

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	Bou Savong、太田 玲央
学生	大学院生 24 名、学類生 6 名、研究生 2 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合的に扱うための XML 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 (IIIS) 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。

3. 研究成果

【1】 情報統合基盤技術

(関連研究費：情報通信研究機構受託研究)

(1) シーケンス OLAP 分析

近年、IoT やソーシャルメディアの普及に伴い、移動ログデータなど時系列等の順序にしたがって生成されるシーケンスデータが増加している。そのようなシーケンスデータに対して、時系列的な並びのパターンに注目し、特定パターンの発生箇所（パターンオカレンス）を抽出・集約する分析技術が求められている。データベースに蓄積されたシーケンスデータに対するパターンオカレンスの集約分析手法としては、シーケンス OLAP (Online Analytical Processing) が知られている。シーケンス OLAP はシーケンスデータからパターンオカレンスを抽出（行パターンマッチング）し、データの次元の階層構造に基づき集約条件を変更する drill-down や roll-up などの OLAP 操作を実行することで多次元集約分析を行う。シーケンス OLAP 分析では集約結果を取得後、集約対象のパターンとは異なるパターンの集約結果を確認したいという要求がある。このような要求に対して、シーケンス OLAP では図 1 のように pattern-drill-down や pattern-roll-up, pattern-occurrence-drill-down などの集約対象パターンを切

換える OLAP-Pattern 操作を実行することで、異なるパターンの集約結果を取得することができる。OLAP-Pattern 操作を実行するためには、複数のパターンについて行パターンマッチングを行い、パターンオカレンス間の親子関係を検出する必要がある。一般に、このような複数パターンの行パターンマッチングはそれぞれ個別に実行されるが、それらのパターン同士が共通部分を持つ場合に冗長な処理が発生する。

本研究では、最も汎用的なデータベースの 1 つである関係データベース上でのシーケンス OLAP における OLAP-Pattern 操作をサポートするために、複数行パターンマッチング問合せの効率的処理手法を開発した。提案手法では、拡張前のパターンを親、拡張後のパターンを子とするパターンの階層構造を定義し、複数パターンを統合した非決定的オートマトン (NFA) によって複数パターンの行パターンマッチングを実行する。さらに、パターンオカレンス抽出時に逐次的にパターンオカレンス間の親子関係を検出する。提案手法によって、複数パターンの行パターンマッチングとパターンオカレンス間の親子関係検出を効率的に実行することができる。本研究では、提案手法を実際の関係データベースシステム上で UDF (ユーザ定義関数) として実装し、人工データを用いた実験で提案手法の性能の検証を行った。

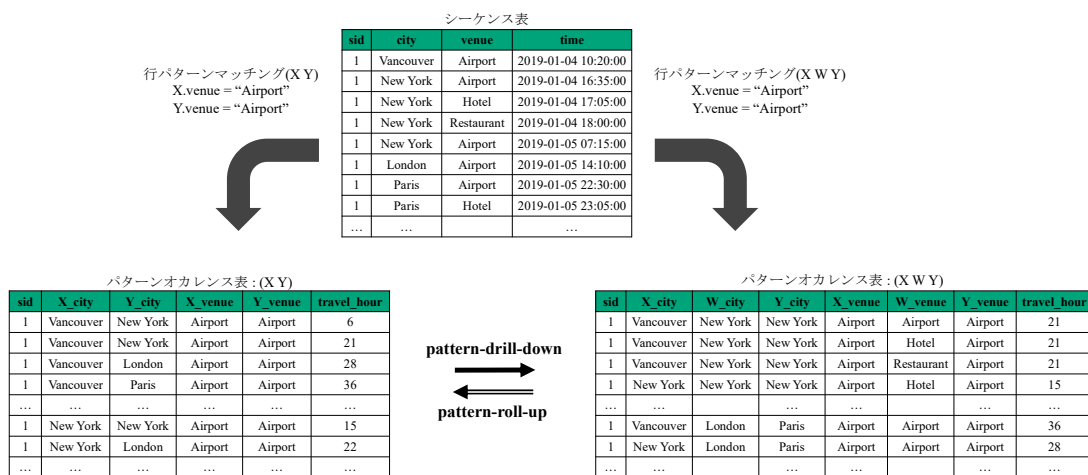


図 1 シーケンス OLAP における行パターンマッチングと OLAP-Pattern 操作

(2) ストリームに対する集約計算処理

実時間でデータストリームを提供するストリーム情報源の活用は重要な研究課題である。ストリームデータの処理に関してはこれまでも多くの研究を行ってきたが、本研究では基本的な処理演算であり集約計算処理に注目する。具体的には、指定した件数の直近のレコードのみを含む移動窓 (Moving window) を想定し、移動窓に含まれるレコードを対象とする合計、平均等の集約値を計算する処理を対象とする。新たなレコードが到着した場合は、移動窓がスライドするため集約値が変化するが、それを連続的に効率的に計算する連続的集約問合せを対象とする。

連続的集約問合せの既存処理手法としては、Two-Stacks が代表的であり、その計算量は $O(1)$ であることが知られている。しかし、移動窓のサイズが大きくなった場合には、索引構造の維持コストが増大し、その処理性能は大きく劣化する。

本研究では、この問題に対応するため、L-BiX (Linear Bidirectional Index) と呼ぶ新たな手法を開発した。L-BiX では、移動窓内のデータに対する順次前向き方向の集約値 f 値と、順次後向き方向の集約値 b 値を交互に活用することで移動窓内のデータに対する集約値を効率的に計算することを可能とする。図 2 は L-BiX による合計計算の様子を示したものである。レコード 5 から右方向に順次新たなレコードが到着するものし、移動窓サイズを 8、スライド幅を 2 と仮定する。また、レコード列の上に f 値を、レコード列の下に b 値を示している。レコード 10 が到着し、最初の移動窓内のレコード数が 8 になった時点で、この移動窓内のレコードに対する b 値が計算される。その後、レコード 12 と 18 が到着すると、これらを対象として f 値 30 を算出すると共に、既に計算済の b 値 37 を用いて、2 レコードだけ移動した新たな移動窓に対する合計値 67 を算出する。このような集約計算を逐次繰り返すことで効率的な連続的集約問合せ処理を行う。

図 3 は L-BiX の処理性能を既存の連続的集約問合せ処理手法と比較した実験結果である。比較に用いたデータは、DEBS2012 Grand Challenge データである。本実験結果は、L-BiX は他の既存手法のいずれよりも高速であり、最速の既存手法である Two-Stacks と比較しても 70% 以上高速であることを示している。

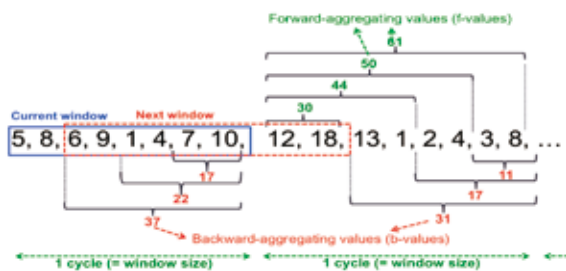


図 2 L-BiX による連続的合計計算

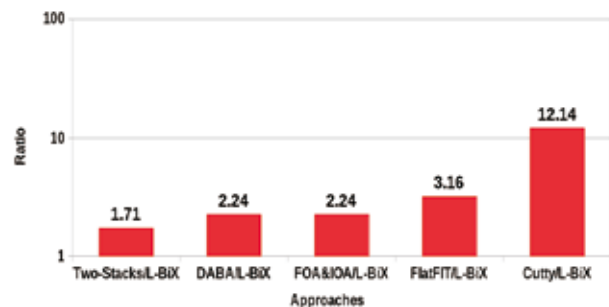


図 3 L-BiX と既存手法の性能比較

【2】 データマイニング・知識発見技術

(関連研究費：科研費・若手研究, JST ACT-I「情報と未来」, 医療経済研究機構受託研究)

(1) 大規模データ分析の高速化

大規模データに対する高速な分析手法の構築について、本年度は Affinity Propagation の高速化に関する研究成果を得た。

Affinity Propagation はグラフ構造を利用した多次元データクラスタリング手法である．この手法は，*exemplar* と呼ばれるクラスタの核となるデータポイントをすべてのデータポイントの中から自動的に検出することでクラスタを構築する．Affinity Propagation では，データが与えられるとクラスタ数を自動で決定するため，k-means 法や k-medoid 法などのようなこれまで提案されてきた手法とは異なり，ユーザが予め出力するクラスタ数を指定する必要がない．他のクラスタリングアルゴリズムと比較してクラスタリング精度が高くなることから，近年幅広い分野から着目されているアルゴリズムである．しかしながら，Affinity Propagation は大きな計算コストを要するアルゴリズムである．具体的には，データポイント数を n のとき，Affinity Propagation の計算量は $O(n^3)$ となる．

本研究では，Affinity Propagation を大規模なデータセットに適用可能とするため，計算科学研究センターが運用するスーパーコンピュータ Oakforest-PACS に搭載されている Intel Xeon Phi Co-processor を活用した超並列化手法 Parallel C-AP を開発した．従来の Affinity Propagation では，入力された全てのデータポイントの組合せについて比較計算を行い，クラスタを検出する．これに対して本研究で提案した Parallel C-AP では，図 4(a)に示すようにセルベースの索引を事前に構築し，図 4(b)のように本質的に計算が必要なデータポイント間についてのみ処理を行うことで計算コストの削減を行う．加えて，提案手法 Parallel C-AP では，各セル間の計算に対してスレッド並列化を行い，計算時間のさらなる削減を行う．

