

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
准教授	天笠 俊之
助教	塩川 浩昭
研究員	Salman Ahmed Shaikh, 駒水 孝裕
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(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。

3. 研究成果

【1】 情報統合基盤技術

(関連研究費：文科省／理研受託研究，NICT 受託研究，科研費・基盤研究(B))

(1) Approximate StreamOLAP

多くの組織において、ストリームデータをリアルタイムに詳細に分析したいという要求が出てきている。OLAP (OnLine Analytical Processing) は静的なデータの分析に最もよく使われる分析手法の一つである。ストリームデータに対して OLAP 分析を適用するには、データをすべてメモリ上にロードしなければならない、サイズが確定的でないストリームを扱うのは現実的ではない。これに対して、本研究ではストリームデータを二次記憶に保存しつつ、分析に必要なデータをコンパクトな形式で保存し、OLAP 分析を可能にするためのシステムである Approximate OLAP (AOLAP) を提案した。

AOLAP では Piece-wise Linear Approximation (PLA) を用いて永続化された分析要求ごとに数値の取りうる傾向を圧縮して保持する。PLA は数値列のデータを一定区間ごとに一つの線形関数で表現する技術である。数値データ列を線形関数で置き換え、誤差が小さくなるように学習する。また、誤差が一定以上大きくなった場合は、大きくなった次点から新たな線形関数を推定する。これにより、値そのものを覚えるよりも少ない情報で数値データを近似できる。例えば、以下のような例を考える。この例では、データは(時刻, 商品, 店舗, プロモーション, 販売数)の五つ組で表現される商品の購買情報である。

$(1, p_1, s_1, m_1, 48), (1, p_2, s_1, m_1, 48), (2, p_1, s_1, m_1, 43), (2, p_2, s_1, m_1, 64), (3, p_1, s_1, m_1, 60), (3, p_2, s_1, m_1, 73), (4, p_1, s_1, m_1, 75), (4, p_2, s_1, m_1, 58), (5, p_1, s_1, m_1, 35), (5, p_2, s_1, m_1, 87), (6, p_1, s_1, m_1, 52), (6, p_2, s_1, m_1, 7), (7, p_1, s_1, m_1, 95), (7, p_2, s_1, m_1, 2), \dots$

このとき、販売数を PLA を用いて関数表現に圧縮することを考える．ある商品 $p1$ のある店舗 $s1$ におけるあるプロモーション $m1$ に対する販売数は図 1 のように近似することができる．推定した関数と実際の値との乖離が大きくなった次点で、新たな関数に切り替わる．そのため、図 1 では時刻 1-4 までで一つの関数、時刻 5-7 で別な関数となっている．

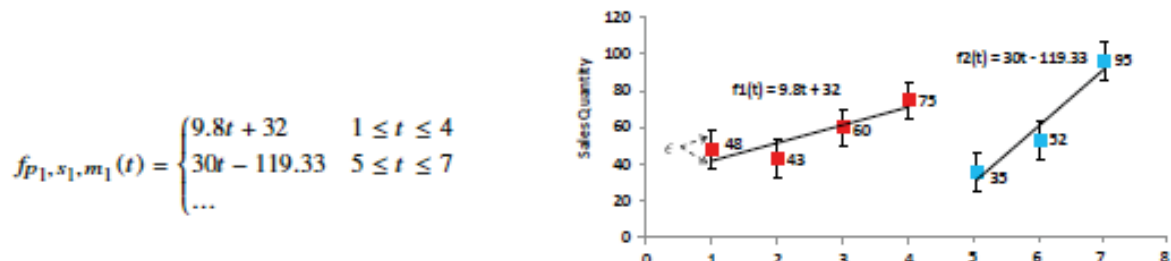


図 1 PLA を用いた関数表現による圧縮の例

PLA を用いた提案手法は空間コストを下げる反面分析結果にエラーを含めてしまうというトレードオフの関係を持つ．これに対して、誤差を最小にする PLA の誤差を検出する最適化を施すことで解決を図った．実験的にもエラーが抑えられており、空間コストも下げることに成功した．

(2) バッチ処理とストリーム処理の融合するフレームワーク JsFlow

ビッグデータ処理のアプローチとして、データを蓄えて一括で処理する方式（バッチ処理）とデータを継続的に処理する方式（ストリームデータ処理）が一般的に利用されている．特に近年では、データ利活用の高度化に伴い、バッチ処理とストリーム処理の両方式を統合的に利用して、複雑な分析処理やサービス提供を行う機会が増加している．例えば、あるニュースサイトに掲載されたニュース記事から主要なトピックを抽出し、トピック関連の深い Twitter のツイートデータを収集するようなサービスを考えた場合、ニュース記事からトピックを抽出する処理にはバッチ処理を利用し、トピックに関連のあるツイートデータを収集する処理はストリーム処理を用いるのが適切である．この例に限らず、バッチ処理とストリーム処理を融合して利用する例は我々の身のまわりに増加している状況にある．

本研究では、上述したバッチ処理とストリーム処理を融合したアプリケーションを容易に開発可能とする分散処理フレームワーク JsFlow を開発した．一般的に、バッチ処理とストリーム処理ではデータモデルやデータ処理方式が大きく異なる．ゆえに、サービス開発者・サービス提供者は、バッチ処理とストリーム処理の様々なモデルや実装の違いを熟知した上でアプリケーションを構築する必要があり、開発コストが大きいという問題が知られている．この問題に対して JsFlow では、バッチ処理基盤とストリーム処理基盤の上に、両方式を抽象化するフレームワークを提供する．JsFlow はフレームワーク内において(1)バッチ処理とストリーム処理を統一的に扱うための処理記述法と(2)アプリケーションの実行効率を引き出すための処理方式自動選択手法を導入することで、アプリケーション開発が容易なデータ処理基盤を提供する．

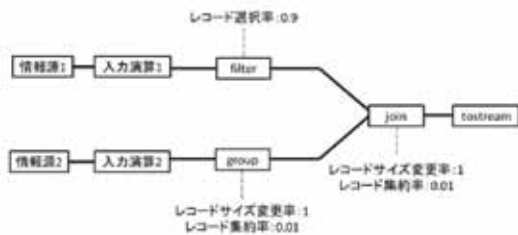


図 2 実験に用いた Task

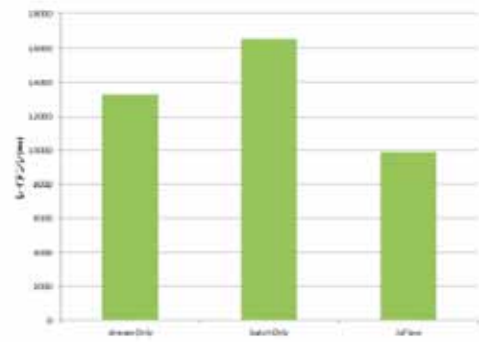


図 3 実行時間の比較

表 1 実験設定

Task 数	入力演算子 1	ウィンドウ長 1	実行間隔 1	入力演算子 2	ウィンドウ長 2	実行間隔 2
Task 1	window	10 minutes	1 minute	read	100K records	once
Task 2	window	100 seconds	10 seconds	read	100K records	once
Task 3	window	10 minutes	1 minute	read	6M records	once
Task 4	window	100 seconds	10 seconds	read	6M records	once
Task 5	window	10 minutes	1 minute	window	10 minutes	1 minute
Task 6	window	100 seconds	10 seconds	window	10 minutes	1 minute
Task 7	window	10 minutes	10 minutes	window	100 seconds	10 seconds
Task 8	window	100 seconds	100 seconds	window	100 seconds	10 seconds

本年度は予備的な評価のために、Apache Flink を用いて JsFlow のプロトタイプシステムを構築し、図 2、図 3 に結果を示した通り、全ての Task をバッチ処理もしくはストリーム処理として登録した場合と比較して、JsFlow はより短い計算時間で処理を実行できていることがわかる。これにより、バッチ処理やストリーム処理を融合的に扱う分析処理やアプリケーションにおいて、提案手法 JsFlow が性能的に優位であることを確認した。

【2】 データマイニング・知識発見技術

(関連研究費：文科省／理研受託研究，NICT 受託研究，科研費・研究活動スタート支援)

1. 大規模グラフクラスタリングの高速化

大規模なグラフに対する高速な分析手法の構築に関して、本年度は (1-A)分散並列計算のための高速なグラフ分割手法、および、(1-B)構造的類似度に基づくクラスタリングの超並列化手法を開発した。

(1-A) 分散並列計算のための高速なグラフ分割手法

複数台の計算機を用いた分散グラフ処理は大規模グラフ分析の重要な要素技術である。分散グラフ処理ではひとつのグラフを分割し複数の計算機上に割り当てることで並列に分析処理を行うが、このグラフ分割の品質によって分析処理の性能は大きく左右される。具体的には、グラフを k 個の部分グラフに分割する際に、各部分グラフに含まれるノード（またはエッジ）数を均一に保ちつつ、部分グラフを横断するエッジ(edge-cut)数を最小化することが分散グラフ処理の性能向上において重要となる。

本研究では上記の課題を解決するために、グラフ分割手法 Balanced Graph Partitioning (BGP)を開発した。BGP は実世界のグラフにおいて 3 部クリーク構造が頻出するという構造特性に着眼し、3 部クリーク構造を逐次的に集約しながら、組合せ最適化手法 First-Fit 法を

実行することで、各部分グラフのノード（エッジ）数を均一化と edge-cut 数の削減を同時に実現する。BGP を分散グラフ処理フレームワーク PowerGraph に実装し性能比較を行った結果、従来最も高い性能を示した HDRF 法と比較して、分散グラフ分析処理を 3.2 倍以上高速化できることを確認した。本研究成果を用いることにより計算機の持つ計算性能を十分に引き出した効率的な分散グラフ処理が可能となる。

(1-B) 構造的類似度に基づくクラスタリングの並列化

グラフクラスタリングはグラフの中に存在するコミュニティ構造を理解する上で重要な要素技術である。その中でも構造的類似度に基づくクラスタリング手法 SCAN は高い精度でクラスタを検出することが出来ることから幅広いアプリケーションで利用されている。しかしながら、SCAN はグラフに含まれる全てのノードとエッジに対して構造的類似度計算を行う必要があり、大規模なグラフを対象とした場合に計算量が爆発するという問題がある。この問題を解決するために、これまでいくつかの高速化手法が提案されてきたが、Web や SNS などの 1 億ノード規模の大規模なグラフは処理できないのが現状である。

