

【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)

情報処理学会誌 49 巻 6 月号 (2008 年) にて、「研究会推薦博士論文速報」特集を企画した。これは、情報処理の各研究分野をカバーする約 40 研究会の主査の推薦により、優れた博士論文の研究成果をいち早く読者に紹介するものである。昨年の特集がその最初であったが、大変好評であった。読者モニタから、「近年の情報各分野における博士論文の成果が簡潔に紹介されており、非常に参考になった」、「博士号取得を目指すにあたっての先輩方の業績を他分野も含めて、横断的に情報を得られたことは、自分自身の認識を深めるのに、大変参考になりました。来年度以降も続けてほしい」、「研究会推薦博士論文速報で、概要の図が入っている点分かりやすかった」、「まだ学位取得していない読者に学位取得を促す良い企画だと思う。定期的に掲載をお願いしたい」といった激励の言葉が寄せられた。

これを背景に、編集委員会において今後「研究会推薦博士論文速報」特集を定期的に掲載する方針が決まり、今年は 6 月号と 12 月号の 2 回の特集を組むことになった。本特集では、2007 年 4 月～2008 年 3 月までの博士論文を対象として、情報環境領域とフロンティア領域の研究会の主査に推薦していただいた 16 本の優れた博士論文を紹介する。コンピュータサイエンス領域の博士論文は 12 月号にて紹介する。

情報環境領域からは 7 本の博士論文が推薦された。マルチメディア通信と分散処理研究会からは、孫氏の移動ノードから構成されるアドホックネットワーク向けの高性能な経路制御プロトコルの研究と、長谷川氏の大規模 IP ネットワークを構築運用するキャリアの視点でのネットワーク主導の段階的な品質向上手法の研究が推薦された。情報システムと社会環境研究会からは、深田氏の自治体 IS 部門職員の実務における問題認識に基づいて取り組んだ実用性の高い論文が推薦された。モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会からは、鈴木氏のユビキタス・ローカルネットワークと連携したモバイルネットワークのルーティング方式に関する研究と、李氏の情報ネットワークにおいてサーバを必要としない鍵管理手法と信用管理手法の考案と有効性評価の研究が

推薦された。コンピュータセキュリティ研究会からは、Attrapadung 氏の放送型暗号と高機能公開鍵暗号方式のための統合的枠組みに関する研究と川口氏の感染特性に着目したヒットリストワームの検知手法の論文が推薦された。

フロンティア領域からは 9 本の博士論文が推薦された。コンピュータと教育研究会の松澤氏は、コラボレイティブ・マネジメント方式による創造的 IT 人材育成システムを構築し、産業界から高い評価を受けている。また、今井氏は、計算機内部の構造・動作の視覚的表示機能と学習者・指導者間の情報交換支援機能を持つ教育用ビジュアルシミュレータを開発し、教育現場に適用し評価した。音楽情報科学研究会からは、竹川氏の鍵盤奏者のための音楽活動支援システム、中野氏の情報処理システム、そして吉井氏の音楽推薦システムが将来性を持つ研究として高く評価され推薦された。音声言語情報処理研究会の翠氏は、Wikipedia やマニュアルなどの文書を知識ベースとした最適な対話戦略を備える音声情報案内システムを提案し、音声対話インタフェースの新たな可能性を広げた。電子化知的財産・社会基盤研究会の関氏は将来の権利処理システムの在り方を示した。エンタテインメントコンピューティング研究会からは、清水氏の人型ロボットの持つ身体性を利用した新たなユーザインタフェースの提案と、棟方氏の人間に飽きられにくいゲームやロボットのインタフェースを考える上で非常に示唆に富むインタラクティブシステムが推薦された。

本特集のそれぞれの論文紹介は、一般向けに分かりやすく書かれ、読者の理解を助けるためのポンチ絵が付けられている。また、第三者の意見として、研究会からの簡潔な推薦意見も掲載してある。本特集が読者にとって、各研究分野の最新研究動向に関する理解と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の各研究会の主査の方々、編集にあたり多くのご意見をいただいた編集委員会委員の方々、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たい。

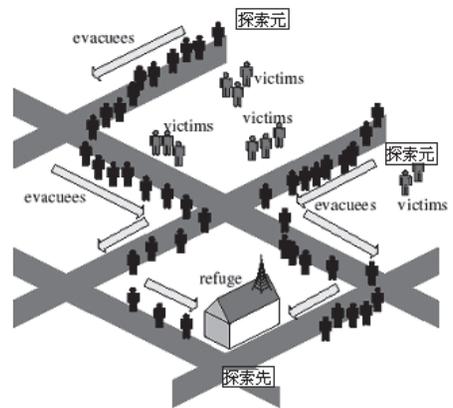
(平成 21 年 5 月 5 日)

| | | | | | |
|--------|---|--------|------------------------|------|-----------|
| 氏名 | 孫 為華 (Weihua Sun) | | | | |
| 学位論文題目 | 移動ノードから構成されるアドホックネットワーク向けのルーティングに関する研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 大阪大学 | 学位種別 | 博士 (情報科学) |
| 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 | 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教 | | |
| 推薦のことは | マルチホップ無線ネットワークを対象に端末の移動性を有効利用した新しい発想に基づく高性能な経路制御プロトコルについての研究であり、その成果の一部が難関国際会議で採択されるなど国際的にも高い評価を得ている。 | | | | |

モバイルアドホックネットワーク (MANET) は、今後の重要なインフラストラクチャの1つになると期待されている。しかし、MANETを構成する端末 (ノード) は頻繁に移動するため、ネットワークトポロジも頻繁に変更される。これに対応するため、多くのルーティング手法が提案されてきており、それらはオンデマンドに経路を発見する際の経路発見メッセージの転送オーバーヘッドや、ルーティングテーブル維持のオーバーヘッドを緩和することなどを設計目標としてきた。

本論文で提案する MANET 向けのルーティングプロトコル Contact-based Hybrid Routing (CHR) では、一度遭遇したノードに対し、そのノードへ到達するための大まかな転送ノード列を、各近隣ノードからの情報だけをもとに各ノードが維持する。遭遇したノードへの経路の発見は、基本的に自身が保持する転送ノード列を利用する。なお、それが途中で分断している場合は、その中間ノードが保持する転送ノード列で補完する。このように、各ノードが、遭遇したノードへの大まかな経路を保持し、経路発見時にはそれらを組み合わせることで、少ない経路発見メッセージで経路発見を行うことを可能としている。

