Exploratory Activity Assessment with a Full Body Virtual Reality Soccer Simulation”, PLoS ONE, vol.15, no.3, pp.1-29, 2020/3/17.  
(DOI: [10.3169/mta.8.70](https://doi.org/10.3169/mta.8.70))
2. Hidehiko Shishido and Itaru Kitahara, “Calibration of Multiple Sparsely Distributed Cameras Using a Mobile Camera”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology, vol.234, no.1, pp.37-48, 2019/9/18.  
(DOI: [10.1177/1754337119874276](https://doi.org/10.1177/1754337119874276))
3. Hidehiko Shishido, Aoi Harazaki, Yoshinari Kameda, and Itaru Kiahara, “Smooth Switching Method for Asynchronous Multiple Viewpoint Videos Using Frame Interpolation”, Journal of Visual Communication and Image Representation, vol.62, pp.68-76, 2019/7/1.  
(DOI: [10.1016/j.jvcir.2019.04.010](https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.04.010))

#### B) 査読無し論文

1. 川村 洋平, 池田 啓, 宍戸 英彦, 河崎 衣美, 北原 格, 丸太 寛之, 里 知樹, 松井 敏也, “バイオン寺院における予防的保全に資する劣化・変形・環境観測システムの構築”, 考古学ジャーナル 2020 年 1 月号, no.736, pp.29-34, 2020 年 1 月 23 日.
2. 宍戸 英彦, 河崎 衣美, 川村 洋平, 松井 敏也, 北原 格, “アンコール遺跡群における地衣類の時系列変化画像の重畳” 考古学ジャーナル 2019 年 9 月号, no.730, pp.29-33, 2019 年 8 月 24 日.

### (2) 国際会議発表

#### A) 招待講演

#### B) 一般講演

1. Oto Takeuchi, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, and Hansung Kim, “Image-Quality Improvement of Omnidirectional Free-Viewpoint Images by Generative Adversarial Network”, 15th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2020), pp.299-306, 2020/2, Valetta, Malta.  
(DOI: [10.5220/0008959802990306](https://doi.org/10.5220/0008959802990306))

2. Naoto Nohara, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, and Yoshinari Kameda, “Pitching Form Evaluation Based on Elbow Position by a Monocular Camera”, International Workshop on Advanced Image Technology(IWAIT2020), 6 pages, 2020/1, Yogyakarta, Indonesia.
3. Kohei Yamasaki, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, and Yoshinari Kameda, “Evaluation for Harmonic Location Estimation System of Image Retrieval and Slam”, International Workshop on Advanced Image Technology(IWAIT2020), 6 pages, 2020/1, Yogyakarta, Indonesia.
4. Hidehiko Shishido, Hansung Kim, and Itaru Kitahara, “Super Long Interval Time-Lapse Image Generation for Proactive Preservation of Cultural Heritage Using Crowdsourcing”, The 3rd IEEE Workshop on Human-in-the-loop Methods and Human Machine Collaboration in BigData (IEEE HMDData 2019), pp.4632-4637, 2019/12, Los Angeles, USA.  
(DOI: [10.1109/BigData47090.2019.9006399](https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006399))
5. Brian Bino Sinaice, Yohei Kawamura, Jaewon Kim, Natsuo Okada, Itaru Kitahara, and Hyong Doo Jang, “Application of Deep Learning Approaches in Igneous Rock Hyperspectral Imaging”, Proceedings of the 28th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2019), pp.228-235, 2019/12, Perth, Australia.  
(DOI: [10.1007/978-3-030-33954-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33954-8_2))
6. Zedrick Paul Tungol, Yohei Kawamura, Itaru Kitahara, and Hyong Doo Jang, “Development of a Remote Rock Fragmentation Size Distribution Measurement System for Surface Mines Using 3D Photogrammetry”, 10th International Conference on Explosives and Blasting (ICEB2019), pp.153-162, 2019/10, Chengdu, China.
7. Hidehiko Shishido, Wanzhi Zha, Hyong Doo Jang, Yohei Kawamura, Yoshinari Kameda, and Itaru Kitahara, “Clustering Method of 3D Point Cloud of Muck-Pile Based on Connectivity of Adjacent Surface”, 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2019), pp.796-800, 2019/10, Osaka, Japan.
8. Chun Xie, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, and Itaru Kitahara, “A Projector Calibration Method Using a Mobile Camera for Projection Mapping System”, 2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), pp.249-250, 2019/10, Beijing, China.  
(DOI: [10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00-33](https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00-33))
9. Hisatoshi Toriya, Ashraf Dewan, and Itaru Kitahara, “Sar2opt: Image Alignment Between Multi-Modal Images Using Generative Adversarial Networks”, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS2019), 4 pages, 2019/7, Yokohama, Japan.  
(DOI: [10.1109/IGARSS.2019.8898605](https://doi.org/10.1109/IGARSS.2019.8898605))

