

5. 計算情報学研究部門

5.1. 計算知能分野

1. メンバ

教授 北川博之

准教授 天笠俊之

講師 川島英之

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計算知能分野は、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、プライバシー技術等の基盤技術の研究を行った。また、地球生物環境研究部門や素粒子宇宙研究部門と連携して、計算科学の各分野における応用的な研究を推進した。

3. 研究成果

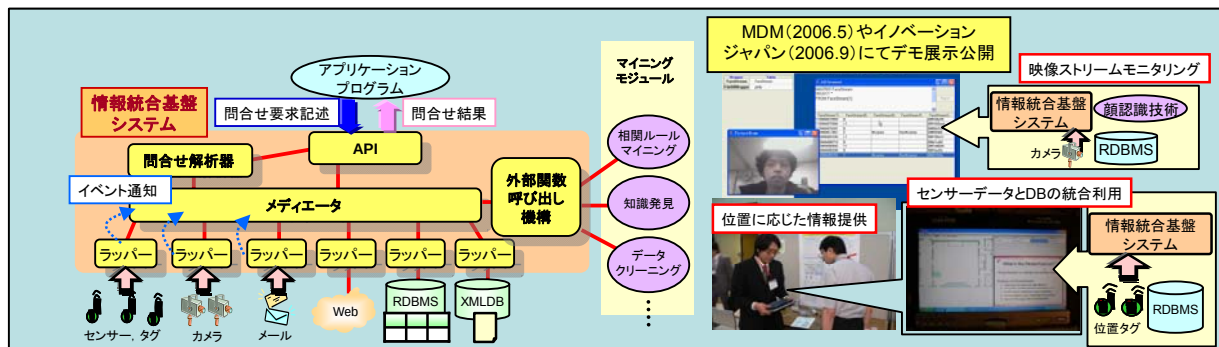
【1】情報統合基盤技術

(主な研究費：科研費基盤研究 A，科研費特定領域研究，科研費若手研究 B)

(1) 情報統合基盤システム(北川, 天笠, 川島)

異種の分散したデータベースや情報源を統合的に扱うための基盤技術・システム・応用の研究開発を行った。特に、従来型のデータベースや Web 等のみではなく、センサ、位置情報源等の連続的に情報を提供するストリーム情報源をも統合対象とすることができる基盤システム StreamSpinner を研究開発した。StreamSpinner は、リレーショナルモデルをベースとした情報統合処理機能を有するが、ビデオや音声等の連続メディアの統合処理にも適用可能である。また、あらかじめ提供される基本演算子に加えて、応用目的向けのプログラムを外部関数として問合せから呼び出す機能を実現している。これによって、時系列データの類似検索や、カメラ映像ストリームに対して解析機能を組み合わせた情報統合等が可能である。

さらに、複数ノード上で StreamSpinner を協調動作させることにより、分散環境におけるストリーム処理を実現することができる。また、ノード障害が発生した場合でも持続的に統合処理を実現するための機能の研究も推進した。



(2) 高信頼化ストリーム処理(北川, 川島)

近年、センサデータなどのストリームデータに対する問合せ要求が増大し、それらを実現するストリーム処理システムが研究開発されている。また、地理的に離れた情報源の統合や負荷分散を実現するために、ストリーム処理システムを分散配置した上で協調動作させる分散ストリーム処理環境が注目されている。そのような分散環境では、中継ノードが停止することでシステム全体が停止してしまうという問題がある。この問題に対して、分散環境において高信頼化を実現する Semi-Active Standby 方式を提案した。これは、各分散ノード間の通信にバッチ処理を導入することで、既存手法である Active Standby 方式, Upstream Backup 方式を一般化し、リカバリ時間とバンド幅オーバーヘッドの調節を可能にすることが可能となった。また本研究では、提案手法の評価実験を行い、本方式の動作特性を検証した。

(3) 確率推論処理とストリーム処理の統合(川島, 北川)

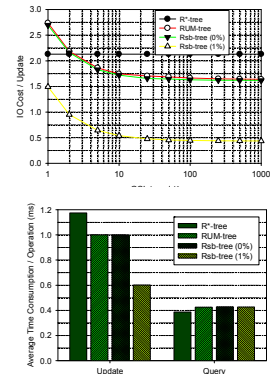
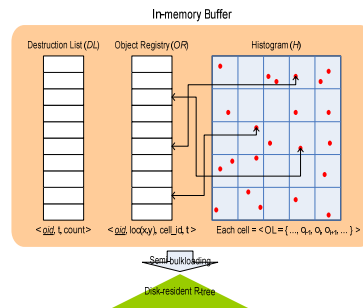
本研究は確率推論技術であるベイジアンネットワークを拡張し、関係データストリーム処理に適合させる方法を提案した。ベイジアンネットワークをデータストリーム処理に適合させるために三つの貢献を行った。第一の貢献は、ベイジアンネットワークにウィンドウの概念を導入することである。ベイジアンネットワークのイベントに生起時間幅を持たせ、各イベントの生起状態を管理する状態変化管理機構を構築する。これに合わせて、状態変化を用いたウィンドウ処理を提案した。第二の貢献は、ベイジアンネットワークで行われる確率推論処理を関係演算系に編み込むために、ベイジアンネットワークを抽象データ型として関係表で表現することと、演算木に処理を組み込むために、入出力がタプル形式になるようにベイジアンネットワークのモデル化を行った。これに際して、入力データストリームをベイジアンネットワークのイベントに関連付ける ASSOC、ベイジアンネットワーク内の各ノードの確率値等の情報をタプル形式で選択するメソッド群を提案した。第三の貢献は、確率推論処理を効率化するために、オンラインで利用者の問合せに基づきベイジアンネットワークの確率伝播を部分的に

省略する方法を提案した。実験による評価を行い、提案手法により確率推論処理時間が削減されることを示した。

(4) 多次元ストリーム用高性能索引機構(北川)

ストリームデータの中には、移動体の位置情報等、多次元データが存在する。多次元データでは、空間的検索を支援する必要がある。例えば、距離検索や近傍検索等である。多次元データに対する索引機構としては、R木等の空間索引が従来用いられてきたが、従来の空間索引は静的なデータを対象としており、オブジェクトの現在値が頻繁に変化する動的な環境下では、極めて性能が劣化することが知られている。本研究では、R木を元に、主

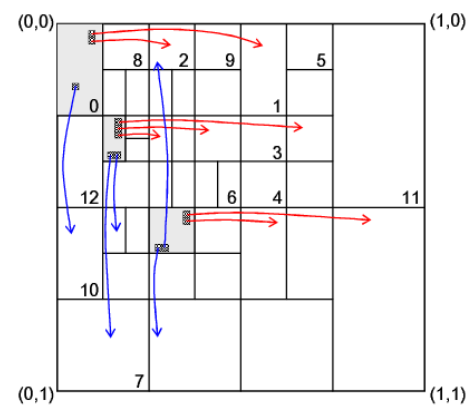
記憶と二次記憶を有機的に利用することで、この問題に対応するための新たな索引機構 R^{sb} 木(R-tree with Semi-Bulkloading)を開発した。この成果は、著名な国際論文雑誌である TKDE に掲載された。



(5) P2P ネットワーク基盤技術(北川)

インターネットを基盤としたデータの相互運用がグローバル化する一方で、インターネット上に特定の組織やグループに閉じた専用のネットワークを構築したいという要求は、情報保全や情報流通の効率化の観点から急速に高まっている。ピアツーピアネットワーク(P2P)は、特定の応用向きのネットワークを柔軟に構築できる「オーバレイネットワーク」の基盤技術として近年注目されている。

我々は分散ハッシュ表(DHT; Distributed Hash Table)と呼ばれるP2Pに着目し、その効率化に取り組んでいる。具体的には、CAN (Content Addressable Network)と呼ばれるプロトコルを取り上げ、その負荷分散やアクセス効率化を図った。従来のCANでは、特定のエントリポイントに対してピアの加入・離脱が頻発すると、ピア間の負荷分散に偏りが発生し、それに伴い検索効率が低下することが知られていた。この問題に対処するために、分散かつ自律的な負荷分散機構を取り入れるとともに、検索処理の効率化のための長距離リンクを加えた RCAN を提案した。これにより、上記の問題が解消されることを実験によるシミュレーションで示した。



[2]データマイニング・知識発見技術

(主な研究費: 科研費特定領域研究, 科研費基盤研究 A, 科研費若手研究 B)