一方、車載通信機器間の協調により、車両をノードとしたマルチホップ車車間アドホックネットワーク (Vehicular Ad Hoc Networks, VANET) とよばれる MANET を構成することが考えられている。このため、データ遅延および損失が少ない安定性の高い経路を構築することが求められる。本論文で提案する車車間マルチホップ通信向け位置情報ルーティングプロトコル GVGrid (Geographic routing on VANET using Grid) では、移動しない送信ノードからある地理領域に存在する車両群へのデータ送信を継続的に行うための通信経路を構築する。なるべく車両流に沿った通信経路を構築することで、ノード移動による切断の可能性を低減させる。また、その通信経路が存在する道路形状を記憶することで、経路を復元するためのオーバーヘッドを軽減することができる。



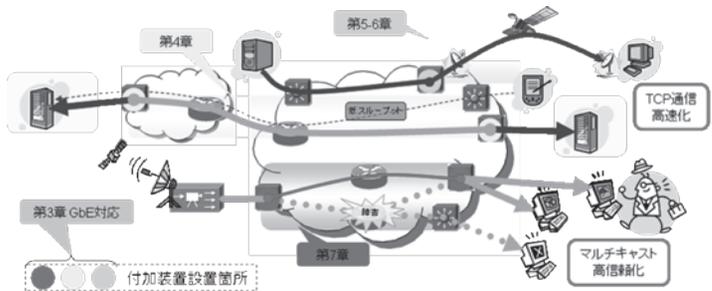
CHRによる経路探索例

| | | | | | |
|--------|--|--------|----------------------------------|------|------------|
| 氏名 | 長谷川輝之 | | | | |
| 学位論文題目 | ネットワーク内処理によるパケット通信の高速・高信頼化に関する研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 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 | マルチメディア通信と分散処理 | 掲載時の所属 | (株) KDDI 研究所次世代通信アーキテクチャグループリーダー | | |
| 推薦のことは | 本論文は大規模 IPNW を構築運用するキャリアの視点で NW 主導の段階的な品質向上手法を提案している。実用化に加え ICC/GLOBECOM 等の代表的国際会議にも採録されており学位論文として高く評価できる。 | | | | |

近年 IP パケット通信は急速に利用範囲を拡大し、WWW 等の従来のインターネットアクセスに加え、携帯電話でのデータ通信や家電製品間の相互接続、さらには音声通話や放送配信への適用等、日常生活を支えるインフラ構成要素として必要不可欠な存在となっている。IP ネットワークのインフラ化に伴いノードの置換や実装変更はますます困難となっているが、ユーザが通信に期待するスループット・信頼性への要求は高まる一方である。

本論文は、現在の IP ネットワークを構成する膨大な数のノードを一斉に変更することが困難であるとの認識に基づき、ネットワークを構築・運用する通信キャリアの視点で、ネットワーク内のボトルネック個所に高度なパケット処理を行う付加装置を徐々に導入し、既設ノード実装を一切変更せず段階的にパケット通信の高速・高信頼化を実現する手法を述べ、その実用性を明らかにしている。

本論文の貢献は以下の通りである。(1) IP ネットワークを提供する通信キャリア向けのソリューションとして、高速・高信頼化に向けた付加装置導入の提案と、その実現に向けた課題を整理し、提案手法の適用範囲を明確化した。(2) 少数の付加装置から始まる段階的な導入を可能とするため、汎用 PC プラットフォームを対象として、ギガビットレートに対応したソフトウェア実装技術を確認した。(3) 主要なアプリケーションである TCP 通信の高速化ならびに IP マルチキャストの高信頼化について具体的方式を確認し、商用装置を含む実装・評価を通じてその実用性と有効性を確認した。



| | | | | | |
|--------|---|--------|--------------------|------|----------------|
| 氏名 | 深田 秀実 | | | | |
| 学位論文題目 | 地方自治体における統合型地理情報システムの高度応用に関する研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 岩手県立大学 | 学位種別 | 博士 (ソフトウェア情報学) |
| 推薦研究会 | 情報システムと社会環境 | 掲載時の所属 | 小樽商科大学商学部社会情報学科准教授 | | |
| 推薦のこぼ | 本論文は、自治体の IS 部門の職員が実務の問題認識に基づいて取り組んだ論文として、実用性の高い研究内容となっており、IS 研究の良い典型論文の 1 つとなっている。またいくつかの学術論文を公表しており、博士論文として十分な学術成果が得られており、本論文を研究会として推薦する。 | | | | |

地理情報システム (Geographic Information System) に代表される空間情報技術は、将来、社会的に大きな影響を与える重要な科学技術の 1 つとして注目されている。行政情報システムとしての GIS は、行政内部の組織横断的な GIS と位置づけられる統合型 GIS として、都道府県や市町村といった地方自治体で導入されてきた。しかし、現在のところ、普及の途上にあり、情報システムとしての高度応用は進んでいない。

本論文では、地方自治体における GIS の現状と課題を明確にした上で、高度空間情報社会で必要とされる統合型 GIS の利用可能性を考察した。情報システムの発展理論としてよく知られているノーランのステージ理論に基づき、自治体 GIS の発展過程分析を行った。その結果、防災や防犯といった住民の安全・安心に対して統合型 GIS が十分活用されていないこと、また、高度空間情報社会の到来に向けた統合型 GIS の新たな利用可能性に関する議論がなされていない、という課題を明らかにした。

これらの課題解決を目指して、自治体の災害対策本部を対象とした「地盤応答震度推定法を組み込んだ地震災害時初動活動支援システム」(図-1)、および、自治体の道路管理部門を対象とした「RFID と GIS による道路施設管理支援システム」を提案した。これら 2 つの支援システムについて、自治体で実際に導入する場合を想定し、実験用システムを構築して、その有効性と実現可能性を評価・考察した。その結果、従来、主目的とされてきた行政コスト削減のための統合型 GIS に対して、平常時と災害時の連続性を実現できる行政情報システムとしての新たな高度利用の可能性を示すことができた。

