

特集 研究会推薦博士論文速報

編集にあたって

胡 振江（国立情報学研究所）

博士論文は、新しい理論を開拓し優れた実現法を与えることにより情報処理研究の発展に大きく寄与している。このような博士論文の研究成果を、情報処理学会誌の読者に広くいち早く紹介することには大きな意義がある。学会全体で学位取得者を歓迎する雰囲気を作ること、新博士や若い学生会員が学会への親近感を持つようになり、今後の研究会等での活躍を期待できる。また、会員企業にとっては人材調査として、新博士にとっては就職の機会にもなるであろう。

このような背景のもと、情報処理学会誌では新しい企画「研究会推薦博士論文速報」特集をスタートした。本特集では、各研究分野をカバーする約40の研究会から、各研究会主査の推薦するその年度に新規に学位授与された優れた博士論文を読者に紹介する。研究会主査による推薦制度により、情報処理の各分野から優れた論文を迅速かつ定期的に読者に紹介することが可能になる。博士論文の研究内容を紹介することで、各研究分野の最新の研究動向だけでなく研究会の特徴や活動も主張することができる。また、次年度以降に博士学位取得を志望する若い研究者の目標設定を容易にするなどの効果も期待できる。

今回の特集は、2006年4月から2007年3月までの博士論文を対象に、各研究会の主査からの推薦による31本の優れた博士論文の紹介である。博士論文の推薦基準は各研究会に一任したが、国際的に高く評価されている論文、斬新なアイデアが高く評価できる論文、将来性が大きい論文、実用性の高い論文が集められた。それぞれの論文について、その論文の著者に研究内容の紹介を一般向けに分かりやすく書いてもらった。特に、読者の理解を助けるためのポンチ絵を付けてもらっている。また、第三者の意見として、各研究会からの簡単なコメントも掲載することにした。

本特集が読者にとって、各研究分野の最新研究動向への理解を深め、今後の展望を考える上で役に立つことを願っている。最後に、多大なご支援ご協力をいただいた情報処理学会調査研究委員会の中島秀之委員長および各研究会の主査の方々、博士論文速報に関する構想を説明して下さった東京大学の坂井修一教授、編集にあたり多くの意見をいただいた東京大学の松崎公紀氏、またご執筆いただいた著者の方々に厚くお礼を申しあげる。

（平成20年4月30日）

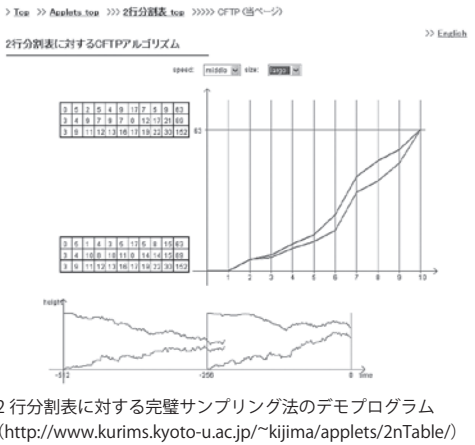
氏 名	来嶋 秀治				
学位論文題目	マルコフ連鎖モンテカルロ法における近似精度保証と完璧サンプリング法				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京大学	学位種別	博士（情報理工学）
推薦研究会	アルゴリズム	掲載時の所属	京都大学数理解析研究所助教		
推薦のことば	本論文は、ランダムサンプリング手法とその応用について理論的な性能解析を行うとともに、実用上有効な手法を提案するものであり、高く評価される。なお、著者は、平成 18 年度山下記念研究賞の受賞者である。				

本論文はマルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法に基づく効率的なアルゴリズムの設計および、その性能の理論的解析に関する研究である。

MCMC 法は、サンプリングにマルコフ連鎖を利用するモンテカルロ法である。シミュレーションや数値計算において非常に強力な計算手法の 1 つであり、多岐にわたる分野においてさまざまに応用される。一方で MCMC 法の性能解析は非常に困難であり、実務的な場面では、しばしば得られる解の精度について無批判にアルゴリズムが用いられている。このため、数理的な精度保証を持ち、効率的で信頼性の高いアルゴリズムの設計が応用諸分野において強く求められている。

本論文は $n-1$ 次元単体中の整数格子点上に定義された対数分離凹分布を対象とし、MCMC 法に基づく近似サンプリング法、完璧サンプリング法、および正規化定数の計算法を設計し、性能の理論的保証を与えている。また、得られた計算法の具体的な問題への適用について議論している。具体的には、待ち行列ネットワークの基本的で重要なモデルの 1 つである閉ジャクソンネットワークの積形式解、統計学における基本的な多変量統計データである 2 行分割表の一樣分布および多項超幾何分布、生物情報学の多くの統計的手法において多項分布の共役分布としてしばしば現れる (離散化) Dirichlet 分布を扱っている。

MCMC 法の精度を議論する上で、大きな問題の 1 つがマルコフ連鎖の収束の速さである。近似サンプリング法では、「マルコフ連鎖を何回推移させれば、定常分布に“十分”近くなるか」を議論する。一方、完璧サンプリング法は、マルコフ連鎖のシミュレーションを工夫することで、定常分布に厳密に従うサンプリングを実現してしまう。また、近似/完璧サンプリング法を用いた際の、モンテカルロ計算における計算時間と解の近似精度についての議論も不可欠である。



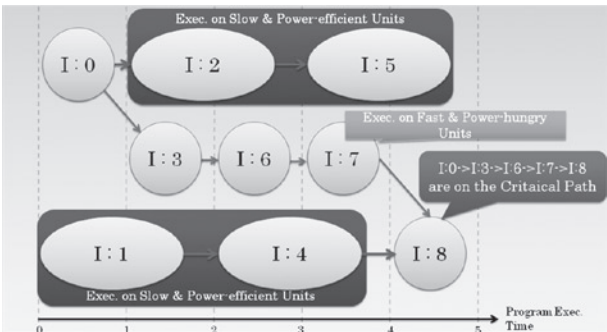
氏 名	千代延 昭宏				
学位論文題目	命令の重要度を利用する省電力マイクロプロセッサに関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	九州工業大学	学位種別	博士（情報工学）
推薦研究会	計算機アーキテクチャ	掲載時の所属	富士通（株）		
推薦のことば	高性能・低消費電力プロセッサの実現を目指し、プログラムの実行時間を律するクリティカルパスに着目する斬新なアーキテクチャ技術を提案し、その有用性を詳細な評価により明らかにした。				

プロセッサの処理性能は動作周波数と同時処理可能な命令数によって決まる。しかし高い動作周波数と並列性の抽出は消費電力の増加を伴う。消費電力の増加はプロセッサの発熱につながるため、深刻な問題となっている。以上を背景に高い処理性能を維持しつつ省電力化を達成するプロセッサの実現を目指して研究を行った。

この実現のために、本研究ではプログラムの実行時間を決定するクリティカルパス (CP) に着目した。具体的にはレイテンシと消費電力の異なる演算器を用意する。プログラムの実行時間に影響を与える CP 上の命令には、高速かつ消費電力の大きな演算器を割り当てる。一方、CP 上にない命令には低速ではあるが消費電力の小さな演算器を割り当てる。図において、円で囲まれた数字は命令を矢印は命令間の依存関係を表す。すべての命令のレイテンシが 1 サイクルの場合、図の命令列の CP は $I:0 \rightarrow I:3 \rightarrow I:6 \rightarrow I:7 \rightarrow I:8$ となる。

このとき CP 上にない命令列 ($I:1 \rightarrow I:4$, $I:2 \rightarrow I:5$) をレイテンシが倍の低速かつ電力消費の小さな演算器で実行してもプログラムの実行時間には影響がないことが分かる。このように命令によって演算器を使い分けると、CP 上にある命令の実行時間が延びない限りプログラムの実行時間には影響を与えない。このようにして、プロセッサの性能を落とすことなく電力消費が削減できる。

以上の方法をトレース情報から作成した理想的な CP 情報を利用して評価した。その結果、従来のプロセッサと比較して 4.4% の処理性能低下で 32.3% の省電力化を達成できることが明らかになった。また、本論文で検討した他のいずれのアーキテクチャにおいても現状の処理性能を維持しつつ省電力化を実現可能であることを明らかにできた。



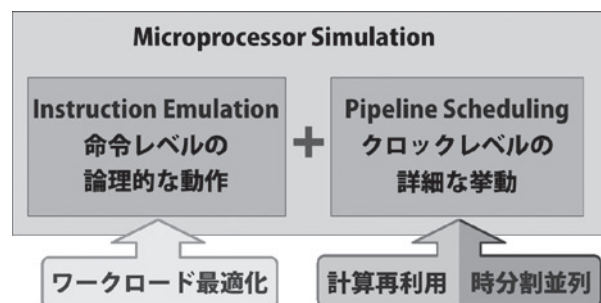
氏 名	中田 尚				
学位論文題目	マイクロプロセッサシミュレーションの高速化手法の研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	豊橋技術科学大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	計算機アーキテクチャ	掲載時の所属	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教		
推薦のこ	計算機の大規模化により、新規アイデアの研究・評価には高速かつ高精度のシミュレータが不可欠である。本博士論文は、要求精度を考慮したシミュレーションの高速化技術を提案しており、優れた実用性を有する。				

マイクロプロセッサの研究・開発には事前の評価・検証のためにシミュレーションが不可欠である。しかし、近年の大規模なマイクロプロセッサの挙動は複雑であり、そのシミュレーション時間は増加する一方である。たとえば、1回のシミュレーションに数日かかることも珍しいことではない。したがって、研究・開発の効率化のためには、シミュレーションの高速化が重要な課題である。

マイクロプロセッサのシミュレーションには、論理的な動作のみを検証する命令レベルシミュレーションをはじめ、キャッシュシミュレーションや分岐予測シミュレーションのような個々のモジュールの検証を行うためのシミュレーション、プロセッサ全体の動作をクロック単位で正確に予測するクロックレベルシミュレーションというように設計段階に応じてさまざまなものが利用されている。したがって、研究・開発過程全体の効率化にはこれらすべてのシミュレーションを高速化する必要がある。

本論文ではこれらのシミュレータの性質に合わせて2つの高速化手法を提案する。(1) 個々の対象プログラム専用の高速シミュレータを自動生成する「ワークロード最適化」、(2) ループのように多数回繰り返される区間のシミュレーションの繰り返しを検出し、まったく同一の結果となる部分に対して過去の結果を用いることにより計算を省略する「計算再利用」。

これらの最適化手法を適切に組み合わせることによりさまざまな種類のシミュレータに対して幅広く高速化を実現した。また、並行して開発を行った「時間軸分割による並列化」と組み合わせることにより、さらなる高速化が達成できる。これらの成果によりシミュレーション時間を大きく短縮し、マイクロプロセッサの開発者が自由な発想でさまざまなアイデアをシミュレーションにより検証することが可能となる。