本研究では、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 COMA および Oakforest-PACS に搭載されている Intel Xeon Phi Co-processor を活用した SCAN の超並列化手法 SCAN-XP を開発した。SCAN-XP では、実世界に存在するグラフには次数分布の偏りや 3 部クリーク構造が頻出するといった構造特性を持つことに着眼し、(i) 実世界のグラフの構造特性による並列化性能向上のボトルネックを解消するデータレイアウトを与えるとともに、(ii) Intel Xeon Phi Co-processor の持つ多くの物理コアと 512 ビット SIMD 演算を最大限に活用するためのアルゴリズムの最適化を行った。性能評価のために大規模な実データを用いた実験を実施し、提案手法 SCAN-XP は既存手法である SCAN と比較して、分析時間が 100 倍以上高速化されていることを確認した。また、1 億ノード規模のグラフに対するクラスタリングも、SCAN-XP を用いることで 30 秒程度の時間で実行することが可能であり、この処理性能は我々が知る限り世界最高性能である。

2. マイクロブログにおけるメタデータ推定

ソーシャルメディアは今日重要な情報源であり、ソーシャルメディアデータに対するメタデータの推定・付与は、異種データの連携に極めて有用である。例えば、ソーシャルメディアユーザの居住地を推定できれば、ソーシャルメディアとニュースメディア等のデータとを統合することで、実世界のどこでどのようなニュースが注目されているかなどが分かる。

前年度は主にソーシャルメディアにおけるユーザ間のつながりを表すグラフ構造を用いたノード分類アルゴリズムに取り組んだが、本年度は指定したメタデータに合致するソーシャルメディアデータを、限られた資源のみを用いて効率的に収集するという問題に取り組んだ。時間や計算資源などは現実的に限られているため、その限られた資源の中で所望のデータをできるだけ多く収集することが重要である。では、限られた時間（例えば 1 週間）内において、とある地域から発信されたソーシャルメディアコンテンツを出来る限り多く収集するにはどのようにすれば良いだろうか。本研究では、限られた資源（時間や API アクセス回数など）のみを用いて、指定された地域から発信されたツイート（投稿）をできるだけ多く収集する手法を提案した。特定の地域からのツイートを多く集めると、災害の検知や状況把握などが行えることは広く知られている。しかし、多くのツイートの発信地は非公開であるため、これらの目的を達成するためには発信地を推定することが重要である。

我々の着眼点は、この問題をバンディット問題としてモデル化することである。バンディット問題はスロットマシンを例として説明されることが多い。それぞれ当たる確率が異なるスロットマシンがいくつかある状況を考える。このとき、手持ちのお金を最大にするにはど

のようにスロットマシンをプレイすれば良いだろうか．まず，プレイヤーは手当たり次第スロットマシンをプレイして，当たる確率の大きいスロットマシンを見つけなくてはならない（探索）．同時に，プレイヤーはお金を最大に増やすために，これまでに見つかった当たる確率の大きいスロットマシンをできるだけ多くプレイする必要がある（活用）．限られた資源（お金）の中で最大の報酬を得るためには，この探索と活用のトレードオフを最適化しなくてはならない．この問題をバンディット問題と呼ぶ．特定の地域から発信されたツイートを多く集めるという問題では，限られた資源（時間）のなかで，高い確率で特定地域からツイートを発信するユーザを発見し（探索），高い確率を持つユーザからのツイートをできるだけ優先して収集する（活用）必要がある．

提案手法は， ϵ -greedy アルゴリズムと呼ばれる，バンディット問題を得アルゴリズムの一つを採用する．このアルゴリズムは，ある一定の確率（ ϵ ）で完全にランダムにユーザを選択し，ツイートを収集する（探索）と同時に，確率（ $1 - \epsilon$ ）で，これまでの履歴から計算された，特定地域から多くのツイートを発信するユーザを選択する．これにより，提案手法は探索と活用のトレードオフを出来る限り最適化し，多くの所望のツイートを収集する．

実施した評価実験について述べる．本実験では提案手法とバンディットアルゴリズムを用いない手法とを比較した．実験結果を図 4 に示す．各グラフは異なる地域（東京，京都，横浜，つくば）における実験結果を表す．各棒は各手法による結果を表し，縦軸が各手法によって最終的に収集された所望のツイートの数を表す．また，エラーバーは結果の標準偏差を表す．実験結果によると，すべての結果において，提案手法（左）が最も多く対象地域からのツイートを収集できていることが分かる．これは，バンディット問題としてのモデル化が有効であることを示している結果であると言える．

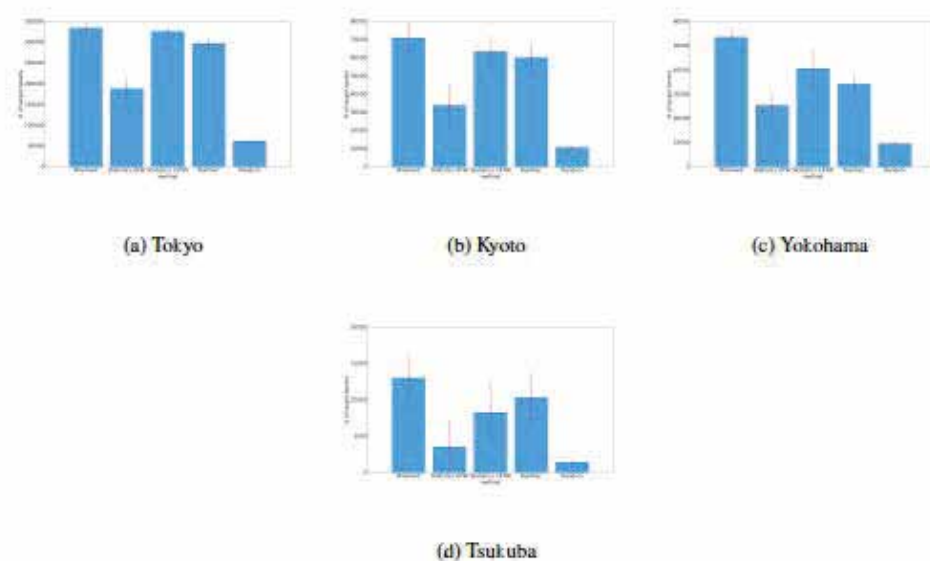


図 4 収集されたツイート数の比較

【3】 XML・Web プログラミング

（関連研究費：文科省／理研受託研究，NICT 受託研究，科研費・基盤研究(B)，科研費・基盤研究(A)，富士通受託研究）

(1) LOD に対する OLAP 分析のための ETL フレームワーク

Linked Open Data (LOD)はデータを公開する枠組みとし欧州を中心に全世界的に広がっている．これまですでに様々なデータが LOD として公開されており，今後もますます増

えていくことが予想される．最も有名なデータは DBpedia である．DBpedia のような辞典データだけでなく、様々な事実が LOD データとして公開されてきている．例えば、東日本大震災に関するデータを東日本大震災アーカイブ福島協議会が収集し、公開している．このように多様なデータが LOD として公開されるようになってきており、LOD として公開されたデータを分析したいという要求がある．

データの分析方法として、伝統的な方法として OLAP (Online Analytical Processing) がある．OLAP は複数の属性を持ったデータに対する分析手法で対話的に分析を行うことができる．分析者はいろいろな側面から分析を行いたいと考えることが多く、OLAP はそのような分析時に有用である．

本研究の目的は LOD で公開されたデータを OLAP 分析できるようにすることである．LOD として公開されたデータはそのままでは OLAP 分析できない形式になっている．そのために、まず LOD として公開されたデータを解析し、OLAP 分析可能な形式に変換する必要がある．加えて、LOD として公開されているデータはデータサイズが大きく、データを取得する際にクエリを発行してデータを取得する必要がある．このようにデータを取得するだけでも大きな労力になってしまう．

これらの問題点に対し、昨年度は OLAP 分析に必要なデータを LOD データから段階的に取得するフレームワーク SPOOL を提案した．これに対して、本年度は LOD で公開されているデータの曖昧さやより高度な分析を可能にするための手法を提案した．一つ目として、エンティティの属するクラスやプロパティの曖昧さを回避するためのクラスタリング手法を提案した．クラスとプロパティは相互に関係しており、提案するクラスタリング手法ではこの相互関係を考慮した類似尺度を提案した．これにより、クラスを表現するのにふさわしいプロパティクラスおよびプロパティを表現するのにふさわしいクラスクラスを検出する．人手によるクラスタリングの精度判定により、提案手法の有用性を示した．また、高度な分析を行うために SPOOL をより階層的な分析を行うための情報を抽出するよう拡張した H-SPOOL を提案した．H-SPOOL では SPOOL で抽出していた分析のための属性に加えて、その上位概念を階層的に抽出するように拡張した．

(2) 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 (図 5)．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、それらは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）。

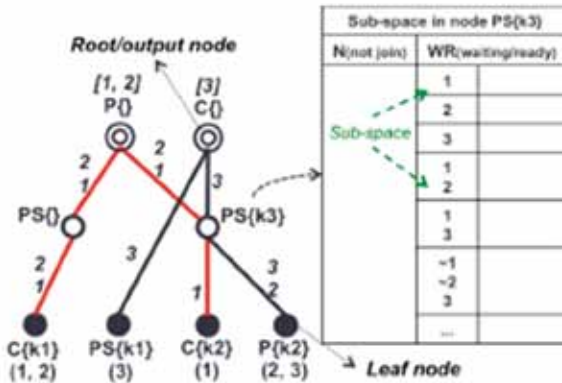


図 5 MX 構造 (MX-Structure)