### (3) 国内学会・研究会発表

#### A) 招待講演

1. 宍戸 英彦, “スポーツ映像処理を競技現場へ活用するためには”, 第 108 回オーディオビジュアル複合情報処理研究発表会, 2020 年 2 月.
2. 宍戸 英彦, “スポーツ映像処理における現場活用の可能性”, 映像情報メディア学会 冬季大会, 2019 年 12 月.

#### B) その他の発表

1. 武田 隆雅, 小林 洗陽, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “3次元点群に対する機械学習を用いた形状変形判定法”, 情報処理学会研究報告 CVIM, vol.2020-CVIM-221, no.34, pp.1-7, 2020 年 3 月.
2. 前川 凌佑, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 坂本 堪亮, 大城 幸雄, 北原 格, “単眼腹腔鏡映像からの3次元臓器モデル生成手法”動的画像処理実用化ワークショップ講演論文集 (DIA2020), 8 pages, 2020 年 3 月.
3. 大西 衝, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “ヒヤリハット事例の仮想立ち合いにおける注視点を用いた安心感評価”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.457, pp. 251-256, 2020 年 3 月.
4. 小河原 洗貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “視覚障がい者向けターンバイターンナビゲーションにあわせた音振動提示”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.457, pp. 245-250, 2020 年 3 月.
5. 梁 梓龍, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “Visual SLAM に基づく室内での移動と手の誘導への支援”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.457, pp. 209-213, 2020 年 3 月.
6. 野原 直翔, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “投手正面から撮影した映像中での投球動作初期の分析”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.457, pp. 193-197, 2020 年 3 月.
7. 今井 美里, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “HMD を用いたスポーツ動作情報の視覚フィードバック方法”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.457, pp. 177-182, 2020 年 3 月.
8. 小林 洗陽, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “空撮画像処理とクラウドソーシングを用いた被災状況マップ生成手法”, 情報処理学会研究報告 CVIM, vol.2020-CVIM-220, no.32, pp.1-6, 2020 年 1 月.