図 5 に実世界のデータセットを用いた際の実行時間の比較を示す．図 5 中の Original-AP は従来の Affinity Propagation，Graph-AP および F-AP は最先端の Affinity Propagation 高速化手法を示している．また，C-AP は並列化を用いない提案手法，Parallel C-AP は並列化を用いた提案手法を示している．提案手法である Parallel C-AP は他の手法と比較して最大で 60 倍程度の高速化を達成した．

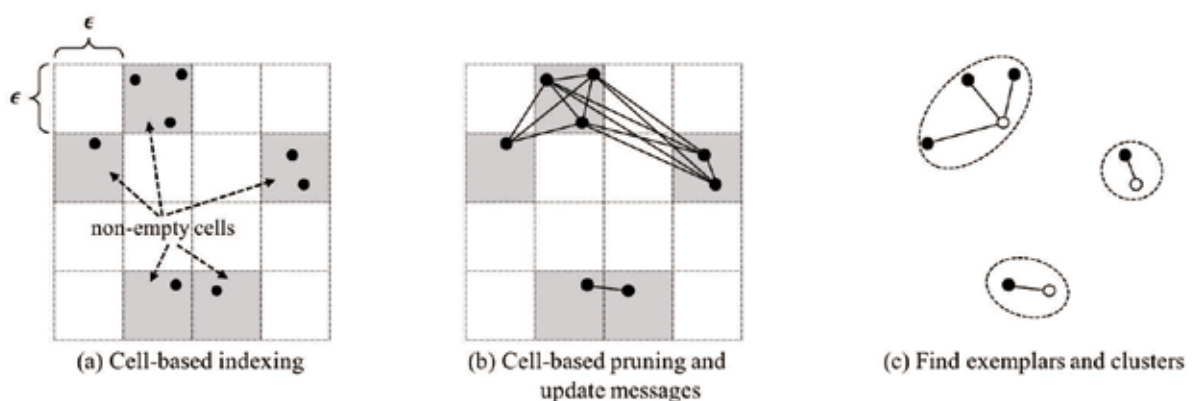


図 4 提案手法 Parallel C-AP の処理の流れ

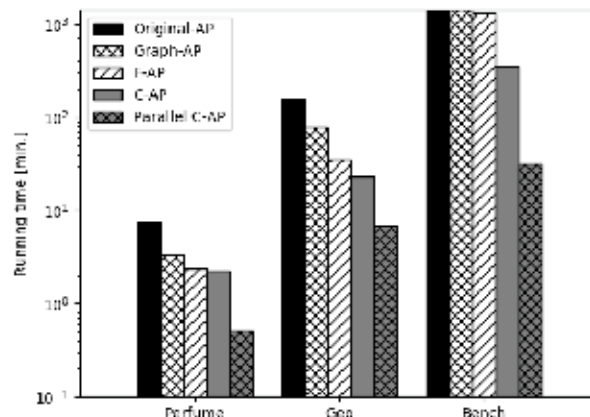


図 5 実行時間の比較

(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る。文書データからのトピック抽出、音声処理、グラフ／ネットワークにおけるコミュニティ検出など、多くの応用に適用されている。その特徴として、処理が単純なのにも関わらず高い精度を達成することができる点が挙げられる。

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。このとき、既存の NMF 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) が考慮されないため、アルゴリズムの結果出力される行列は確率的な条件を満たさない。このため既存の研究では、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い。

このため本研究では、確率的な制約を満たしたまま行列の分解を行なうことができる確率的非負値行列分解 (probabilistic NMF) を提案した。提案手法では、NMF における損失関数を行列の確率的な性質を考慮して定義するとともに、NMF における分解行列の更新式を確率的な制約の元で与えることができた。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) 従来のアルゴリズムと同等であることを理論的に示すとともに、複数のデータセットおよびモデルを用いた実験により、提案手法が既存の NMF に比べて高い精度を達していることを示した (表 1)。

表 1 ネットワークにおけるコミュニティ検出の精度を比較．先行研究（CARNMF）に対して確率的な制約を考慮した提案手法を適用することで更なる精度向上を達成．

	DBLP dataset			arXiv dataset		
	Author	Paper	Conference	Author	Paper	Journal
NMF(A-T)	64.02 $\pm$ 5.73	N/A	N/A	60.99 $\pm$ 0.07	N/A	N/A
NMF(A-P)	43.12 $\pm$ 5.17	44.58 $\pm$ 5.89	N/A	44.84 $\pm$ 5.06	30.94 $\pm$ 1.15	N/A
NMF(A-C)	75.35 $\pm$ 6.85	N/A	87.60 $\pm$ 1.73	75.85 $\pm$ 7.29	N/A	73.68 $\pm$ 2.33
NMF(T-P)	N/A	50.02 $\pm$ 7.93	N/A	N/A	39.80 $\pm$ 5.05	N/A
NMF(T-C)	N/A	N/A	69.88 $\pm$ 6.68	N/A	N/A	100.00 $\pm$ 0.0
LCTA	48.90 $\pm$ 7.57	26.13 $\pm$ 4.36	68.50 $\pm$ 12.46	46.72 $\pm$ 5.72	31.50 $\pm$ 1.17	56.87 $\pm$ 6.53
SCI	54.78 $\pm$ 8.79	22.31 $\pm$ 1.48	58.20 $\pm$ 7.40	35.42 $\pm$ 4.01	29.79 $\pm$ 1.11	47.49 $\pm$ 6.37
HINMF	68.90 $\pm$ 9.08	56.46 $\pm$ 3.08	90.10 $\pm$ 12.63	74.30 $\pm$ 7.99	29.68 $\pm$ 0.95	73.12 $\pm$ 8.86
CARNMF	86.34 $\pm$ 2.39	78.19 $\pm$ 9.87	97.20 $\pm$ 5.21	77.64 $\pm$ 2.88	44.05 $\pm$ 3.14	75.00 $\pm$ 5.23
CARNMFprob	88.56 $\pm$ 1.62	79.28 $\pm$ 5.83	100.00 $\pm$ 0.0	83.42 $\pm$ 0.0	47.84 $\pm$ 0.71	87.50 $\pm$ 0.0

【3】 XML・Web プログラミング

（関連研究費：富士通奨学寄附金）

(1) 関係ストリームデータに対するキーワード検索

情報源からリアルタイムに送信されるデータを（データ）ストリームといい，計測機器やネットワーク技術の進展とともに，ストリーム型の情報源が増加している．本研究では，リレーション（関係データ）に対して新規のレコードがストリーム形式で配信される関係ストリームを対象とする．関係ストリームには，従来，CQL や Jaql などの問合せ言語を使うことで問合せを記述することが一般的であるが，言語習得やリレーションの構造を理解する必要があり，利用に対する障壁が高い．このため，問合せとしていくつかのキーワードのみを使って関係ストリームに対して問合せを行う手法が研究されてきた．

関係ストリームに対するキーワード検索では，検索キーワード集合が与えられると，それらを全て含むタプルネットワーク（network of tuples）を結果として返却する．S-KWS や SS-KWS などの従来手法では，効率的な問合せ処理のため，あらかじめ可能なキーワードとリレーションの結合パターンを全て列挙し，新たなタプルが到着するたびに照合する CN を探索することで問合せ処理を行う．このとき，CN の多くは共通部分を持つため，この処理を共通化することで性能改善を図っている．

ところが，CN ベースのアプローチでは，検索キーワードの数や，タプルネットワークのサイズが大きくなるにつれ，生成される CN の数が指数関数的に増大し，処理性能が劣化するという問題があった．そこで本研究では，既存手法に比べてさらに CN の共有を可能にする MX 構造を提案した．従来の CN に比べて，可能な限り共通するエッジを共通化し，その上で問合せ処理を実現するために，各ノードにバッファを関連付けている．関係タプルが到着すると，それらに対応するノードに到達し，バッファ内の適切な位置で管理されることで効率的な処理が実現される．実験による評価により，既存手法に比べて処理性能を大幅に改善できることを示した（図 6）．

今年度は、過去の研究成果 (DEXA2016) をさらに発展させた内容を、国際雑誌 Information Systems に投稿し採択された。

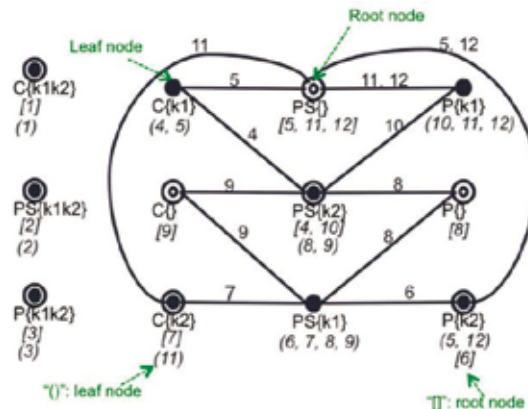


図 6 提案する MX 構造 (MX-structure) . 複数のキーワード検索をよりコンパクトに表現することが可能。

【4】 科学分野におけるデータベース・機械学習応用

(関連研究費：科研費・新学術領域，文部科学省/つくばグローバル・イノベーション推進機構受託研究，農業・食品産業技術総合研究機構受託研究)

(1) 生体信号解析に基づく睡眠ステージ分析

一般的に、ヒトの睡眠は脳波や眼電位の状態から複数の睡眠ステージ (レム・ノンレム等) に分類される。これらのステージは睡眠における役割が異なっており、その割合や遷移を調べることで、睡眠の質や睡眠障害の有無を把握できる。

従来、これら睡眠ステージの判定は医師や技師が生体信号を直接確認することで行っている。これは非常に大きな労力・専門性を要することから、本研究では睡眠ステージ判定の自動化に取り組んでいる。