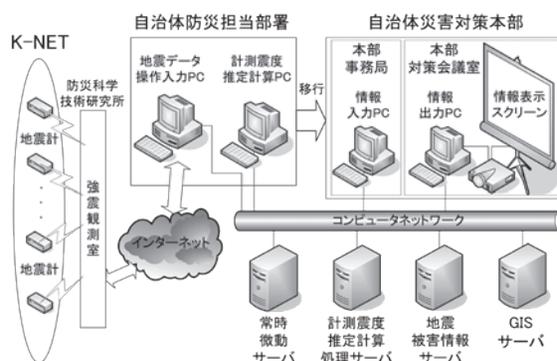
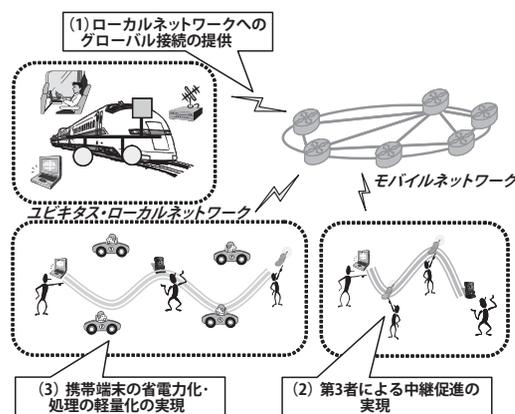


図-1 地震災害時初動活動支援システム概念図

| | | | | | |
|--------|---|--------|-------------------------|------|---------|
| 氏名 | 鈴木 俊博 | | | | |
| 学位論文題目 | ユビキタス・ローカルネットワークと連携したモバイルネットワークのルーティング方式に関する研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 筑波大学 | 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) NTT ドコモ先進技術研究所 研究主任 | | |
| 推薦のこぼ | 本論文は、階層化モバイルネットワークでの高効率な経路制御、アドホックネットワークでの利己的ノード排除と自動車を用いた省電力通信といった本分野の新しい課題に果敢に取り組んで成果を挙げており、推薦に値する。 | | | | |

近年、コンピュータの高性能化と軽量化・省電力化に伴い、いつでもどこでもあらゆるものと通信を行い、より手軽に、かつ安全に情報の取得ができるユビキタスネットワーク社会への期待がますます高まっている。このようなユビキタスネットワーク社会では、個々の端末は独立に散在しているのではなく、特定の範囲で構成されるローカルネットワークに収容されることが想定されている。また、各端末にそのローカルネットワーク独自のサービスが提供されるだけでなく、多数のローカルネットワークが互いに連携することで構成され、より魅力的なサービスが提供されることが期待されている。特に、端末が移動しながら通信サービスを受け続けることを可能とするグローバル通信をサポートするためには、モバイルネットワークとの連携が非常に重要になる。

本論文ではユビキタス・ローカルネットワークと連携したモバイルネットワークルーティング技術の代表的な課題を 3 つ取り上げ、解決方式を提案した。(1) ローカルネットワークとモバイルネットワークでの通信を実現するためのモバイル IP 技術に着目し、移動するローカルネットワークとモバイルネットワーク間のルーティングを効率化するモビリティ管理のための手法を提案した。(2) 端末が自律分散的に形成するアドホックネットワークでは、ユーザは自身の利益にならないパケット中継を行う必要があるが、これを意図的に行わない利己的電源断が性能劣化要因となることが問題となる。これを解決するため、隣接ノードの中継実績を管理し、中継実績に基づきパケットの中継処理を行うプロトコルと、ルーティング技術と電源管理機能のクロスレイヤ技術を提案した。(3) アドホックネットワークを形成する端末の消費電力に着目し、省電力化を実現するために、電力消費が比較的問題とならない自動車を、その高速移動による通信性能劣化を低減しつつ、効率的に中継ノードとして利用する耐移動性ルーティング方式を提案した。



| | | | | | |
|--------|---|--------|----------------|------|---------|
| 氏名 | Ruidong Li (李 睿棟) | | | | |
| 学位論文題目 | Security Architecture Establishment and Mobility Management for Information Networks (邦訳：情報ネットワークにおけるセキュリティ・アーキテクチャーの確立とモビリティ・マネジメントに関する研究) | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 筑波大学 | 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 | 情報通信研究機構 専攻研究員 | | |
| 推薦のこぼ | 本論文は、本分野における課題であった MANET におけるセキュリティ確保の問題に果敢に取り組み、解決策としてサーバを必要としない鍵管理手法および信用管理手法を考案し有効性を評価した。以上より本論文を推薦する。 | | | | |

To make a balance between security and performance and consider these two aspects comprehensively, we focus on the fundamental issues of security architecture establishment for typical information networks: key management and trust management for MANETs (Mobile Ad Hoc Networks), and hierarchical access control for group communications on Internet. Meanwhile, we also investigate fast handover scheme for Mobile IPv6 network.

As for key management in MANETs, the main goal is to assure that the source node can obtain the verified public-key of destination node. Trust management for MANETs is utilized to inhibit misbehaviors of nodes. To assure forward/backward secrecy for group communications, key should be managed efficiently. Finally, the motivation for designing fast handover for Mobile IPv6 is to reduce the handover latency.

About our contributions, we firstly propose a localized public-key management scheme (LPM) for MANETs, which can achieve public key authentication and low certificate repository. Secondly, we propose an objective trust management framework for MANETs, which are more robust and reliable. Thirdly, we propose a distributed key management scheme (DKMS) in secure group communications, which can achieve hierarchical access control and low communication overhead. Fourthly, we propose an enhanced fast handover for Mobile IPv6, which can achieve low latency and node authentication. These contributions have been summarized in the above Table.

Table. Research Topics Vs. Security & Performance

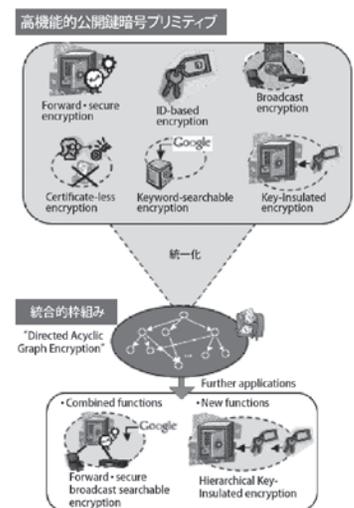
| Research Topics | Security | Performance |
|---|----------------|----------------|
| Key Management for MANETs | Authentication | Low Repository |
| Trust Management for MANETs | More Robust | / |
| Access Control for Group Communications | Access Control | |
| Fast Handover for Mobile IPv6 | Authentication | Low Latency |

| | | | | | |
|--------|---|--------|----------------------------|------|------------|
| 氏名 | Nuttapong Attrapadung (アッタラパドゥン ナッタポン) | | | | |
| 学位論文題目 | Unified Frameworks for Practical Broadcast Encryption and Public Key Encryption with High Functionalities (邦訳：放送型暗号と高機能公開鍵暗号方式のための統合的枠組みに関する研究) | | | | |
| 取得年月 | 平成 19 年 4 月 | 大学 | 東京大学 | 学位種別 | 博士 (情報理工学) |
| 推薦研究会 | コンピュータセキュリティ | 掲載時の所属 | 産業技術総合研究所情報セキュリティ研究センター研究員 | | |
| 推薦のこぼ | 個別でも学位に値する幾多の機能付き公開鍵暗号を提案し、それらを統一する一般理論へ高めた論文。個別構成には Blu-ray Disc と HD-DVD の最新標準規格を凌ぐ放送型暗号が含まれ、産業的価値も高い。 | | | | |