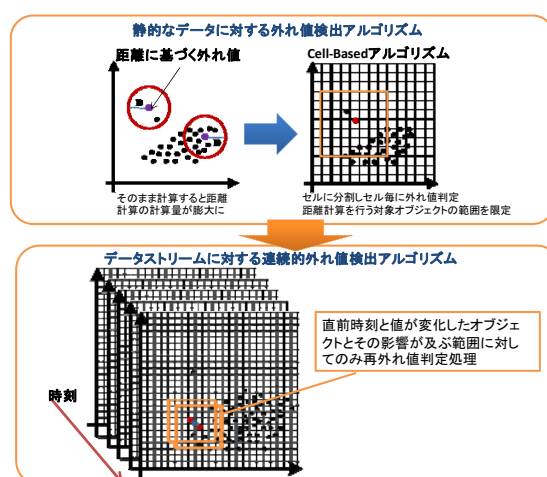
多様な情報源に対する外れ値検出, ソーシャルネットワーク分析, 移動体オブジェクトに対する移動統計量抽出等の種々のデータマイニング・知識発見技術の研究開発を進めた。以下では, 主なものについて述べる。

(1) 外れ値検出(北川)

外れ値とは通常のデータから大きく例外的なデータのことであり, 異常検出や興味あるデータの発見等に有用である。実世界には多様な情報源が存在するため, それぞれの情報源に対して固有の特徴を考慮した外れ値を定義し検出を行うことが重要である。

データストリームとして提供されるデータ量の増加により, データストリームに対するデータマイニングが重要となっている。データストリームに対する処理では, 時々刻々と到着するデータに対して連続的にモニタリングすることが求められる。そこで本研究ではデータストリームに対する連続的な外れ値検出手法を開発した。

本研究では, 各時刻におけるデータ分布が直前の時刻のものと類似していることが多いというデータストリームの特徴に着目して, 差分処理を行い効率的な外れ値検出を行う。提案アルゴリズムでは, 連続的に外れ値検出を行う際に, 処理を最小限に抑えるため, 直前時刻と比較して変化が生じたオブジェクトとそのオブジェクトが外れ値の判定に影響を与える範囲に限定して処理を行う。これにより無駄な処理を省き, 効率化を図った。実データ, 人工データを用いた実験により, 既存の Cell-Based アルゴリズムをスナップショット毎に適用する手法より効率的であることを確認した。



(2) ソーシャルブックマークにおけるトピック分析と活性度推定に基づく Web ページのランキング(北川)

SNS やブログに代表されるソーシャルメディアは, 知識や情報を共有することを可能にする新たなメディアとして注目されている。本研究では, Web 上でブックマーク情報を共有するサービスであるソーシャルブックマークに着目し, Web 検索エンジンの検索結果を, ソーシャルブックマークの情報を元に高精度にランキングする手法を提案した。具体的には, クラスタリングや隠れマルコフモデルによる時系列分析を用いて, Web ページの扱うトピックの違いや, 潜在的な注目度・持続度の違いを考慮した活性度の推定を行う。また, その活性度を基にした Web ページの高精度なランキングが可能となる。

[3]XML・Web プログラミング・データプライバシー

(主な研究費: 科研費特定領域研究, 科研費若手研究 B)

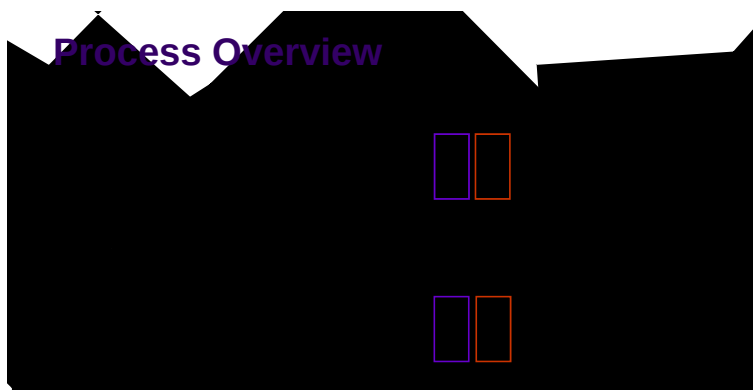
XML (Extensible Markup Language) は、データ記述のためのメタ言語であり、クリアテキストによって複雑なデータ構造を記述することができる。XML はネットワーク環境におけるデータ相互利用のための標準的なデータ記述フォーマットとして広く認知され、多くの分野で利用されている。XML 形式で生成、蓄積されるデータ量は爆発的に増加しており、今後もその傾向は継続することが予想される。このため、XML 形式で記述された大量の情報資源の効率的な蓄積および利活用を目的として、種々の研究を行った。

(1) XML データに対する OLAP (天笠, 北川)

XML データに対して必要な情報を獲得するための処理としては、検索が一般的である。しかしながら、XML の応用範囲が広がるにつれ、検索処理だけではなく、より複雑な分析処理と知識発見を可能にする対話的分析処理(OLAP; Online Analytical Processing)のサポートが重要になる。我々は、XML データの分析処理を可能にする XML-OLAP 技術の研究開発を行っている。OLAP では、データを多数の属性からなる仮想的な多次元キューブととらえ、キューブに対して演算を適用することによって分析を行う。今年度は、XML-OLAP において重要な役割を持つ TOPOLOGICAL ROLLUP 演算に着目した。これは、XML の特徴である木構造を利用し、葉ノードから根ノードに向かって集約計算を繰り返し行う演算であり、XML の木構造におけるさまざまなレベルでの集約値を使った解析を可能とする。TOPOLOGICAL ROLLUP 演算を高速に実行するためのいくつかのアルゴリズムを考案し、その特質を実験により評価した。

(2) 大規模 XML 検索の並列処理 (天笠, 北川)

XML データの大規模化に伴い、数百ギガバイト、あるいは数テラバイトの XML データを効率的に扱うための手法も今後必要となる。しかしながら、XML は本質的に木構造であるため、その処理には多大なコストを要することが問題となる。この問題に対し、近年普及しつつあるマルチコア CPU を利用した XML データの並列問合せ



処理方式に関する研究開発を行った。この研究では、XML データに対する効率の良い問合せアルゴリズムである Holistic Twig Join を対象とし、それを並列化することに成功した。具体的には、入力となる XML データのノードストリームを、XML の木構造に基づきリアルタイムに分割し、それを各 CPU コア上で並列に処理する。Holistic Twig Join のアルゴリズムの特徴を検討し、データ並列性とタスク並列性の両者を生かした処理が行えることが特徴である。この研究発表により、Machdi Imam 氏は DEIM2010 の学生奨励賞を受賞した。

(3) プライバシー保護検索技術 (天笠, 北川)

クラウド環境の一般化に伴い、クラウド上にデータベースをサービスとして委託する DAS (Database as a Service) が一般的になりつつある。この環境では、データベースの内容をクラウドに外部委託するため、機密

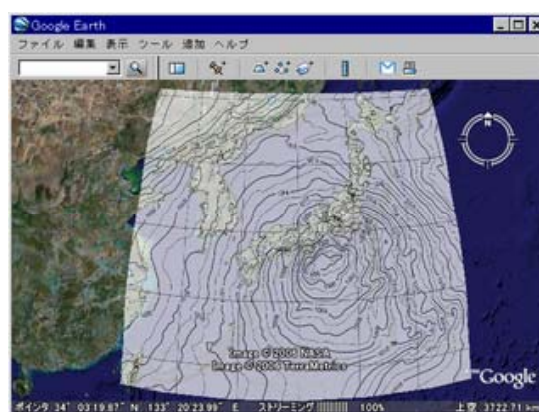
情報などは暗号化する必要がある。しかしながら、データベースを暗号化してしまうと、クラウド上の計算資源を利用した検索を行うことができないため、そのメリットを享受することができない。このため、データの機密を保持したままデータベースを検索する、プライバシー保護検索に関する技術が注目されている。本研究では、プライバシー保護検索技術の一種である、OPES (順序保存暗号化法, Order-Preserving Encryption Scheme) を拡張し、ある平文に対し、複数の暗号文を割り当てる、MV-OPES (Multi-valued OPES) を提案した。これにより、オリジナルの OPES よりも安全性が増すとともに、結合演算を含む多くの関係演算をクラウド上のサーバで実行することが可能となった。