昨年度までの研究により、ヒトの睡眠ステージを比較的高精度 (技師との一致率：87%) で判定できる深層学習モデルが開発できた。本年度は、上記モデルのさらなる精度改善を図るとともに、判定理由の可視化について研究を進めた。

図 7 に現在の睡眠ステージ判定モデルを示す。昨年度と同様、本モデルでは生体信号から、ステージ判定の基準となる「特徴波形」を抽出する“特徴抽出部”，抽出した特徴量と睡眠ステージの対応を学習・判定する“判定モデル”から成る。本年度は特に判定モデル部分に進展があった。

昨年度では、判定モデルには一般的な多層パーセプトロンを使用していたが、これを畳み込みと Global Averaged Pooling から成るニューラルネットワークに変更した。本変更により、従来よりも特徴波形の位置が出力に与える影響が小さくなった。その結果として、小サンプル・小学習回数でも高精度な判定モデルを達成した (技師との判定一致率：88.2%)。また、

畳み込み層の出力が「ある瞬間のステージらしさ (Class Activation Map: CAM)」を表すことから、信号内のどの部分を基に睡眠ステージを判定したか視覚化できた (図 8)．実際の睡眠医療現場においても十分な判定精度を達成するとともに、判定結果が正しいか否か医師が確認するための基礎的な部分が完成したと考えている。

平成 31 年度では、判定理由の詳細、特にどの位置に何の特徴波形があるのかを視覚化する手法について取り組む．また、家庭用の簡易睡眠計を対象とした睡眠ステージ判定に取り組む予定である。

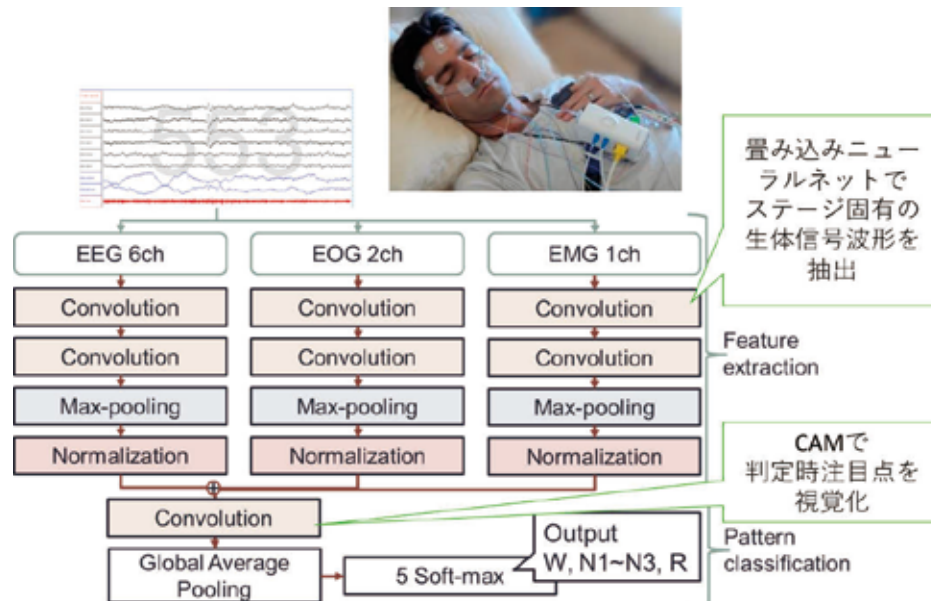
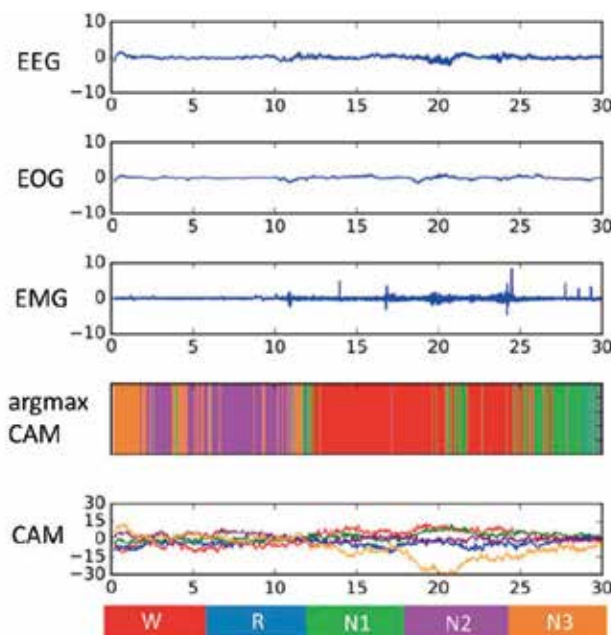


図 7 睡眠ステージ判定手法の概要



< 技師判定 >

10 秒前後より、筋電位 (EMG) の増幅がみられる。

→ステージは W (覚醒)。

< 提案システム >

ステージ判定結果は W だった。

特に 10-25 秒の領域が W らしい (argmax CAM 参照) と報告されている。技師の注目点 (判定理由) と一致している。

図 8 睡眠ステージ判定理由の視覚化例

(2) 機械学習を用いたすばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam による遠方銀河データの自動分類

東京大学宇宙線研究所大内准教授らのグループと共同して、すばる望遠鏡から得られる観測データに対する機械学習の適用について継続して検討した。

あらゆる分野でビッグデータおよび AI の活用が課題となっているが、天文学の分野も例外ではない。すばる望遠鏡には 2012 年より超広視野 CCD カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) が設置された。その視野角は従来の Suprime-Cam の 7 倍にもなり、結果として一度の観測において膨大な量の超遠方天体のデータを得ることを可能となった。天体観測用カメラを用いた撮影の結果、巨大な観測画像が得られるが、そこから重要な天体を見つけだす際は、画像中の光源の等級を測定し、設定された基準を満たすものを取り出す処理が必要となる。しかし、その処理の結果として得られる天体の候補には、移動天体、ノイズなど (spurious sources) を誤検出したデータや、観測対象の同定条件を満たさないものが数多く含まれ、その割合は最大で全候補の 98% を占めることもある。真に重要な天体を見つけだすには、天体の候補からそれら誤検出データを取り除くことが必要である。従来は人手によりそれらのスクリーニングを行っていたが、HSC の主宇宙津力する規模のデータに対して人での処理を行なうのは不可能である。

本研究では、HSC によって得られる観測データのうち、特に遠方銀河 Lyman-alpha emitter (LAE) の候補から、spurious sources や近傍銀河などの LAE でないデータ (非 LAE) を取り除くモデルを設計した。教師データの正例・負例のアンバランスを人工データによって補うとともに、単一バンド画像しか存在しない教師データに対して、マルチバンドの判定を行なうためのルールベースの判定器を設計した。実データを用いた実験により、専門家が実用の際に必要とする検出精度 95% を達成した。次年度は実データへの適用に取り組む予定である。

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. 董 于洋

A Study on Rank-aware Query Processing for Multidimensional Data

< 修士 (工学) >

1. 佐藤 朋紀

逐次的ノード枝刈りを用いた ObjectRank の高速化

2. 菅野 健太

メニーコアプロセッサを用いた集合間類似結合の高速化

3. 那須 勇弥
シーケンス OLAP をサポートする複数行パターンマッチング問合せ処理の提案
4. 山部 剛士
深層学習を用いた大規模マウスデータに対する睡眠ステージ判定
5. 松下 朋弘
大規模データに対する Affinity Propagation の高速化
6. 安坂 祐紀
ブロックチェーンの機密トランザクションにおける取引者間事前合意プロトコル
7. 岩本 英一
床投影型マイクロタスクシステムにおける歩行者の意図推定に関する研究
8. 水澤 健
クラウドソーシングワークフローにおけるパイプライン処理の効率化
9. Walmor Silveira de Souza
An improved label propagation method for efficient clustering in large-scale networks
10. 楽 桑
Balanced Nearest Neighborhood Query

< 学士 (情報科学, 情報工学) >

1. 大倉 真一希
機械学習を用いたすばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam による遠方銀河観測データの自動分類
2. 小川 大河
転移学習を用いた複数の SNS における年齢推定手法
3. 北出 紘章
分散環境におけるコンテナオーケストレーションシステムのためのライブマイグレーションの実現
4. 栗本 真太郎
プログラム要素のグラフ埋め込みに基づくクラス名推薦
5. 真次 彰平
大規模グラフに対するコミュニティ検索の高精度化に関する研究
6. 三浦 賢人
FPGA によるグラフに対する正規パス問合せ処理の高速化

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. 第 10 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018) 優秀論文賞 : 佐藤 朋紀, 塩川 浩昭, 北川 博之, “選択的重要度先読みを用いた ObjectRank の高速化”, 2018 年 6 月 24 日
2. 優秀論文賞 : Masafumi Oyamada, Jianquan Liu, Shinji Ito, Kazuyo Narita, Takuya Araki, Hiroyuki Kitagawa, "Compressed Vector Set: A Fast and Space-Efficient Data Mining Framework", 第 11 回 Web とデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2018), 2018 年 9 月 12 日.
3. Best Paper Award Runner-up : Hiroyoshi Ito, Toshiyuki Amagasa, "An Optimization Scheme for Non-negative Matrix Factorization under Probability Constraints", Proc. 6th IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp 2019) , Kyoto, Japan, February 27th - March 2nd 2019.
4. 学生プレゼンテーション賞 : Happy Buzaaba, Amagasa Toshiyuki, "A Scheme for Factoid Question Answering over Knowledge Base", 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 (DEIM 2019) , G7-5, 2019 年 3 月 6 日.
5. 学生プレゼンテーション賞 : 佐藤 朋紀, 塩川 浩昭, 北川 博之, "グラフの構造情報を用いた ObjectRank の高速化", 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 (DEIM 2019) , D2-3, 2019 年 3 月 6 日.
6. 学生プレゼンテーション賞 : 那須 勇弥, 中挟 晃介, 北川 博之, "シーケンス OLAP のための複数行パターンマッチング問合せ処理", 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 (DEIM 2019) , H4-1, 2019 年 3 月 6 日.
7. 学生プレゼンテーション賞 : 松下 朋弘, 塩川 浩昭, 北川 博之, "メッセージ集約に基づく Affinity Propagation の高速化", 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 (DEIM 2019) , A8-3, 2019 年 3 月 6 日.
8. 優秀インタラクティブ賞 : 安坂 祐紀, 渡辺 知恵美, 天笠 俊之, 北川 博之, "取引額を秘匿したブロックチェーンにおける取引者間合意による資産売買プロトコル", 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 (DEIM 2019) , I6-4, 2019 年 3 月 6 日.