9. 石川 菜由子, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “機械学習による競泳映像からの泳者頭部位置推定の試み”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.386, pp.101-106, 2020 年 1 月.
10. 田村 優, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “アクティブパターンの複合現実感型表示を用いた歩行者への情報提示”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.386, pp.25-30, 2020 年 1 月.
11. 鳥屋 剛毅, Dewan Ashraf, 北原 格, “敵対的生成ネットワークを用いた SAR 衛星画像と光学衛星画像の対応点探索法”, 情報処理学会研究報告 CVIM, vol.2020-CVIM-220, no.2, pp.1-6, 2020 年 1 月.
12. 竹内 音, 宍戸 英彦, 亀田 能成, Kim Hansung, 北原 格, “3次元画像処理と敵対的生成ネットワークを用いた全方位多視点画像閲覧法”, 情報処理学会研究報告 CVIM, vol.2020-CVIM-220, no.1, pp.1-6, 2020 年 1 月.
13. 野原 直翔, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “肘位置に注目した投球フォーム分析の精度評価”, HCG シンポジウム 2019, 4 pages, 2019 年 12 月.
14. 中泉 安貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “広域観測カメラによる視覚障がい者検出”, HCG シンポジウム 2019, 5 pages, 2019 年 12 月.
15. 石川 晋也, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “視覚探索トレーニングのためのバスケットボール VR シミュレータ”, HCG シンポジウム 2019, 4 pages, 2019 年 12 月.
16. 中村 将太郎, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “ウェアラブルカメラからの点字ブロックの種別と位置の推定”, HCG シンポジウム 2019, 4 pages, 2019 年 12 月.
17. 小河原 洗貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “ターンバイターン方式ナビゲーションに適した音と振動によるインタフェース”, HCG シンポジウム 2019, 5 pages, 2019 年 12 月.
18. 宍戸 英彦, “3次元人物追跡を応用した手術支援の可能性と課題”, 計算メディカルサイエンス事業部発足キックオフシンポジウム, 2019 年 12 月.
19. Hidehiko Shishido, “Proactive Preservation Activities of Cultural Heritage by Crowdsourcing”, 2019 CCS-EPCC Workshop, 2019 年 12 月.
20. 北原 格, 宍戸 英彦, 吹田 真士, “マルチモーダル観測に基づくスポーツ選手の内面情報分析”, 文部科学省 Society 5.0 実現化研究拠点支援事業 ライフデザイン・イノベーション研究拠点(iLDi) 「国際シンポジウム」, 2019 年 11 月.
21. 山崎 康平, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “類似画像検索と SLAM による協調的位置推定システムの性能評価”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 6 pages, 2019 年 10 月.

22. 上田 樹, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “深層学習を用いたテレプレゼンス映像の伝送遅延補償法の検討”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.222, pp.65-70, 2019 年 10 月.
23. Qiu Xinyi, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 坂本 竜基, 北原 格, “多視点映像を用いたインタラクティブ電子書籍による立体芸術鑑賞方式”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.119, no.222, pp.15-19, 2019 年 10 月.
24. Hidehiko Shishido, “Proactive Preservation Activities of Cultural Heritage by Crowdsourcing”, CREST 知的情報処理 2019 年度領域会議, 2019 年 10 月.
25. 松原 尚利, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “多視点カメラ配置検討のための VR インタフェース”, 日本バーチャルリアリティ学会第 24 回大会論文集, 4 pages, 2019 年 9 月.
26. 前川 凌佑, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 坂本 堪亮, 大城 幸雄, 北原 格, “腹腔鏡映像レジストレーションのための深層学習によるワンショットデプスマップの生成”, 情報処理学会 研究報告-CVIM, vol.218, no.24, pp.1-8, 2019 年 9 月.
27. 蛭田 雄也, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “鏡面反射領域を用いた一人称視点映像生成法”, 第 18 回情報科学技術フォーラム, pp.133-134, 2019 年 9 月.
28. 武田 隆雅, 小林 洗陽, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “多視点画像から復元した 3 次元形状に基づく建築物の倒壊判定法”, 第 18 回情報科学技術フォーラム, pp.131-132, 2019 年 9 月.
29. 竹内 音, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, “敵対的生成ネットワークによる全方位自由視点画像の画質改善手法”, 第 22 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019), 4 pages, 2019 年 7 月.
30. 宍戸 英彦, Kim Hansung, 北原 格, “文化遺産建造物における自己符号化器を活用した撮影時期の異なる画像マッチング手法”, 第 22 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019), 4 pages, 2019 年 7 月.
31. 宍戸 英彦, 北原 格, “疎に配置した多視点カメラのキャリブレーションを用いたスポーツ選手の 3 次元位置推定”映像情報メディア学会スポーツ情報処理次元研究会 技術報告, vol.ITE-43, no.14, pp.15-18, 2019 年 6 月.
32. 池田 啓, 川村 洋平, 横倉 潤, 宍戸 英彦, 河崎 衣美, 伊藤 豊, 北原 格, 丸太 寛之, 里 知樹, 松井 敏也, “ICT を活用した予防保全のためのアンコール遺跡群バイヨン寺院を対象としたモニタリングシステムの開発”, 日本文化財科学会第 36 回大会発表要旨集, 2 pages, 2019 年 6 月.