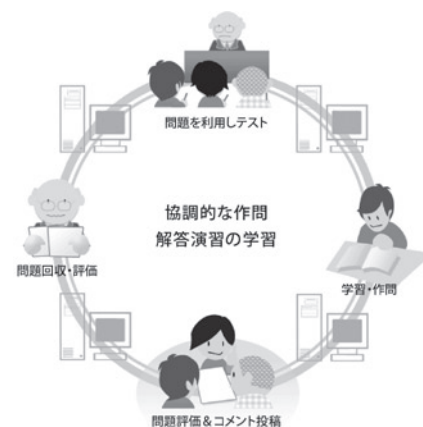
氏 名	高木 正則				
学位論文題目	学生が協調的に作問可能な WBT システムに関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	創価大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	コンピュータと教育	掲載時の所属	創価大学工学部情報システム工学科助教		
推薦のこぼ	この研究で開発された教育支援システムは、学生が主体となって学習コンテンツを作成し、それを活用してさらなる学習を深めていく独創的なシステムである。著者の大学ではすでに全学的に利用されており、有効性、実用性が高く評価できる。				

教師からの一方的な知識の伝達になりがちな大学の同期対面型講義において、教師-学生間ならびに学生同士のインタラクティブ性を高めることは、講義を成功に導く重要な鍵と言われている。また、近年 ICT を活用した講義支援システムの普及により、オンラインテスト機能が効果的に用いられている。しかし、オンラインテスト機能の利用には問題の作成や、システムへの登録作業が必要となり、教師に多大な労力を要求する。

本論文では、まず e-Learning システムの新たな学習・運用モデル「協調的な作問・解答演習」について論じた。本モデルは学生による作問、作成された問題の相互評価、オンラインテストへの出題という流れで実施する。次に本モデルを実現する WBT (Web Based Training) システム「CollabTest」(<http://wbt.soka.ac.jp>)を構築した。最後に本システムを用いて大学や小学校等で4年間17回にわたり利用実験を実施した。

CollabTest は個人間・グループ間で協調・競争しながら学生自身が自ら作問できることが特徴である。また、出題分野・単元の均等化を実現するために、作成された問題数が少ない単元の問題を作成すると高いポイントを獲得できる仕組みを提供している。さらに、複数のグループを統一したピアグループを形成することでグループ間の交流にも対応している。

本論文の貢献は大きく次の4点である。(1) 新たな学習モデル「協調的な作問・解答演習」の提案。(2) 実運用に耐えられる WBT システム CollabTest の設計および開発。(3) 幅広い学習者を CollabTest に適用し、本モデルの適用範囲の広さを実証。(4) 利用実験により学生に自律的な学習を促し、高い学習効果があることを確認。



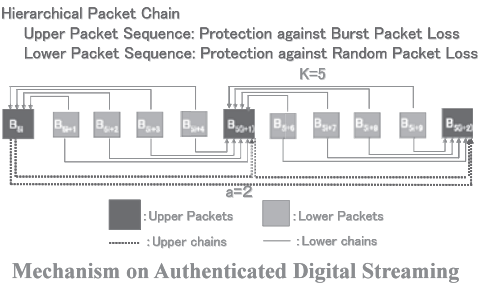
氏 名	田中 俊昭				
学位論文題目	マルチメディアサービスのための通信基盤とそのセキュリティに関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	九州大学	学位種別	博士（情報工学）
推薦研究会	コンピュータセキュリティ	掲載時の所属	KDDI 研究所情報セキュリティグループグループリーダー		
推薦のことは	本研究成果で得られた編集操作プロトコルおよび、共同文書編集のための通信アーキテクチャは、ITU-T の標準技術として採用されており、マルチメディア通信技術に関する標準化の推進に大きく貢献していることは注目に値する。				

昨今、モバイル環境の急速な進展に伴い、携帯電話で動画や音声を配信するサービスも急速に広がりつつある。また、マルチメディアサービスについては、ネットワーク上のサーバにあるマルチメディアを検索する非対称型サービスに加え、利用者が実時間かつ相互にマルチメディアの情報発信を行う対称型サービスへの発展も期待されている。

上記の対称型のマルチメディアサービスは、現状、主に PC・ブロードバンド環境等で実現されているが、今後、利用者層や利用面の多様化を考えると、PC、PDA、携帯電話、ゲーム機等の異なる計算能力や通信帯域が混在する異種混在 (Heterogeneous) の通信環境においても有望と考える。

しかしながら、Heterogeneous な環境で上記サービスを実現するには、アプリケーション処理と相互連携しつつ、通信・計算能力の違いを吸収する通信技術が必要となり、インターネット等のオープンな環境で上記を実現する共通の通信基盤が確立されていない。また、オープンな環境で、付加価値向上を目的とした安全性の高いサービスを実現するには、利用者端末の能力や規模、扱うマルチメディアの性質を十分に考慮したセキュリティ設計が必要となる。

本論文は、マルチメディアを多人数で同時に扱うサービスを実現する通信基盤技術および、上記サービスの安全性向上を目的とした、認証技術の方式提案と実証に関して論じたものである。本論文の主な貢献は次の 3 点である。(1) Heterogeneous な通信環境において、マルチメディアを対象とし、多人数で利用する対称型のマルチメディアサービスを目的とした通信アーキテクチャおよび編集操作プロトコルの提案および実現。(2) 上記サービスで扱うマルチメディアとしてストリーミングを対象としたメッセージ認証方式の提案および実現。(3) 利用者端末に携帯電話を用いる際の、公開鍵基盤技術 (PKI) に基づく相互認証方式に関する最適設計手法の提案。



氏 名	関 晃仁				
学位論文題目	ステレオ動画像を用いた車両の前方環境認識に関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京工業大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	コンピュータビジョンとイメージメディア	掲載時の所属	(株) 東芝 研究開発センター研究員		
推薦のことは	本論文は車載のステレオカメラから得られた動画像から車両の前方環境の多様な情報を取得する手法を提案したもので、技術的な水準も高く、また、自動車運転の安全性向上に大きく貢献するという実用性という点でも大きな意味がある。なお、本論文の内容については、2007 年 5 月の CVIM 研究会 D 論セッションでも発表され、評価も高かった。				

近年、自動車のインテリジェント化を実現するために、さまざまな技術が世界中で研究開発されている。すでに車線維持支援機能、歩行者検出機能、駐車支援機能、運転者状態検知機能などを持つ車両が市販され始めている。これらのシステムはセンシングデバイスとしてカメラを用いており、車載カメラから得られる画像を処理することによって、危険検知や車線維持制御等に必要情報を得ている。今後は、より広範囲な環境で、安定かつ正確に画像から情報を得るための高度な画像処理技術の実現が求められている。

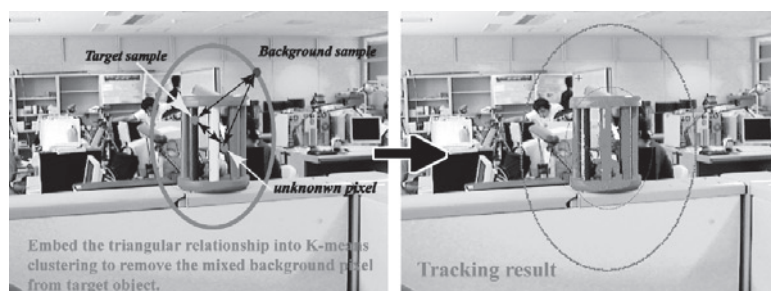
本論文では、車載ステレオカメラで撮影された動画像から、車両の前方環境の多様な情報を取得する手法について述べる。提案手法では、道路環境を認識するにあたり、自動車は道路面に沿って走行することから、道路面の情報が基礎であると考え、そこで、空間中の平面とステレオ画像間の幾何学的な性質を利用して空間中の道路領域とその位置を動的に推定し、その情報に基づいて後の各種処理を行う。最初に、道路領域の時間的な変化具合から自車両にとって危険となる領域を検出し、その空間位置を特定する。加えて、道路面を基準とすることで道路上の立体物の検出と位置推定を行う手法も提案する。さらに、道路の情報と車両の運動拘束を利用して、安定に自車両の運動を推定する方法について提案する。続いて、ステレオ画像間の対応点探索と時系列画像間のトラッキングに相当する作業を同時に行うことで、空間位置とモーションをより高精度に推定する方法を提案し、それを利用して障害物の 3 次元空間内の運動を推定する方法について説明する。また、学位論文では前に述べた空間位置とモーションの同時推定法を拡張し、ステレオカメラ間で同時刻に撮影されていない非同期カメラに対しても、3 次元計測やモーション推定が行える方法を提案している。



左図：障害物検出結果（斜線：障害物、明るく示す領域：道路領域）。
右図：奥行き方向の絶対モーション推定結果。手前に迫る動きほど白色に対応。○の大きさは距離に対応している。

氏 名	Chunsheng Hua (華 春生)				
学位論文題目	K-means Clustering Based Pixel-wise Object Tracking (邦訳:K-means クラスタリングより画素単位の物体追跡法)				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	和歌山大学	学位種別	博士 (工学)
推薦研究会	コンピュータビジョンとイメージメディア	掲載時の所属	大阪大学産業科学研究所知能複合知能メディア研究分野ポストドクター研究員		
推薦のことば	本論文は K-means クラスタリングを用いた非剛体物体の追跡手法を提案したもので、さまざまな画像解析の基本となる技術である。技術的な水準も高く、また、実用性という点でも大きな意味がある。なお、本論文の内容については、2007 年 5 月の CVIM 研究会 D 論セッションで発表され、評価も高かった。				

After decades of researches, object tracking has received much attention from many researchers and been widely applied to the traffic control, security system and the computer graphics, etc. Although many powerful object tracking algorithms have been brought out, tracking the wired object that contains apertures under the cluttered background condition still remains as a challenging task. That is because the background pixels will be mixed into the target object through the object apertures, and these mixed background pixels will greatly degrade the purity of target feature.



(http://vrl.sys.wakayama-u.ac.jp/VRL/studyresult/study_result_3.html)

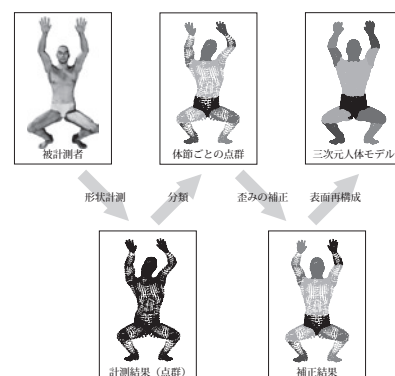
In this work, we bring out a robust pixel-wise object tracking algorithm that can remove the mixed background pixels from the target object. The contribution of this work includes: (1) introduce the negative samples into K-means clustering; (2) represent the target feature with a color-position feature vector; (3) bring our a new reliability-based K-means clustering algorithm to evaluate and remove the noise data; (4) represent and update the background samples with a variable ellipse model; (5) achieve the automatic tracking failure detection and recovery. This tracking algorithm can be applied to the intelligent car driving system, robot vision and the airport security system, etc. Through various experiments, we have confirmed the efficiency of our algorithm with a real object tracking system.