【4】科学分野におけるデータベース応用

(主な研究費: 科研費若手研究 B)

(1) GPV/JMA アーカイブ(天笠, 北川)

地球生物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。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。さらに、これらのグリッドデータに加えて、数値データを元に作図した天気図を公開するとともに、天気図の閲覧性の向上するため、GoogleEarth 上に天気図をマップするための KML ファイルの公開サービスも行っている。



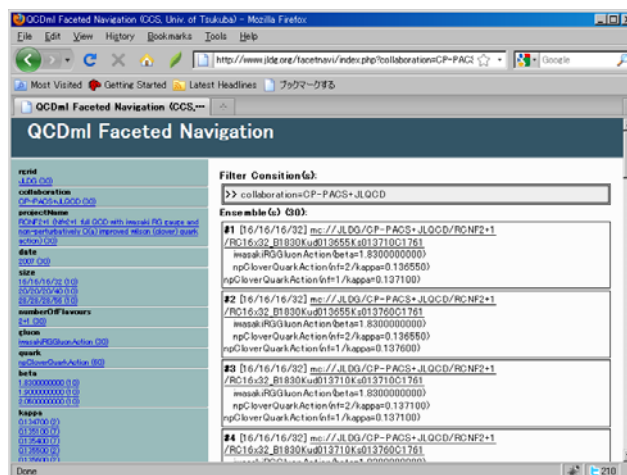
(2) 気圧配置図の自動分類(川島, 北川)

気圧配置は気象学において15種類に分類されている。気象学研究者は、西高東低冬型や南高北低夏型などの、ある特徴をもつ気圧配置の事例を多数必要とすることがある。過去の気圧配置データは膨大に蓄積されているが、各データが研究者にとって必要な気圧配置であるかを判別するには、目視以外の手法は存在しないのが現状である。我々は地球生物環境研究部門と共同で、この気圧配置の一つである西高東低冬型を Support Vector Machine(SVM) を用いて分類する手法を開発した。

(3) 格子 QCD アンサンブル XML のファセット検索(天笠, 北川)

ILDG (International Lattice Data Grid)では、格子 QCD 配意データのメタデータとして XML が用いられている。世界中の地域グリッドで公開されている配意データを検索するため、利用性の高いインタフェースの開発が望まれていた。このため我々は、QCDml のためのファセット検索インタフェースを設計、実装を行った。ファ

セット検索とは、検索対象オブジェクトの集合を効率よく探索するための手法である。オブジェクトは、あらかじめファセットと呼ばれるいくつかの独立したカテゴリ毎に分類されている。各カテゴリ(ファセット)において、オブジェクトは着目する属性の値毎にグルーピングされており、その値がリスト表示されている。利用者はファセットに含まれる具体的な値を選択することで、オブジェクトの絞り込みを行い、探索を行う。XML データに対してファセット検索を適用するため、XML は半構造化性を考慮したファセットの抽出および QCDml におけるファセットの検討を行い、実際にシステムを構築した。



4. 研究業績

(1) 学術雑誌論文

1. 木村広希, 川島英之, 日下博幸, 北川博之, "サポートベクターマシンを用いた気圧配置検出手法の提案 -冬型気圧配置を対象として-", 地理学評論, Vol. 82, No. 4, pp.323-331. 2009 年 7 月.
2. Chantola Kit, Toshiyuki Amagasa and Hiroyuki Kitagawa, "Algorithms for Structure-based Grouping in XML-OLAP", International Journal of Web and Information Systems, Vol. 5 Issue 2, pp. 122-150, June 2009.
3. Imam Machdi, Toshiyuki Amagasa and Hiroyuki Kitagawa, "XML Data Partitioning Schemes for Parallel Holistic Twig Joins", International Journal of Web and Information Systems, Vol. 5 Issue 2, pp. 151-194, June 2009.
4. Zhitao Shen, Hideyuki Kawashima and Hiroyuki Kitagawa, "Efficient Probabilistic Event Stream Processing with Lineage and Kleene-plus", International Journal of Communication Networks and Distributed Systems, Vol. 2, No.4 pp. 355 - 374, 2009
5. 寺島慎太郎, 天笠俊之, 北川博之, "木直列化に基づく XML データの類似結合における木構造の統合", 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 47-52. 2009 年 6 月.

6. 木村広希, 川島英之, 北川博之, "サポートベクターマシンによる気圧配置の自動分類", 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 59-64. 2009 年 6 月.
7. 川島英之, 北川博之, 寺島裕貴, "ストリーム処理エンジンにおける効率的な来歴管理", 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 101-106. 2009 年 6 月.
8. 渡辺知恵美, 新井裕子, 天笠俊之, "ブルームフィルタを用いたプライバシー保護検索における攻撃モデルとデータ攪乱法の一検討", 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 113-118. 2009 年 6 月.
9. 佐藤亮, 川島英之, 北川博之, "データストリーム処理へのベイジアンネットワークの導入", 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 137-142. 2009 年 6 月.
10. 大喜恒甫, 渡辺陽介, 北川博之, 川島英之, "対象情報源を動的に選択可能なストリーム処理機能の実装と評価", 情報処理学会論文誌:データベース, (TOD43), Vol.2, No.3, pp.1-17 September, 2009.
11. MoonBae Song and Hiroyuki Kitagawa, "Managing Frequent Updates in R-trees for Update-intensive Applications", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 21, No. 11, pp. 1573-1589, November 2009.
12. Takako Hashimoto, Takashi Katooka, Atsushi Iizawa, and Hiroyuki Kitagawa, "Important Scene Analysis Model Using Result Importance and Situation Importance", International Journal of Wireless and Mobile Computing, Vol. 3, No. 4, pp.225-235, 2009.
13. Hasan Kadhém, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "Mixed Encryption over Semi-Trusted Database", MASAUM Journal of Basic and Applied Science (MJBAS), Vol.1 Issue.2 pp.302-312, 2009.
14. Yousuke Watanabe and Hiroyuki Kitagawa, "Query Result Caching for Multiple Event-driven Continuous Queries ", Information Systems, Vol. 35, No. 1, pp. 94-110, 2010.
15. Djelloul Boukhelef and Hiroyuki Kitagawa, "Efficient Load Balancing Techniques for Self-organizing Content Addressable Networks", Journal of Networks, Vol. 5, No. 3, pp. 321-334, Mar 2010.

(2) 国際会議発表論文

1. Hasan Kadhém, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Encryption over Semi-trusted Database", Proc. DASFAA2009 PhD Workshop, LNCS5667, pp.358-362, Brisben, Australia, April 20, 2009.
2. Tsubasa Takahashi and Hiroyuki Kitagawa, "A Ranking Method for Web Search Using Social Bookmarks", Proc. International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA 2009), pp. 585-589, Brisben, Australia, April 21 - 23, 2009.

3. Hasan Kadhém, Toshiyuki Amagasa and Hiroyuki Kitagawa, "A Novel Framework for Database Security based on Mixed Cryptography", Proc. International Conference on Internet and Web Applications and Services(ICIW 2009), pp. 163-170, Venice, Italy, May 24 - 28, 2009.
4. Xin Li,Zhitao Shen,Hideyuki Kawashima and Hiroyuki Kitagawa, "Pattern-based Window: A Novel Window Operator to Support Event Detection for Data Stream Processing",
Proc. International Workshop on Sensor Network Technologies for Information Explosion Era (SeNTIE 2009), Taipei, Taiwan, May 18 - 21, 2009.
6. Yuki Terajima, Hideyuki Kawashima and Hiroyuki Kitagawa, "Providing Persistence to Provenances on Stream Processing Environment", Proc. 3rd International Workshop on Sensor Webs, Databases and Mining in Networked Sensing Systems (SWDMNSS 2009), Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, June 17-19.
7. Ryo Sato, Hideyuki Kawashima and Hiroyuki Kitagawa, "Associating Bayesian Networks with Stream Data Processing", Proc. 3rd International Workshop on Sensor-Webs, Databases and Mining in Networked Sensing Systems (SWDMNSS 2009), Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, June 17-19.
8. Atsuyuki Morishima, Akiyoshi Nakamizo, Toshinari Iida, Shigeo Sugimoto, Hiroyuki Kitagawa, "Bringing Your Dead Links Back to Life: A Comprehensive Approach and Lessons Learned", Proc. the 20th ACM Conference on Hypertext and Multimedia (ACM Hypertext 2009),pp. 15-24, Torino, Italy, June 29 -July 1, 2009.
9. Djelloul Boukhelef, Hiroyuki Kitagawa, "Efficient Multidimensional Data Management in Structured Peer-to-Peer Systems", PhD Workshop (VLDB 2009). 24 August 2009, Lyon France.
10. Imam Machdi, Toshiyuki Amagasa, and Hiroyuki Kitagawa, "Executing Parallel TwigStack Algorithm on a Multi-core System", Proc. 11th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS2009), Kuala Lumpur, Malaysia Dec. 14-16, 2009.
11. Yoshishige Tsuji, Hideyuki Kawashima and Ikuo Takeuchi, "Optimization of Query Processing with Cache Conscious Buffering Operator", Proc. 6th International Workshop on Databases in Networked Information Systems (DNIS 2010), University of Aizu, Japan, March 29 - 31, 2010.