33. 山崎 康平, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “類似画像検索と SLAM の協調的位置推定における負荷分散法”, 情報処理学会 研究報告—ITS, vol.2019-DPS-179, no.30, pp.1-5, 2019 年 5 月.
34. 小河原 洗貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, “類似画像検索における歩行位置推定能力の実地検証”, 情報処理学会 研究報告—ITS, vol.2019-ITS-77, no.19, pp.1-2, 2019 年 5 月.
35. 坂村 祐希, 富田 瑛智, 宍戸 英彦, 水浪 田鶴, 井上 和哉, 亀田 能成, 原田 悦子, 北原 格, “拡張現実を用いた自動走行車両搭乗者の安心感の向上”, 情報処理学会 研究報告—ITS, vol.2019-ITS-77, no.3, pp.1-8, 2019 年 5 月.
36. 宍戸 英彦, “マーカレス 3 次元関節位置情報に基づく心拍推定に関する研究”, 第 3 回 AIP チャレンジ成果報告会, 2019 年 4 月.

#### (4) 著書、解説記事等

##### A) 解説記事

1. 亀田 能成, “視覚障がい者の外出のための歩行者ナビゲーション支援技術の研究”, 福祉のまちづくり研究, vol.22, no.1, pp.40-42, 2020 年 3 月 15 日.

#### 7. 異分野間連携・産学官連携・国際連携・国際活動等

##### 異分野間連携（センター内外）

本年度から、北原格教授が計算メディカルサイエンス事業内でも研究活動を行うことになった。また、この関係で、本学内のサイバニクス研究センターにも籍を置き、3DCGバーチャル手術を始めとする様々な連携研究推進進めて行く予定である。（研究活動の詳細については別章記載）

##### 産学官連携

該当なし

##### 国際連携・国際活動

北原格教授がイギリスの University of Surrey と締結した MoU に基づき共同研究を推進し、国際会議論文 2 件・その他の発表 1 件を発表した。

同じく、オーストラリアの Curtin University と締結した MoU により共同研究を継続実施し、国際会議発表を 4 件発表した。

北原格教授は、2020年3月にマンスリーサバティカル事業によりアメリカ合衆国の Carnegie Mellon University を訪問し、共同研究の可能性を議論する予定であった。本件は残念ながら新型コロナウイルス感染症拡大リスクの高まりの影響により延期となった。

## 8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

該当なし

## 9. 管理・運営

亀田 能成

エンパワーメント情報学プログラム運営委員会委員

エンパワーメント情報学プログラム学生委員会委員長

エンパワーメント情報学プログラムカリキュラム委員会委員長

システム情報工学研究科知能機能システム専攻 広報委員会委員長

全学新学期対応タスクフォース委員 (COVID-19に伴う対応)

北原 格

ヒューマニクス学位プログラム運営委員会委員

ヒューマニクス学位プログラム入試委員会副委員長

エンパワーメント情報学プログラム入試委員会委員

知能機能システム専攻学務・カリキュラム委員会委員

宍戸 英彦

システム情報工学研究科知能機能システム専攻 広報委員会委員

## 10. 社会貢献・国際貢献

亀田 能成

電子情報通信学会 メディアエクスペリエンス・仮想環境基礎 研究会 委員

電子情報通信学会 サイバーワールド 時限研究専門委員会 委員

北原 格

日本バーチャルリアリティ学会 SIG-MR 研究会 副委員長

情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会 委員

映像情報メディア学会スポーツ情報処理時限研究会 (SIP)幹事

## 11. その他

亀田 能成

人工知能科学センターでも研究に従事（プロジェクト研究部門モビリティ分野）。

北原 格

筑波大学サイバニクス研究センターでも研究に従事。