今後ますます広がりを見せる情報化社会における情報セキュリティ対策として、従来の暗号を利用するだけでは不十分であり、それに代わる「高機能な公開鍵暗号」が求められている。たとえば、来たるユビキタス時代においては、いつでもどこでも人々がネットワークに参加できるようになり、便利である反面、1つの鍵情報の漏洩がシステム全体に深刻な被害をもたらす可能性も指摘されている。そこで、そのような状況においてもなお、情報の安全性をできるだけ高く保てる方法を考えなければならない。近年提案された「フォワードセキュア公開鍵暗号」という暗号プリミティブは正にこの問題を解決する技術である。これを用いれば、秘密鍵が漏洩した状況においても、それより過去に暗号化したデータの安全性を保つことが可能となる。

上記の暗号は「高機能な公開鍵暗号」の一例と捉えることができる。ほかにも、次世代 DVD のデジタル著作権管理の技術として利用される「放送型暗号」などもその一例で、世界のさまざまな研究者により提案され、活発に研究されてきた。しかし、統合的な枠組みはまだ提案されていない。そのため、新しい機能や多様な機能の組合せを持つような暗号などの設計は困難である。

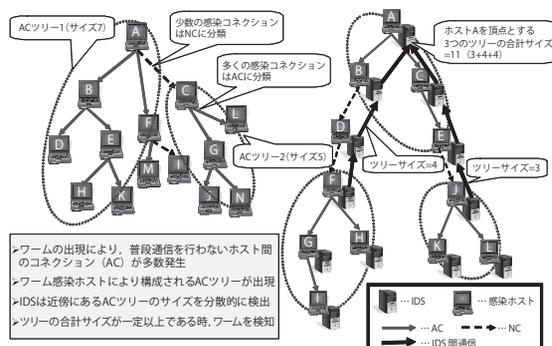
本論文は、多様な高機能公開鍵暗号を統一し、取り扱うことが可能な枠組みを初めて提案した。この枠組みでは、それぞれのプリミティブを理論的にグラフで表現し、そのプリミティブのアルゴリズムの定義と安全性概念の定義と証明可能な安全な構成法はグラフにより自動的に得られる。さらに、新しい機能を持つ公開鍵暗号や、多様な機能の組合せを持つ公開鍵暗号などを作ることができるようになった。本論文の貢献は下記の3点である。(1) 統合的な枠組みである「Directed Acyclic Graph Encryption」の提案、(2) 効率的な放送型暗号の設計、(3) 効率的なフォワードセキュア放送型公開鍵暗号と探索機能付き放送型公開鍵暗号の設計。



| | | | | | |
|--------|--|----------------------------|--------|------|---------|
| 氏名 | Nobutaka Kawaguchi (川口 信隆) | | | | |
| 学位論文題目 | Detection of Hit-list Worms based on Propagation Behavior (邦訳：感染特性に着目したヒットリストワームの検知) | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 慶應義塾大学 | 学位種別 | 博士 (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 (株) 日立製作所 システム開発研究所 | | | |
| 推薦のこたば | ヒットリストを使って低い通信頻度で感染を広げるサイレントワームに対して、ワームが感染してゆく木構造の発見と木の密集地帯を発見する方式の提案、およびその分散型手法の提案と評価を行っており、推薦に値する。 | | | | |

ネットワークワームはマシンの脆弱性を利用して侵入・感染することで増殖していく。本論文は、あらかじめ与えられた脆弱ホストのアドレスリストを用いて組織ネットワーク (ON) 内で感染活動を行うヒットリストワームの分散検出手法を提案している。

通常、ON 内のホストが頻繁に通信する内部ホストは、サーバなどの一部に限られている。しかしワームは感染先ホストをアドレスリストから無差別的に選択するため、ワームの感染コネクションは通常時の通信頻度が低いホスト間で確立される場合が多い。またワームの感染経路は、感染ホストをノード、感染コネクションをエッジとしたツリー構造として表現できる。以上より、ワーム発生に伴い通信頻度が低いホスト間のコネクション (AC, Anomaly Connection) をエッジとしたツリー (AC ツリー) が出現する。ただし、感染コネクションの一部は頻繁に通信するホスト間のコネクション (NC, Normal Connection) となるため、AC ツリーは NC により複数のサブツリーに分断されることがある。



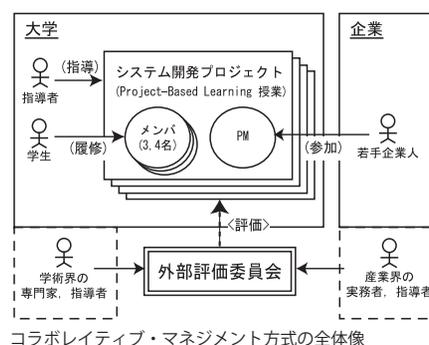
提案手法では、ON の一部分を監視する複数の分散 IDS (侵入検知装置) が協調することで AC ツリーを検出する。まず、各 IDS は監視対象ホストが他内部ホストに確立するコネクションを発生頻度の点から AC/NC に分類する。AC が連続して観測される場合にワーム発生の可能性があると判断し、他 IDS との情報交換を通じて AC ツリーを分散的に検出していく。そして、NC により分断された一定サイズ以上の AC ツリーが検出された場合、IDS は ON 内にワームが発生していると判断する。