(3)学会発表

(A)招待講演

1. Hideyuki Kawashima, "Recent Advances in Data Stream Processing", The 21st GRACE Seminar on Advanced Software Science and Engineering, 2009 年 5 月 26 日.
2. 川島英之, 「ネットワークセンシングシステムの目指す方向ーデータマネジメントの観点から-」, SICE センシングフォーラム, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2009 年 9 月 29 日.

(B) その他学会発表

1. 川島英之, 北川博之, 天笠俊之, 「ストリーム処理における来歴データ永続化の投機的実行方式」, 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会(UBI), 2009 年 5 月 15 日, 奈良県新公会堂. Vol.5, pp. 1-8.
2. 佐藤亮, 川島英之, 北川博之, 「Applying a Probabilistic Inference Stream Processing Engine to a Camera Sensor Network」, 電気情報通信学会ユビキタス・センサネットワーク研究会(USN), 2009 年 7 月 16 日～17 日, ATR.
3. 高木崇, 川島英之, 天笠俊之, 北川博之, 「ASTER 衛星画像と Web コンテンツを用いた新築建造物の検出」, データ工学会 e-Science Data および Intensive Science. (DE), 2009 年 9 月 7 日, 産総研臨海副都心センター.
4. 高木潤一郎, 猿渡俊介, 川島英之, 南正輝, 森川博之, 「時系列センサデータベースシステムの初期の検討」, 電子情報通信学会, ソサイエティ大会, 2009 年 9 月 15 日～18 日, 新潟大学
5. 天笠俊之, Ngo Sy Viet Phu, 北川博之, 「Web ページを対象とした XML データ抽出手法の検討」, 情報処理学会 第 73 回デジタルドキュメント研究会(SIGDD), 2009 年 9 月 25 日, 東京大学.
6. 駒水孝裕, 天笠俊之, 北川博之, 「異種 XML データに対するファセット検索手法の提案」, 情報処理学会 第 73 回デジタルドキュメント研究会(SIGDD), 2009 年 9 月 25 日, 東京大学.
7. Machdi Imam, Amagasa Toshiyuki, Kitagawa Hiroyuki, "Task Parallelism for TwigStack Algorithm on a Multi-core System" 第 2 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 2010), 2010 年 2 月 28 日～3 月 2 日.
8. BOUKHELEF Djelloul, KITAGAWA Hiroyuki, "Multidimensional Range Query Processing in Structured P2P Overlays", 第 2 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 2010), 2010 年 2 月 28 日～3 月 2 日.
9. Kadhem Hasan, Amagasa Toshiyuki, Kitagawa Hiroyuki, "An Encryption Scheme to Prevent Statistical Attacks in the DAS Model" 第 2 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 2010), 2010 年 2 月 28 日～3 月 2 日.

10. 劉 健全, 陳 漢雄, 古瀬 一隆, 北川 博之, "距離索引を用いた逆最遠傍問題に対する効率的な検索手法", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
11. 石田 梢, 北川 博之, "データストリームに対するハイブリッド型連続的外れ値検出手法の提案", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
12. 木村 広希, 天笠 俊之, 川島 英之, 北川 博之, "サポートベクターマシンと隠れマルコフモデルを用いた気圧配置分類手法", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
13. 佐藤 亮, 川島 英之, 北川 博之, "ベイジアンネットワークのストリーム演算化ならびに関係データ処理との統合", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
14. 高木 崇, 川島 英之, 天笠 俊之, 北川 博之, "時系列 ASTER 衛星画像と Web コンテンツを用いた建造物生成イベントの検出", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
15. 高橋 翼, 渡邊 桂太, 北川 博之, "ソーシャルブックマークにおけるトピック分析と活性度推定に基づく Web ページのランキング", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
16. 駒水 孝裕, 天笠 俊之, 北川 博之, "異種 XML データに対するファセット検索における多様な検索", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
17. 塩川 浩昭, 北川 博之, 川島 英之, "分散ストリーム処理環境における適応的高信頼化手法", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
18. 渡邊 桂太, 高橋 翼, 天笠 俊之, 北川 博之, "グラフ構造解析を用いたソーシャルブックマークにおけるスパマー検出", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
19. 上江 まり子, 橋本 隆子, 北川 博之, "動画コンテンツ共有サイトの可視化手法の研究", 第2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 2010), 2010年2月28日～3月2日.
20. 菊森佳幹, 天笠俊之, 川島英之, 北川博之, "流域水循環シミュレーションシステムと河川・流域データベースの連携", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月9日～3月11日.
21. 佐藤亮, 川島英之, 北川博之, "ベイズネットを用いた時系列イベントに対する確率推論処理", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月9日～3月11日.

22. 山口卓郎, 天笠俊之, 北川博之, "センサネットに対する XML ビューの提案", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
23. Xin Li, Hideyuki Kawashima, Hiroyuki Kitagawa, "Complex Event Processing over Uncertain Data Streams", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
24. 阿部泰芽, 川島英之, 北川博之, "ストリーム処理エンジンにおける複数書込み最適化の提案", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
25. 于美麗, 天笠俊之, 北川博之, "アソシエーション抽出を用いた Web 情報の統合方式" 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
26. 郭楽, 天笠俊之, 北川博之, "不確定性を有するデータ集合に対する外れ値検出", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
27. 駒水孝裕, 天笠俊之, 北川博之, "異種 XML データに対するファセット検索システムの性能評価", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
28. 史航, 天笠俊之, 北川博之, "On Finding Functional Dependencies in XML Data", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
29. 高橋翼, 川島英之, 北川博之, "映像ストリームとタプルストリームの統合利用のためのモデルの提案", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
30. Nguyen Thien Truc, 川島英之, 北川博之, "データストリーム処理におけるコスト推定に基づく動的な来歴保存方式", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
31. NGO SY VIET PHU, 天笠俊之, 北川博之, "属性の共起関係に着目した WWW からの効率的な XML データ抽出", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
32. 渡邊桂太, 高橋翼, 天笠俊之, 北川博之, "グラフ解析に基づくソーシャルブックマークにおけるスパマー検出", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
33. 大澤昇平, 天笠俊之, 北川博之, "マイクロブログにおけるコミュニティの抽出と分析", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
34. オオルイジョン, 川島英之, 北川博之, "StreamSpinner の EC2 における評価", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
35. 上江まり子, 橋本隆子, 北川博之, "動画コンテンツ共有サイトの可視化手法の研究", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.

36. 清野真奈, 天笠俊之, 北川博之, "注釈によるトレーサビリティ機能を持つ XQuery 処理系の実装", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
37. 山口祐人, 高橋翼, 天笠俊之, 北川博之, "リンク構造解析による Twitter ユーザのランキング手法", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
38. LI CHONGJIE, Toshiyuki Amagasa, Hiroyuki Kitagawa, "Efficient Privacy Preserving Query Processing using GPGPU", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.

(4)受賞

1. 研究会優秀論文:川島英之, 北川博之, 天笠俊之, 「ストリーム処理における来歴データ永続化の投機的実行方式」, 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会(UBI), 2009 年 5 月 15 日, 奈良県新公会堂. Vol.5, pp. 1-8.
2. 学生奨励賞:Machdi Imam, Amagasa Toshiyuki, Kitagawa Hiroyuki, "Task Parallelism for TwigStack Algorithm on a Multi-core System" 第 2 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 2010), 2010 年 2 月 28 日～3 月 2 日.
3. 学生奨励賞:駒水 孝裕, 天笠 俊之, 北川 博之, "異種 XML データに対するファセット検索における多様な検索", 第 2 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 2010), 2010 年 2 月 28 日～3 月 2 日.
4. 学生奨励賞:大澤昇平, 天笠俊之, 北川博之, "マイクロブログにおけるコミュニティの抽出と分析", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.
5. 学生奨励賞:上江まり子, 橋本隆子, 北川博之, "動画コンテンツ共有サイトの可視化手法の研究", 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日～3 月 11 日.