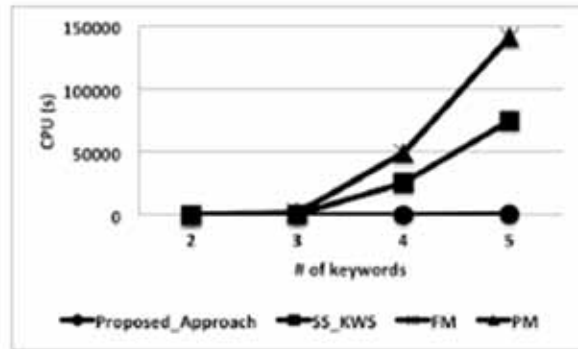


図 6 評価実験

【4】 科学分野におけるデータベース応用

（関連研究費：文科省／TGI 受託研究，科研費・新学術領域）

(1) GPV/JMA アーカイブ

地球環境研究部門と共同で、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、および管理、運用を行っている（図 7）。GPV/JMA アーカイブは、気象庁が公開している気象予報グリッドデータ（GPV データ）を蓄積するとともに、外部登録ユーザへのデータを提供することを目的としている。GPV/JMA アーカイブで提供しているデータは、全球モデル、メソスケールモデル、リージョナルスケールモデル、週間アンサンブル、月間アンサンブル、季間アンサンブルの 6 種類である。



図 7 GPV/JMA アーカイブ

(2) 格子 QCD データグリッド ILDG/JLDG

Japan Lattice Data Grid (JLDG), International Lattice Data Grid (ILDG)は、格子 QCD 配位データを共有するためのデータグリッドである。素粒子物理研究部門と連携し、JLDG/ILDG の運営に継続参画している。

(3) 時系列を考慮した睡眠ステージ判定

睡眠計測のための脳波解析の自動化に向け、マウスから取得された脳波および筋電図を用いた睡眠ステージの自動判定手法アルゴリズム・ソフトウェアの開発を昨年度から引き続き実施した。本年度は医学の臨床研究において求められる分析精度 95%を達成することを目指し、(a) 睡眠ステージ判定に有効な特徴量の検証、(b) 睡眠ステージ判定に効果的な特徴量を利用した高精度な睡眠ステージ判定手法 MASC の開発、ならびに(c)ロバストな睡眠ステ

ージ判定に向けた Deep Neural Network を用いた睡眠ステージ判定手法の開発と検証を実施した。以下では、(b)の高精度な睡眠ステージ判定手法 MASC について述べる。

本年度は我々が行った分析により、睡眠ステージ判定には睡眠ステージが時系列的にどのようなに変化したかを示す時系列特徴量を利用することが効果的であることが分かった。そこで、与えられた test data から時系列特徴量を自動抽出し、睡眠ステージ遷移を考慮した睡眠ステージ判定を行うアルゴリズム MASC を提案した。

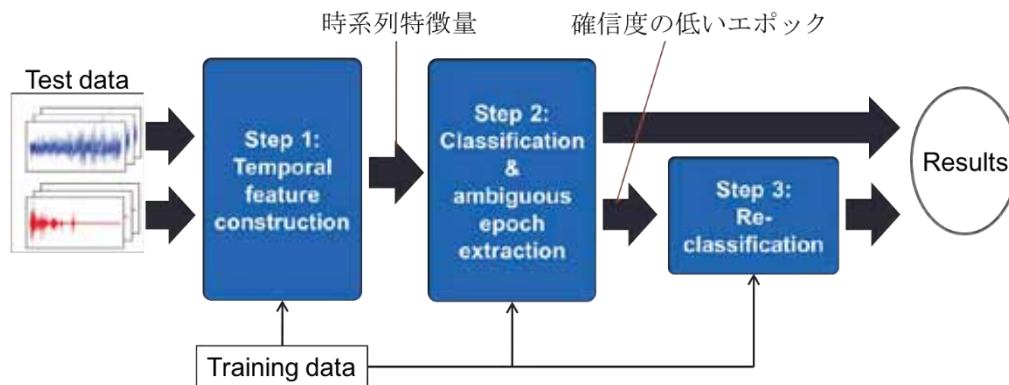


図 8 提案手法 MASC の概要

MASC の概要を図 8 に示す。MASC は、(Step 1) 時系列特徴量抽出、(Step 2) 時系列特徴量を用いた分類、および (Step 3) 確信度の低いエポックに対する再分類の 3 部から構成される。(Step 1) 時系列特徴量抽出では、人手でラベル付けした信頼性の高い Training data を用いて学習した SVM (Support Vector Machine) により test data を分類し、その分類結果から時系列特徴量を作成する。その後、(Step 2)において、作成した時系列特徴量を基に睡眠ステージの判定を行う。この際に判定結果の確信度が低くなったエポックについては、後続の(Step 3)に入力する。(Step 3)では、確信度が低い判定結果を持ったエポックの判定結果を修正するために、再分類を行う。再分類では、本来ノンレム睡眠であるエポックが(Step 2)においてレム睡眠と判定される確率が高いことに着目し、ノンレム睡眠のみを高精度に抽出可能な分類機を利用する。

本年度は提案したアルゴリズム MASC のソフトウェアを開発するとともに、比較的脳波・筋電データにノイズの少ないマウス 14 匹分、および睡眠障害や薬物投与などの影響により脳波・筋電データにノイズを多く含んだマウス 10 匹分を用いて性能評価を行った。性能評価の結果、提案技術 MASC はノイズの少ないマウスに対して約 95%、ノイズを含んだマウスに対しても 92%と従来技術をそれぞれ 4%~20%および 10%~20%程度上回る精度を示すことを明らかにした。本研究成果は平成 29 年度以降に、実用の睡眠ステージ判定ソフトウェアに組み込まれる予定である。

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. Savong Bou

A Study on Keyword Search over Structured and Semi-Structured Data Streams

2. 小澤 祐介

A Study on GPU-Accelerated Data Analysis Techniques

<修士（工学）>

1. 上田 紗希

バンディットアゴリズムを用いた特定地域から発信されたツイートの収集

2. 篠塚 千愛

データとクエリを秘匿した暗号化データベースの問合せ処理高速化

3. 伊藤 寛祥

非負値行列分解を用いた論文データベースの分析

4. 奥村 彩水

リンク構造解析を用いた **Linked Open Data** に対するキーワード検索

5. 久米 慶太郎（生命環境科学研究科生物科学専攻とのデュアルディグリー）

機械学習を用いたミトコンドリアおよび関連オルガネラタンパク質の予測手法

6. 太田 千尋

床に投影したマイクロタスク結果データの品質向上

7. 坂詰 知完

動的なデータ集合に対応した対話的外れ値分析手法

8. 鈴木 悠太

マウスの脳波/筋電データを利用した睡眠ステージ判定

9. 長 裕敏

ストリーム/バッチ統合型ビッグデータ処理基盤と処理最適化

<修士（工学）：特定課題研究>

1. 小寺 暁久

動画およびスライドに特化したコンテンツ共有サービスの開発

-ユーザエクスペリエンスを考慮したフロントエンドの設計および実装-

<学士（情報科学，情報工学）>

1. 佐藤 朋紀

大規模グラフに対する **ObjectRank** の高速化に関する研究

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. 永野 真知

GitHub と Stack Overflow の活動記録を併用したリポジトリ推薦

4. 山部 剛士

ディープラーニングを用いた睡眠ステージ判定

5. 那須 勇弥

移動体に関するストリームデータに対する空間的 OLAP システムの提案

6. 三浦 大地

Spark を利用した密度ベースクラスタリング OPTICS の高速化

集中講義など

1. 大学院共通科目「計算科学リテラシー」（日本語・英語），分担：天笠

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. Best Paper Award: Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa, "Aggregate Reverse Rank Queries", 27th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2016), September 5-8, 2016.
2. 学生プレゼンテーション賞：董 于洋, "A High-dimensional Solution for Aggregate Reverse Rank Queries", 第 9 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 2017), G1-1, 2017 年 3 月 6 日.
3. 学生プレゼンテーション賞：伊藤 寛祥, "ノードが複数の属性を持つグラフにおけるコミュニティ検出", 第 9 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 2017), 2017 年 3 月 6 日.
4. 学生プレゼンテーション賞：鈴木 悠太, "マウスの脳波／筋電データを利用した睡眠ステージ判定", 第 9 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 2017), 2017 年 3 月 7 日.
5. 学生プレゼンテーション賞：長城 沙樹, "時間的相関性を考慮した Twitter に対するエンティティリンキング", 第 9 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 2017), 2017 年 3 月 8 日.
6. 学生プレゼンテーション賞：草村 優太, "SIFT 特徴量を用いた画像検索の GPU による高速化", 第 9 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 2017), 2017 年 3 月 7 日.

7. 学生奨励賞：佐藤 朋紀, "大規模グラフに対する逐次的なノードの枝刈りを用いた ObjectRank の高速化", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日.
8. 学生奨励賞：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", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日.
10. 学生奨励賞：永野 真知, "GitHub と Stack Overflow におけるユーザ行動の統一的な分析", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日.
11. 学生奨励賞：三浦 大地, "Spark を利用した密度ベースクラスタリング OPTICS の高速化", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日.
12. 学生奨励賞：山部 剛士, "深層学習を用いたマウスの睡眠ステージ分析", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日.
13. 第 16 回日本データベース学会論文賞：塩川 浩昭, 藤原 靖宏, 飯田 恭弘, 鬼塚 真, "動的グラフに対する密度ベースクラスタリング", 日本データベース学会和文論文誌, Vol. 14, No.4, Article No.4, 2016 年 3 月発行 2016 年 6 月 18 日受賞
14. 電子情報通信学会優秀論文賞：藤原 靖宏, 中辻 真, 塩川 浩昭, 三島 健, 鬼塚 真, "Personalized PageRank に対するアドホックな検索手法", 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J98-D, No.5, pp.774-787, May 2015 発行 2016 年 6 月 2 日受賞
15. 情報処理学会第 78 回大会優秀賞：秋山 賢人, "索引を用いた秘匿検索における安全性の高い複数演算の連携法"2017 年 3 月 16 日受賞

【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：文部科学省/理化学研究所 (平成 26 年度～平成 29 年度)

研究課題：実社会ビッグデータ利活用のためのデータ統合・解析技術の研究開発

研究代表者：北川 博之

平成 28 年度配分額：32,967 千円 (直接経費 29,970 千円：間接経費 2,997 千円)

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 28 年度配分額：8,250 千円（直接経費 7,500 千円：間接経費 750 千円）