提案手法は分散的に検知を行うため各 IDS の負荷は小さくネットワークサイズに対してスケラブルである。シミュレーションを通じて、数百数千台のホストから構成されるネットワークで 5 パーセント以下のホストが感染した段階でワームを検出できることを確認した。

| | | | | | |
|--------|--|---------------------|--------|------|--------------|
| 氏名 | 松澤 芳昭 | | | | |
| 学位論文題目 | コラボレイティブ・マネジメント方式による創造的 IT 人材育成システムの構築と評価 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 2 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 | コンピュータと教育 | 掲載時の所属 静岡大学情報学部特任助教 | | | |
| 推薦のこたば | ソフトウェアを学生が開発するに PBL 型教育において、企業人がプロジェクト・マネージャとして参加し、評価基準を開発対象の顧客における満足度に置くことで、学習者に高い動機づけを与えることができた。産業界から高い評価を受けている。 | | | | |

我が国の産業界はプロジェクトマネージャ (PM) や上級システム設計・開発技術者等の高度で創造的な IT 技術者を求めている。しかしながら、人材は需要に追いつかず、恒常的に不足しているといわれており、近年産業界から大学に IT 教育の改善要請が行われるようになってきている。高度な IT 人材は一朝一夕に育成できるものではないが、産学が協同でよりよい人材育成システムを構築していく必要がある。

本研究の主題は、創造的 IT 人材の育成を目的とした「コラボレイティブ・マネジメント」方式の産学協同 PBL (Project-Based Learning) システムの提案とその人材育成効果の検証、および PBL システムとしての特性と機能の明確化である。提案するシステムでは、企業の若手技術者が PM の役割として、学生が行うソフトウェア開発プロジェクトに参加し、産学協同で顧客を満足させるソフトウェアの創造を行う。



このシステムの特徴は学生に対する技術者育成のみならず、企業人に対する PM 育成も行うことにある。

本研究では、提案する育成システムを大学学部の授業として構築し、3 回の試行実験を行った。筆者はファシリテータの立場でアクションリサーチを行い、システムの評価と改善を行った。

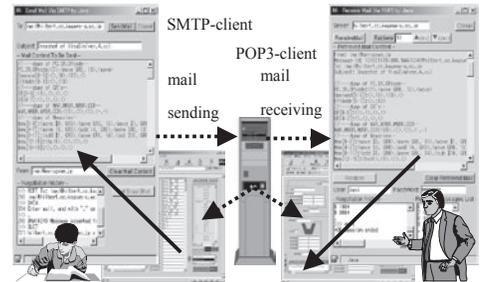
本研究の具体的な成果は、1) 大学の授業で行われるプロジェクトが企業人にとって PM 育成の場として機能することの実証、2) 企業人 PM が学生プロジェクトに与える効果と役割の明確化、3) 提案する育成システムにおける顧客と開発者のコミュニケーション環境の改善、である。本研究の成果として構築されたシステムでは、産学の期待する人材像の相違の問題点を改善し、産学の対話によって常に改善される環境の土台が構築された。本論文の総括として提案された IT 人材育成の PBL 概念モデルは他の教育への応用が期待される。

| | | | | | |
|--------|---|--------|--------------------------|------|---------|
| 氏名 | 今井 慈郎 | | | | |
| 学位論文題目 | 計算機アーキテクチャ教育用ビジュアルシミュレータの開発と評価 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 東京農工大学 | 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 | 香川大学 図書館・情報機構 総合情報センター教授 | | |
| 推薦のことは | 計算機内部の構造・動作の視覚的表示機能と学習者・指導者間の情報交換を支援する組込みメール機能を有するアーキテクチャ教育ツールの開発・評価に関する論文であり、教育現場での適用例、良好な評価を報告している。 | | | | |

情報教育が多方面で注目されており、計算機の内部構造や動作などを理解する上で、アーキテクチャ教育の重要性も増加している。アーキテクチャ教育、特にそのベースとなるノイマン型計算機の内部構造や動作の視覚的学習をいかに効果的に実現するかという課題が存在する。一方、大学や高专などの教育の現場では、専門情報教育のための e-Learning システムが望まれている。ここでは、学習者・指導者間での情報伝達が不可欠であり、問題に即した質疑応答を支援し、両者間で問題点を共有できる効率的な仕組みを提供することが必須の課題となっている。

本論文では、先行する代表的な研究プロジェクトを比較検討し、各プロジェクトが有する問題点を明らかにし、新規に計算機アーキテクチャ教育に役立つシステムを開発する場合の方針を示している。具体的には、ノイマン型計算機の内部構造や内部動作を可視化するシミュレータの概要、可視化機能、GUI 機能、プログラミング学習支援機能、組込みメール機能およびその利用形態について述べている。Java 言語でシステムを記述し、ブラウザ上でも、スタンドアロン環境でも動作可能である。

e-Learning システムとしての機能について、学習者・指導者間で、情報を共有し、学習効果の向上を図る非同期型情報共有機能を中心に述べている。実際の教育現場における活用事例を紹介し、システムの特徴である可視化シミュレーション機能と非同期型情報共有機能を評価している。また、協調学習環境に適用した実験とその結果についても言及している。ツールの学習効果を検証するため、定性的評価と定量的評価を行い、良好な結果を得たことを報告している。

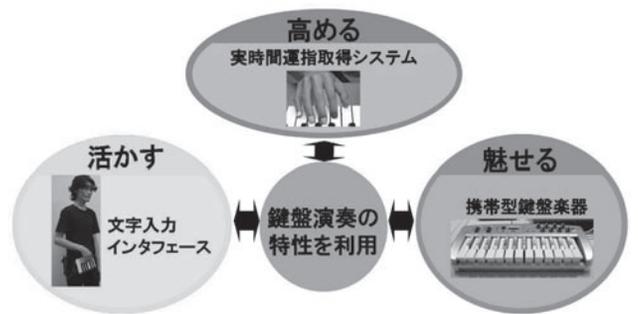


| | | | | | |
|--------|---|--------|---------------------|------|-----------|
| 氏名 | 竹川 佳成 | | | | |
| 学位論文題目 | 鍵盤奏者のための音楽活動支援システムに関する研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 19 年 9 月 | 大学 | 大阪大学 | 学位種別 | 博士 (情報科学) |
| 推薦研究会 | 音楽情報科学 | 掲載時の所属 | 神戸大学自然科学系先端融合研究環 助教 | | |
| 推薦のことは | 本論文は鍵盤演奏者の音楽活動を活性化させる支援システムを提案している。竹川氏にしか着想できないような一連の斬新なアイデアを、高度な技術により実装して実証しており、その卓越した独創性は高く評価できる。 | | | | |