(5)その他成果デモ展示

イノベーションジャパン 2009(主催:JST, NEDO):「大規模センサデータ処理のためのデータストリーム管理基盤」, 2008 年 9 月 16～18 日, 東京国際フォーラム.

5.2. 計算メディア分野

1. メンバ

教授 大田 友一

准教授 亀田 能成, 北原 格

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年度から新しく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。

人間社会を対象とする計算科学では、人間を系に含むために、計算処理の都合で時間軸を自由に変更することが出来ない。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)を対象として、人間の時間軸(すなわち、リアルタイム)に沿って膨大な情報を処理し、実観測データとシミュレーション結果の融合情報を、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は、実世界計算情報学と呼ぶべき新しい枠組みが必要となる。

具体的には、“実世界の情報をセンシングする機能”、“膨大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構築し、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。

研究成果は、研究論文や学会発表だけでなく、イノベーション・ジャパン-大学見本市に2005年から2009年まで連続で出展するなど、広報活動にも努めてきた。

【1】自由視点映像の生成と提示:複数の視聴者が、それぞれ自由に視点を選びながら、スタジアムや体育館で行われるスポーツイベントのライブ中継を、ネットワーク経由で観ることができる技術を開発。(主な研究費:総務省 SCOPE(大田) 2006～2008 年度、共同研究経費(大田) 2007～2009 年度、科研費若手研究A(北原) 2009～2011 年度)

【2(1)】監視カメラ映像を活用した歩行者のための視覚支援:監視カメラ設置数の増大は避けられないであろうことを前提に、一般市民が監視カメラから得るメリットとして、眼に見えて便利さを実感できる新しい付加価値の在り方を提案し、それを実現する基盤技術を創成。(主な研究費:科研費基盤研究A(大田)2005～2009 年度)

【2(2)】センサ情報の社会利用のためのコンテンツ化(センシング WEB):監視カメラなどのセンサ情報を、WEB のコンテンツを利用するように、一般ユーザがオープンに活用するための基盤技術を創成。(主な研究費:科学技術振興調整費(大田) 2006～2009 年度)

【3】複合現実感を用いたコミュニケーション支援メディア技術:複合現実提示技術を用いて、空間・視覚情報を共有することにより、円滑なコミュニケーションを実現する技術を開発。(主な研究費:科研費萌芽研究(北原) 2006～2008 年度)

【4】環境カメラ群による多視点同時観測技術:大規模センサデータの管理・統合を目的とし、事象の多発場所の検出、複数視点からの同一事象観測、事象の頻度解析などにより、カメラ群とその映像を利用者に見やすい形に組織化。(主な研究費:科研費若手研究A(亀田) 2004～2006 年度)

【5】モバイルカメラと環境カメラを補間的に利用する映像監視技術:環境カメラ映像とモバイルカメラ映像の特長を統合した次世代の監視映像技術に関する研究開発。(主な研究費:科研費若手研究A(北原) 2006～2008 年度)

【6】顔画像からの意図解析:高速撮影カメラ等を用いて、顔表情解析から、対象人物の深層意図を推定する研究。特に悪意検出を目標とする。

【7】画像による定位技術:歩行者に装着したカメラのみを用いて、市中での歩行位置を求める技術を開発。屋内外を問わないため、例えば GPS 等が利用できない環境でも利用可能である。(主な研究費:厚生労働省障害者保健福祉推進事業(障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト)「画像・GPS 等のセンサ統合による日常利用可能な屋内外視覚障害者歩行支援システムの開発」(研究代表者 静岡県立大学 石川准、研究分担者 亀田) 2009 年度)

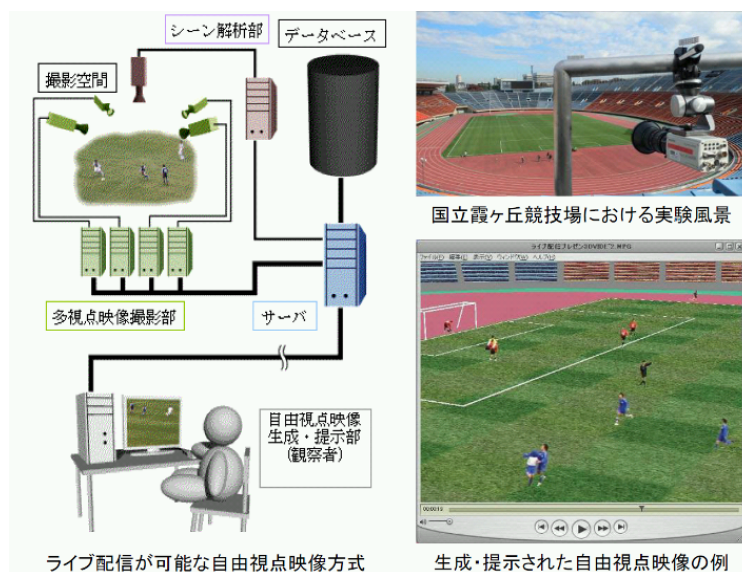
3. 研究成果

【1】自由視点映像の生成と提示 (大田, 亀田, 北原)

国立スポーツ科学センターとの共同研究として、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)による特定領域重点型研究開発「ネットワークによる自由視点映像のライブ配信とインタラクティブ提示」(研究代表者 大田友一)を2004年度から2006年度の3年間に渡り実施した。以降も、日本電気株式会社との共同研究や、2009年度からは科研費若手研究A「閲覧者中心型自由視点映像コンテンツ生成技術」として、研究開発を継続している。

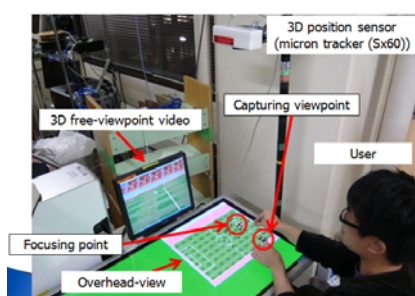
この研究は、複数の視聴者が、それぞれ自由に視点を選びながら、スタジアムや体育館で行われるスポーツイベントのライブ中継をネットワーク経由で観ることができる技術の開発と、素人でも使いやすいインタラクティ

ブな自由視点映像提示手法を開発し、蓄積・再生型の次世代コンテンツ技術を創出することを目的としている。



撮影物体を1枚の板(ポリゴン)とその表面に貼り付けるテクスチャ情報で表現する“人物ビルボード”という手法を開発することにより、多視点映像の撮影・加工・伝送から自由視点映像の生成・提示までの全ての処理をビデオレートで処理する世界初の自由視点映像のライブ配信を実現した。さらに、自由視点映像技術を実験室やスタジオから開放することを目指し、国立競技場や代々木体育館における実証実験において、システム全体の実用性・汎用性・ロバスト性の向上を目的とした技術開発を推進することにより、世界でも他に例を見ない、大規模空間で実施されるイベントを対象とした自由視点映像ライブ配信の実現に成功した。

2009 年度に顕著な進捗があったと認められる研究課題としては、素人でも使いやすいインタラクティブな自由視点映像撮影・提示インタフェースが挙げられる。このインタフェースでは、人間の身体動作を用いることにより、仮想カメラの位置・姿勢を直感的かつ正確に制御することが可能となる。フィールドを上空から俯瞰した映像をユーザに提示することにより、被写体と仮想カメラの相対的な位置関係の把握を容易にし、直感的なカメラ操作を実現した。また、フィールド俯瞰映像に被写体の位置や識別情報といった撮影シーンで発生しているイベントのコンテキストの理解を助ける情報を表示することにより、簡単な操作で注目対象を正確に撮影することが可能となる。開発したシステムは、2010 年 3 月 20 日に NHK BS で放送された「体感！デジタルパワーがやってくる」の“未来先取りテレビ、こんな番組いかがでショー”のコーナーで取り上げられている。撮影映像機器の高性能化と、それに伴う生成映像の高画質化については、今後、研究を推進する必要があるが、コンピュータグラフィックスを活用したシミュレーション環境の整備など、基礎的な検討はほぼ完了している。