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～平成 32 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 28 年度配分額：15,000 千円

研究種目：基盤研究(B)（平成 26 年度～平成 28 年度）

研究課題：複合型並列計算環境を活用した大規模不均質データの実時間分析基盤

研究代表者：北川 博之

平成 28 年度配分額：4,940 千円（直接経費 3,800 千円：間接経費 1,140 千円）

研究種目：研究活動スタート支援（平成 28 年度～平成 29 年度）

研究課題：大規模グラフの頻出部分構造を利用した高速な分析アルゴリズムの開発

研究代表者：塩川 浩昭

平成 28 年度配分額：1,560 千円（直接経費 1,200 千円：間接経費 360 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 28 年度配分額：3,000 千円

研究種目：基盤研究(A)（平成 25 年度～平成 28 年度）

研究課題：災害後の復旧・復興における共有情報管理のための基盤技術に関する研究
（研究代表者：横田 治夫（東京工業大学））

研究分担者：天笠 俊之

平成 28 年度配分額：650 千円（直接経費 500 千円：間接経費 150 千円）

受託経費：Sky 株式会社（平成 27 年度～平成 28 年度）

研究課題：機械学習の適用による SKYSEA Client View のログ及び資産情報からの例外的
状況の自動検出

研究代表者：北川 博之・天笠 俊之

平成 27 年度~28 年度配分額：5,000 千円（直接経費 4,500 千円：間接経費 500 千円）

受託経費：株式会社富士通研究所（平成 28 年度）

研究課題：多様なデータの統合・活用のための基盤技術

研究代表者：北川 博之・天笠 俊之・塩川 浩昭

平成 28 年度配分額：2,000 千円（直接経費 1,538.462 千円：間接経費 461.538 千円）

【知的財産権】（種別、氏名、課題名、年月日）

特許・実用新案（登録）

塩川 浩昭

グラフの構造的クラスタリング高速化装置, 方法, プログラム

2016 年 11 月 11 日

特許・実用新案（公開）

新井 淳也, 塩川 浩昭

リオーダーリング装置、リオーダーリング方法およびリオーダーリングプログラム

2016 年 8 月 22 日

6. 研究業績

(1) 研究論文

A) 査読付き論文

<学術雑誌論文>

- J1. Ryosuke Koyanagi, Ryo Furukawa, Tsubasa Takahashi, Takuya Mori, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "A Scheme for Fast k-Concealment Anonymization", IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E99-D, No. 4, pp. 1000-1009, Apr. 2016.
- J2 . Atsuyuki Morishima, Shun Fukusumi, and Hiroyuki Kitagawa, "CyLog/Game Aspect: An Approach to Separation of Concerns in Crowdsourced Data Management", Information Systems, Volume 62, pp. 170-184, December 2016.

- J3. Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "H-SPOOL: A SPARQL-based ETL Framework for OLAP over Linked Data with Dimension Hierarchy Extraction", International Journal of Web Information Systems (IJWIS), Vol. 12 , Iss. 3 , pp. 359-378, 2016.
- J4 . Mateus S. H. Cruz, Yusuke Kozawa, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Accelerating Set Similarity Joins Using GPUs", Transactions on Large-Scale Data and Knowledge-Centered Systems XXVIII: Special Issue on Database and Expert Systems Applications (TLDKS), pp. 1-22, 2016.
- J5. 藤森 俊匡, 塩川 浩昭, 鬼塚 真, "分散グラフ処理におけるグラフ分割の最適化", 情報処理学会論文誌：データベース(TOD72), Vol. 9, No. 4, 2016.

B) 査読無し論文

該当なし

(2) 国際会議発表

A) 招待講演

- I1 . Hiroyuki Kitagawa, "Real World Big Data Integration and Analysis: Research Issues and Challenges", ACM International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ACM IMCOM 2017) , Beppu, Japan, January 5, 2017.

B) 一般講演

<査読付き国際会議論文>

- C1. Salman Ahmed Shaikh, Yousuke Watanabe, Yan Wang, Hiroyuki Kitagawa, "Smart Query Execution for Event-driven Stream Processing", Proc. 2nd IEEE International Conference on Multimedia Big Data (IEEE BigMM 2016), pp. 97-104, Taipei, Taiwan, April 20-22, 2016.
- C2. Kento Kawai, Hiroyuki Kitagawa, "Collaborative Filtering with Implicit Feedbacks by Discounting Positive Feedbacks", Proc. 2nd IEEE International Conference on Multimedia Big Data (IEEE BigMM 2016), pp. 41-48, Taipei, Taiwan, April 20-22, 2016.
- C3. Junya Arai, Hiroaki Shiokawa, Takeshi Yamamuro, Makoto Onizuka, Sotetsu Iwamura, "Rabbit Order: Just-in-time Parallel Reordering for Fast Graph Analysis", Proc. 30th IEEE International Parallel & Distributed

- Processing Symposium (IPDPS 2016), pp. 22-31, Chicago, Illinois, USA, May 23-27, 2016.
- C4. Yuto Yamaguchi, Christos Faloutsos, Hiroyuki Kitagawa, "CAMLPL: Confidence - Aware Modulated Label Propagation", SIAM International Conference on Data Mining (SDM 2016), pp. 513-521, Miami, Florida, USA, May 5-7, 2016.
- C5. Hiroyoshi Ito, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Detecting Topic Evolutions in Bibliographic Databases Exploiting Citations", Proc. 26th International Conference on Information Modelling and Knowledge Bases (EJC 2016), pp. 489-504, Tampere, Finland, June 6-10, 2016.
- C6. Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Visual Spatial-OLAP for Vehicle Recorder Data on Micro-sized Electric Vehicles", Proc. 20th International Database Engineering & Applications Symposium (IDEAS 2016), pp. 358-363, Montreal, QC, Canada, July 11-13, 2016 (short paper).
- C7. Savong Bou, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "An Improved Method of Keyword Search over Relational Data Streams by Aggressive Candidate Network Consolidation", Proc. 27th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2016), pp. 336-351, Porto, Portugal, September 5-8, 2016.
- C8. Salman Ahmed Shaikh, Dong Chao, Kazuya Nishimura, Hiroyuki Kitagawa, "Incremental Continuous Query Processing over Streams and Relations with Isolation Guarantees", Proc. 27th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2016), pp. 321-335, Porto, Portugal, September 5-8, 2016.
- C9. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa, "Aggregate Reverse Rank Queries", Proc. 27th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2016), pp. 87-101, Porto, Portugal, September 5-8, 2016.
- C10. Yuki Nishimura, Toshiyuki Amagasa, Yuji Inagaki, Tetsuo Hashimoto, and Hiroyuki Kitagawa, "A system for supporting phylogenetic analyses over alignments of next generation sequence data", Proc. 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS-2016), pp. 230-237, Fukuoka, Japan, July 6-8, 2016.

- C11. Yuta Kusamura, Yusuke Kozawa, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "GPU Acceleration of Content-based Image Retrieval based on SIFT Descriptors", Proc. the 5th International Workshop on Advances in Data Engineering and Mobile Computing in conjunction with NBiS2016 (DEMoC 2016), pp.3 42-347, Ostrava, Czech Republic, September 7-9, 2016.
- C12. Hirotochi Cho, Hiroaki Shiokawa and Hiroyuki Kitagawa, "JsFlow: Integration of Massive Streams and Batches via JSON-based Dataflow Algebra", Proc. 19th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2016), pp. 188-195, Ostrava, Czech Republic, September 7-9, 2016.
- C13. Saki Nagaki, Yuto Yamaguchi, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "Local Attention Analysis and Prediction of Online News Articles in Twitter", International Workshop On Mobile Ubiquitous Systems, Infrastructures, Communications, And Applications (MUSICAL 2016), pp. 131-136, Hiroshima, Japan, November 28, 2016.
- C14. Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "Interleaving Clustering of Classes and Properties for Disambiguating Linked Data", Proc. the 18th International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries (ICADL 2016), pp. 251-256, Tsukuba, Japan, December 5-9, 2016.
- C15. Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, Salman Ahmed Shaikh, Hiroaki Shiokawa and Hiroyuki Kitagawa, "Towards Real-time Analysis of Smart City Data: A Case Study on City Facility Utilizations", Proc. the 14th IEEE International Conference on Smart City (SmartCity 2016), pp. 1357-1364, Sydney, Australia, December 12-14, 2016.
- C16. Yuyang Dong, Hanxiong Chen, Jeffrey Xu Yu, Kazutaka Furuse, Hiroyuki Kitagawa, "Grid-Index Algorithm for Reverse Rank Queries", Proc. 20th International Conference on Extending Database Technology (EDBT 2017), pp. 306-317, Venice, Italy, March 21-24, 2017.
- C17. Salman Ahmed Shaikh and Hiroyuki Kitagawa, "Approximate OLAP on Sustained Data Streams", Proc. 22nd International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA 2017), pp. 102-118, Suzhou, China, March 27-30, 2017.

(3) 国内学会・研究会発表

A) 招待講演

- T1. 北川博之, "機械学習を用いた睡眠ステージの自動判定", 筑波大学医学医療系・計算科学研究センター共催講演会「計算科学が拓くライフサイエンスの未来」, 2016 年 9 月 30 日.
- T2. 天笠俊之, "データ基盤分野における生物学とのコラボレーションー機械学習によるミトコンドリアタンパク質予測とアライメント管理データベースー", 筑波大学医学医療系・計算科学研究センター共催講演会「計算科学が拓くライフサイエンスの未来」, 2016 年 9 月 30 日.
- T3. 北川博之, "実社会ビッグデータ利活用のためのデータ統合・解析技術の研究開発", JST・NSF 国際連携シンポジウムービッグデータ, 人工知能, IoT, サイバーセキュリティが創る新たな社会ー, 2016 年 11 月 30 日.
- T4. 塩川 浩昭, "SIGMOD2016 参加報告", 第 26 回先端的データベースと Web 技術動向講演会(ACM SIGMOD 日本支部第 63 回支部大会), 2016 年 10 月 29 日.
- T5. 塩川 浩昭, "大規模グラフデータ分析入門", 第 8 回「学際計算学による新たな知の発見・統合・創出」シンポジウム・発展する計算科学と次世代の計算機-, 2016 年 10 月 18 日.
- T6. 塩川 浩昭, "大規模グラフのためのクラスタリングアルゴリズム", 数理人セミナー, 2017 年 3 月 10 日.