楽器演奏者はさまざまな目的で演奏活動を楽しんでいるが、これまで開発されてきた多くの電子楽器は、楽器の形状をそのまま模写することが主目的であったため、楽器の大きさや重さから演奏を披露できる場所や状況は限られている。また、演奏技術の向上には多大な時間や労力を必要とするため、敷居の高さに途中で断念してしまう演奏者が多い。さらに、苦勞して習得した演奏スキルを活用できる機会は演奏にとどまっており、その使い所は少ない。

これらの問題に対し、本論文では鍵盤楽器に着目し、鍵盤奏者や鍵盤の特性を積極的に活用した音楽活動支援システムについて論じている。本論文の主な貢献は下記の3点である。

- (1) 演奏において重要な要素の1つである運指を実時間で取得するシステムを提案する。提案システムは実時間処理を実現するためにシンプルな画像処理アルゴリズムを利用する一方、鍵盤演奏の特性をもとに定義したルールにより運指を補正し認識精度を高めている。この技術により運指の誤りを指摘する独習支援といった応用が期待される。
- (2) いつでもどこでも演奏を披露したいという要求を満たすために、持ち歩き可能な小型鍵盤に着目し、鍵盤数の少なさによる音域の狭さを解決した追加黒鍵付小型鍵盤や、1オクターブの鍵盤楽器を上下左右に自由に組み合わせることでさまざまな演奏スタイルに適応可能なユニット鍵盤を提案している。
- (3) 鍵盤演奏スキルを鍵盤演奏以外の用途への転用を考え、その第一段階として、文字入力に着目し、鍵盤奏者のための文字入力インタフェースを提案する。提案インタフェースは、1オクターブの鍵盤楽器を使用し、鍵盤や鍵盤奏者の特性を活かすことで直観的かつ高速な文字入力を実現している。

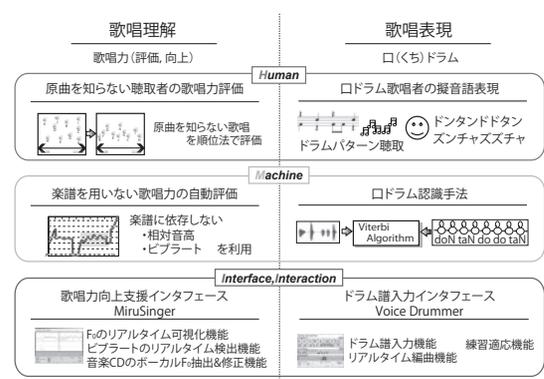


| | | | |
|--------|--|--------|---|
| 氏名 | 中野 倫靖 | | |
| 学位論文題目 | 歌唱理解及び歌唱表現の解明とその応用システム構築に関する研究 | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 筑波大学 |
| 推薦研究会 | 音楽情報科学 | 掲載時の所属 | 産業技術総合研究所 情報技術研究部門 メディアインタラクシ ョン研究グループ 特別研究員 |
| 推薦のことは | 本論文は歌唱を解明するために、心理実験、音響信号処理、応用システム構築という多面的なアプローチにより、 独創的な貢献をした論文である。歌声情報処理の中心となる大きな将来性を持つ研究として高く評価できる。 | | |

歌唱は音楽という人間の知的活動の中で最も身近な表現手段の1つであり、生理学、解剖学、心理学、音響学、工学などのさまざまな観点から研究がなされてきた。歌唱は、話声や楽器音と比べて、声の高さ・強さ・音色（音韻）の変動が大きく、より複雑で動的な特性を持つため、その分析手法の確立は学術的に重要である。また、研究成果や知見の適用範囲が音楽の専門家にとどまらず、一般の人に対しても適用可能という点で、応用可能性が大きい。

本論文は人の歌唱について、歌唱理解（歌唱力の評価）と歌唱表現（打楽器音の模倣）の2点を対象に、心理実験、解析手法開発、応用システム構築という多面的アプローチにより行った総合的研究である。歌唱理解に関しては、原曲を知らない聴取者に歌唱力を評価させる聴取実験の実施、楽譜情報を用いない「うまい」「へた」の自動識別手法の開発、歌唱力向上支援インタフェースの構築を行った。聴取実験では歌唱力評価結果の類似性を評価し、自動識別では相対音高とビブラートに関する音響特徴量を提案した。一方、歌唱表現に関しては、ドラム音を真似た歌唱音声である「ドンタンドタン」のような口（くち）ドラムについて、その擬音語表現の調査のための心理実験の実施、口ドラム認識手法の開発、ドラム譜入力インタフェースの構築を行った。心理実験では口ドラムの擬音語表現だけでなく、それがドラムパターンやテンポなどの文脈に依存して変化することを示唆した結果を得た。また、認識手法は、擬音語表現や声質の多様性へ対処するために、音声認識の枠組みを応用した手法を提案した。

本論文の主な貢献は、以下の5点である。(1) 原曲を知らない聴取者の歌唱力評価の分析。(2) 楽譜情報を用いない歌唱力の自動評価手法の提案。(3) 口ドラムの擬音語表現の分析。(4) 擬音語や声質の違いに対処できる口ドラム認識手法の提案。(5) 歌唱力向上支援・楽譜入力インタフェースの構築。

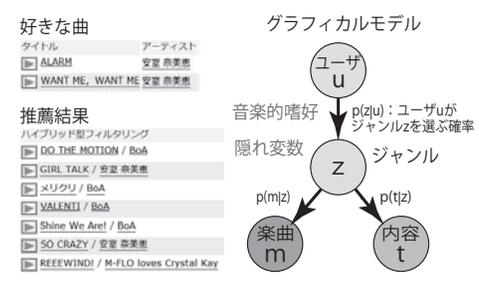


| | | | |
|--------|--|--------|------------------------|
| 氏名 | Kazuyoshi Yoshii (吉井 和佳) | | |
| 学位論文題目 | Studies on Hybrid Music Recommendation Using Timbral and Rhythmic Features (邦題：音色とリズムの特徴量を用いたハイブリッド型音楽推薦に関する研究) | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 京都大学 |
| 推薦研究会 | 音楽情報科学 | 掲載時の所属 | 産業技術総合研究所 情報技術研究部門 研究員 |
| 推薦のことは | 本論文は複数の基礎理論を有機的に組み合わせることで高度な音楽推薦システムを提案している。実用化にも配慮したシステムであり、今後の音楽推薦研究の1つの規範となりえる大きな将来性を持つ研究として高く評価できる。 | | |