自由視点映像撮影・提示インタフェース

「体感！デジタルパワーがやってくる」(2010.3.20)

【2】監視カメラ映像を活用する視覚支援方式（大田、亀田、北原）

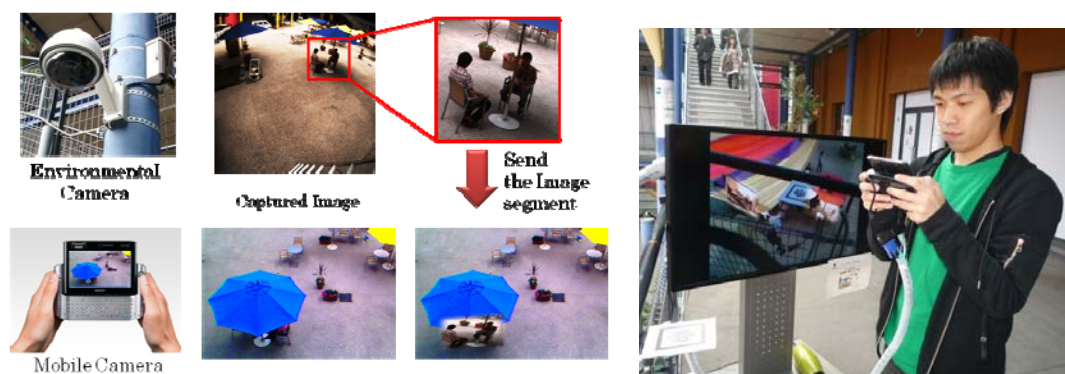
（1）シースルービジョン（大田、亀田、北原）

2006年度から2009年度の4年間の計画で、科学研究費補助金・基盤研究(A)「シースルービジョン：監視カメラ映像を活用する歩行者のための視覚支援方式の開発」(研究代表者 大田友一)を実施した。

本研究は、公共空間における監視カメラ設置数の増大は避けられないであろうことを前提に、一般市民が、自らのプライバシーと引き替えに監視カメラから得られるメリットとして、「安全」という重要だが眼に見えにくい価値の他に、眼に見えて便利さを実感できる新しい付加価値の在り方を提案し、それを実現する基盤技術を創成することを目的としていた。

新しい付加価値の在り方として、具体的には、従来、カメラの設置者のみが利用していた監視カメラ映像を、被写体である一般市民も利用可能とすることを前提に、歩行者が持つPDAなどの携帯型情報端末に監視カメラ映像を適切に加工した映像情報を提示し、自分の眼では直接見ることが出来ない視覚情報を歩行者に提供する「シースルービジョン」を提案した。

シースルービジョンとしては情報端末カメラを用いての直接透視方式の他に、利用者の位置からバーチャルに視点移動を行う方式も提案した。この方式は、特に透視先の物体が遠方に存在する場合に、その視認性を向上させることができる。



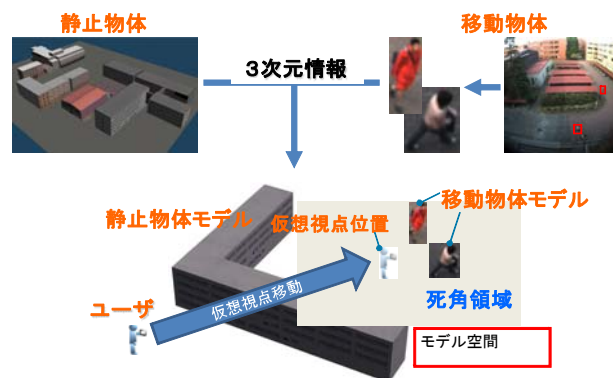
シースルービジョンの処理概要

左上：監視カメラ、中上：監視カメラ映像、右上：対象

左下：情報端末、中下：情報端末カメラ映像、右下：シースルービジョン

シースルービジョンの様子

背後の大型ディスプレイは情報端末画面と同一



バーチャルな視点移動を伴うシースルービジョン

これらの基盤技術の上で、屋外作業における視点共有の新しい枠組みについても取り組みを進めている。屋外においては、情報端末の操作に制約が付されてしまうため、そのユーザインタフェースは注意深く設計される必要があり、2010年度以降継続的に研究を進める予定である。

(4) センシングウェブ (大田、亀田、北原)

2007年度から2009年度の3年間に渡り、科学技術振興調整費・科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進「センサ情報の社会利用のためのコンテンツ化」(研究代表者 美濃導彦)の研究課題において、「画像情報に対するプライバシー情報管理」(研究代表者 大田友一)を実施した。

本研究では、多種多様な画像センサ情報に含まれるプライバシー情報をフィルタリングするための基礎的技術を研究した。画像情報の中に含まれる被写体のプライバシー情報を分類して構造化することによって、利用者に応じて段階的かつ選択的にプライバシー情報を取り除いて提供するための技術を開発するとともに、開発した技術の有効性を検証するために、公共環境での実証実験を実施した。下図は実証実験の場である新風館でのプライバシーに配慮したシースルービジョン実現の様子である。右ではシースルービジョン利用者にパラソル下の映像を観るための権限がないため、人物はアイコン化されて表示されている。



実証実験会場(新風館)

利用者は2階回廊から中庭を見下ろす



プライバシーに配慮するシースルービジョン

パラソル下の人物と関係のない利用者は、
パラソルの下の人間をアイコンの形で観ることになる

本研究では技術内容を国際会議で発表するのみならず、社会貢献の立場から技術公開にも留意し、3回に渡って公開実証実験を行った。延べ200人以上の一般来場者へのデモと聞き取り調査も行った。

開催イベント「体感しよう！あいあいネット」

場所：京都市 中京区 新風館(〒604-8172 京都市中京区烏丸通姉小路下ル場之町 586-2)

第1回 日時：2009年7月31日(金) 12:00-17:00

第2回 日時：2009年9月19日(金) 13:00-18:00

第3回 日時：2009年11月15日(金) 12:00-17:00

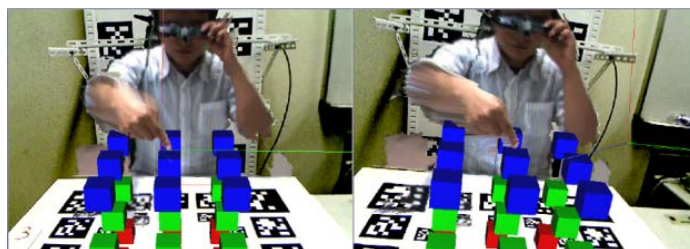
【3】複合現実感を用いたコミュニケーション支援メディア技術（大田、北原）

複合現実感(Mixed Reality)とは、コンピュータグラフィックスによって描かれた仮想世界を、現実世界にシームレスに融合した映像を提示する技術である。本研究では、複合現実感技術によって生成される空間を、遠隔地に居る複数のユーザが共有できる遠隔コミュニケーションシステムの開発を進めている。

2009年度は、卓上に存在する3次元物体の操作に適した立体人物像表現の提案と、実時間で人物像の取得・伝送・提示を行うシステムの実装について取り組んだ。構築したシステムを用いて遠隔作業指示を想定した評価実験を行い、提案手法の有効性を示すことに成功している。開発したシステムについては、大学院公開などの各種見学会において、システムを体験できるデモを実施し開発技術の広報に努めている。



遠隔協調型複合現実感システム



3次元物体への操作性に関する評価実験の様子

今後は、3次元物体操作を活用したシステムの開発を進める必要があるが、遠隔地間における機械組み立て作業支援システムなどへの応用を検討中である。

【4】ネットワーク結合型マルチメディアセンサアレイ群の自動協調（亀田、大田）

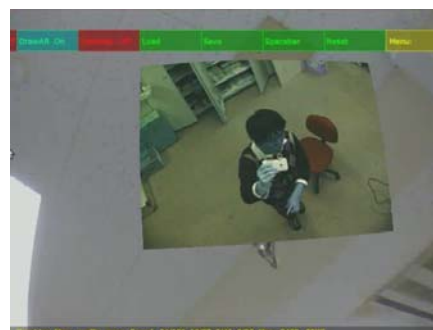
本年度は、日常生活の各所に散在する環境カメラの観測範囲を確認するための新しい可視化手法について研究を進めた。カメラ付きモバイル端末を持った利用者に対して、環境カメラ情報の位置および撮影像を分かりやすく提供するために、複合現実感技術を用いてモバイル端末上に可視化を行う手段を提供する。