氏 名	Takuya Funatomi（船富 卓哉）				
学位論文題目	Three Dimensional Shape Modeling of Human Body in Various Postures by Light Stripe Triangulation （邦訳：さまざまな姿勢での光切断法による三次元人体形状モデリング）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	コンピュータビジョンとイメージメディア	掲載時の所属	京都大学学術情報メディアセンター助教		
推薦のこたば	本論文は、光切断法で人体の 3 次元形状を計測するときに問題となる、非瞬時性、離散性を解決するために、体節ごとに正確に計測した上で、全体として合成するという手法を開発している。技術的な水準の高さだけでなく、実用性という点でも大きな意味がある。なお、本論文の内容は 2007 年 5 月の CVIM 研究会 D 論セッションで発表され、評価も高かった				

人類学における人体形状の解析やさまざまな製品の設計への利用などを目的として、実計測に基づく三次元人体モデリングが行われている。高精度に計測可能な光切断法が一般的に用いられるが、計測結果として得られる点群において以下のような問題がある。＜不完全性＞隠蔽された部分では点群が欠損する。＜非瞬時性＞計測に時間がかかり、途中で動いてしまうと形が歪む。＜離散性＞点群から表面を再構成する処理が必要である。

従来は計測のあいだ被計測者が直立姿勢で静止していることを仮定していた。これにより、人体はほぼ静止している剛体であり、大まかな形状が既知であるとして扱うことができ、非瞬時性、離散性の問題に対処してきた。しかし、直立姿勢では腋下や股下で隠蔽が起りやすく、点群が欠損するため不完全性に十分対処できておらず、また非瞬時性、離散性の問題で他の姿勢でモデリングを行うのは困難であった。

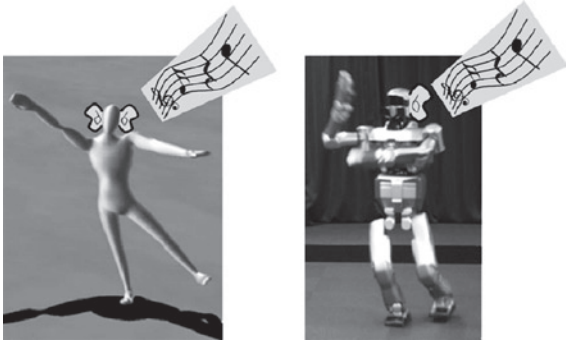
本論文では、不完全性に対処するため、さまざまな姿勢で計測を行うことを想定した下での人体モデリングについて論じた。人体は剛体とみなせる 11 の体節から構成されていると仮定し、計測結果である点群を各々の体節へ分類することで、非瞬時性、離散性の問題が解決できることを示した。計測において、被計測者が (1) 計測対象部位で隠蔽が起らないような何らかの姿勢を維持する、(2) 計測されない部分がなくなるように姿勢をさまざまに変化させる、という 2 つの状況を考え、それぞれの状況下で計測して得た点群を各体節に分類する手法を提案した。また、計測中の動きによって生じた歪みを体節ごとに補正することで非瞬時性の問題を解決した。また、姿勢に依らず各体節はほぼ円筒形であることを利用して表面の再構成を実現することで離散性の問題を解決した。



氏 名	Takaaki Shiratori (白鳥 貴亮)				
学位論文題目	Synthesis of Dance Performance Based on Analyses of Human Motion and Music (邦訳：人体動作と音楽の解析に基づく舞踊動作生成)				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京大学	学位種別	博士 (情報理工学)
推薦研究会	コンピュータビジョンとイメージメディア	掲載時の所属	Postdoctoral Fellow, School of Computer Science, Carnegie Mellon University		
推薦のこたば	本論文は、CG やヒューマノイドロボットで自然な動作生成を行うことを目指して、人間の舞踊動作を視覚的な動きと音楽情報の両方を利用して解析し、新たな舞踊動作を生成する手法を開発したもので、技術的な水準が高く、今後 CG やロボット分野で応用が期待されるものである。なお、本論文の内容は 2007 年 5 月の CVIM 研究会 D 論セッションで発表され、評価も高かった。				

近年コンピュータグラフィックス (CG) やロボティクスの分野では自然な人体動作を生成することの需要が高まってきている。モーションキャプチャシステムをはじめとした数々の手法が提案されてきているが、アニメーターが本当に必要としている動きを得ることは依然難しい。しかし実際の人間の行動を観察すると、まず環境などの視覚情報や音声・音楽などの音響情報を知覚し、そしてその情報の中から必要なもののみを抽出したり情報に対する感情が生まれ、その結果行動を起こす場面が多い。このような人間の情報抽出能力や感情などを考慮した人体動作の生成手法が求められてきているにもかかわらず、着手されているものは非常に少ない。

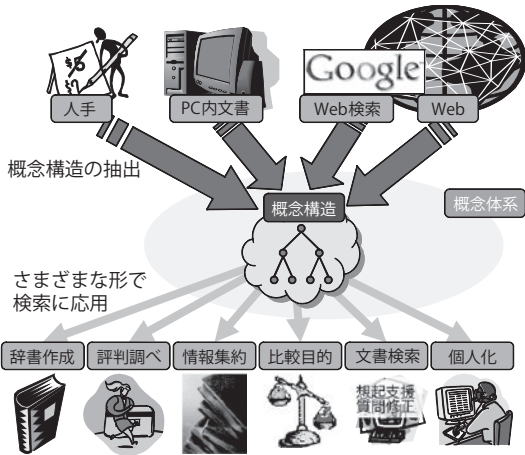
そこで本研究では主に舞踊動作を対象とし、動作と音楽の双方から舞踊動作を観察・解析し、得られた知見を基に新たな舞踊動作を生成する手法について提案する。舞踊においては、演者が演奏されている楽曲からそのテンポ、リズムの早さや曲調、盛り上がり、ジャンルなどの情報を抽出し、それらを基に動作を構成する。そのため舞踊動作は人間の認識能力とそれに基づく動作を解析・生成するのに最も適した研究題材の 1 つである。本論文では、動きのリズムと音楽のリズムとの相関性に関する解析手法、楽曲の速さに応じて生じる動きの省略のモデル化手法、楽曲の曲調が舞踊動作に与える影響に基づいて舞踊動作を自動生成する手法の 3 つを提案し、ロボットや CG キャラクタが音楽を聴いて動作を自動で生成する「サウンドフィードバック制御」の基盤技術確立する。



氏 名	大島 裕明				
学位論文題目	Web からの概念構造発見と検索への応用				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	データベースシステム	掲載時の所属	京都大学大学院情報学研究科特定助教		
推薦のことば	Web からの情報抽出という観点から新たな切り口を示した、将来性を感じる面白い研究だと思います。				

本論文では、人間が認知する大きな概念体系と呼ぶべき知識の中から、ある目的に利用できるような部分をコンピュータで扱える情報として取得したもののことを概念構造と呼ぶ。たとえば、ある語に対して上位関係や下位関係にあたる概念を表す語や、ある概念が特徴ベクトルで表されているときに、その概念の上位概念や下位概念を表す特徴ベクトルのような情報を概念構造としている。Web にはさまざまな情報が存在しており、工夫すればさまざまな目的に応用できる概念構造が発見できる。そして、発見された概念構造を、現在のキーワードベースの検索エンジンとは異なる、新たな情報取得手段において利用することを目的としている。

本論文の主な貢献は下記の 3 点である。第 1 に、Web 検索エンジンのインデックス情報を利用した同位語の発見手法の提案を行った。これは、1 語が与えられたときに、Web 検索を利用してその語の兄弟概念を表すような語、すなわち、同位語を発見するものである。また同時に、発見された同位語のコンテキストの取得も行う。第 2 に提案したのは、文書事例を問合せとする兄弟カテゴリ文書の検索手法についてである。ユーザはいくつかの文書をクエリとして与え、そのクエリに対してある文書が兄弟カテゴリ文書としてどの程度適合しているかを判定するための手法について提案した。第 3 に提案したのは、個人保有文書からの概念構造の発見とその Web 文書検索への応用についてである。個人の PC 上に存在する文書も Web の一部と考え、文書がツリー構造上に分類されているときに、その構造上における語の分布を考慮することによって、その分類を行った個人がある語に対して他の語をどのように考えているかという知識を発見する。そして得られた概念構造を Web 検索におけるクエリ拡張や検索結果の再ランキングに用いる。



氏 名	浦木（伊地智）麻子				
学位論文題目	印象推移による楽曲検索のための感性メタデータ生成方式についての研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	慶應義塾大学	学位種別	博士（政策・メディア）
推薦研究会	データベースシステム	掲載時の所属	慶應義塾大学政策・メディア研究科助教		
推薦のことは	本論文は、音楽データベース分野において、楽曲印象の時間的変化量分析による印象強調という新しい概念を有するメタデータ生成方式を提案し、国際学会、国際論文誌においても優れた研究として高く評価されたものである。				

マルチメディアデータベースの分野では、日々新しく生成される画像・映像・楽曲などの大量メディアデータの中から、ユーザの目的に合致する適切なメディアデータを獲得するための、分析・検索・創作方式の実現が重要な研究対象となっている。特に、楽曲は印象の推移を楽しむ芸術の1つであり、推移が生み出す印象深さ(以下、インパクト)やインパクトが楽曲全体の印象と与える影響度などは、ユーザが楽曲を印象として捉えたときの記憶において重要な要素である。したがって、印象とその推移がもたらすインパクトをメタデータへ反映することはきわめて重要となる。

本研究は、楽曲(音符列)の特徴分析によりその楽曲の「印象推移」を生成し、さらに、その印象推移の前後差(以下、印象差分値)がもたらす「インパクト」を反映した新しいメタデータ生成方式を提案したものである。図-1に本研究により生成される印象推移メタデータ構造を示す。

本研究の主要な提案は、1)印象推移が生み出すインパクトの計量・反映方式「Gap Calculation / Affection Algorism」の設計と実現、2)推移を形成する時間的粒度制御方式「Music Granularity Control Mechanism」の設計と実現である。

本研究により a) インパクトを反映したプレイリスト生成など「印象推移の生成」、b) ストーリー性類似検索など「印象推移による検索」、c) 印象推移特徴による楽曲分類のための「印象推移の知識抽出」、の応用が可能となった。印象推移メタデータとインパクト反映のコンセプトは、時間軸を持つマルチメディアデータへ広く応用可能であり、今後は、感性的自動マルチメディア創作技術へ応用していく予定である。

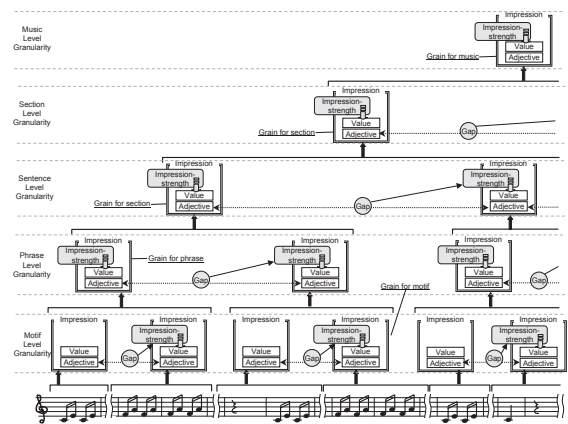
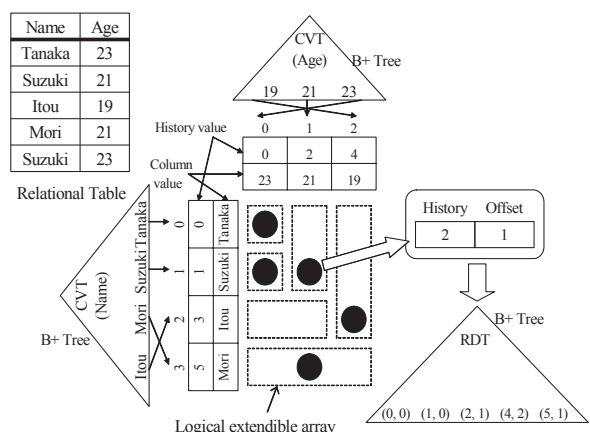