オンライン音楽配信サービスにおいて音楽推薦技術は重要である。膨大な音楽データの中から自分の好みに合う楽曲を発見することは容易ではないため、システムがユーザの好みを推定し、適切な楽曲を提示できる技術が望まれている。これまで「楽曲に対する人間の評価」を利用する協調フィルタリングや、「計算機が解析した音楽内容」を利用する内容に基づくフィルタリングが盛んに研究されてきたが、近年それら2つのデータを統合するハイブリッド方式が注目されている。この方式を音楽データに適用するには、音楽内容を計算機上で適切に解析・表現し、人間の評価と効果的に統合する必要がある。このとき、推薦精度の向上のみを追求するのではなく、実用的な性能向上も目指すことが重要である。

本論文は、「人間の評価」と「音楽の内容」とを同時に考慮してユーザの好みに合う楽曲を推薦するハイブリッド型音楽推薦システムに関するものである。本研究では実用化を念頭におき、6つの要件を満たすことを目標にした。すなわち、(1) 推薦精度が良いこと、(2) 推薦結果に多様な楽曲が含まれること、(3) ユーザの評価が与えられていない楽曲も適切に推薦できること、(4) 推薦結果を返すまでのレスポンスに優れていること、(5) 新規ユーザや楽曲の追加が効率的に行えること、(6) 大規模データベースに適用できることである。これらを達成するため、音色やリズムなどの音楽内容をベクトル表現化し、確率モデルに基づいてユーザの集合知と信頼性の高い情報統合を行う手法を開発した。この結果、従来よりも高い推薦精度を達成できた。また、システムをユーザや楽曲のデータ変化に適応させながらオンライン運用することを想定し、優れた推薦精度と実用的な計算量を両立できるアルゴリズムを考案した。

本論文の主な貢献は以下の通りである。(1) 基礎技術（音楽認識）と応用技術（音楽推薦）とを柔軟かつ効果的に統合する手法の提案。(2) 包括的な視点でのシステム開発・評価。(3) 大規模データに対して確率モデルに基づく推薦システムを適用可能にする手法の提案。



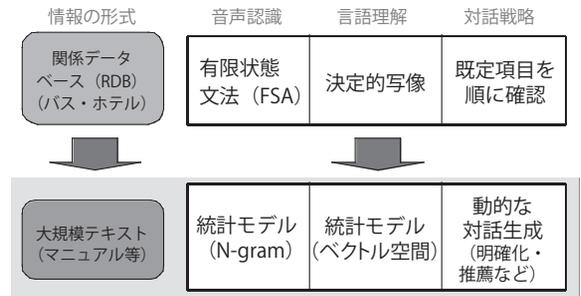
| | | | |
|--------|--|--------|-------------------------|
| 氏名 | Teruhisa Misu (翠 輝久) | | |
| 学位論文題目 | Speech-based Navigation Systems based on Information Retrieval and Question-Answering with Optimal Dialogue Strategies (邦訳：情報検索・質問応答に基づく最適対話戦略を備えた音声による情報案内システム) | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 京都大学 |
| 推薦研究会 | 音声言語情報処理 | 掲載時の所属 | NICT 音声コミュニケーショングループ研究員 |
| 推薦のこぼ | 本論文は、Wikipedia やマニュアルなどの文書を知識ベースとして、音声対話により質問応答・情報推薦を行うシステムに関する研究をまとめたものである。当該研究は、音声対話インタフェースの新たな可能性を広げるものとして、本会の山下記念研究賞を含めて、国内外で高い評価を受けている。 | | |

本論文は、電子マニュアルや百科事典などの大規模な文書を知識ベースとして、情報検索・質問応答を行いながら、音声対話により情報案内を行うシステム、およびそのための対話戦略を論じたものである。

音声は人間同士のコミュニケーションに用いられる身近なメディアであり、誰にでも使いやすいユニバーサルなインタフェースを実現すると考えられる。また、携帯電話等を用いてどこでも利用可能なユビキタスなインタフェースであると言える。現状の音声対話システムは天気情報案内などの関係データベース (RDB) の検索を扱うものがほとんどであるが、近年の情報検索技術の発展に伴い、より一般的な文書集合を検索・提示の対象とするシステムの研究が行われつつある。

このようなシステムは音声認識モジュールと検索モジュールを単純に接続するだけで実現できるわけではない。自然な検索を実現するためには、音声認識誤りや、音声言語の漠然性の問題に対処する必要がある。また、システム主導のプロアクティブな情報提示ができることが望ましい。従来の音声対話システムで一般的に用いられた方法論は、関係データベース (RDB) の検索を想定しているため、文書検索タスクにそのまま適用することができない。

本論文では、上記の問題に対処するために、音声認識結果の確認を効率的に行う方法、および漠然とした検索要求を明確化する手法を提案した。さらに、質問形式により情報推薦を行うことにより、インタラクティブに情報案内を行う枠組みを提案した。提案手法はソフトウェアサポートタスク、観光情報案内を行う2つの音声対話システムに実装され、試験運用により有効性が確認された。



音声対話システムの文書検索タスクへの展開

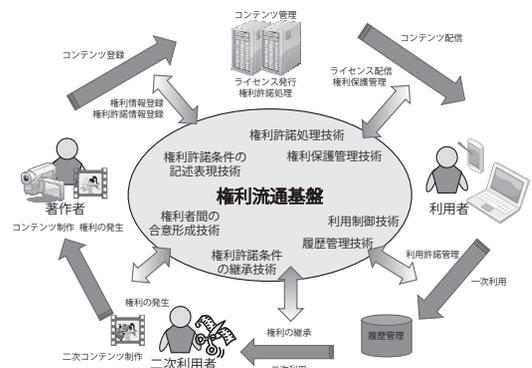
| | | | |
|--------|--|--------|--------------------|
| 氏名 | 関 亜紀子 | | |
| 学位論文題目 | 開放的な権利流通を実現する権利流通基盤に関する研究 | | |
| 取得年月 | 平成 19 年 7 月 | 大学 | 早稲田大学 |
| 推薦研究会 | 電子化知的財産・社会基盤 | 掲載時の所属 | 日本大学生産工学部数理情報工学科助教 |
| 推薦のこぼ | 本論文は、コンテンツ流通における権利処理に関する技術的課題を具体的に分析、かつ、その解決方法を初めて示したものであり、将来の権利処理システムの在り方を示したものとして大いに評価できる。 | | |