本研究の成果によって、撮影対象となっている人々は、環境カメラが環境中のどの部分をどのように撮影しているかを理解できるようになり、環境カメラの有用性を評価することができるようになる。

技術的には、複合現実感技術を用いて、撮影空間中に位置する利用者に対して、モバイル端末のディスプレイ上に環境カメラ映像を鏡のように重畳し直接提示する。本技術は、自然特徴を利用したカメラ定位技術など、最先端の複合現実感技術や映像加工技術を組み合わせることで初めて可能となる。



監視カメラ映像可視化の概念図



実証システムの実行画面

モバイル端末画面相当のスナップショット。

利用者はモバイル端末を天井に向けている。

画面中央部のカラー部分が監視カメラからの映像。

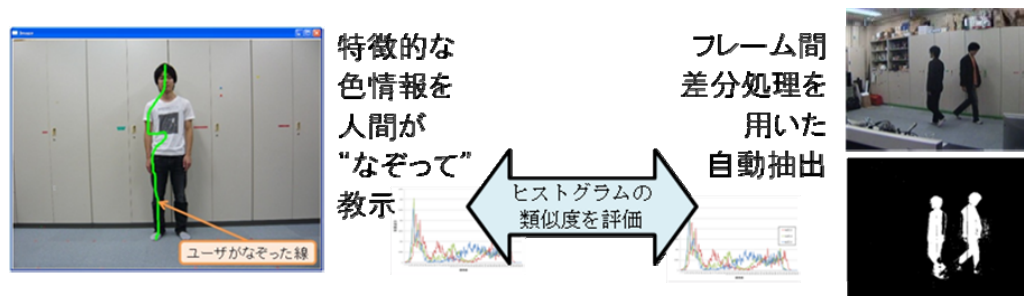
【5】モバイルカメラと環境カメラを補間的に利用する映像監視技術(北原、大田)

2006年度から2008年度の3年間の計画で、科学研究費補助金・若手研究A「被写体のプライバシーを考慮したモバイルカメラによる高自由度映像監視技術に関する研究」(研究代表者 北原格)を実施した。以降も、科研費若手研究A「閲覧者中心型自由視点映像コンテンツ生成技術」の基盤技術の一部として、研究開発を継続している。

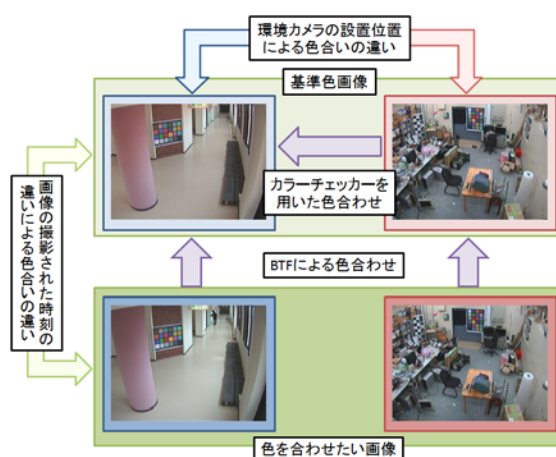
この研究では、環境に設置された多視点カメラとモバイルカメラを連動させることにより、互いの長所を融合した撮影システムを構築し、モバイルカメラのキャリブレーション技術や、モバイルカメラによって収集された映像情報を用いて環境設置型カメラの監視エリアを拡大する技術の研究開発を行っている。

2009年度は、複数の環境カメラで撮影した映像群から特定の人物を探索する処理を支援する方式の開発を行った。画像の中から物体の特徴となる情報を抽出する能力は、コンピュータより人間の方が優れている。一方で、画像の色分解能が十分に高ければ、色の微小な違いを判別する処理は、人間よりもコンピュータの方が得意である。そこで、探索対象人物の特徴を表す色情報の抽出作業は人間(映像監視者)が行い、色情報を用いた人物領域同士の類似度計算を元に観察画像群から注目人物を見つけ出す処理をコンピュータが担当

する仕組みを提案した。複数のカメラで撮影した映像の色合わせは、重要な基盤技術であるが、色合いが異なる原因を、環境カメラの設置位置の違いによるものと、同一の環境カメラにおける経時変化によるものとに分離し、異なる時間・場所で撮影した環境カメラ画像間の色合いを合わせる手法を開発した。



環境カメラ映像群を用いた人物探索支援方式



複数カメラ間での色合いの補正処理

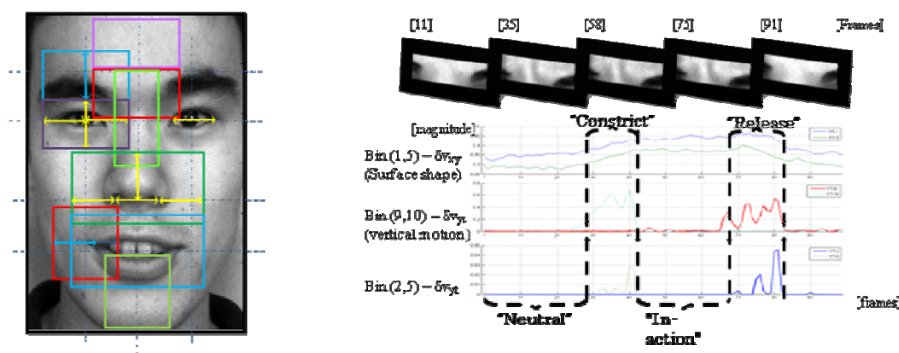
今後は、実環境に設置した複数の環境カメラを用いた実証実験を行い、提案手法の有効性や探索性能評価を行う必要があるが、大学キャンパスへの環境カメラや映像を伝送するネットワークの設置は概ね完了し、直ちに実験に取り掛かれる状況である。

【6】顔画像からの意図解析 by 亀田（亀田、大田）

2009年度から、顔表情動作の観測によって、対象人物の意図を認識する研究を本格的に開始した。研究上の最終目標は、対象人物が悪意(害意)を潜在的に有しているかどうかを判定することであり、世界的にも成功例が未だに報告されていない野心的な挑戦である。本研究で成果を挙げることができれば、テロ犯罪防止・抑制が容易になり、安心安全な社会の構築に貢献できる。

2009年度の研究要旨としては、Micro Expression という非常に短時間かつ僅かな顔の動きを、高速度撮影カメラを用いた観測により顔の筋肉モデルの運動拘束を元に数値化することで、検出できる手法を確立し、国際会議発表も行った。これは、顔動作に関する心理学的な知見、先端的な画像センシングデバイス、および適切な画像処理の高度な融合による成果である。Micro Expression は深層の心の動きの表出と考えられているため、今後はこの検出結果をもとに悪意判定を可能にするアルゴリズムの研究に進む予定である。

なお、本研究に関しては、現在、米国の表情解析の専門家グループとの連携を進めるための手続きを、産学リエゾン共同研究センターとも相談しつつ進めているところである。また、米国の別の心理解析の専門家グループと議論を行っており、共同研究について予算申請(米国)を含めて調整中である。



画像処理を重点的に行う領域 映像時空間の偏微分による Micro Expression 検出

【7】画像による定位技術 by 亀田（亀田、大田）

精度のよい歩行者ナビゲーションは、視覚障害者にとって、介助者や介助犬なしで自由に外出したいという希望を叶えるために必要な技術である。このために、高精度の歩行者位置推定の実現が不可欠である。このために、厚生労働省の障害者保健福祉推進事業(障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト)「画像・GPS等のセンサ統合による日常利用可能な屋内外視覚障害者歩行支援システムの開発」(研究代表者:静岡県立大学 石川准)を通じて、2009年度は画像による屋外空間での定位技術の研究開発を行った。

我々が提案し実現したのは、歩行者カメラ1台を用いて、現在の歩行位置をリアルタイムに推定する手法である。本手法は、同一経路上で事前に撮影した映像を手がかりに、歩行者の現在位置を画像検索によって推定する。スタンドアロンシステムで実現できる性能が求められるため、プロトタイプシステムでは、位置回転不変な局所特徴量に基づく一般的画像認識方法をベースに、ノートPC1台程度でもリアルタイム実行可能な認識エンジンを実現した。