図-1 本研究により生成される印象推移メタデータ構造

氏 名	K. M. Azharul Hasan				
学位論文題目	A New Implementation Scheme of Relational Tables for Multidimensional Databases				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	福井大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	データベースシステム	掲載時の所属	Department of Computer Science and Engineering, Khulna University of Engineering & Technology (KUET), Bangladesh.		
推薦のことは	本論文は関係テーブルの新しい実装方式を提案・評価しているが、その方式は広く一般の多次元データセットの実装に適用可能である。特に、データウェアハウスにおける基本データ構造の実装方式として採用する場合には効率的なインクリメンタル処理が可能になる。本論文の内容は著名な国際会議論文・学術論文誌に採録されており、国際特許も公開されている。				

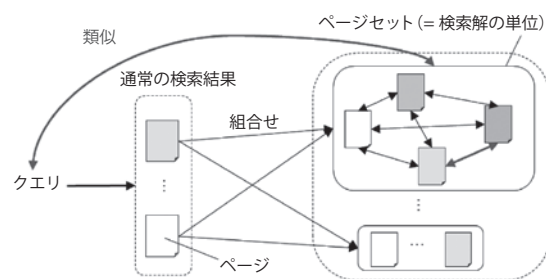
In this thesis a new implementation scheme of relational tables for multidimensional databases called HORT (History Offset implementation of Relational Tables) is presented based on multidimensional extendible arrays. Efficient storage schemes are required to store sparse data for multidimensional arrays. More over conventional schemes for storing multidimensional arrays do not support dynamic extension of an array and hence addition of a new column value is impossible if the size of the dimension overflows. In this thesis, these shortcomings are solved by an efficient scheme of record encoding based on the notion of extendible array. It is shown that the storage and retrieval cost has significant improvement over the conventional implementation of a relational table. The figure shows HORT implementation of a relational table. A new parallel implementation scheme of relational tables for multidimensional databases named P-HORT (Parallel HORT) is presented. The scheme uses a new partitioning scheme based on the notion of subarray. The superiority of this partitioning comparing to other existing multidimensional partitioning schemes is described in detail. In this partitioning the candidate and non candidate records for a query are separated. Efficient retrieval algorithm is developed to apply in P-HORT. Based on the retrieval algorithm; efficient load balancing technique for the parallel implementation is developed. Cost model for load balancing is developed and validated.



氏 名	Takayuki Yumoto（湯本 高行）				
学位論文題目	Organizing Multimedia Content by Search and Integration（邦訳：検索・統合によるマルチメディアコンテンツの組織化）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	データベースシステム	掲載時の所属	兵庫県立大学大学院工学研究科助教		
推薦のこたば	本論文は、コンテンツ組織化の手法として、Web ページの統合型ランキングをはじめとした 3 つの手法を提案しており、新規性、有用性ともに高いと認めることができるため、推薦いたします。				

近年の Web の普及により、一般のユーザにとっても Web から望む情報を得ることが以前よりも容易になっている。また、流通するコンテンツも数が急激に増加するとともに、形式も HTML コンテンツだけではなく、画像やビデオなど多様化している。さらにコンテンツが存在する場所も Web 上だけではなく、各自のデスクトップ PC、ハードディスクレコーダ、携帯端末の中など多様化している。このような環境の中で分散して存在するコンテンツを横断的に検索する手法として、メタサーチエンジンなどが提案されているが、これらのコンテンツは依然として別々に検索、利用されているのが現状である。また、ユーザの興味・目的は多様化しており、ユーザの求める情報を単一のページまたはコンテンツのみで充足させることは難しいことが多い。

それに対して、本論文は、マルチメディアコンテンツを組織化して利用することによって、ユーザにとってのコンテンツの価値を向上させることを目的とし、マルチメディアコンテンツの組織化のための手法を提案するものである。本論文では、(1) Web ページの統合型ランキング、(2) マルチメディアコンテンツのペーリング、(3) コンテンツ統合言語の 3 つの手法を提案している。これらは組織化の対象となるコンテンツを選択するための検索手法(手法(1)、(2))と選択されたコンテンツの表示のための統合手法(手法(3))に大別できる。前者では、従来の情報検索が検索の単位を単一の Web ページなど単一のコンテンツに限定していたものを、それらを組み合わせたページセットやペアに拡張するという手法を提案している。これにより、ユーザは自らページを選ぶことなく、ページセット内のページを閲覧するだけで所望の情報を得られる。後者では、動的なコンテンツ統合を可能にするコンテンツ記述言語を提案している。この言語は、コンテンツ作成者の意図の表現、クエリを用いた動的なコンテンツの取得などの機能を有している。



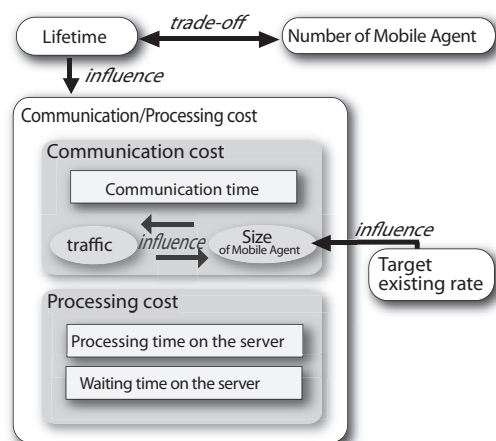
(1) 統合型ランキングの模式図

氏 名	Misako Urakami（浦上 美佐子）				
学位論文題目	A Study on Factors for Mobile Agent Performance under Unstable Network Conditions（邦訳：変動する通信環境下におけるモバイルエージェントの性能特性に関する研究）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	山口大学	学位種別	博士（理学）
推薦研究会	マルチメディア通信と分散処理	掲載時の所属	大島商船高等専門学校情報工学科准教授		
推薦のこたば	変動する通信環境下でモバイルエージェントを効率的に利用するための基盤的知見を与えており，さらにこの知見を活かせる応用例まで取り扱った，有効性と実用性に優れた研究である．				

分散処理アプリケーションでは、必要なデータ量の増減や通信障害の発生などによる通信環境変動の影響をできるだけ軽減することが課題である。モバイルエージェントは、エージェントと呼ばれるソフトウェアがコンピュータ間を自律的に移動しながら特定の仕事を遂行する手法である。分散処理アプリケーションへ移動するエージェントを導入することで、変動する通信環境下においても、影響軽減や柔軟な処理変更に対応できることが期待できる。このアプリケーションを効果的に運用するためには、システム開発に加えて、移動するエージェントが本来的に持つ性質を明らかにすることが重要である。

本論文では、変動する通信環境下において、モバイルエージェントを効率的に利用するための基盤的知見を与える。さらに、この知見を活かしエージェント導入による応用例を提供する。

モバイルエージェントの基盤的知見に関する本論文の主な貢献は、既往の性能決定要因と本論文で新たに導入したエージェントの生成から消滅までの期間であるライフタイムとの関係性を図のように示し、エージェントの性能を評価した。そして、ライフタイムの有効性を示した。さらに、モバイルエージェントの代表的な応用事例である情報検索の効率化について、その重要要因を明らかにした。応用例では、まずエージェントの移動が通信環境に影響を与える災害時救援活動のための安否情報交換アプリケーションへ適応した。逆に、通信環境の変動がエージェントの移動に影響を与える小型船舶の安全航行のための無線ネットワークアプリケーションへ適応した。



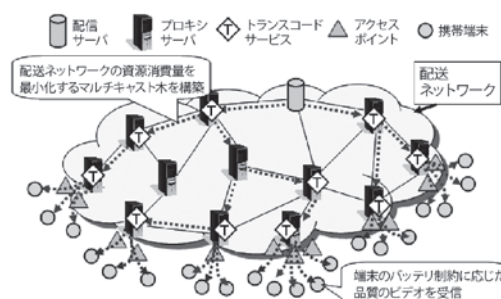
性能を決定する要因の相関関係

氏 名	Morihiro Tamai（玉井 森彦）				
学位論文題目	QoS Adaptation Methods for Video Delivery in Pervasive Environments（邦訳：パーベシブ環境におけるビデオストリーミングのための QoS 適応手法）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	奈良先端科学技術大学院大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	マルチメディア通信と分散処理	掲載時の所属	（株）国際電気通信基礎技術研究所適応コミュニケーション研究所研究員		
推薦のこたば	携帯端末が限られたバッテリー量で指定時間分のビデオを無線ネットワークを介して受信・再生するための QoS 制御技術を提案、実装、評価した。また、マルチメディア通信分野で著名な会議 NOSSDAV2004 に採択され、高い評価を得た。				

携帯無線端末を対象としたビデオストリーミングでは、ビデオのエンコード、配送、デコード、描画等により、端末、および配送ネットワーク上で多くの資源を消費するため、高品質のサービスを実現するためには、これらの資源に対する制約を考慮したビデオ配信技術が不可欠である。本論文では、端末、および配送ネットワークに対する資源制約を考慮するための QoS 適応手法として、大きく次の 2 つの方式を提案している：(1) 端末のバッテリー制約を考慮するための省電力ビデオストリーミング方式、(2) 配送ネットワークの計算資源制約、および帯域制約を考慮するための、リソース効率のよいビデオマルチキャスト方式。

提案方式 (1) では、携帯無線端末のバッテリー制約を考慮するため、端末とビデオ配信サーバとの間に位置するプロキシサーバ上でビデオのトランスコードを行い、ビデオ配信サーバから送信される高品質なビデオを、低品質なビデオへと変換して携帯無線端末に送信する。ビデオを低品質化することで、ビデオのデコードや描画に必要な計算量、および無線経由で受信される総データ量が減少するため、省電力化が可能となる。実機を使用した実験により、提案手法が端末のバッテリー持続時間を大きく延長できることを示している。

多数の端末に対し、提案方式 (1) で行うような、端末ごとの制約に応じて異なった品質のビデオを配送する際には、ビデオのトランスコードやストリームの配送により、プロキシサーバやプロキシ間のオーバーレイリンク上で、多くの計算資源と帯域が消費される。提案方式 (2) では、配送ネットワークの消費資源量を最小化するマルチキャスト配送経路を求めるための、ヒューリスティックアルゴリズムを提案している。