B) その他の発表

- P1. 久米慶太郎, 天笠俊之, 橋本 哲男, 北川 博之, "機械学習を用いた非モデル生物におけるミトコンドリア及び関連オルガネラタンパク質の予測手法", 情報処理学会研究報告バイオ情報学 (BIO) (2016-BIO-46(25)), pp.1-6, 2016 年 6 月 27 日.
- P2. 坂詰知完, 北川博之, 天笠俊之, "データの動的な変化に対応可能な対話的外れ値分析", 第 9 回 Web とデータベースに関するフォーラム Vol.2016-DBS-163 No13 (WebDB Forum 2016), 2016 年 9 月 13~9 月 15 日.
- P3. 合田 真也, 渡辺 知恵美, 北川 博之, "CryptDB の処理時間分析と高速化案", 情報処理学会研究報告データベースシステム (DBS) (2017-DBS-164(8)), 1-6, 2017 年 1 月 10 日.
- P4. 董 于洋, 王 嵩, 陳 漢雄, 古瀬 一隆, 北川 博之, "A High-dimensional Solution for Aggregate Reverse Rank Queries", 第 9 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 2017), G1-1, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.

- P5. 伊藤 寛祥, 駒水 孝裕, 天笠 俊之, 北川 博之, "ノードが複数の属性を持つグラフにおけるコミュニティ検出", 第 9 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 2017), E2-1, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P6. 上田 紗希, 山口 祐人, 北川 博之, "バンディットアルゴリズムを用いた特定地域から発信されたツイートの収集", 第 9 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 2017), D8-5, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P7. 坂詰 知完, 北川 博之, 天笠 俊之, "動的なデータ集合に対応した対話的外れ値分析手法", 第 9 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 2017), I2-4, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P8. 長 裕敏, 塩川 浩昭, 北川 博之, "ストリーム処理とバッチ処理の統合と実行最適化", 第 9 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 2017), A1-4, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P9. 鈴木 悠太, 佐藤 牧人, 塩川 浩昭, 柳沢 正史, 北川 博之, "マウスの脳波/筋電データを利用した睡眠ステージ判定", 第 9 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 2017), E6-1, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P10. 篠塚 千愛, 渡辺 知恵美, 北川 博之, "暗号化データベースにおけるデータの秘匿性を保証した検索手法", 第 9 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 2017), H6-4, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P11. 長城 沙樹, 北川 博之, "時間的相関性を考慮した **Twitter** に対するエンティティリンキング", 第 9 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 2017), D8-4, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P12. 高橋 知克, 塩川 浩昭, 北川 博之, "メニーコアプロセッサを用いた構造的類似度に基づくグラフクラスタリングの高速化", 第 9 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 2017), E2-2, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P13. 草村 優太, 天笠 俊之, 北川 博之, "SIFT 特徴量を用いた画像検索の GPU による高速化", 第 9 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 2017), E7-3, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P14. 秋山 賢人, 渡辺 知恵美, 北川 博之, "秘匿検索フレームワーク **OSIT** における最適なクエリプラン選択法", 第 9 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 2017), H6-5, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.

- P15. 佐藤 朋紀, 塩川 浩昭, 山口 祐人, 北川 博之, "大規模グラフに対する ObjectRank の高速化", 第9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 2017), C8-1, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P16. 那須 勇弥, 塩川 浩昭, 天笠 俊之, 北川 博之, "空間情報をもつストリームデータに対する効率的な OLAP システム提案", 第9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 2017), E4-3, 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P17. 藤森 俊匡, 塩川 浩昭, 鬼塚 真, "効率的な分散グラフ処理のためのグラフ分割", 第9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 2017), 2017 年 3 月 6 日～3 月 8 日.
- P18. 佐藤 朋紀, 塩川 浩昭, 北川 博之, "大規模グラフに対する逐次的なノードの枝刈りを用いた ObjectRank の高速化", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 日.
- P19. 菅野 健太, 天笠 俊之, 北川 博之, "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", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 日.
- P20. 永野 真知, 早瀬 康裕, 駒水 孝裕, 北川 博之, "GitHub と Stack Overflow におけるユーザ行動の統一的な分析", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 日.
- P21. 那須 勇弥, 塩川 浩昭, 天笠 俊之, 北川 博之, "ストリームデータに対する空間的 OLAP システムの設計と開発", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 日.
- P22. 三浦 大地, 天笠 俊之, 北川 博之, "Spark を利用した密度ベースクラスタリング OPTICS の高速化", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 日.
- P23. 山部 剛士, 北川 博之, 塩川 浩昭, 柳沢 正史, 佐藤 牧人, "深層学習を用いたマウスの睡眠ステージ分析", 情報処理学会第 79 回全国大会 (IPSJ 全国大会 2017), 2017 年 3 月 16 日～3 月 18 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.
- 生命科学研究部門との連携：機械学習を用いた非モデル生物におけるミトコンドリア及び関連オルガネラタンパク質の予測に関する研究.
- 国際統合睡眠医科学研究機構(IIIS)との連携:マウスの脳波／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.
- Carnegie Mellon University とのソーシャルメディア分析に関する国際共同研究.
- 生命環境科学研究科環境バイオマス専攻との連携：「機械学習を用いた微生物増殖の予測」

8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

- 第 9 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 フォーラム 2017），高山グリーンホテル（岐阜県高山市），2017 年 3 月 6 日（月）～3 月 8 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
 - システム情報工学研究科：研究科長
 - 計算科学研究センター：計算情報学研究部門長，計算科学振興室長

天笠俊之准教授

- 学外
 - 該当なし.
- 学内
 - コンピュータサイエンス専攻英語プログラム推進室長
 - 情報科学類計算機運用委員長

塩川浩昭助教

- 学外
 - 該当なし.
- 学内
 - 該当なし.

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：World Wide Web Journal
 - 国際会議運営委員：WAIM Steering Committee Member, DASFAA Steering Committee Member Emeritus
 - 国際会議プログラム委員：AAAI2017, IDEAS2016, ACM SAC2016
- 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

天笠俊之准教授

- 国際委員等
 - ACM SIGMOD 日本支部 副支部長
 - 国際会議プログラム委員：DSAA2016, DaWaK2016, FutureTech2016, ICADL2016, FAB2016, DASFAA2016, DEMoC-2016, IDEAS2016, OBD2016, WISE2016, iiWAS2016 他.
- 国内委員等
 - 情報処理学会ドキュメントコミュニケーション研究会幹事

塩川浩昭助教

- 国際委員等
 - プログラム委員：ICSC2017
 - 国際ジャーナル査読委員：IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, IEICE Transactions on Information & Systems, Proceedings of VLDB Endowment (PVLDB), DBSJ Journal 他.
 - 国際会議査読委員：DASFAA2017, ICSC2017
- 国内委員等
 - 日本データベース学会電子広報委員会編集委員
 - 第9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 フォーラム 2017) Web 出版委員長

11. その他

該当なし

VII-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
学生	大学院生 16 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り、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。本年度の報告では、下記の 2 件の研究について概要を説明する。

【1】環境埋め込み型カメラの撮影空間における人物像の映像的復元（亀田）

本研究では、透明スクリーンに実物大の被写体映像を投影し、利用者に対し被写体の AR 提示をすることで、利用者が室内環境を見渡しながら、同時に被写体を視認できる手法を提案する。

【2】撮影距離の異なる 2 台のカメラ間の視点移動表現法（北原）

撮影空間を取り囲むように配置した多視点カメラと撮影空間内部に設置した全方位カメラを併用することにより、外側からでは観察できない内側からの見え方の観察を可能とする映像の撮影提示方式に関する研究に取り組んでいる。内外カメラで撮影された見え方の大きく異なる 2 種類の映像を単純に切り替えた場合、撮影距離の違いによって被写体の見え方が急激に変化するため、視点移動を知覚しにくくなることが懸念される。

撮影距離の異なる 2 台のカメラ間の視点遷移映像を生成することにより、視点移動感を表現する手法を提案する。

3. 研究成果

【1】環境埋め込み型カメラの撮影空間における人物像の映像的復元（亀田）

研究の概要

近年、環境埋め込み型カメラが様々な場所に設置されている。多くの環境埋め込み型カメラは常に映像を取得し続けている。映像を閲覧する利用者の目的のひとつが、映像中に存在する人物などの被写体の様子の理解である。映像中の被写体の様子を理解するためには、被写体の大きさや動作、位置や向きといった情報を、環境埋め込み型カメラが設置された環境と合わせて理解することが重要である。そのため、被写体の様子を環境に合わせて理解しやすい形で利用者に提示することが望まれている。

本研究では、固定された環境埋め込み型カメラで撮影されたある室内環境で、利用者が映像を閲覧する状況を想定する。そのような状況で、利用者が被写体の様子を室内環境に合わせて理解するためには、被写体が室内環境で行った動作や移動をもう一度実際に再現し、利用者が室内環境を見渡ししながら、同時に被写体を視認するのが理想的である。そこで、記録されていた被写体映像を室内環境に合わせて実物大提示し、被写体の動作や移動を、利用者が室内環境を見渡ししながら視認できる形で仮想的に再現すれば、被写体の様子の室内環境に合わせた理解を支援できると考えられる。

利用者が室内環境を見渡ししながら、同時に映像を視認するためのデバイスとして、透明スクリーンがある。透明スクリーンは半透過型の素材を利用するスクリーンである。特徴として、プロジェクタからの映像を投影することができ、かつ半透過性であるため、利用者が透明スクリーンの向こう側も視認できる。そのため、通常のスクリーンと比較して、利用者が室内環境を見渡す妨げになりにくい。そこで本研究では、透明スクリーンに実物大の被写体映像を投影し、利用者に対し被写体の AR 提示をすることで、利用者が室内環境を見渡ししながら、同時に被写体を視認できる手法を提案する。図 1 にその概要を示す。