9. 学生プレゼンテーション賞：住谷 雄樹, 堀江 和正, 塩川 浩昭, 北川 博之, "敵対的生成ネットワークを用いたマウス EEG のノイズ削減手法の提案", 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 (DEIM 2019), D1-6, 2019 年 3 月 6 日.
10. 学生プレゼンテーション賞：宮本 達朗, 北川 博之, "トピック情報に注目した効率的な Salient Entity 検出手法", 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 (DEIM 2019), C5-1, 2019 年 3 月 6 日.
11. 学生プレゼンテーション賞：山崎 耕太郎, 塩川 浩昭, 北川 博之, "大規模グラフに対するノードの枝刈りを用いた RankClus の高速化", 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 (DEIM 2019), F5-3, 2019 年 3 月 6 日.
12. 学生奨励賞：大倉真一希, 伊藤凌平, 大内正己, 天笠俊之, 北川博之, "畳み込みニューラルネットワークを用いたすばる望遠鏡による Lyman-alpha Emitter 観測データの自動分類", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 16 日.
13. 学生奨励賞：栗本真太郎, 早瀬康裕, 米内裕史, 伊藤寛祥, 北川博之, "プログラム要素間の関係のグラフ埋め込みに基づくクラス名の調査", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 16 日.
14. 学生奨励賞：真次彰平, 塩川浩昭, 北川博之, "属性付きグラフに対する効率的なコミュニティ問合せ処理", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 16 日.
15. 学生奨励賞：三浦賢人, 天笠俊之, 北川博之, "FPGA を用いたグラフに対する正規パス問合せの高速化", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
16. 情報処理学会 2018 年度 山下記念研究賞：塩川 浩昭, "分散グラフ処理におけるグラフ分割", 2019 年 3 月 15 日

外部資金 (名称、氏名、代表・分担の別、採択年度、金額、課題名)

受託経費：情報通信研究機構 (平成 28 年度～平成 31 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

研究代表者：北川 博之

平成 30 年度配分額：8,663,411 円 (直接経費 7,875,829 円：間接経費 787,582 円)

受託経費：文部科学省/つくばグローバル・イノベーション推進機構 (平成 28 年度～令和 2 年度)

事業名称：＜イノベーションシステム整備事業＞地域イノベーション・エコシステム形成
プログラム「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

平成 30 年度配分額：9,353,637 円

受託経費：（一財）医療経済研究・社会保険福祉協会 医療経済研究機構（平成 30 年 4 月
1 日～平成 31 年 3 月 31 日）

事業名称：＜政策科学総合研究事業(政策科学推進研究事業)＞

研究課題：ナショナルデータベース (NDB) データ分析における病名決定ロジック作成の
ための研究

研究分担者：北川 博之

平成 30 年度配分額：3,000 千円（直接経費 3,000 千円：間接経費 0 円）

受託経費：Sky 株式会社 （平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 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 SKYSEA Client View のログ及び資
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・天笠 俊之

平成 30 年度配分額：3,330 千円（直接経費 3,000 千円：間接経費 330 千円）

受託経費：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(平成 30 年 11 月 9 日～令和
5 年 3 月 31 日)

事業名称：＜SIP（戦略的イノベーション創造プログラム（スマートバイオ産業・農業基盤
技術）＞

研究課題：脳波解析アルゴリズムおよび睡眠軽度不調評価システムの開発

研究担当者：北川 博之・堀江 和正

平成 30 年度配分額：8,696 千円

研究種目：新学術領域 （平成 27 年度～平成 31 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
（研究代表者：長瀬 博）

研究分担者：北川 博之

平成 30 年度配分額：500 千円

受託経費：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」（平成 29 年 10 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日）

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

平成 30 年度配分額：1,837,637 円

研究種目：若手研究 （平成 30 年度～令和 3 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

平成 30 年度配分額：1,300 千円

奨学寄付金：富士通研究所（平成 30 年 8 月 8 日～）

研究課題：データ工学を中心とする次世代情報化社会

研究代表者：北川 博之・天笠 俊之

平成 30 年度配分額：1,000 千円（直接経費 900 千円：間接経費 100 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. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa, "Efficient Methods for Aggregate Reverse Rank Queries", IEICE Transactions on Information and Systems, 101 (4), pp.1012-1020, 2018.
2. Yuta Kusamura, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, Yusuke Kozawa, "Efficient Position Estimation based on GPU-Accelerated Content-based Image Retrieval", Journal of Mobile Multimedia (JMM), Vol.14, Iss.2, pp.197-230, April 2018.
3. Masafumi Oyamada, Jianquan Liu, Shinji Ito, Kazuyo Narita, Takuya Araki, Hiroyuki Kitagawa, "Compressed Vector Set: A Fast and Space-Efficient Data Mining Framework", Journal of Information Processing, Vol.26, pp.416-426, 2018.

4. Salman Ahmed Shaikh, Yousuke Watanabe, Yan Wang, and Hiroyuki Kitagawa, "Smart Scheme: An Efficient Query Execution Scheme for Event-driven Stream Processing", Knowledge and Information Systems, Springer, 2018 (Published online).
5. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Jeffery Xu Yu, Kazutaka Furuse and Hiroyuki Kitagawa, "Weighted Aggregate Reverse Rank Queries", ACM Transactions on Spatial Algorithms and Systems (TSAS), pp.5:1.-5:23, 2018.
6. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa, "Bound-and-filter Framework for Aggregate Reverse Rank Queries", Transactions on Large-Scale Data and Knowledge-Centered Systems (TLDKS)XXXVIII, pp.1-26, 2018.
7. Eiichi Iwamoto, Masaki Matsubara, Chihiro Ota, Tsutomu Terada, Satoshi Nakamura, Hiroyuki Kitagawa, and Atsuyuki Morishima, "Passerby Crowdsourcing: Workers' Behavior and Data Quality Management", Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, pp.169:1--169:20, 2018.
8. 長城沙樹, 北川博之, "時系列文書に対する効率的なエンティティリンキング", 日本データベース学会和文論文誌, Vol.17-J, Article No.2, 2019 年 3 月.

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, "Towards Ubiquitous Big Data Analytics and Management: Research Issues and Challenges", The 6th International Conference on Big Data Applications and Services (BIGDAS2018) (Keynote Talk), Zhengzhou, China, August 20, 2018.
2. Hiroyuki Kitagawa, "Machine Learning Approach to Automated Sleep Stage Analysis", The 10th Symposium on Discovery, Fusion, Creation of New Knowledge by Multidisciplinary Computational Sciences (Invited Talk), University of Tsukuba, Japan, October 16, 2018.

B) 一般講演

<査読付き国際会議論文>

1. Tomoki Sato, Hiroaki Shiokawa, Yuto Yamaguchi, Hiroyuki Kitagawa, "FORank: Fast ObjectRank for Large Heterogeneous Graphs", In Companion Proceedings of the The Web Conference 2018 (WWW 2018), pp.103-104, Lyon, France, April 23-27, 2018.

2. Hiroaki Shiokawa, Tomokatsu Takahashi and Hiroyuki Kitagawa, "ScaleSCAN: Scalable Density-based Graph Clustering", Proc. 29th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2018), LNCS11029, pp.18-34, Regensburg, Germany, September 2018.
3. Kenta Sugano, Toshiyuki Amagasa and Hiroyuki Kitagawa, "Approximate Set Similarity Join using Many-core Processors", Proc. 29th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2018) (Short Paper) ,LNCS11030,pp.214-222, Regensburg, Germany, September 2018.
4. Kotaro Yamazaki, Tomoki Sato, Hiroaki Shiokawa and Hiroyuki Kitagawa, "Fast Algorithm for Integrating Clustering with Ranking on Heterogeneous Graphs", Proc. 20th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS 2018) , Yogyakarta, Indonesia, November 2018.
5. Tomohiro Matsushita, Hiroaki Shiokawa and Hiroyuki Kitagawa, "C-AP: Cell-based Algorithm for Efficient Affinity Propagation", Proc. 20th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS 2018), Yogyakarta, Indonesia, November 2018.
6. Hiroaki Shiokawa and Yasunori Futamura, "Graph Clustering via Cohesiveness-aware Vector Partitioning", Proc. 20th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS 2018) , Yogyakarta, Indonesia, November 2018.
7. Ken Mizusawa, Keishi Tajima, Masaki Matsubara, Toshiyuki Amagasa, Atsuyuki Morishima, "Efficient Pipeline Processing of Crowdsourcing Workflows", Proc. 27th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2018) (short Paper), pp.1559-1562, Torino, Italy, October 22-26, 2018.
8. Yusuke Suzuki, Masaki Matsubara, Keishi Tajima, Toshiyuki Amagasa, Atsuyuki Morishima, "A Cache-based Approach to Dynamic Switching between Different Dataflows in Crowdsourcing", In Proceedings of The Second IEEE Workshop on Human-in-the-loop Methods and Human Machine Collaboration in BigData (IEEE HMDData2018), pp.3551-3553, Seattle, USA, December 10-13, 2018.
9. Hiroyoshi Ito, Toshiyuki Amagasa, "An Optimization Scheme for Non-negative Matrix Factorization under Probability Constraints", Proc. 6th IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp 2019) , Kyoto, Japan, February 27th - March 2nd 2019.
10. Savong Bou, Hiroaki Shiokawa, Yasuhiro Hayase, Hiroyuki Kitagawa, "StreamingCube-based Analytical Framework for Environmental Data Analysis", 1st International Workshop on Big data, cloud, and IoT technologies for smart cities (IWBigDataCity 2019), co-located with Proc.