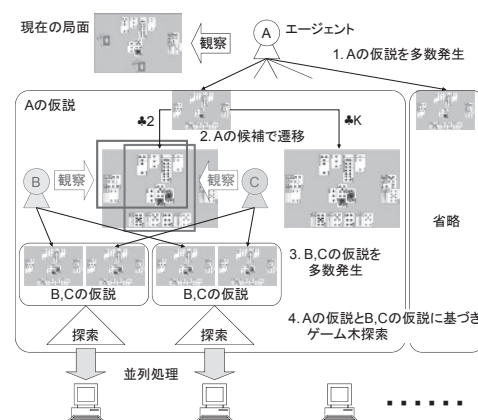


氏 名	小田和 友仁				
学位論文題目	コンピュータブリッジの並列処理～マルチプレイヤモデルの提案と実装～				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京工科大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	ゲーム情報学	掲載時の所属	富士通（株）次世代テクニカルコンピューティング開発本部 ソフトウェア開発統括部		
推薦のこたば	ブリッジにおいて、敵を騙し味方のミスを防ぐという不完全情報ゲーム特有のプレイをモデル化し、並列処理により実時間プレイが可能な実装を行った。また、リスクを考慮したプレイを選択する、並列処理法を提案した。				

ゲームをコンピュータにプレイさせる研究は、人工知能研究の一環として多くの成果を残してきた。完全情報ゲーム (全情報が公開されるゲーム) であるチェスの研究では、ゲーム木探索による行動選択の手法が確立され、コンピュータが人間のチャンピオンに勝利するという成果を取めた。完全情報ゲームの分野ではさらに複雑なゲームである囲碁や将棋へと研究対象が移行した。一方で不完全情報ゲーム (敵の手札など未知情報があるゲーム) の研究はあまり進んでいない。

不完全情報ゲームでは一般的にモンテカルロ法によるアプローチが採用される。未知情報に対して複数の仮説を立て、各仮説について完全情報ゲームとみなして探索し、各結果の集計から平均的に良さそうな行動を選択する。各探索において従来の方法では敵と自分が同じ 1 つの仮説に基づき行動すると仮定する。これでは自分だけが持つはずの情報が敵に筒抜けだと仮定することになる。よって敵を騙すなどの上級者の行動選択を導き出せないといった問題があった。

本論文では不完全情報ゲームであるコントラクトブリッジを題材に、敵との競合に加え味方との協調を考慮して行動決定する手法を論ずる。本研究の学術的な貢献は次の 5 点である。(1) 不完全情報マルチプレイヤゲームにおける上級者の思考をモデル化。(2)(1) のモデルに基づいて敵と自分、味方がそれぞれ立てた推論の下に行動することを考慮した探索手法の提案。(3)(2) の高速化手法の提案。(4)(3) と従来の探索手法を組み合わせる利益とリスクを考慮する行動決定の手法の提案。(5) モンテカルロ法に基づくゲーム木探索手法に親和性の高い並列プログラミング手法の提案。これらの手法はカードゲームを代表とするほとんどの不完全情報ゲームに応用可能である。さらに現実問題への発展としては、電子商取引のためのエージェントなど、不完全情報の下での意思決定システムへの応用が期待できる。

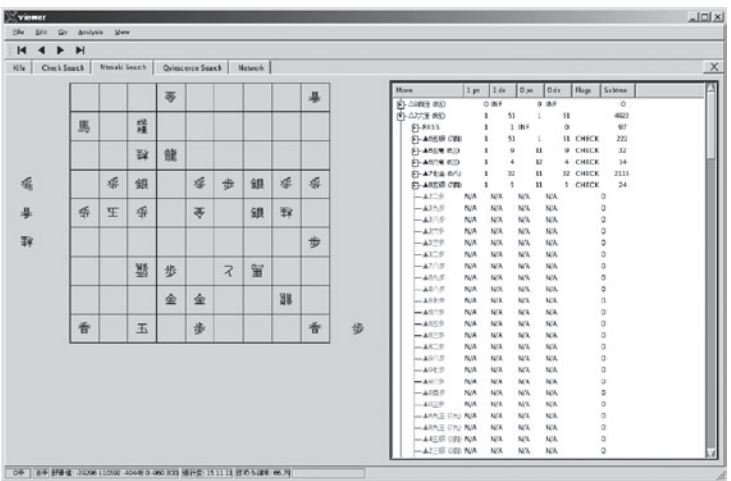


氏 名	Shunsuke Soeda（副田 俊介）				
学位論文題目	Game Tree Search Algorithm using Threats（邦訳：脅威度を用いたゲーム木探索アルゴリズム）				
取得年月	平成 18 年 9 月	大学	東京大学	学位種別	博士（学術）
推薦研究会	ゲーム情報学	掲載時の所属	産業技術総合研究所特別研究員		
推薦のことば	本論文は、AND/OR 木の探索を対象とした df-pn 駆動 λ -探索，df-pn 駆動 dual λ -探索という 2 つの新たな探索アルゴリズムを提案し，実験によって有効性を確かめた．				

知的ゲーム、特に 2 人プレイや完全情報確定ゲームを題材とした研究は、計算機科学の黎明期から行われており、さまざまな手法を生み出す・試すための土壌となってきた。近年の計算機の性能向上や研究の成果により、多くのゲームについて、人間のトップレベルプレイや互角かそれ以上のレベルでプレイできるプログラムが開発されている。

しかし、いまだ計算機が苦手としている問題も存在する。たとえば、計算機は物量的な指標(駒の数等)でプレイや間の優劣がはっきりする問題は得意としているが、そのような指標がない問題には有効な手法が提案されていないものが多い。その中には、人間がよく用いる指標は知られているものの、その指標を利用した効率的なアルゴリズムが存在しないものもある。

本論文では、このような指標の 1 つである、脅威度を利用した探索アルゴリズムについて論じている。脅威度は「守りを無視し、攻めに専念した手を何手指せば負けるか」を表す概念である。本論文では、脅威度と df-pn 探索アルゴリズムを組み合わせた探索アルゴリズムを提案し、その有効性を示した。また、2 人プレイやゲームについて、双方のプレイヤーの脅威度を利用した探索アルゴリズムを提案し、その有効性を示した。



氏 名	Jun Nagashima（長嶋 淳）				
学位論文題目	Towards Master-level Play of Shogi（邦訳：名人を目指すコンピュータ将棋）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	北陸先端科学技術大学院大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	ゲーム情報学	掲載時の所属	沖ソフトウェア（株）		
推薦のことば	序盤における洗練されたプレイはコンピュータ将棋が名人を超えるための重要課題である。本論文は、機械学習などのさまざまな技術の統合と調整により、定跡を外れた場合でも、計算機が適切にプレイできる手法を提案した。				

西洋においては、チェスは知性の象徴とされ、人工知能の分野において、コンピュータプレイヤーの開発が長く行われてきた。1997 年には当時の世界チャンピオンを Deep Blue が破り、大きな話題となった。一方、日本にある伝統的なチェスライクゲームである将棋においては、現在のトップクラスのコンピュータ将棋でもまだアマチュア 5 段程度の強さしかない。これは、チェスと比較して盤面が広く使用する駒の数も多く、取った相手の駒を利用できるといったルールのために、将棋の方が遙かに複雑な題材になっているためである。

1,000 手を超えるような長手数詰め将棋問題を解くなど、コンピュータ将棋は終盤の詰みに関してはプロ棋士さえ凌ぐ能力を持っている。一方、序盤は最大の弱点となっており、アマチュア級位者程度の実力しか持っていない。このため、コンピュータ将棋が人間チャンピオン(名人)に迫りつき追い越すためには、序盤の改良が必要不可欠である。

チェスやオセロの序盤では、コンピュータは定跡と呼ばれる決まった手順をデータベース化して利用することにより、トップクラスの序盤プレイが可能であった。一方将棋では定跡外の手も指されることもあり、チェスなどではほとんど考慮する必要のなかった、定跡から外れた場合への対処も必要となってくる。本研究では、序中盤における定跡局面/定跡外の局面での安定したプレイに焦点をあてる。本論文の主な貢献は、次の点である。(1) 得意戦法への誘導を目指した定跡データベースの学習による調整。(2) 定跡局面の部分利用などによる好形/悪形の評価。

これらの手法を実装したコンピュータ将棋 TACOS は、プロ棋士との公開対局で序中盤を互角以上に戦うなどの成果をあげた。また、各種コンピュータ将棋の大会においても好成績を残している。



氏 名	伊藤 英明				
学位論文題目	大規模公共施設における位置に基づく遠隔指示方式				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	グループウェアとネットワークサービス	掲載時の所属	オムロン（株）技術本部		
推薦のこたば	大規模公共施設における位置に基づく遠隔指示方式を開発し、マルチエージェントを用いた参加型設計の枠組みを利用して、評価が難しい、こうした社会情報システムの評価手段をまとめており、学術上寄与するところが大きい。				

本論文は大規模公共施設の群集に対して位置に基づく遠隔指示を行うコミュニケーション方式を研究したものであり、主な成果は次のとおりである。

(1) 公共施設における人々のインタラクション環境を仮想的に階層化するコミュニケーション方式を提案した。これを、HCI 分野で研究されてきた内在型コミュニケーションと対比し、超越型コミュニケーションと名付けて設計を示した。この設計に基づいた遠隔指示インタフェースを実装した結果、管理者が群集を超越的視点から俯瞰し、個々の歩行者に対し位置に基づく遠隔指示を与えることが可能となった。

(2) 公共施設におけるインタラクション環境を評価するための2種の実験環境を開発した。1つ目は、マルチエージェントシステムに基づく参加型設計の方法論に基づき、エージェントとアバタが対等にインタラクションを行う参加型シミュレーション環境である。エージェントをエキストラとすることで、少数の被験者による大規模な評価実験が可能となった。2つ目は、この参加型シミュレーションを実空間に持ち込んだ拡張実験環境である。地下鉄京都駅構内にこの環境を導入し、実空間のリアリティの中で公共施設における超越型コミュニケーションを評価した。

(3) 会話分析を用いてインタラクション環境を評価する手法を示した。まず、Wizard of OZ 法を用いた超越型誘導実験を行い、誘導時の管理者と被験者の会話を収集した。この会話を会話分析 (CA) の手法を用いて分析し、超越型誘導特有のインタラクションパターンを明らかにした。また、実空間での実験が困難な場合に、仮想空間がインタラクション環境の評価に利用できることを示した。



氏 名	酒田 信親				
学位論文題目	遠隔作業指示のための胸部搭載式ウェアラブル端末の研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	筑波大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	グループウェアとネットワークサービス	掲載時の所属	大阪大学基礎工学研究科助教		
推薦のこたば	従来の頭部搭載式だけでなく胸部搭載式ウェアラブル端末でも遜色なく遠隔協調作業が行える可能性を示した論文で、同内容で国際会議 (CollabTech 2006) にて最優秀論文賞を受賞している				

物理的にお互いの声や視界が及ばない離れた2地点に居る人間が、テレコミュニケーション技術を用いた端末で音声や映像を伝え合い協調して作業を進めることを遠隔協調作業という。特に本研究の対象として、工場・発電所・災害現場・工事現場などの作業場所で移動を必要とする作業員向けのウェアラブル端末である。過去、HMD や HMC で構成されたヘッドセットタイプの端末が研究されていた。しかし、これらの端末は HMD を用いたことで、HMD 装着時の疲労・違和感、表示情報と作業空間を交互に見る負担、さらに HMD の装着位置を保てない問題が存在した。そこで、HMD を使わない遠隔協調作業向け端末として、胸部搭載式ウェアラブル端末を提案した。提案した端末は、産業技術総合研究所で開発された Wearable Active Camera with Laser (WACL) と Chest Worn Display (CWD) の2つのインタフェースで構成されている。