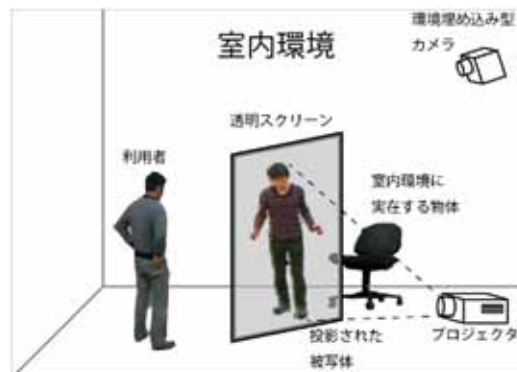


図 1：透明スクリーンを用いた被写体映像の等身大提示システム

映像中の被写体の実物大提示

本研究では、室内環境を移動、動作する被写体を前景として定義する．前景抽出のアルゴリズムを用いて、取得映像に対して前景抽出を行う．前景抽出によって得られた映像を前景映像と呼ぶ．前景映像にホモグラフィ変換を行い、提示映像として透明スクリーンに投影し、利用者に提示する．

現在の取り組みでは、被写体の移動に合わせての透明スクリーンの移動は、利用者が行うものとしている．透明スクリーンの位置が変わると、スクリーンに提示すべき前景の位置形状がそれに伴って変化する．このため、投影スクリーンの空間内での位置推定が必要となる．その実現のため、スクリーン上に赤外線反射マーカを設置し、スクリーン移動計測用の赤外線カメラによってそのマーカを観測する．マーカ形状を既知とすることで、スクリーンの三次元位置を推定することができる（図 2）．本手法を用いた提示の様子を図 3 に示す．

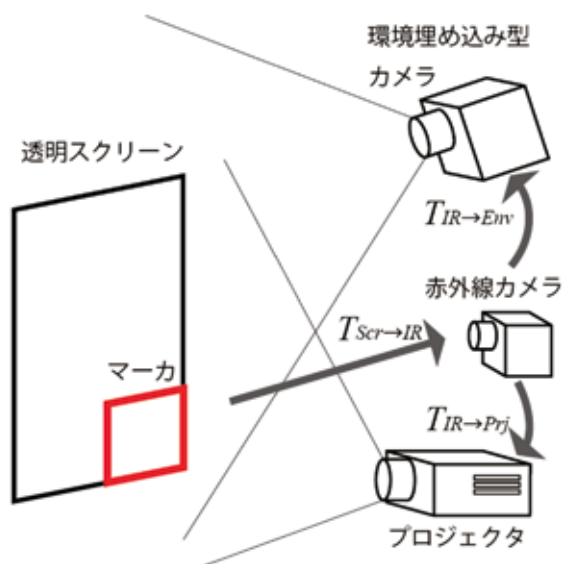


図 2：赤外線カメラによる透明スクリーン位置推定 図 3：提示結果の一例

【2】撮影距離の異なる 2 台のカメラ間の視点移動表現法（北原）

複数のカメラで撮影した多視点映像は、単一視点映像よりも多くの視覚情報を有するため、スポーツシーンの閲覧などの被写体の詳細な観察に用いられている [1]. 多視点映像を提示する手法の一つである Bullet-Time [2] は、被写体の周囲を取り囲むように設置した複数のカメラを用いて撮影（Outside-In 撮影）した多視点映像をカメラ配置に基づいてした順に切り替えることで、視点の移動感を伴う被写体の観察を可能とする手法である．しかし、被写体の周囲に設置したカメラで撮影（Outside-In 撮影）した映像を切り替えるだけでは、撮影空間内部に入り込んだような見え方を生成することは困難である．一方、撮影空間内部に全方位

カメラを設置することにより、撮影空間を内部から観察したパノラマ映像を撮影 (Inside-Out 撮影) することができるが、単一視点映像のため視点の移動感を提示することは困難である。

我々は、Outside-In 撮影を行う多視点カメラと Inside-Out 撮影を行う全方位カメラを組み合わせることで、Outside-In/Inside-Out 撮影双方の長所を兼ね備えた撮影方式の研究に取り組んでいる。多視点カメラに加えて、撮影空間内部に全方位カメラを設置することで、被写体を近距離から撮影した映像が利用できるため、より没入感がある上に詳細な観察も可能な映像閲覧が可能となる。しかし、図 4 に示すように、それらの映像を単に切り替えるだけでは、多視点カメラと全方位カメラの位置関係の把握が困難であり、映像切り替えの際、視点移動を知覚しながらの被写体の連続的な観察が難しくなることが懸念される。本研究では、被写体までの距離が異なる、2 種類のカメラ映像を切り替える際、それらの間を視点が疑似的に移動したような視点遷移映像を生成・内挿することによって、カメラの位置関係の把握を支援する手法を提案する。閲覧者は切り替え前後のカメラの位置関係を把握しやすくなり、切り替え前後の映像において被写体を連続的に観察することが可能となる。

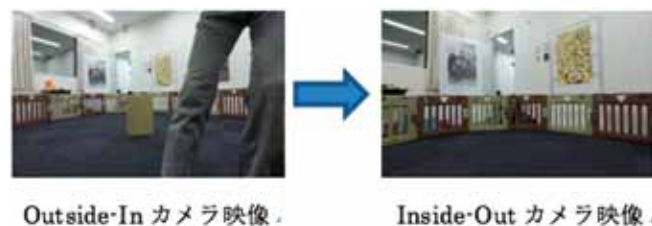


図 4：撮影距離の異なる 2 台のカメラで撮影した映像の切り替え

Inside-Out カメラと Outside-In カメラ間の視点遷移映像

本研究では、視点移動表現を行うために、撮影空間のおおまかな 3 次元モデルを用意する。3 次元モデルを用いて視点移動表現を行うことで、運動視差の再現可能な映像の生成提示が可能となり、閲覧者がカメラの位置関係を理解しやすくなる。

図 5 に示すように Outside-In カメラと Inside-Out カメラを配置する。Outside-In カメラは、撮影区間の中央付近の一点を向くようにほぼ同じ高さのパネルの所定位置に固定されている。それらのカメラを用いて撮影した多視点映像に Structure from Motion (SfM) を適用し、カメラの内・外部パラメータを推定する。これらのカメラパラメータを用いて、壁・床・物体のおおまかな 3 次元モデルを生成する。

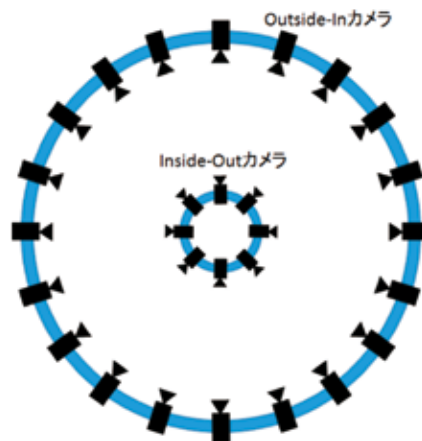


図 5 : カメラ配置の一例

床は平面形状とし、Outside-In カメラの高さから一定値だけ下方に設置する．壁の 3 次元形状は、Outside-In カメラの光軸が交わる点を中心とし床面に直立する円筒で表現する．パネルは、Outside-In カメラの位置姿勢に基づいてあらかじめ採寸したサイズの直方体を配置する．

推定した 3 次元形状に投影テクスチャマッピングを用いて多視点映像を貼り付ける．投影テクスチャマッピングとは、図 6 のようにライトを照射するように CG 物体表面にテクスチャ情報を付与する手法である[4]．

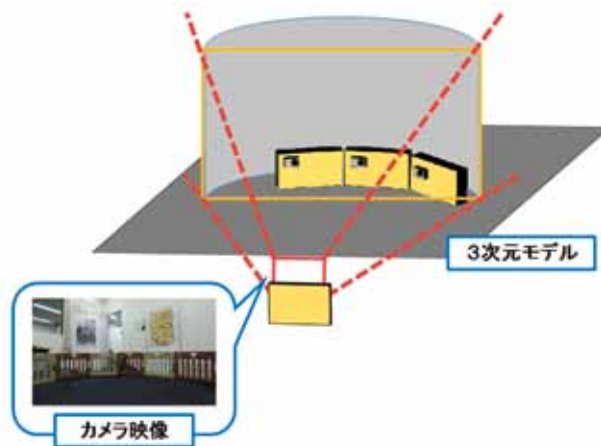


図 6 : 投影テクスチャマッピング

SfM ベースのキャリブレーションから求めた撮影空間の 3 次元モデル上におけるカメラの位置から、移動する仮想カメラの位置姿勢を求める．仮想カメラの位置ベクトル $\boldsymbol{P}$ は、Inside-Out カメラの位置ベクトル $\boldsymbol{P}_{in}$ と、Outside-In カメラの位置ベクトル $\boldsymbol{P}_{out}$ を用いて式 (1) で表される．

$$\boldsymbol{P} = k\boldsymbol{P}_{in} + (1-k)\boldsymbol{P}_{out} \quad 0 \leq k \leq 1 \quad (1)$$

また、カメラの光軸の向きも同様に、仮想カメラの光軸の方向ベクトル $\mathbf{R}$ は、Inside-Out カメラの光軸の方向ベクトル $\mathbf{R}_{in}$ と、Outside-In カメラの光軸の方向ベクトル $\mathbf{R}_{out}$ を用いて式(2)のように表される。

$$\mathbf{R} = k\mathbf{R}_{in} + (1-k)\mathbf{R}_{out} \quad 0 \leq k \leq 1 \quad (2)$$

式(2)を用いて仮想カメラの光軸の方向ベクトルを変化させることによって、連続的な視点移動映像を生成することができる。式(1)、(2)において変数 k を変化させることによって仮想カメラは図 7 に示すように移動する。