6th IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp 2019), Kyoto, Japan, February 27th - March 2nd 2019.

11. Yuki Yasusaka, Chiemi Watanabe, Hiroyuki Kitagawa, "Privacy-Preserving Pre-Consensus Protocol for Blockchains", 1st International Workshop on Big data, cloud, and IoT technologies for smart cities (IWBigDataCity 2019), co-located with Proc. 6th IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp 2019), Kyoto, Japan, February 27th - March 2nd 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

<査読付国内論文>

1. 米内 裕史, 早瀬 康裕, 北川 博之, "メソッド呼び出し関係に基づくメソッド名の予測", ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2018 (SES-2018), (to appear), 2018 年 9 月 5 日-2018 年 9 月 7 日.

<学会発表>

1. Masafumi Oyamada, Jianquan Liu, Shinji Ito, Kazuyo Narita, Takuya Araki, Hiroyuki Kitagawa, "Compressed Vector Set: A Fast and Space-Efficient Data Mining Framework", 第 11 回 Web とデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2018), 2018 年 9 月 12 日.
2. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Hiroyuki Kitagawa, "Monitoring Dynamic Spatial Keyword Data", iDB 特別セッション, 第 11 回 Web とデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2018), 2018 年 9 月 12 日.
3. 安坂 祐紀, 渡辺 知恵美, 天笠 俊之, 北川 博之, "プライバシーを考慮したブロックチェーンの取引者間事前合意プロトコル", コンピュータセキュリティシンポジウム 2018 (CSS 2018), 論文集 pp.850-856, 2018 年 10 月 22 日~10 月 25 日.
4. Savong Bou, Hiroyuki Kitagawa, Toshiyuki Amagasa, "CBiX: Incremental Sliding-Window Aggregation For Real-Time Analytics Over Out-of-Order Data Streams", 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 (DEIM 2019), F7-5, 2019 年 3 月 4 日~3 月 6 日.
5. Happy Buzaaba, Amagasa Toshiyuki, "A Scheme for Factoid Question Answering over Knowledge Base", 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 (DEIM 2019), G7-5, 2019 年 3 月 4 日~3 月 6 日.

6. 佐藤 朋紀, 塩川 浩昭, 北川 博之, "グラフの構造情報を用いた ObjectRank の高速化", 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 (DEIM 2019) , D2-3, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
7. 那須 勇弥, 中挟 晃介, 北川 博之, "シーケンス OLAP のための複数行パターンマッチング問合せ処理", 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 (DEIM 2019) , H4-1, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
8. 松下 朋弘, 塩川 浩昭, 北川 博之, "メッセージ集約に基づく Affinity Propagation の高速化", 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 (DEIM 2019) , A8-3, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
9. 安坂 祐紀, 渡辺 知恵美, 天笠 俊之, 北川 博之, "取引額を秘匿したブロックチェーンにおける取引者間合意による資産売買プロトコル", 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 (DEIM 2019) , I6-4, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
10. 山部 剛士, 堀江 和正, 塩川 浩昭, 柳沢 正史, 北川 博之, "大規模マウス睡眠ステージ解析のための深層学習モデルの開発", 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 (DEIM 2019) , A3-5, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
11. 住谷 雄樹, 堀江 和正, 塩川 浩昭, 北川 博之, "敵対的生成ネットワークを用いたマウス EEG のノイズ削減手法の提案", 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 (DEIM 2019) , D1-6, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
12. 宮本 達朗, 北川 博之, "トピック情報に注目した効率的な Salient Entity 検出手法", 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 (DEIM 2019) , C5-1, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
13. 山崎 耕太郎, 塩川 浩昭, 北川 博之, "大規模グラフに対するノードの枝刈りを用いた RankClus の高速化", 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 (DEIM 2019) , F5-3, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
14. 米内 裕史, 早瀬 康裕, 北川 博之, "コールグラフの分散表現を利用したメソッド名予測手法の定量的評価化", 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 (DEIM 2019) , G1-4, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
15. 大倉 真一希, 天笠 俊之, 伊藤 凌平, 大内 正己, 北川 博之, "畳み込みニューラルネットワークを用いたすばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam による遠方銀河 Lyman-alpha emitter の観測データの自動分類", 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 (DEIM 2019) , F8-1, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
16. 真次 彰平, 塩川 浩昭, 北川 博之, "属性付きグラフに対するビームサーチを用いたコミュニティ検索", 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 (DEIM 2019) , D7-1, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.

17. 三浦 賢人, 天笠 俊之, 北川 博之, "FPGA を用いたグラフに対する正規パス問合せアクセラレータ", 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 (DEIM 2019), D7-2, 2019 年 3 月 4 日～3 月 6 日.
18. 大倉 真一希, 伊藤 凌平, 大内 正己, 天笠 俊之, 北川 博之, "畳み込みニューラルネットワークを用いたすばる望遠鏡による Lyman-alpha Emitter 観測データの自動分類", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
19. 北出 紘章, 塩川 浩昭, 北川 博之, "分散環境におけるコンテナ オーケストレーション システムのためのライブ マイグレーションの実現", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
20. 栗本 真太郎, 早瀬 康裕, 米内 裕史, 伊藤 寛祥, 北川 博之, "プログラム要素間の関係のグラフ埋め込みに基づくクラス名の調査", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
21. 真次 彰平, 塩川 浩昭, 北川 博之, "属性付きグラフに対する効率的なコミュニティ問合せ処理", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
22. 三浦 賢人, 天笠 俊之, 北川 博之, "FPGA を用いたグラフに対する正規パス問合せの高速化", 情報処理学会第 81 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2019), 2019 年 3 月 14 日～3 月 16 日.
23. 大森 雄基, 北川 博之, "Twitter における投稿内容とユーザ間関係を用いたユーザの居住地推定", 電子情報通信学会 2019 年総合大会, D-4-9, 2019 年 3 月 21 日.

(4) 著書、解説記事等

該当なし

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 (IIIS) との連携：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.
- 医学医療系との連携：レセプトデータベースの構築, 解析
- 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

- JAXA 第三研究ユニットとの連携：開発ビッグデータの活用

8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

- IEEE Big Data and Smart Computing2019 (IEEE BigComp2019) , 京都大学国際科学イノベーション棟 (京都府京都市) , 2019 年 2 月 27 日 (水) ~3 月 2 日 (土) .
- 1st International Workshop on Big data, cloud, and IoT technologies for smart cities (IWBigDataCity 2019) (IEEE BigComp 2019 と併設) , 京都大学国際科学イノベーション棟 (京都府京都市) , 2019 年 2 月 27 日 (水) .

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，計算科学振興室長，ビッグデータ・AI 連携推進室長
 - 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
 - 情報科学類：計算機運用委員長
 - コンピュータサイエンス専攻：カリキュラム委員長
 - 筑波大学情報ガバナンス基盤室員
 - 筑波大学附属図書館オープンアクセス専門委員

塩川浩昭助教

- 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，IEEE Bigcomp 2019 共同プログラム委員長，Vice Chair of KJDB Working Group, DASFAA Steering Committee Member Emeritus
- 国内委員等
 - 日本学術会議連携会員
 - （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
 - IEEE BigComp 2019 Publication co-chair
 - IEEE ICDE 2019 プログラム委員
- 国内委員等
 - ACM SIGMOD 日本支部 副支部長
 - 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, AAAI2019, 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フォーラム (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

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
准教授	北原 格
助教	宋戸 英彦
学生	大学院生 21 名、学類生 4 名、研究生 1 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、2004 年度に発足した部門である。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。

具体的な取り組みとしては、“実世界の情報をセンシングする機能”、“多様な情報を処理する潤沢な計算機能”、“情報を選択・蓄積する大規模データベース機能”を、コンピュータネットワーク上で融合することにより大規模知能情報メディアをバックボーンとして実現していく。これを総称して実世界計算情報学と呼んでいる。そのバックボーン上で、先端的要素技術の研究開発と、ニーズに密着した応用システムの研究開発を並行して進めている。

視覚障害者や歩行者その他を対象にした行動支援の研究は、外部との共同研究を進める機会を得て、本年度から新たに二つの科研費（基盤研究 B）の研究分担者として研究展開を進めることになった。スポーツ関係の映像解析および VR 利用による可視化とスキル習得の方法論についても順調に研究が進展している。

科研費（基盤研究 B・代表：北原）では、撮影空間の周囲と内部に配置したカメラで撮影した映像を切り替えながら提示することによって、多様な観点で撮影空間を観察する映像閲覧方式を提案した。JST CREST Social Imaging（代表：システム情報系 鈴木健嗣）では、撮影から提示までをリアルタイムで処理する多視点映像提示方式に、注視点再設定と視点切替え処