WACL は2軸制御の雲台の上にレーザとカメラをマウントした小型の実世界情報投影型ウェアラブルインタフェースで、遠隔地から WACL の雲台を制御し、実世界上の物体や場所を、レーザスポットで指し示すことで指示を伝達し、遠隔地間で作業を行う。しかし、図面や映像を参考にするような複雑な作業において、WACL のレーザスポットの点だけによる指示は難しい。そこで、リッチな視覚支援を提供するため、頭部非接触式装着型ディスプレイとして Chest Worn Display を提案した。さらに、この胸部搭載式ウェアラブル端末の評価として、既存のヘッドセット端末と作業効率やユーザビリティを比較するユーザテストを行った。その結果、胸部搭載式ウェアラブル端末は、HMD と HMC で構成される既存の頭部搭載式装着型端末と作業効率は遜色なく、むしろ装着感の面で快適に、移動・運搬・組み立てを伴う遠隔協調作業を行えることを実証した。これら本研究の結果より、遠隔協調作業における HMD を使わない頭部非接触式のウェアラブル端末の有効性を実証した。さらに、この成果は、遠隔協調作業だけでなく、実世界情報投影型のインタフェースを用いた情報支援や情報提示の可能性を示唆した。



氏 名	塩見 昌裕				
学位論文題目	実フィールドで活動支援を行うコミュニケーションロボットに関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	大阪大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	ヒューマンコンピュータインタラクション	掲載時の所属	(株) 国際電気通信基礎技術研究所（ATR） 知能ロボティクス研究所 研究員		
推薦のことば	本研究は、人との対話を通じて活動支援を行うコミュニケーションロボットを実現するための基礎的な技術の研究開発と、複数の実環境下における実証実験を行っており、大きな将来性を持つ研究である。				

人々の日常生活を支援するコミュニケーションロボットを実現するためには、大きく2種類のプロセスが必要になると考えられる。1つは、ロボットが与えられたタスクを実現するための頑健なセンサ処理の実現や、人とロボットが円滑に相互作用を行うための対話モデル構築などの、基礎的な研究開発である。もう1つは、基礎研究を通じて開発されたコミュニケーションロボットを用いて、実際に利用されると想定される環境（実フィールド）で、たとえば一般の人々に対して活動支援を行うなどの、実証的な研究開発である。

本論文では、コミュニケーションロボットに必要な基本機能の開発、実フィールドで実際に人々の活動支援を行うコミュニケーションロボットの開発と評価、および実フィールドで主に集団を対象に活動支援を行うコミュニケーションロボットの開発と評価を、一貫して行った。本論文の主な貢献は、下記の5点である。(1) 複数異種のセンサを統合した人追跡・顔追跡手法の提案、(2) 実フィールドで頑健に活動するコミュニケーションロボットシステムの開発、(3) 大阪市立科学博物館内において、ロボットの振舞いの違いがもたらす活動支援（科学技術に対する興味の向上）効果の変化を検証、(4) 集団とロボットの円滑な相互作用を実現するための、集団注意制御手法の提案、(5) ロボットが自律的に集団注意制御を行うために必要となる、集団状態推定手法の提案。

本研究成果の応用として、現在は、実フィールド内で複数の人々の位置・行動を頑健に推定するシステムの研究開発や、一般の人々と長期的な対話を実現するコミュニケーションロボットの研究開発を行っている。



氏 名	Tomoko Yonezawa（米澤 朋子）				
学位論文題目	Multimodal Representation of Personified Media with Expressive Strengths of Voice and Gesture（邦訳：擬人的媒体の音声・身体動作によるマルチモーダル表現の表情強度に関する研究）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	名古屋大学	学位種別	博士（情報科学）
推薦研究会	ヒューマンコンピュータインタラクション	掲載時の所属	(株) 国際電気通信基礎技術研究所（ATR） 知能ロボティクス研究所 研究員		
推薦のことば	ロボット等の擬人的媒体を介したコミュニケーションを自然にするマルチモーダル表現についての研究成果は多大かつ実用的であり、さらに視線コミュニケーションに着目した、擬人的媒体の表現の検証手法も優れている。				

本論文は擬人的媒体の音声と動作によるマルチモーダル表現手法を統合的な観点から検討するものである。アンドロイドロボットや動物型ロボットなどの擬人的媒体によるコミュニケーションシステムでは、人間や生物などと同様な形態や内部機構とそれらの多様な表現において高い擬人性が望まれる。本稿では実体を伴う擬人的媒体の音声・身体動作を通じたマルチモーダルな表現を検討し、表現における表情付けの強度（表情強度）の制御について、知覚実験の分析により有効性を議論する。各々のモダリティの表現手法と同時に、それらの表情付けの強度のさまざまな組合せにおける効果（クロスモダリティ）について検証する。

まず、擬人的媒体が介在するコミュニケーションの中でぬいぐるみの実体性と外観に着目し、それらがユーザの発話と動作に有効的に作用することを確認する。次に、マルチモダリティの中の一つの表現手法として音声の表情強度の変化を滑らかに接続しながら表現することを狙い歌声に音声モーフィング技法を適用し、知覚評価実験により有効性を確認する。さらに自然に表情付けられた歌声表現を制御するために擬人化インタフェースとして手人形を導入し、ユーザの手のひらの動作に従い連続的に歌声の表情強度を変化させるシステムを提案する（図-1）。最後に、歌声と身体動作のマルチモーダル表現におけるクロスモダリティの統合的な表情強度と表情強度同士の適合性について知覚実験により検証する（図-2）。その結果、身体動作による表情強度は全体の表情強度へ大きく影響し、適合性はモダリティ間で相当する表情強度の組合せにおいて最も高いことが示された。

本論文の研究成果は、クロスモーダル表現モジュールとして、ロボットシステムのジェスチャと音声の表現手法における適用、異なる母国語の子供同士の人形対話への適用、声帯を失ったユーザの音声表現手段への適用など、擬人的媒体に限らず実際の人間の表現における応用も期待される。



図-1 擬人的表現のための手人形インタフェース

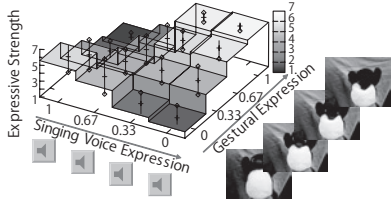


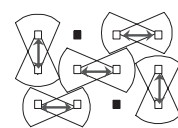
図-2 表情付け強度のクロスモダリティ評価実験

氏 名	Masanori Takata（高田 昌忠）				
学位論文題目	Medium Access Control Protocols for Ad Hoc Networks Using Directional Antennas（邦訳：指向性アンテナを利用したアドホックネットワーク MAC プロトコル）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	静岡大学	学位種別	博士（工学）
推薦研究会	モバイルコンピューティングとユビキタス通信	掲載時の所属	（株）日立製作所システム開発研究所企画員		
推薦のこたば	指向性を電子的に制御可能なアンテナを利用した無線アドホックネットワークにおいてオーバーヘッドを減らし、スループットを向上させる MAC 層のプロトコルを複数提案し、各種の条件下で詳細に評価しており高く評価できる。				

ユビキタス社会では非常に多くの端末がネットワークに参加するため、集中制御には限界が生じる。そこで、端末だけで構築される自律分散型のアドホックネットワークが注目されている。無指向性アンテナを利用する従来の MAC プロトコルでは、共有媒体を効率的に利用できない問題が指摘されている。一方、電子的にアンテナの指向性を制御可能な可変指向性アンテナを利用することで共有媒体を効率的に利用することが可能である(図-1)。しかし、MAC プロトコルにおいて指向性アンテナの効果を有効に利用するにはさまざまな問題の解決が必要である。

本論文では指向性アンテナを利用したアドホックネットワーク MAC プロトコルにおける以下の2つの問題点の解決を行った(図-1)。1つ目は、アンテナの指向性を適切な方向へ制御するために必要な近隣端末の位置情報取得問題である。この問題に対して、データ通信時に位置情報を近隣端末へ配布する方式 SWAMP (Smart antennas based Wider-range Access MAC Protocol) を提案した。2つ目は、通信相手がビジーであることを知らないために生じる deafness 問題である。この問題に対して、これから行う通信を近隣へ通知する方式 DMAC/DA (Directional MAC with Deafness Avoidance) と、ポーリングを行う方式 RI-DMAC (Receiver-Initiated Directional MAC) を提案した。これらの方式の性能評価を行い、既存方式と比較して提案方式の有効性を示した。

指向性アンテナを利用した MAC プロトコルは国内外で盛んに研究が行われているが、本論文で解決した問題は未解決のままであった。本論文は次世代のユビキタス社会基盤の構築に寄与するものであり、高度道路交通システム、メッシュネットワークやセンサネットワーク等への応用が考えられる。



利点1: 干渉の低減による空間利用効率の向上
利点2: 特定方向への電力集中による通信距離の拡張

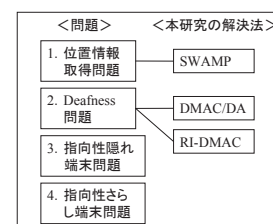
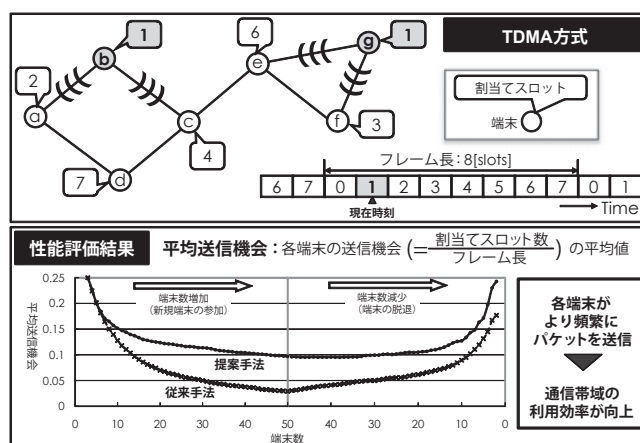


図-1 指向性 MAC の利点、問題とその解決法

氏 名	神崎 映光				
学位論文題目	アドホックネットワークにおける TDMA スロット割当てに関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	大阪大学	学位種別	博士（情報科学）
推薦研究会	モバイルコンピューティングとユビキタス通信	掲載時の所属	大阪大学大学院情報科学研究科助教		
推薦のこたば	アドホックネットワークにおける帯域の有効活用・公平性の確保を TDMA により効率良く行う方法が提案されている。端末数の増減・移動や片方向リンクの存在等も考慮した提案・網羅的な評価も行われており、適用性・信頼性も高い。				