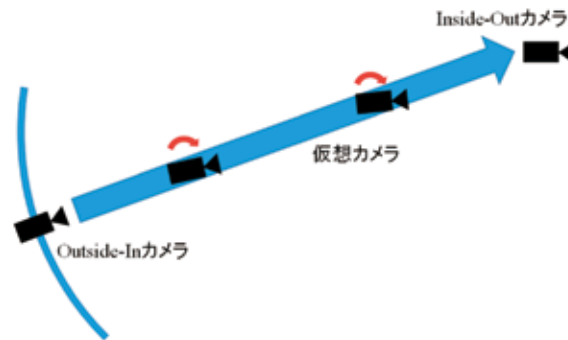


図 7：仮想カメラの位置と姿勢の変化

視点移動映像は、切り替え前後の Inside-Out カメラと Outside-In カメラから得られる 2 台のカメラ映像を仮想カメラの位置に応じた重みに応じて 3 次元モデルに投影し、それを仮想カメラにおいてレンダリングすることで生成する。Outside-In カメラ映像に対応する画素値を src_{in} 、Inside-Out カメラ映像に対応する画素値を src_{out} とすると、投影するテクスチャの画素値 dst は式(3)で求められる。

$$\text{dst} = k\text{src}_{out} + (1-k)\text{src}_{in} \quad 0 \leq k \leq 1 \quad (3)$$

カメラのキャリブレーション誤差や被写体形状の近似誤差により、Inside-Out カメラと Outside-In カメラから投影されるテクスチャにズレが生じるが、二つのテクスチャのブレンディングを行うことにより、違和感を軽減しつつ自然な見え方の切り替えを実現する。

実証実験

710cm×760cm の部屋を撮影空間として実証実験を実施した。本実験では、CPU : Intel Core i7 3.40GHz, GPU : NVIDIA GeForce GTX 550 Ti, メモリ : 8.00GB RAM を搭載したデスクトップ PC を用いて、多視点映像のキャリブレーション、3 次元モデル生成、視点遷移映像生成の処理を行った。Inside-Out カメラと Outside-In カメラには GoPro 社の HERO4 ブラックエディションを計 19 台使用した。今回の撮影では 4K での撮影を行い、4K の撮影

時の水平画角は 122.6 度で垂直画角は 94.4 度, 焦点距離は 14 mm, 画像の解像度は 4K の 3,840 画素×2,160 画素, 撮影時のフレームレートは 30fps である. SfM カメラキャリブレーションには VisualSfM[5]を用いた. 本実験のカメラ設置状況を図 8 に示す. カメラを取り付けるパネルは, 幅 71cm×高さ 56cm×厚み 5cm のものを 12 台用いた. そこに円形にパネルを 12 台設置し, 12 台の Outside-In カメラを取り付けた. また, Inside-Out カメラは 7 台用い, 円の中心に Outside-In カメラの取り付けられた高さと同様な高さになるよう, 台の上に円形に載せ, 撮影を行った. 本実験では, SfM ベースのキャリブレーションを行うため, 特徴点を多くとることで, 精度の高いキャリブレーションを行うことができる. そこで, キャリブレーション用のシーンを撮影するため, 壁や床にマーカや物体を設置し, この撮影映像を用いてキャリブレーションを行った.



図 8 実証実験の様子

図 9 に提案システムで生成した 3 次元モデルを示す. 図 10 は提案手法による実行結果である. 移動前後の撮影映像のテクスチャが, ほぼ正しい位置にマッピングされ, 視点遷移映像が生成されていることがわかる.

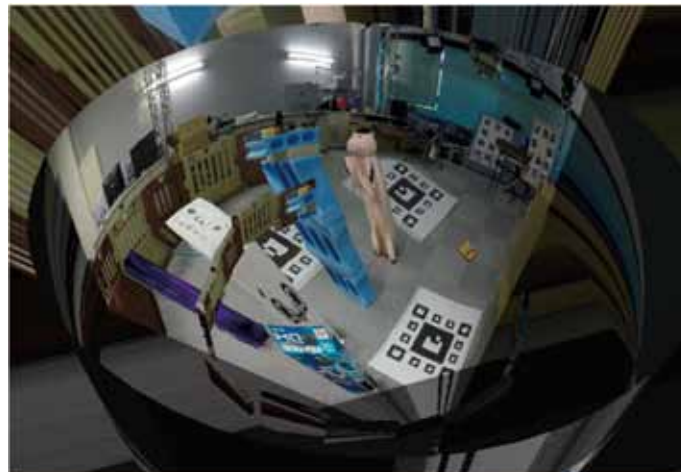


図 9 生成した 3 次元モデル

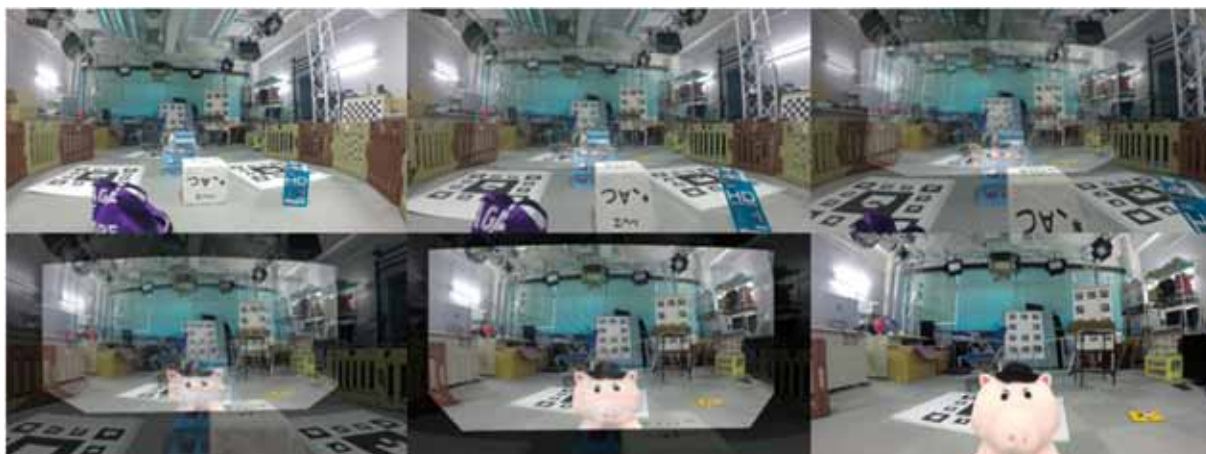


図 10：視点遷移映像（上段左 Outside-In 映像から下段右 Inside-Out 映像間を視点移動したような映像が生成されている）

参考文献

- 【1】 Itaru Kitahara, Yuichi Ohta, “Scalable 3D Representation for 3D Video Display in a Large-scale Space,” Proc. of IEEE Virtual Reality 2003 Conference (VR2003), pp.45-52, (2003)
- 【2】 富山仁博, 岩舘祐一, “多視点ハイビジョン映像生成システムの開発,” 映像情報メディア学会誌, Vol.64, No4, pp.622-628, (2010)
- 【3】 T. Tsuda, I. Kitahara, Y. Kameda, Y. Ohta, “Smooth Video Hopping for Surveillance Cameras,” The 33rd International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH2006) Sketches Article No. 129, (2006)
- 【4】 C.Everitt, “Projective Texture Mapping,” White paper, Nvidia Corporation, (2011)
- 【5】 C. Wu, “VisualSFM : A Visual Structure from Motion System,” <http://ccwu.me/vsfm>, access:2016/7/11

4. 教育

学生の指導状況（学生氏名、学位の種類、論文名）

山中 一希	修士（工学）	画像再構成処理を用いた疑似ドリーイン映像の生成手法
森下 裕介	修士（工学）	AR 型インタラク션을を用いた物理現象の可視化
謝 淳	修士（工学）	大規模空間の床面を対象とした Projector-Camera システムの構築

出川 諒	修士（工学）	多視点画像から復元した 3 次元モデルを用いた発破ずりの粒度分布推定手法
馬 雪詩	修士（工学）	視覚障害者の歩行支援のための指ジェスチャインターフェース
鴫 亮輔	修士（工学）	車輪の位置と車両の対称性に基づく外形復元
張 欣博	修士（工学）	サッカー選手軌跡記録からの HMD を用いた試合の VR 体験
志田 全弘	修士（工学）	注釈情報を 3 次元的に提示可能な多視点映像閲覧方式
原崎 葵	修士（工学）	フレーム補間処理を用いた非同期多視点映像の滑らかな切り換え手法
坂村 祐希	学士（工学）	全方位映像を用いた自動走行車両の疑似搭乗体験システム
永井 隆昌	学士（工学）	被写体追跡型バレットタイム映像の実時間生成・提示方式
関井 駿	学士（工学）	単眼映像を用いたバドミントン選手の位置推定手法
南雲 悠太	学士（工学）	全方位カメラを用いた経路映像からの位置推定手法

5. 受賞、外部資金、知的財産権等

【受賞】

トラッキングコンペティション 2016 銅賞, 森下 裕介, 馬 雪詩, 今井 健太, 関井 駿, 志村 直樹, 日本バーチャルリアリティ学会第 21 回大会, 2016.

2016 年 9 月 14 日～16 日, つくば国際会議場

【外部資金】

(名称、氏名、代表・分担の別、採択年度、金額、課題名)

科学研究費補助金 基盤研究(B) 課題番号 25280056, 大田友一 (研究代表者), 亀田能成 (分担者), 北原格 (分担者), 採択 2012 年度, 2,470,000 円 (2016 年度分), 「大規模空間を対象とする人物ビルボードを用いた任意視点映像生成提示方式の高画質化」

科学技術振興機構 「持続可能な多世代共創社会のデザイン」研究開発領域「多世代共創による視覚障害者移動支援システムの開発」, 亀田能成 (研究担当者), 採択 2014 年度, 3,000,000 円 (2016 年度分)

科学研究費補助金 基盤研究(A) 課題番号 15H01825, 高木 英樹 (研究代表者), 亀田 能成 (分担者), 採択 2014 年度, 800,000 円 (2016 年度分), 「体工連携によるスポーツ科学イノベーションー革新的な用具・コーチング法の開発」

科学研究費補助金 基盤研究(A) 課題番号 16H01842, 庄司 学 (研究代表者), 北原 格 (分担者), 採択 2015 年度, 650,000 円 (2016 年度分), 「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」

科学研究費補助金 基盤研究(B) 課題番号 16H05636, 川村 洋平 (研究代表者), 北原 格 (分担者), 採択 2015 年度, 350,000 円 (2016 年度分), 「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」

科学技術振興機構 課題番号 ACA26034, 鈴木健嗣 (研究担当者), 北原格 (分担者) 採択 2014 年度 (学内配分のため 2016 年度の分担額の明示無し), 「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」