理の自動化機能を追加した，リアルタイム視覚フィードバックシステムを実現した．JST CREST CyborgCrowd（代表：図書館情報メディア系 森嶋厚行）では，JST CREST 海外派遣事業で宍戸をイギリス University of Surry に 5 ヶ月派遣し，深層学習処理の一つである自己符号化器を用いた対応点探索法の考案，および，それに基づいた数十年過去の画像と現在の画像のマッチング処理を実現した．

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．次節では研究成果の幾つかについて述べる．

- 科研費・基盤研究(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）
 - 視覚障害者が持つ一人称視点映像からの経路上の位置推定技術を，画像検索に加えて，SLAM の技法も統合することを視野に入れて改良を進めた．
- 科研費・基盤研究(A)「体工連携によるスポーツ科学イノベーション」代表：高木英樹（研究分担者：亀田）
 - 研究成果の詳細は 3.【1】の「ホモグラフィ変換と画素分布に基づく競泳者位置推定」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とその表示技術について研究を進めた．
- 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）
 - 視覚障害者の誘導のためのヒューマンインタフェースについて，歩行形態に合わせた提示を実現する方法を考案し，その実現のための研究開発を進めた．
- 科研費・基盤研究(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.【2】の「多視点映像を用いた不特定人称視点映像の閲覧方式」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.【3】の「多視点映像によるオンサイト視覚フィードバック方式」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.【4】の「文化遺産建造物を対象とした 3 次元復元に関する研究」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た全方位映像生成方式を実現した.
- 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、腹腔鏡映像から内臓の 3 次元形状復元に関する研究に取り組んだ.
- 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
 - 歩行者などが行き交う動的な環境において、複数のカメラのキャリブレーションを効率的に行うこと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.
- 科研費・若手研究(B) 「人工知能を活用したスポーツ選手映像における関節位置の可視化」 (宍戸)
 - 疎に配置した多視点カメラのキャリブレーション手法を利用してバドミントン選手の 3 次元骨格位置の推定精度を検証した. また、バドミントン競技に適用するためのカメラ配置、撮影方式を検証した. トップアスリートの撮影実験を実施し、提案手法の有効性を確認した.
- JSPS CREST AIP チャレンジ PRISM 加速支援 (PRISM トップ人材育成) 「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」 (宍戸)
 - 計測した 3 次元関節位置情報と心拍情報の関連性を深層学習することによって、スポーツ競技映像からの心拍推定を実現した. バドミントン競技の撮影および心拍計測実験を実施し、データセットを作成し、提案アルゴリズムの推定精度を検証した.

3. 研究成果

【1】 ホモグラフィ変換と画素分布に基づく競泳者位置推定

競泳競技において、パフォーマンスは特定の地点の通過時刻に基づいて評価されてきた。この方法では、レース進行に基づく速度変化などを詳細に調べることができない。本研究では観客席の最上段にカメラを設置するだけで、時間軸に沿った詳細なパフォーマンス解析を可能にする映像解析の研究を進めてきた。このアプローチにより、撮影した競泳プールから全てのレーンの泳者情報を分析することが可能である。競泳では競技者は概ね水面近辺に存在することから、競泳プール映像に対してホモグラフィ変換を行って映像をプール水面に対して正規化する。その後、競泳特有の事象に対応した背景差分法と対象領域中の画素の色分布に着目して泳者位置を推定する。本手法により、映像のフレームごとでの位置推定を実現することに成功した。

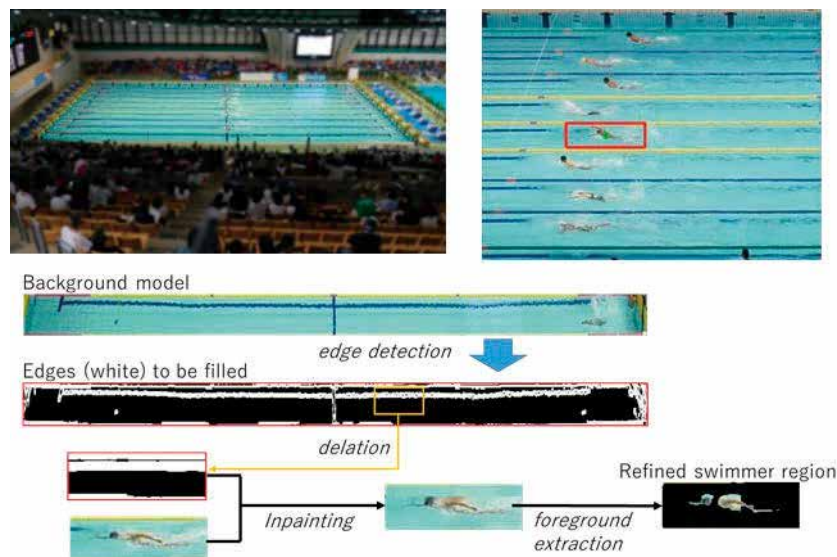


図 1. プール映像からの泳者位置推定

【2】 多視点映像を用いた不特定人称視点映像の閲覧方式

作業支援を目的とした映像記録では、手持ちカメラや少数台の固定カメラによる撮影が一般的である。しかし、複数人によるコミュニケーションの状況分析では、人物の注目方向や、表情、手の動きなどが重要な情報となるため、少数台のカメラでは被写体とカメラの位置関係によっては映像の撮り逃しが発生し、映像分析が困難となる問題が存在する。

本研究では、図 2 に示すように、撮影空間を外部から撮影した Outside-In 映像に加え、撮影空間内部から外向きに撮影した Inside-Out 映像を用いることにより、双方の長所を兼ね備えた映像閲覧システムを考案し、Outside-In 映像のみでは観察が困難な詳細な観察を実現した。その際、被写体の周囲に設置したカメラ映像と撮影空間内部に設置したカメラ映像を単純に

切り替えるだけでは、被写体や背景の見え方が急激に変化するため、切り替わり前後の空間的な位置関係の把握が困難となることが懸念される。そこで、両映像視点間を滑らかに遷移させる映像を合成することで問題の解決を図った。撮影空間を様々な角度から閲覧することにより、作業者（一人称）視点、指示者（二人称）視点、参加者（三人称）視点のみならず、俯瞰視点や空間中に配置された物体視点からの見え方（不特定人称映像）の観察が可能であり、作業支援を目的とした映像記録・教示メディアとしての新しい可能性を示した。

提案システムの有効性を検証するため、空間分解能マップに基づく定量的評価実験を行った。Inside-Out カメラを設置した場合、設置しなかった場合に比べ空間分解能が高い領域が増加していることを確認した。特に、Inside-Out カメラを用いて表情や視線といった細部の観察を行いたい人物の正面領域で効果が顕著に表れていた。また、NASA-TLX を用いて本システムの定性的評価実験を実施した。Inside-Out カメラを設置した結果、総合的な評価指標である WWL が改善し、本閲覧方式を用いた観察作業は心的負荷を軽減する効果があることが確認された。

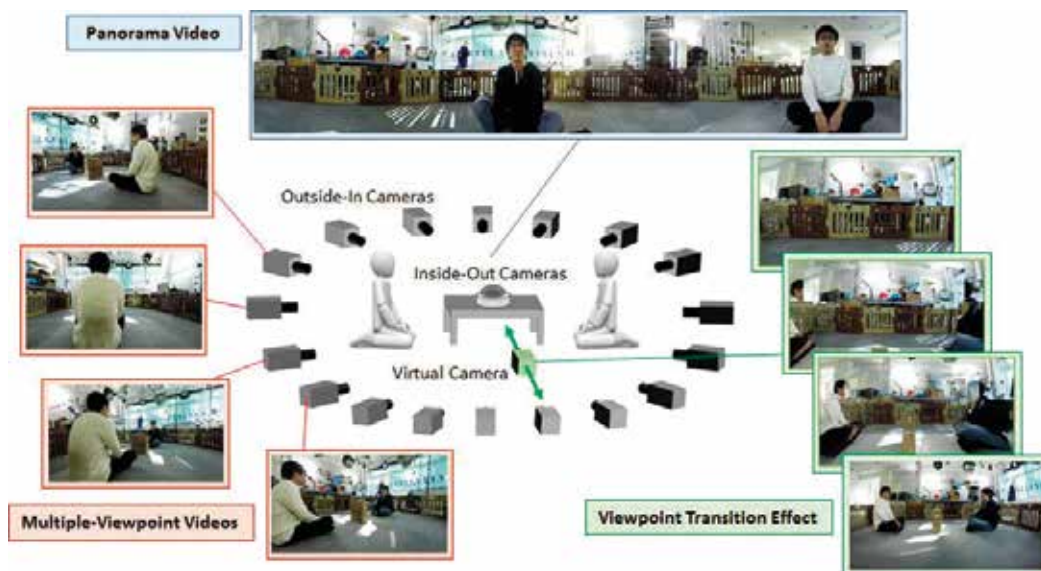


図 2. 提案システムの全体図と撮影映像

【3】 多視点映像によるオンサイト視覚フィードバック方式

本研究では、図 3 に示すように多数のカメラで同一シーンを様々な角度から撮影した多視点映像を用いることにより、視覚フィードバック方式の実現を目的とした研究に取り組んだ。多数枚の画像の切替え提示によって視点移動感を再現するバレットタイム映像は、自由視点映像と異なり、撮影シーンの 3 次元形状を推定する必要がないため、高品質な映像を高速に生成・提示することが可能である。バレットタイム映像をオンサイト視覚フィードバックに導入するためには、次の二つの要件を満たす必要があった。