また、実証実験として、歩行者ナビゲーションが要求される状況の中でも比較的困難な状況と考えられる、東京駅周辺の地下から地上に至る1kmほどの歩行経路を対象にし、その有効性を確認した。実験に際しては、

定位技術の性能検証に加えて、プロジェクト全体としての視覚障害者を被験者にした実験も行った。その際、社会に還元できる実装の形についても意見を聴取した。また、研究成果の一般公開を行った。

イベント名:09年度障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト研究成果一般公開

日付:2010年3月8日

場所:東京都千代田区厚生労働省



東京駅近郊の路上の様子



一般画像検索の応用による実現



システム内の画像処理の様子

4. 研究業績

(1) 研究論文

1. An Installation of Privacy-Safe See-Through Vision; Masayuki Hayashi, Ryo Yoshida, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, and Yuichi Ohta, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol.2, no.1, pp.125-128, (2010.3)
2. Facial Micro-Expressions Recognition using High Speed Camera and 3D-Gradient Descriptor; Senya Semion Polikovskiy, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, *Third International Conference on Imaging for Crime Detection and Prevention (ICDP-09)*, 6pages (2009.12)
3. 3D Pointing Interface by Using Virtual Diorama for Attention Sharing; Masayuki Hayashi, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, *Proceedings of "Let's Go Out" Workshop in conjunction with International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2009 (ISMAR09)*, 2pages (2009.10)
4. MR based Visualization of Viewing Fields of Surveillance Cameras in Outdoor Scene; Yoshinari Kameda, Dao Ngoc Thanh, Itaru Kitahara, Yuichi Ohta, *The 1st International Workshop on Aware Computing (IWAC2009)*, pp.733-736 (2009.9)
5. MR-Mirror: A Complex of Real and Virtual Mirrors; Hideaki Satoh, Itaru Kitahara, Yuichi Ohta, *13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2009)*, pp.482-491 (2009.7)
6. サッカーシーンにおける選手視点映像提示のためのリアルタイム選手軌跡獲得手法; 糟谷望, 北原格, 亀田能成, 大田友一, *画像電子学会誌*, 38, 4, pp.395-403 (2009.7)

7. Automatic Player's View Generation of Real Soccer Scenes Based on Trajectory Tracking; Nozomu Kasuya, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, Proceedings of 3DTV Conference 2009 (Capture, Transmission and Display of 3D Video), 4pages (2009.5)
8. シースルービジョンとプライバシー情報の管理; 大田友一, 亀田能成, 北原格, 人工知能学会誌, 24, 2, pp.214-219 (2009.3)

(2) 学会発表

(A) 招待講演

1. センサ情報利用によるシースルービジョン; 大田友一, 情報処理学会 創立 50 周年記念全国大会 (2010.3)
2. 複合現実感と Sensing Web; 大田友一, 日本色彩学会・視覚情報基礎研究会 2009 年度 第 4 回研究発表会 (2010.3)
3. 画像処理技術の新たな展開; 大田友一, 電子情報通信学会 2009 年総合大会, SS-5-6 (2009.3)

(B) その他の学会発表

1. 3次元位置センサとフィールド俯瞰映像を用いたサッカーシーンの自由視点カメラ操作方式; 渡邊哲哉, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.191 (2010.3)
2. 駐車場見守りシステムのための移動物体撮影手法の一検討; 渡辺大介, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.112 (2010.3)
3. シースルービジョンにおける移動物体のポップアップ表示; 吉田亮, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.189 (2010.3)
4. 車両の往来に合わせた優先表示による交差点近傍の空瞰映像生成; 藤垣真人, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.192 (2010.3)
5. マルチ解像度光源マップを用いた光学的整合性の評価実験方式; 末次祐樹, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.159 (2010.3)
6. CHLAC 特徴量と錐制約部分空間法を用いた複数物体の動作分類; 佐藤竜太, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.174 (2010.3)
7. 自由視点映像生成のための低解像度映像を用いた人物動作推定; 越田弘樹, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.129 (2010.3)
8. 環境カメラによる交差点周辺領域の動的な危険度マップの作成; 剣持星二, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.193 (2010.3)
9. 多視点顔画像データベースを用いた モバイルカメラ画像中の人物識別手法の検討; 見目真一, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.140 (2010.3)
10. 色情報を利用した環境カメラ画像群からの人物探索方式; 宇津野雄亮, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.154 (2010.3)

11. Experimental Setup for Micro-Expression Detection ; Senya Polikovsky, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.136 (2010.3)
12. 画像から復元された3次元特徴点マップ群の世界座標系への統合; 林将之, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.188 (2010.3)
13. 輝度勾配特徴を用いた Mean-Shift 探索による目領域追跡手法; 佐藤秀昭, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.203 (2010.3)
14. 影と3台のカメラを使った選手位置推定; 糟谷望, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, p.209 (2010.3)
15. ウインドシールドディスプレイを用いた道路鏡像提示に於ける幾何整合性と見易さの関係; 川俣貴也, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 109, 373, pp.237-242 (2010.1)
- ※2010 年 1 月 MVE 研究会 MVE 賞受賞
16. CHLAC 特徴量と錘制約部分空間法による動作分類; 佐藤竜太, 亀田能成, 大田友一, 電子情報通信学会 技術研究報告 PRMU, 109, 374, pp.173-178 (2010.1)
17. 遠隔協調型複合現実感における距離画像を用いた人物像の立体提示; 岡本祐樹, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 109, 215, pp.53-58 (2009.10)
18. 複合現実感における手と仮想物体の隠れ境界に生じる違和感の軽減手法; 田中康宏, 北原格, 大田友一, 電子情報通信学会 技術研究報告 MVE, 109, 215, pp.47-52 (2009.10)
19. 仮想俯瞰模型を用いた3次元位置共有方式における 情報提示手法の検討と評価; 林将之, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 第 14 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 4pages (2009.9)
20. CHLAC 特徴量と部分空間法による複数行動の分類; 佐藤竜太, 亀田能成, 大田友一, 画像の認識・理解シンポジウム 2009 論文集(MIRU2009), pp.1344-1349 (2009.7)
21. 3次元位置センサと俯瞰映像モニタを用いた自由視点映像提示インタフェース; 渡邊哲哉, 北原格, 亀田能成, 大田友一, 第 5 回デジタルコンテンツシンポジウム (DCS2009), 6pages (2009.6)
22. Watching a Player's View in Real Soccer Scenes by Using Player Trajectories; Nozomu Kasuya, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, The Second Korea-Japan Workshop on Mixed Reality (KJMR09), pp.65-68 (2009.5)

5. 連携・国際活動・社会貢献、その他

2009 年度は下記のイベント・展示会に参加し、広く社会に研究成果を広報した。

また、2009 年度は(株)日本電気と共同研究を実施した。

大学院専攻研究公開(展示)

日時:2009.5.9, 2009.6.13 (いずれも 10:00-16:00)

会場:筑波大学第三エリア

展示内容:自由視点映像や複合現実感技術に関連したデモシステムの展示、技術紹介ビデオの紹介

イベント「体感しよう！あいあいネット」(主催側)

<http://www.mm.media.kyoto-u.ac.jp/web/eye-i-net/index.html>

場所: 京都市 中京区 新風館(〒604-8172 京都市中京区烏丸通姉小路下ル場之町 586-2)

第1回 日時: 2009 年 7 月 31 日(金) 12:00-17:00

第2回 日時: 2009 年 9 月 19 日(金) 13:00-18:00

第3回 日時: 2009 年 11 月 15 日(金) 12:00-17:00

イノベーション・ジャパン 2009(展示)

開催日:2009.9.16-18

会場:東京国際フォーラム

・展示ブース番号 I-02

・テーマ名: 監視カメラ映像を「見える化」する技術

第9回 TX テクノロジー・ショーケース in つくば 2010(展示)

<http://www.science-academy.jp/showcase/09/index.html>

発表日:2010.1.22

会場:筑波大学大学会館

テーマ名:(括弧内は発表担当学生名)

自由視点映像技術を用いた選手視点映像生成・提示(糟谷望)

※ポスター発表インデクシング審査で「ベスト熱意賞」受賞

MR ミラー:鏡像を用いた現実世界と仮想世界の融合提示(佐藤秀昭)

仮想俯瞰模型を用いた3次元空間の指示共有システム(林将之)