科学技術振興機構 課題番号 AHA28074, 森嶋厚行 (研究担当者), 北原格 (分担者) 採択 2016 年度 1,000,000 円 (2016 年度分), 「CyborgCrowd:柔軟でスケーラブルな人と機械の知力集約」

共同研究 (トヨタ自動車株式会社) 課題番号 SJE27004K, SJE28002, 北原格 (代表者), 2016 年度, 1,500,000 円, 「高度アクセシブル社会実現に向けた基盤研究」

受託研究 (公益財団法人日本バドミントン協会) 課題番号 APE28704, 北原格 (代表者), 2016 年度, 300,000 円, 「バドミントン競技映像の分析」

受託事業 (ヤフージャパン株式会社) 課題番号 RPE28024, 北原格 (代表者), 2016 年度, 500,000 円, 「自由視点映像のサービス化にむけた研究開発及び撮影に関する学術指導」

受託事業 (2501 株式会社) 課題番号 RPE28030, 北原格 (代表者), 2016 年度, 550,000 円, 「自由視点映像撮影・生成システムの実証実験における学術的知見・実践経験を活かした学術指導」

【知的財産権】（種別、氏名、課題名、年月日）

6. 研究業績

(1) 研究論文

A) 査読付き論文

Atsuya Oikawa, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, and Yuichi Ohta
“Full-Scale Visualization of a Person on a Movable Transparent Screen” ,
Proceedings of the 15th IEEE and ACM International Symposium on Mixed
and Augmented Reality (ISMAR2016), pp.51-52, 2016. 2016/9/19-23, Merida,
Mexico.

Chun Xie, Yoshinari Kameda, Kenji Suzuki, and Itaru Kitahara “Large Scale
Interactive AR Display Based on a Projector-Camera System” , 2016
Symposium on Spatial User Interaction, pp.179, 2016. 2016/10/15-16, Tokyo,
Japan

B) 査読無し論文

(2) 国際会議発表

A) 招待講演

B) 一般講演

Naoki Shimura, Yoshinari Kameda, and Itaru Kitahara “A Viewpoint
Movement Representation Method Between Two Cameras Shooting at
Different Distances” , Asia-Pacific Workshop on Mixed Reality, 2016.
2016/4/22-24, Andong-si, Korea.

Nobuyuki Kitamura, Yoshinari Kameda, and Itaru Kitahara, “A Method to
Switch Multiple-View Videos Using Multi-Touch Interface” , Asia-Pacific
Workshop on Mixed Reality, 2016. 2016/4/22-24, Andong-si, Korea.

Chun Xie, Yoshinari Kameda, and Itaru Kitahara, “ Interactive
Projection-Based AR System in a Large Scale Space” , Asia-Pacific Workshop on
Mixed Reality, 2016. 2016/4/22-24, Andong-si, Korea.

Itaru Kitahra, Shogo Atsumi, Ryo Degawa, Yohiei Kawamura, Hyongdoo Jang, and Yuichi Ohta, “3D Model Reconstruction of Rocks on a Slope for Simulating a Rock Fall”, Sustainability and Resiliency in Geotechnical Engineering (Geo-Chicago 2016), ASCE Geotechnical Special Publication, Vol.269, pp.508-517, (DOI: 10.1061/9780784480120.052), (2016).

Atsuya Oikawa, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, and Yuichi Ohta “Full-Scale Visualization of a Person on a Movable Transparent Screen” , Proceedings of the 15th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2016), pp.51-52, 2016. 2016/9/19-23, Merida, Mexico.

Chun Xie, Yoshinari Kameda, Kenji Suzuki, and Itaru Kitahara “Large Scale Interactive AR Display Based on a Projector-Camera System” , 2016 Symposium on Spatial User Interaction, pp.179, 2016. 2016/10/15-16, Tokyo, Japan

Ryo Degawa, Hyongdoo Jang, Youhei Kawamura, Itaru Kitahara, Erkan Topal, and Yasunori Endo , “A Conceptual Study for Development of 3D Rock Fragmentation Analysis System with Stereo-photogrammetry Technologies”, The 9th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS9), 9 pages, 2016. Oct.18, Bali, Indonesia.

Kazuho Kamasaka, Yoshinari Kameda, Ryosuke Ichikari, Takeshi Kurata, and Jun Ishikawa “A Study on Finding Virtual Items by Foot Through AR Shogi Game” , 32nd CSUN Assistive Technology Conference, ENT-013, 2017. 2017/2/27-3/4, San Diego, USA.

(3) 国内学会・研究会発表

A) 招待講演

B) その他の発表

Cesar Daniel Rojas Ferrer, Itaru Kitahara, and Yoshinari Kameda “A Prospective Study About Enhancing Effect of Vr in Soccer Training” IEICE Technical Report, MVE, vol.116, no.150, pp.25-30, 2016. 2016/7/20, The University of Tokyo, Japan.

及川 純耶, 北原 格, 亀田 能成, 大田 友一 “環境埋め込み型カメラの撮影空間における人物像の映像的復元”, 日本バーチャルリアリティ学会第 21 回大会論文集, 2 pages, 2016. 2016 年 9 月 14 日～16 日, つくば国際会議場

志村 直樹, 亀田 能成, 北原 格 “撮影距離の異なる 2 台のカメラ間の視点移動表現法”, 日本バーチャルリアリティ学会第 21 回大会論文集, 2 pages, 2016. 2016 年 9 月 14 日～16 日, つくば国際会議場

北村 誠之, 亀田 能成, 北原 格 “マルチタッチ入力を用いた多視点映像切り替えインタフェース”, 日本バーチャルリアリティ学会第 21 回大会論文集, 2 pages, 2016. 2016 年 9 月 14 日～16 日, つくば国際会議場

坂村 祐希, 亀田 能成, 北原 格 “自動走行車両搭乗 者のための全方位 AR 提示”, 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会, vol.19, no.2, pp.51-55, 2016. 2016 年 10 月 13 日～14 日, 北海道支笏湖

永井 隆昌, 亀田 能成, 北原 格 “実時間バレットタイム映像提示方式”, 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会, vol.19, no.2, pp.69-74, 2016. 2016 年 10 月 13 日～14 日, 北海道支笏湖

山中 一希, 亀田 能成, 北原 格, 大田 友一 “画像再構成処理を用いた疑似前後視点移動映像の生成”, 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会, vol.19, no.2, pp.75-79, 2016. 2016 年 10 月 13 日～14 日, 北海道支笏湖

馬 雪詩, 北原 格, 亀田 能成 “歩行中の手指ジェスチャ入力と音によるフィードバックの検討”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, no.245, pp.89-92, 2016. 2016 年 10 月 13 日～14 日, 北海道支笏湖

釜坂 一步, 北原 格, 亀田 能成 “撮影環境の異なる画像群間の類似画像検索による歩行者位置推定”, HCG シンポジウム 2016, pp.140-146, 2016. 2016 年 12 月 7 日～9 日, 高知市文化プラザカルポート

亀田 能成, 釜坂 一步, 一刈 良介, 蔵田 武志, 石川 准 “視覚障害者の移動を支援する位置提示の実証実験”, HCG シンポジウム 2016. pp.343-346, 2016, 2016 年 12 月 7 日～9 日, 高知市文化プラザカルポート

謝 淳, 亀田 能成, 北原 格 “大規模空間におけるプロカムシステムの位置合わせの自動化”, HCG シンポジウム 2016, pp.172-176, 2016. 2016 年 12 月 7 日～9 日, 高知市文化プラザカルポート

今井 健太, 北原 格, 亀田 能成 “デプスカメラと加速度センサを用いた歩行可能な平面領域の検出”, HCG シンポジウム 2016. pp.540-545, 2016, 2016 年 12 月 7 日～9 日, 高知市文化プラザカルポート

亀田 能成, 釜坂 一步, 一刈 良介, 蔵田 武志, 喜多 伸一, 石川 准 “AR 巨人将棋による視覚障害者向け移動支援検証実験”, 第 42 回感覚代行シンポジウム講演論文集, pp.31-32, 2016. 2016 年 12 月 12 日～13 日, 産業技術総合研究所臨海副都心センター

積田 貴幸, 北原 格, 高木 英樹, 亀田 能成 “競泳プール映像における色情報分布を用いた泳者領域抽出”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, (2), 2017. 2017 年 3 月 6 日～7 日, 九州大学大橋キャンパス

志田 全弘, 亀田 能成, 石塚 祐香, 辻 愛里, 榎本 拓哉, 山本 淳一, 鈴木 健嗣, 北原 格 “注釈情報を 3 次元的に AR 提示可能な多視点映像閲覧方式”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, (32), 2017. 2017 年 3 月 6 日～7 日, 九州大学大橋キャンパス

原崎 葵, 亀田 能成, 北原 格 “フレーム補間処理を用いた非同期多視点映像の滑らかな切り換え法”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, (33), 2017. 2017 年 3 月 6 日～7 日, 九州大学大橋キャンパス

出川 諒, 亀田 能成, 川村 洋平, Jang Hyongdoo, 北原 格 “粒度分布推定のための発破ずり 3 次元モデルの生成手法”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, (55), 2017. 2017 年 3 月 6 日～7 日, 九州大学大橋キャンパス

鴫 亮輔, 北原 格, 亀田 能成 “車輪の位置と車両の対称性に基づく 3 次元形状復元手法”, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, vol.116, (56), 2017. 2017 年 3 月 6 日～7 日, 九州大学大橋キャンパス

(4) 著書、解説記事等

宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, 大田 友一 “モーショントラッキングを活用したバドミントン競技のシャトル追跡手法”, 日刊工業新聞 画像ラボ, vol.27, no.7, pp.12-19, 2016. 2016 年 7 月 1 日発行

7. 異分野間連携・国際連携・国際活動等

8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

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

北原 格

筑波大学全学共通教育計算機システム WG 委員

システム情報工学研究科広報委員長

10. 社会貢献・国際貢献

亀田 能成

電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎 研究専門委員会 委員長

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 研究会幹事

11. その他

海外長期滞在、フィールドワークなど

2017 年 3 月 13 日～25 日 : Centre for Vision, Speech and Signal Processing, University of Surrey, Visiting Researcher (北原格)