(要件 1) バレットタイム映像のリアルタイム生成：映像の撮影・加工・提示の全ての多視点映像を 1 台の計算機に集約することで、多視点映像データの計算機への取込み処理、および映像生成・提示に要する計算コストの課題を解決し、リアルタイムフィードバックが可能なシステムを実現した。

(要件 2) 閲覧操作の簡易化：閲覧者が観察に集中できるよう閲覧操作を簡易化する。具体的には、(a)注視点再設定の自動化、(b)多視点映像の切り替えの自動化の二つの処理をシステムに導入した。

(a)注視点再設定の自動化：バレットタイム映像では、滑らかな多視点映像の切り替えを実現するために、全てのカメラの光軸が撮影空間中の一点（注視点）で交わるようにカメラの姿勢を調整する必要がある。リアルタイム 3 次元センサとリアルタイムバレットタイム映像生成方式を組み合わせることにより、注視点再設定の自動化を実現した。

(b)多視点映像の切り替えの自動化：機械学習によりキーフレームを学習し、動作中のキーフレームを検出することで、各キーフレームにおいて、観察に適した方向から撮影された多視点映像への切り替え処理の自動化を実現した。

ピッチングフォームのトレーニング支援を想定した実証実験を実施し、オンサイト視覚フィードバックの動作確認とその有効性を確認した。

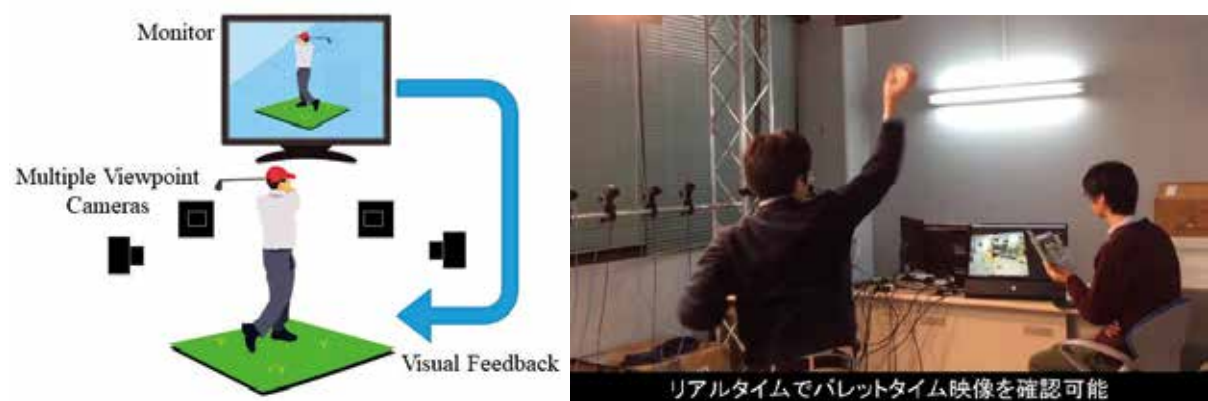


図 3. オンサイト視覚フィードバック方式の構成（左）と自動化された閲覧者の操作（右）

【4】 文化遺産建造物を対象とした 3 次元復元に関する研究

画像情報を用いた画像の重ね合わせ手法は、コンピュータビジョンの重要な研究テーマとされている。中でも、様々な角度から撮影された多数の画像を用いた 3 次元点群の推定及びカメラ位置姿勢推定の研究に注目が集まっている。本研究では、図 4 に示すような文化遺産建造物の 50-100 年前までの画像と現在の画像群を用いて、過去の写真と現在の写真の画像マッチングを目的とする。図 3 に示す文化遺産建造物の過去の写真と現在の写真では、長期間に渡る建物の形状劣化により、レリーフなどの模様によって生じる勾配強度を手がかりとし

たマッチング処理の適用が困難となる問題が存在する。また、門や柱などの建物を構成する外観の特徴における勾配強度のマッチングは取得できるが、図 4 中段に示すように、勾配強度の強い特徴量は建物に対称性がある場合、正対応と誤対応が混在する。

本手法では、自己符号化器を利用して勾配強度の強い特徴量の正対応だけを残し、Guided Matching 手法を活用して画像中の正対応を再探索することで、建物に対称性がある場合に発生する誤対応の問題を解決した。コーナー検出に特化した FAST 特徴量を用いることで、自己符号化器による小さな次元の出力画像においても門や柱などの建物を構成する外観の特徴点を検出した。この問題を解決することにより、数十年単位の過去の画像と現在の画像マッチング結果から、3次元モデル生成のための過去の画像のカメラの位置姿勢推定を実現した。今後は、3次元モデルの時系列変化映像を生成し、過去から現在までの文化遺産建造物の変形の可視化に取り組む予定である。

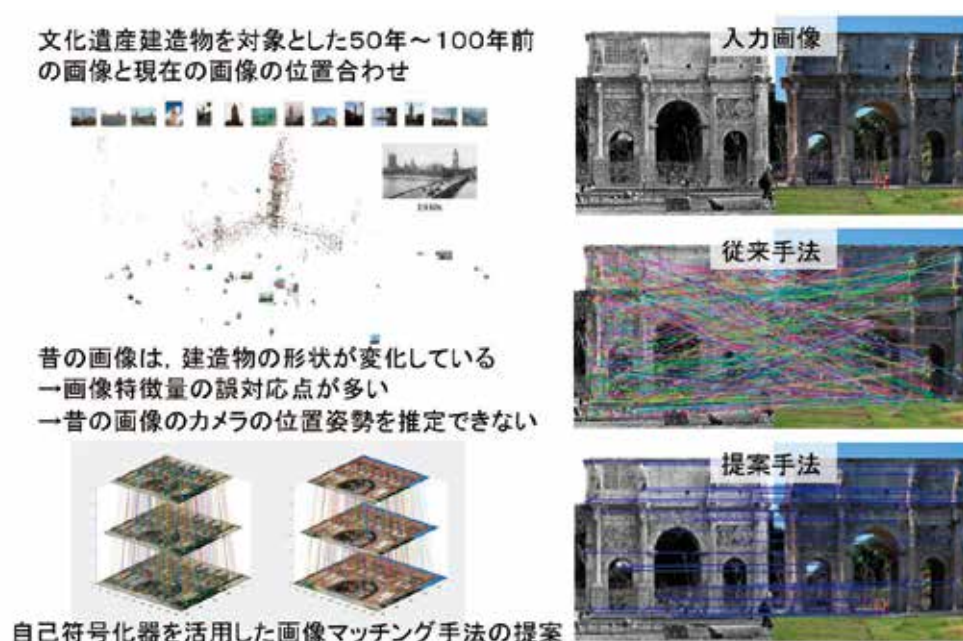


図 4. 文化遺産建造物の画像を用いた画像マッチング

4. 教育

学生の指導状況（学生氏名、学位の種類、論文名）

永井 隆昌	修士(工学)	視点映像によるオンサイト視覚フィードバック方式
岡田 庸佑	修士(工学)	大規模空間における動的シーン状況把握のための多視点映像切替方式
坂村 祐希	修士(工学)	拡張現実を用いた自動走行車両搭乗者の安心感の操作
関井 駿	修士(工学)	単眼映像から推定した位置情報に基づくバドミントン選手の運動分析方式
鈴木 啓太	修士(工学)	サッカーシーンを対象とした多視点カメラ配置検討のための VR 環境の構築

ZHA WANZHI	修士(工学)	A Clustering Method of Point Clouds Estimated From Multiple Viewpoint Images of Rocks Using Adjacent Angles of Surface Planes
南雲 悠太	修士(工学)	コンパニオンロボットによる歩行者誘導のためのフィードバックの検討

武田 隆雅	学士(工学)	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
蛭田 雄也	学士(工学)	Inside-Out 映像中の鏡像領域を利用した一人称視点映像生成法
石川 晋也	学士(工学)	バスケットボール VR シミュレータにおける視覚探索運動の指標化
山崎 陸	学士(工学)	パーソナルトランスポーターの精密な挙動計測によるハンズフリー操作の解析

集中講義など

北原格, 放送大学 面接授業, 「専門科目: 情報 体育・スポーツと映像情報処理」

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. The 2019 Joint International Workshop on Advanced Image Technology International Forum on Medical Imaging in Asia, IWAIT Best Paper Award (2019/1)
2. JST CREST 第 2 回 AIP チャレンジプログラム AIP ネットワークラボ長賞 2018 年 4 月

外部資金

- 科研費・基盤研究(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」代表者: 亀田能成 2018 年度 416 万円
- 科研費・基盤研究(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 2018 年度 416 万円
- 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 2018 年度 100 万円
- JST CREST AIP チャレンジ PRISM 加速支援 (PRISM トップ人材育成)「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」2018 年度 代表者: 宍戸英彦 390 万円

- 科研費・若手研究 (B)「人工知能を活用したスポーツ選手映像における関節位置の可視化」(2017-2018 年度) 代表者：宍戸英彦 403 万円
- 科研費・基盤研究 (A)「体工連携によるスポーツ科学イノベーション」代表者：高木英樹 (研究分担者：亀田) 2018 年度 39 万円
- 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」代表者：山本早里 (研究分担者：亀田) 130 万円
- 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」代表者：喜多伸一 (研究分担者：亀田) 117 万円
- 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) 2018 年度 1200 万円
- 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) 2018 年度 200 万円
- 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) 2018 年度 65 万円
- 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) 2018 年度 10 万円
- 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) 2018 年度 50 万円

知的財産権

(種別、氏名、課題名、年月日)

- 特許、北原格、映像処理システム及び映像処理装置 (特願 2018-219927)、2018 年 11 月 26 日

6. 研究業績

(1) 研究論文

A) 査読付き論文

1. Itaru Kitahara, Youhei Kawamura, Yasunori Endo, Erkan Topal, Ryo Degawa, Samson Mazara, and Hyongdoo Jang, "Development of 3D Rock Fragmentation Measurement System Using Photogrammetry", Taylor Francis, International Journal of Mining, Reclamation and Environment (NSME), (DOI: 10.1080/17480930.2019.1585597), 2019. (accepted)
2. 謝 淳, 高橋 一誠, 大木 美加, ブロー バティスト, 鈴木 健嗣, 北原 格, "視覚教示による学習支援のための大規模床面投影システム", 電子情報通信学会和文論文誌 A, Vol.J102-A, No.2, pp.68-79, 2019.
3. Issey Takahashi, Mika Oki, Baptiste Bourreau, Itaru Kitahara, and Kenji Suzuki, "An Empathic Design Approach to an Augmented Gymnasium in a Special Needs School Setting", International Journal of Design, Vol.12, No.3, pp.111-125, 2018.
4. 永井 隆昌, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, "多視点映像コンテンツによるオンライン視覚フィードバック方式", 映像情報メディア学会誌, Vol.72 (2018), No.9, pp.J119-J124, 2018.