アドホックネットワークは無線通信端末のみで暫定的に構築されるネットワークであり、無線インフラが存在しない環境でもネットワークを構築できるという特徴から、数多くの応用が期待されている。また、各端末の帯域アクセスをタイムスロットと呼ばれる時間に分割する TDMA (Time Division Multiple Access) 方式は、ネットワーク内の通信量にかかわらず、パケット衝突の発生しないデータ転送が実現できるため、アドホックネットワークに適用するさまざまな研究が行われている。しかし、従来研究の大半は、アドホックネットワークの特徴であるネットワークポロジの動的な変化に対応できない。また、データの転送に利用されないスロット (空きスロット) が多数存在し、通信帯域の利用効率が低いという問題がある。

本論文では、従来研究の抱える上記の問題を解決し、端末の自律的動作のみで通信帯域を有効に利用する TDMA スロット割当て手法について論じる。本論文の構成は下記の通りである。(1) 通信帯域を有効利用するスロット割当て手法の提案：端末が移動しない環境において、各端末の自律的な動作のみで、空きスロットの発生を最小限に抑え、通信帯域を有効に利用するスロット割当て手法を提案する。(2) さまざまな環境を想定した提案手法の拡張：無線通信範囲の異なる端末が混在する環境や、端末が移動する環境を想定し、提案手法の拡張を行う。(3) 提案手法の性能評価：シミュレーション実験により、提案手法における通信帯域の利用効率が、従来手法より大幅に向上することを確認する。



氏 名	Katsuhiko Kaji (梶 克彦)				
学位論文題目	A Study on a Universal Platform for Digital Content Annotation and its Application to Music Information Processing (邦訳：デジタルコンテンツのアノテーション基盤技術とそれに基づく音楽情報処理に関する研究)				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	名古屋大学	学位種別	博士 (情報科学)
推薦研究会	音楽情報科学	掲載時の所属	NTT コミュニケーション科学基礎研究所 RA		
推薦のこたば	本論文は、音楽を対象としたアノテーションに関する新たな枠組みを提案している。その優れた発想と技術はあらゆるデジタルコンテンツに対して適用可能な汎用性の高いものであり、大きな柔軟性と将来性を持っている。				

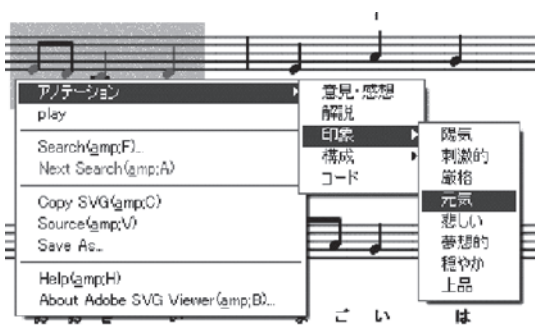
Web 上に存在するさまざまなデジタルコンテンツに対する推薦や変換などの高度利用の要求に応えるためには、それぞれのコンテンツの構造や関連性といった意味情報を計算機が把握する必要がある。しかし、コンテンツの種類によって異なる論理構造や、コンテンツが持つ潜在的な曖昧性による複数の解釈の情報を総括的に管理する手段がないという問題がある。

そこで Web 上の任意のコンテンツに対するアノテーションのための基盤である Annphony を提案する。コンテンツの内部要素を指し示す形式である ElementPointer と、RDF を拡張したアノテーション形式により、コンテンツの構造、人によって異なる解釈、異なる種類のコンテンツ間の関係の情報を扱うことを可能にする。

またアノテーションに基づく音楽情報処理を目指し、音楽に関するアノテーションを獲得するためのシステムを提案する。本システムは Annphony をアノテーションの管理に利用することで、楽曲の構造や解釈・関連性に関するアノテーションを収集する。Web 上のユーザを対象とし、楽曲の時間範囲や楽譜中に存在するシンボルに対する、人手によるアノテーション収集を支援する。収集するアノテーションを柔軟に追加・変更することが可能である。これにより特定のアプリケーションに限定されないアノテーション収集が実現される。

さらに新しい音楽の利用形態として、プレイリストを介したコミュニケーション (Playlist-Mediated Communication) を提案する。嗜好と状況に適合したプレイリスト作成の支援を行い、さらにそのプレイリストに対する感想や解説を投稿し合うことのできるシステムを構築することで、ユーザ同士がオンラインでコミュニケーションを実現する。

音楽のアノテーション収集と利用に関するアプローチは、他の種類のデジタルコンテンツに対しても適用可能である。

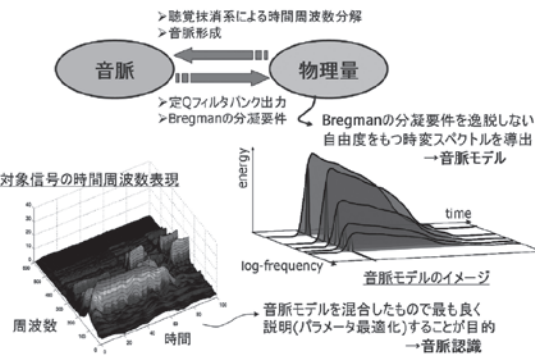


氏 名	Hirokazu Kameoka（亀岡 弘和）				
学位論文題目	Statistical Approach to Multipitch Analysis（邦訳：統計的手法による多重音解析に関する研究）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京大学	学位種別	博士（情報理工学）
推薦研究会	音楽情報科学	掲載時の所属	日本電信電話（株）NTT コミュニケーション科学基礎研究所		
推薦のこ	本論文は混合音中の各音の基本周波数を推定する独創的な解法を提案しており、音楽や音声などの音響信号を扱う新たな基礎理論として、アイディアの斬新さと学術的価値が高く評価されている。本分野での土台となる重要論文である。				
とば					

本研究は、さまざまな音が混在する中で目的音の情報 (基本周波数、スペクトル包絡、位相) を分離推定する多重音解析技術に関するものである。多重音解析技術は、ロボット聴覚、知能的音響センサ、自動採譜、オーディオコーデックの効率的な符号化機能、楽音ごとの加工やイコライジングが可能な高自由度イコライザ、多種機能つき音楽検索システム実現のための音楽コンテンツの自動メタデータ化など、実に広範囲にわたるアプリケーションへの応用が期待される一方で、その実現は数理的に大変難しい。

従来は別問題に扱われがちであった混合信号の基本周波数推定と音源分離の問題は、実は鶏と卵の関係にあること (各音源の基本周波数が既知であれば音源分離がしやすくなるし、一方で音源分離がすでになされていれば各音源の基本周波数は推定しやすくなること) に着目すると、これらは同時最適化問題として定式化すべきとの見地に立てる。同様に、音源分離と音源数推定、各音源成分の周波数的群化 (瞬時基本周波数、調波成分の瞬時パワーの推定) と時間的群化 (瞬時基本周波数と調波成分の瞬時パワーの時間変化の平滑拘束による重なり成分の分離)、および基本周波数推定とスペクトル包絡推定、基本周波数推定と調波成分の位相推定などあらゆる要素問題に鶏と卵問題が内在していることに気づくと、従来まで有効な手立てが存在しなかった理由が自然に見極められる。本論文では以上の観点と問題意識に基づき、混合信号中に含まれる (1) 音源数、各音源の (2) 基本周波数、(3) 時変スペクトル構造、(3) スペクトル包絡、(4) 調波成分の位相、を同時推定する統一的方法論を与える。その解法は、聴覚情景分析で知られる「音脈分凝」と呼ぶ人間の特殊な聴覚機能をヒントにしている。

人間の聴覚機能をヒントにした多重音解析法
“調波時間構造化クラスタリング(HTC)”



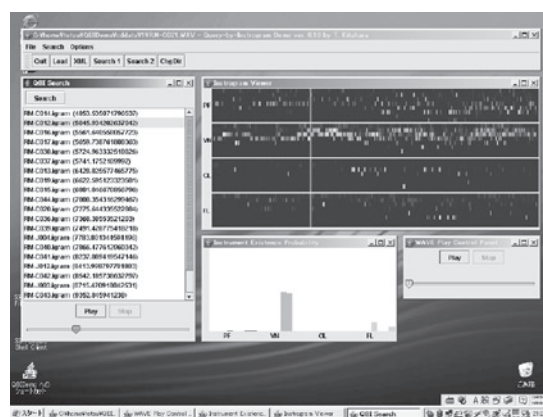
氏 名	Tetsuro Kitahara（北原 鉄朗）				
学位論文題目	Computational Musical Instrument Recognition and Its Application to Content-based Music Information Retrieval（邦訳：計算機による楽器音の認識および内容に基づく音楽情報検索への応用）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	音楽情報科学	掲載時の所属	科学技術振興機構 CREST CrestMuse プロジェクト（関西学院大学理工学研究科）博士研究員		
推薦のことは	本論文では、実演奏中の楽器音を認識するという困難な問題に取り組み、新たな発想で頑健な技術を実現した。さらにその成果を応用した音楽情報検索システムも実現しており、実用性の大きい論文として高く評価できる。				

現在の計算機が聴覚情報を認識する能力は、人間にくらべて限定的である。学習済みの音が単独で与えられた場合には比較的精度よく認識できるものの、同時に鳴る他の音などから影響を受けていると認識は困難になる。

本論文では、音楽を対象として、複数音源が同時に鳴る音響信号からの各音源 (楽器) の認識に取り組む。音楽は、通常複数の楽器が同時に演奏するため、音認識研究の題材に適している。音楽は、信号 (認識すべき音) と雑音 (無視すべき音) が一意に定まらない点が特徴的であり、これは雑音下音声認識との主な違いといえる。楽器音の認識は、音楽情報検索や自動採譜などの応用からも重要な課題である。

しかし、楽器音の認識は、近年まで主に単一音のみを対象に取り組まれてきた。混合音を扱う研究も増えつつあるものの、実応用につながるまでには至っていない。混合音に対する楽器音認識では、次の 4 つの課題に対処する必要がある。(1) 音高による音色の変化、(2) 未知 (学習済みでない) 楽器の入力、(3) 複数音の同時発音によって、倍音成分が重複し、特徴量が変化する現象、(4) 前処理として行う各単音 (1 音符に相当する音) の発音時刻・基本周波数(F0)の推定エラーによる影響。

本論文では、これらの各々に対して有効な解決策を提案した。特に、課題(4)に対しては、Instrogram という楽器存在確率の時間・周波数表現を考案し、楽器存在確率を全時刻・全基本周波数にわたって網羅的に求めることで上述の前処理を必要としない新たな枠組みを実現した。さらに、Instrogram 間の類似尺度を定義することで、楽器構成をキーとした類似楽曲検索 (図) も実現した。



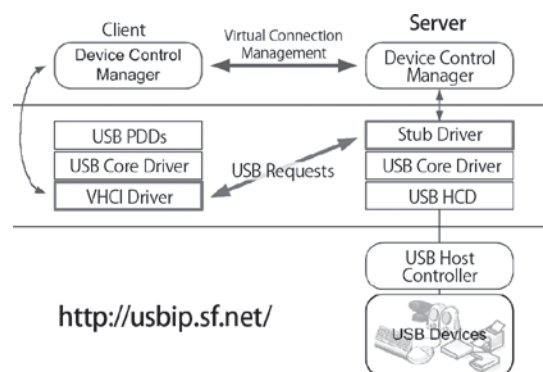
氏 名	Takahiro Hirofuchi（広渕 崇宏）				
学位論文題目	USB/IP : Universal Serial Bus Extension over IP Network（邦訳：IP ネットワークを介した USB 拡張手法の提案）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	奈良先端科学技術大学院大学	学位種別	博士（情報工学）
推薦研究会	システムソフトウェアとオペレーティング・システム	掲載時の所属	産業技術総合研究所 情報技術研究部門 インフラウェア研究グループ 産総研特別研究員		
推薦のことは	本学位論文の内容は、OS 分野で著名な USENIX において FREENIX/Open Source Track に採録され、Best Paper Award を受賞した。国際的な評価も高く、博士課程学生の研究会活動として相応しいと判断する。				