B) 査読無し論文

(2) 国際会議発表

A) 招待講演

1. Itaru Kitahara "Keynote: Augmented Reality Display for Visually Supporting Human on a Vehicle", International Workshop on Comfort Intelligence with AR for Autonomous Vehicle, 2018/10/20.
2. Itaru Kitahara, "Free-Viewpoint Video Generation in Sports Stadium", 3DSA2018, 2018/8/30, Taipei.

B) 一般講演

1. Nobuyuki Kitamura, Hidehiko Shishido, Tokuya Enomoto, Yoshinari Kameda, Jun-Ichi Yamamoto and Itaru Kitahara, "Development of Multi-View Video Browsing Interface Specialized for Developmental Child Training," Asia Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality (APMAR2019), 8 pages, (2019/3).
2. Cesar Daniel Rojas Ferrer, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, "Visual exploratory activity under microgravity conditions in VR: An exploratory study during a parabolic flight," The 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR 2019), 2 pages, (2019/3).

3. Tayakuki Tsumita, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, "Swimmer Position Estimation by Lane Rectification," International Workshop on Advanced Image Technology, 5 pages, (2019/1).
4. Yosuke Okada, Hidehiko Shishido, Masaaki Koido, Yoshinari Kameda, Itaru Kitahara, "Automatic camera-work generation of bullet-time video for soccer scene," The 15th ACM SIGGRAPH European Conference on Visual Media Production (CVMP2018), 1pages, (2018/12).
5. Chun Xie, Hidehiko Shishido, Mika Oki, Yoshinari Kameda, Kenji Suzuki, Itaru Kitahara, "A Calibration Method of Floor Projection System for Learning Aids at School Gym," Third IEEE International Conference on Image Processing, Applications and Systems (IPAS 2018), 6pages, (2018/12).
6. Koyo Kobayashi, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, Itaru Kitahara, "A Method to Collect Multi-view Images of High Importance Using Disaster Map and Crowdsourcing," The Second IEEE Workshop on Human-in-the-loop Methods and Human Machine Collaboration in BigData (IEEE HMDData2018), pp.3509-3511, (2018/12).
7. Hidehiko Shishido, Emi Kawasaki, Yutaka Ito, Youhei Kawamura, Toshiya Matsui, Itaru Kitahara, "Time-Lapse Image Generation using Image-Based Modeling by Crowdsourcing," The Second IEEE Workshop on Human-in-the-loop Methods and Human Machine Collaboration in BigData (IEEE HMDData2018), pp.3540-3541, (2018/12).
8. Yuki Sakamura, Akitoshi Tomita, Hidehiko Shishido, Tazu Mizunami, Kazuya Inoue, Yoshinari Kamedas, Etsuko T. Harada, Itaru Kitahara, "A Virtual Boarding System of an Autonomous Vehicle for Investigating the Effect of an AR Display on Passenger Comfort," International Workshop on Comfort Intelligence with AR for Autonomous Vehicle 2018, 6 pages, (2018/10).
9. Takasuke Nagai, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, Itaru Kitahara, "An On-site Visual Feedback Method Using Bullet-Time Video," ACM Multimedia Conference (1st International Workshop on Multimedia Content Analysis in Sports), 6 pages, (2018/10).
10. Oto Takeuchi, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, Hansung Kim, Itaru Kitahara, "Generation Method for Immersive Bullet-Time Video Using an Omnidirectional Camera in VR Platform," ACM Multimedia 2018 Workshop on Audio-Visual Scene Understanding for Immersive Multimedia, 8 pages, (2018/10).
11. Naoki Shimura, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, Kenji Suzuki, Itaru Kitahara, "Xth Person View Video for Observation from Diverse Perspectives," 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 6 pages, (2018/6).

12. Cesar Daniel Rojas Ferrer, Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, "Realization of a full-body immersive VR system for READ-THE-GAME skill development," The 2nd Asia-Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality (APMAR), 4 pages, (2018/4).
13. Qiu Xin Yi, Hidehiko Shishido, Yoshinari Kameda, Itaru Kitahara, "Bullet-Time Book: Augmentation of Visual Information in Figures by Bullet-Time Video Display," The 2nd Asia-Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality (APMAR), 4 pages, (2018/4).

(3) 国内学会・研究会発表

A) 招待講演

B) その他の発表

1. 小林 洸陽, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, "3 次元画像処理とクラウドソーシングによる被災状況マップ生成法", 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 2019 年 3 月.
2. 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を用いた全方位自由視点画像の生成に関する検討", 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 2019 年 3 月.
3. 南雲 悠太, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "歩行者を先導するコンパニオンロボットの間合いの調査", 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 2019 年 3 月.
4. 永井 隆昌, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, "運動学習のための映像情報を用いたオンサイト視覚フィードバック方式", 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(CVIM), 8 pages, 2019 年 3 月.
5. 岡田 庸佑, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 北原 格, "大規模空間における動的シーン状況把握のための多視点映像切替手法", 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(CVIM), 8 pages, 2019 年 3 月.
6. 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", AIP チャレンジ PRISM 加速支援成果報告会, 2019 年 3 月.
7. 山崎 康平, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "類似画像検索と SLAM の同時利用による歩行者位置推定の頑健性向上", 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.118, no.405, pp.1-4, 2019 年 1 月.

8. 小河原 洸貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "類似画像検索による歩行位置精度向上のための凸包の利用", 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.118, no.405, pp.5-10, 2019 年 1 月.
9. Zhang Weiyi, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "路面におけるパーソナルトランスポートの安全領域の可視化", HCG シンポジウム 2018, HCG2018-C-4-3, 4 pages, 2018 年 12 月.
10. 今井 美里, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "HMD スキーシミュレータにおける臨場感向上のための重心と風の利用", HCG シンポジウム 2018, HCG2018-A-6-5, 4 pages, 2018 年 12 月.
11. 亀田 能成, 今井 健太, 釜坂 一步, 渡辺 哲也, 関 喜一, 喜多 伸一, "岡本商店街における野外ナビゲーション実験実施報告", 第 44 回感覚代行シンポジウム, 4 pages, 2018 年 12 月.
12. 野原 直翔, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "バックネット裏からの映像を用いた投球フォーム自動評価", 日本野球科学研究会, 2 pages, 2018 年 12 月.
13. 前川 凌佑, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 坂本 堪亮, 大城 幸雄, 北原 格, "3次元臓器CGモデル生成に適した腹腔鏡映像撮影条件の検討", 第 27 回日本コンピュータ外科学会大会, vol.20, no.4, pp.275, 2018 年 11 月.
14. 吉田 駿, 謝 淳, 宍戸 英彦, 亀田 能成, 掛谷 英紀, 北原 格, "実在感の向上を目的とした空中像と床面像の同時投影方式", 第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 14D-3, 4 pages, 2018 年 9 月.
15. 小河原 洸貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "ステレオ音と振動提示による歩行誘導インタフェースと評価方法の検討", 第 21 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2018), PS2-54, 4 pages, 2018 年 8 月.
16. 野原 直翔, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, "単眼カメラからの骨格推定に基づく野球の投球フォーム評価", 第 21 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2018), PS1-58, 4 pages, 2018 年 8 月.
17. 宍戸 英彦, 河崎 衣美, 伊藤 豊, 川村 洋平, 松井 敏也, 森嶋 厚行, 北原 格, "超微速度撮影画像を対象とした重畳処理の高精度化", 第 21 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2018), PS2-3, 4 pages, 2018 年 8 月.

7. 著書、解説記事等

8. 異分野間連携・国際連携・国際活動等

北原 格

イギリスの University of Surrey と締結した MoU に基づき、3 月に研究員として滞在した。

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た。

2018 年 3 月に、マンスリーサバティカル事業によりイギリスの Imperial College London に滞在し、共同研究の可能性を議論した。

9. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

10. 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

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

工学システム学類 知的工学システム主専攻 主専攻長

北原 格

ヒューマニクス学位プログラム運営委員

11. 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

電子情報通信学会和文論文誌 D 編集幹事

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

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

12. その他

宍戸 英彦

JST 戦略的創造研究推進事業 国際強化支援策の支援により、イギリスのサリー大学へ 8 月から 12 月まで客員研究員として滞在し、JST CREST 「Cyborg Crowd : 柔軟でスケーラブルな人と機械の知力集約」における基礎研究を行った。

筑波大学計算科学研究センター

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

TEL 029-853-6487,6488

FAX 029-853-6406

<https://www.ccs.tsukuba.ac.jp/>