本論文では、異なるオペレーティングシステム間での相互接続性を有し、かつさまざまな種類のデバイスに汎用的に対応する、IP ネットワークを介した計算機周辺機器アクセス手法について述べている。

既存手法において、オペレーティングシステム内部のドライバインタフェースやそのセマンティクスをネットワークに対してそのまま延長した手法は、その機構において特定のオペレーティングシステムに対する依存性を内包するという問題点がある。ドライバインタフェースやセマンティクスに拡張を加えた場合、リモートデバイスに対する完全な機能性および透過性の実現が多様なデバイスに対して汎用的には困難になる傾向がある。

そこで、汎用的な周辺機器バスモデルの 1 つである USB (Universal Serial Bus) を、IP ネットワークを媒体とするリモートデバイスアクセス技術として拡張する手法を提案している。ホストコントローラの仮想化によって、デバイス I/O を周辺機器バス自体の制御から分離し、そのセマンティクスをリモートデバイスに対しても適用することを可能にしている。実装評価をとおしてその定量的な性能モデルを確立し、今日の LAN 環境における十分な実現可能性があることを示している。また、USB のモデルやそのソフトウェアおよびハードウェアの実装において、提案手法による拡張において生ずる問題点や限界点を明らかにし、その解決手法を示すとともにさらなる最適化のための指針を述べている。

以上のように、本論文では、周辺機器バスモデルのネットワーク拡張手法を提案し、プロトタイプ実装の開発および評価によって、その有効性・有用性を検証している。本研究をとおして得られた知験は、IP ネットワークを媒体とする汎用的な周辺機器制御機構の実用化に対して、一定の実現可能性を示すとともに、さらなる課題や研究の方向性を示している。

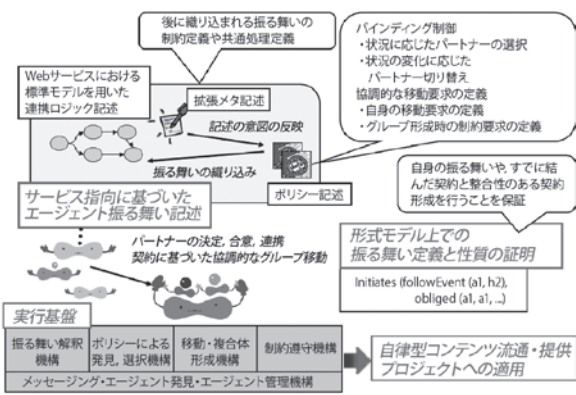


氏 名	石川 冬樹				
学位論文題目	サービス指向コンピューティングにおける合意に基づいた協調的な移動性				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	東京大学	学位種別	博士（情報理工学）
推薦研究会	ソフトウェア工学	掲載時の所属	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系助教		
推薦のこたば	サービス指向は学会と産業界において重要なテーマであり、それを実際に実現する技術提案として有用である。モバイルエージェントと Event Calculus という実践と理論のバランスもとれ、一般公開されている点も評価した。				

サービス指向アーキテクチャにおいては、有用な機能がサービスとしてネットワークに公開され、それらを連携させて新たなサービスが合成される。一方、モバイルエージェント（MA）は実行状態を保持してネットワーク上を移動できるソフトウェア部品であり、計算・通信資源を考慮しての動的配備等に用いられてきた。サービス指向が注目され始めた際、Web サービス仕様等を MA システムに取り入れる取り組みが盛んに行われたが、MA とサービス指向の本質的な連携は検討されていなかった。

この問題に対し本研究では、(1) サービス指向に適した MA 実装モデル、(2) サービス指向の思想に基づいた MA 協調モデルという 2 つの観点から取り組みを行った。(1)については、ビジネスプロセス記述（合成サービス実装）に対し、別途ポリシー記述を付加することによって複雑な動作を組み込む実装モデルを提案した。これにより、一般的な方法で実現されたサービスに対して、適用環境等に応じて移動性を加え MA 化したり、状況に応じた利用サービスの切り替え動作を組み込んだりすることができる。またこのような動作挿入等による不整合を防ぐための制約の扱いも定めている。(2)については、複数の MA が互いの要求の交換を通して、協調的な移動方法を契約として定め、それに従いグループを形成して協調的に移動するような振舞いの実装モデルを提案した。ここでもポリシー記述の付加により協調的な移動についての振舞いを制御できる。加えて、MA が両立しない契約を結ぶなどの不整合のないよう、ポリシー記述時の制約や実行時のポリシー適応についても形式言語上での議論を通して定めている。

上記の提案は、産学連携プロジェクトにおいて研究開発されたエージェント開発フレームワークに取り入れられ、特に自律型コンテンツ流通・提供の実現手段として用いられている。また現在では MA に限らない一般的なモデルへの発展に取り組んでいる。



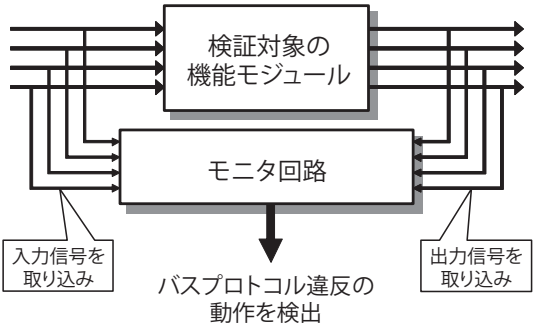
氏 名	垣内 洋介				
学位論文題目	モニタベース手法を用いたオン・チップ・バスプロトコルの機能検証に関する研究				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	大阪大学	学位種別	博士（情報科学）
推薦研究会	システム LSI 設計技術	掲載時の所属	大阪大学大学院情報科学研究科助教		
推薦のことば	本論文は大規模集積回路に対する設計検証技術を提案している。提案手法により既存ハードウェアモジュール間のインタフェース検証が効率化され、設計効率の大幅な改善が期待できる。実用的な論文として評価できる。				

LSI の微細化、集積化に伴い、システム全体を 1 つのチップで実現する、システム・オン・チップ (System-on-Chip ; SoC) 設計が広く普及している。SoC 設計では、既設計の機能モジュールを再利用してシステムを構成することで、新たに回路を設計する際のコストを軽減しており、オン・チップ・バスプロトコルと呼ばれるデータ転送の手順に従ってモジュール間の通信を行う構成が一般的である。このような構成では、モジュール間のデータ通信の正しさを保証するために、モジュールのインタフェース部の設計がバスプロトコルに従って動作するかどうかを機能的に検証することが必要である。

機能モジュールのインタフェース検証では、モニタと呼ばれる検証用回路を付加して動作を監視させるモニタベース検証が行われる。しかし、従来モニタは人手で設計しなければならなかったため、誤りの混入や検証コストの増加を招いていた。そこで、本研究ではより効率的にオン・チップ・バスプロトコルやモジュールインタフェースを検証する手法を提案する。

本論文の主な貢献は以下の点である。

- (1) バスプロトコルの特徴的動作を表現可能なモデルの提案と、モデルを用いたモニタ回路の自動生成方法の開発および実装。
- (2) 提案モデルに対して形式検証手法を適用することで仕様の正しさを保証する方法の提案。
- (3) モニタ回路を用いた新たなシミュレーションカバレッジであるモニタ状態カバレッジの考案。
- (4) モジュールの単体検証において必要となる入力制約を仕様から自動抽出し、検証コストを軽減する手法の考案。



氏 名	Masanao Yamaoka（山岡 雅直）				
学位論文題目	A Study on Low-Power SRAM Design under Process Variation of Transistors（邦訳：トランジスタのプロセスばらつきを考慮した低電力 SRAM 設計の研究）				
取得年月	平成 19 年 3 月	大学	京都大学	学位種別	博士（情報学）
推薦研究会	システム LSI 設計技術	掲載時の所属	日立製作所中央研究所研究員		
推薦のことば	大規模集積回路の製造ばらつきの問題に着目した実用的な論文である。製造ばらつきによる SRAM メモリの信頼性の劣化および微細化による漏れ電流の増加を軽減する斬新なアイデアを提案した論文として評価できる。				

半導体集積回路の加工技術は年々微細化が進展している。しかしそれに伴い、トランジスタが小さくなるため製造時のプロセスばらつきが増加し、トランジスタの性能のばらつきが回路動作に与える影響が無視できなくなっている。特に LSI の重要な構成要素の 1 つである SRAM は、トランジスタばらつきの影響を大きく受け、SRAM 動作のために必要なマージンが減少し、動作性能が劣化する。SRAM の性能は LSI の動作性能の大きな部分を占めるため、性能向上が強く望まれている。本研究ではトランジスタの性能ばらつきが SRAM に与える影響を解析的に求める手法を提案し、さらにその解析結果をもとに、SRAM の性能を向上させる回路技術を提案した。

本研究では、トランジスタのばらつきと SRAM の動作性能の関係を解析する手法を提案した。従来は、この関係は正確には解明されていなかったため、必要以上に大きなマージンをもって SRAM の設計が行われていた。本提案手法により、設計時に実 LSI 上での SRAM 性能の予測が可能となり、設計マージンを最低限に抑え性能を向上させた SRAM の設計が可能となる。本解析手法において用いられるグラフを図-1 に示す。本グラフで示されるウィンドウ内に製造時のトランジスタの分布 (図中ひし形) が含まれることで、その SRAM が正常動作することが分かり、不必要なマージンを持たない設計が可能となる。

さらに、本研究では、SRAM の性能を向上させる回路技術を提案した。これらの技術を使うことで、SRAM の動作性能の向上や消費電力の低減が可能となる。ただし、これらの技術は、SRAM 回路の面積増加などのデメリットも有するが、前記の性能解析手法を用いて必要な性能のみを向上させることで、デメリットを最低限に抑えて、SRAM 回路の性能向上が可能となった。それにとともに LSI 全体の性能向上、特に現在大きな問題となっている電子機器の低電力化が可能となった。

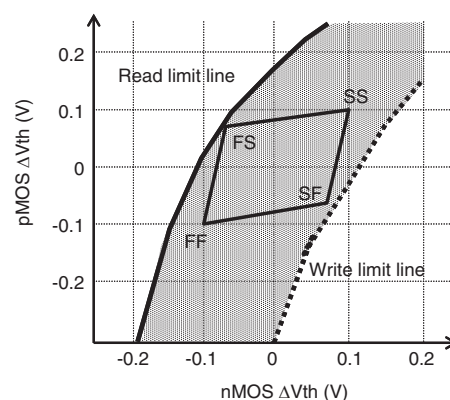


図-1 提案した SRAM の性能解析手法