コンテンツのデジタル化と情報通信技術の進歩により、コンテンツはメディアの制約から解放され、さまざまな形で流通可能になっている。しかし、その利活用においては、著作権処理の煩雑さなどの理由から、十分な恩恵が得られていない状況が続いている。

円滑な著作権処理の実現には、権利情報および許諾情報の設定、参照、許諾管理、報酬分配などを支援するツールやサービスといった権利流通基盤が必要である。しかしながら現状は、コンテンツの配信、共有、鑑賞、加工、編集などを支援するコンテンツ流通基盤が社会基盤として存在するのに対し、権利流通基盤の整備はほとんどなされていない。このため、コンテンツの利活用に関する多様なニーズに応える著作権処理が行えず、権利の流通に滞りが生じている。

本論文では、これらに対して、権利者と利用者の多様なニーズに応え、双方の権利を尊重する権利流通基盤について論じており、新たな権利流通基盤技術を提案し、その有効性を示している。本研究の学術的な貢献は次の4点である。(1) 環境などに制約されることなく、誰もがコンテンツの保護管理とライセンスの発行管理を行える開放型権利管理処理方式の提案。(2) 環境情報、履歴情報、利用者情報を用いた選択的自由度のある利用許諾条件の記述表現手法、および利用許諾条件に基づく利用制御を行うコンテンツ利用制御手法の提案。(3) 改編などにより生じる二次コンテンツの権利を、関係する権利者の意図に矛盾することなく永続的に自動継承するための、権利継承情報の記述表現手法および権利継承処理手法の提案。(4) 多種多様な DRM (Digital Rights Management) 技術の比較・選択を、各者のニーズに基づいて支援をする DRM 環境構築支援手法の考案。

本研究の成果は、今後の多様化するコンテンツ流通環境における公正かつ円滑なコンテンツの利活用の実現に寄与できると考える。



| | | | | | |
|--------|--|--------|--------------|------|---------|
| 氏名 | 清水 紀芳 | | | | |
| 学位論文題目 | 身体性を有するユーザインタフェースを用いたインタラクションシステムの研究 | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 電気通信大学 | 学位種別 | 博士 (工学) |
| 推薦研究会 | エンタテインメントコンピューティング | 掲載時の所属 | パナソニック電工 (株) | | |
| 推薦のこぼ | 本論文は、人型ロボットの持つ身体性を利用した新たなユーザインタフェースを提案したものである。ロボット利用において斬新なアイデアであり、エンタテインメント分野に大いに刺激を与える論文であると考えられる。 | | | | |

従来ロボットは、産業用ロボットや、過酷で危険な環境下において作業を行わせる極限環境ロボットといったように、「人の代わり」を目的として研究が進められてきた。しかし近年、ロボットが人にとって身近なものとなり、ペットロボットやヒューマノイド、癒しロボットといったように、「人に働きかける」ことを目的とした人間共存型のロボットが登場している。本論文では、身近になったロボットを、人が直接手で持って操作を行うことや、ロボット自身の動作を用いることで、人にとって直感的な入出力を可能とするユーザインタフェースとして用いる。

本論文では、人と同様の身体性を有するロボットをユーザインタフェースとして使用する概念である Robotic User Interface (RUI) により、情報世界や実世界の物体などに対してインタラクションを可能とするシステムを提案する。具体的には、手で持って操作可能な大きさの人型ロボットをユーザインタフェースとして利用し、情報世界に対してインタラクションを行うシステム、実世界の物体に対してインタラクションを行うシステム、複合現実感技術を組み合わせたインタラクションシステムを構築した。

情報世界へのインタラクションシステムでは、情報世界内の人型アバタと実世界のロボット間で形状同期を行うことで、人が直感的に情報世界とのインタラクションを可能とするシステムを実現した。実世界の物体に対するインタラクションシステムでは、実世界の物体である照明や扇風機などの家電製品に対して、人の身体イメージを利用した入出力方法を提案し、実装した。RUI と複合現実感技術を組み合わせたインタラクションシステムに関しては、複合現実感技術を利用することで、ロボットの視覚情報や身体動作を容易に拡張するシステムを実装した。



| | | | | | |
|--------|---|--------|-----------------|------|---------------|
| 氏名 | 棟方 渚 | | | | |
| 学位論文題目 | 人間と人工物の持続的なインタラクション構築を目的としたインタラクティブシステム | | | | |
| 取得年月 | 平成 20 年 3 月 | 大学 | 公立はこだて未来大学 | 学位種別 | 博士 (システム情報科学) |
| 推薦研究会 | エンタテインメントコンピューティング | 掲載時の所属 | 札幌市立大学デザイン学部 助手 | | |
| 推薦のこぼ | 人間と機械のインタラクションを持続させるための必要な要素の候補として「愛着」を取り上げ、その「愛着」によって持続できることを実験によって示している。人間に飽きられにくいゲームやロボットのインタフェースを考える上で非常に示唆に富む。 | | | | |

近年、コミュニケーションロボットなどの、日常生活を支援するさまざまな人工物の開発が進められている。それらは、擬人化して認識するといった人間の認知的な特性を利用して、長時間にわたってインタラクションをすることを想定した人工物である。しかし、人間がそのロボットの振舞いや行動パターンに慣れてしまうと、それらロボットとインタラクションをするモチベーションを失ってしまうとも考えられる。そのような人間の慣れに対してどのように対応したらよいかは、いまだに解決されていない問題であり、人間と人工物との間には、持続的なインタラクションが構築されたとはいえない状態にある。

本論文は、人間との持続的なインタラクションを可能とする人工物構築の実現について論じている。本研究における持続的なインタラクションとは、対象とインタラクションを行おうという人間のモチベーションが維持されることで、その対象とのインタラクションが継続される状態のことをいう。たとえば、人間とペット動物との関係では、持続的なインタラクションが実現されており、ペット動物は家族と同等に扱われ、精神的にも同等な価値のある存在として人間に認識されているといえる。このような関係が構築されると、ペット動物が人間にとって好ましくない振舞いをした場合でも、両者のインタラクションは消滅しない。

ここで、人間とペット動物とのインタラクションが消滅しない理由として、人間の「愛着」がそれらのインタラクションに大きく関与しているからであると筆者は考える。そこで、人間の「愛着」を利用することで、人工物との持続的なインタラクションを構築させるシステムを構築した。なぜなら、対象への愛着が維持されていれば、人間のモチベーションが維持され、結果として持続的なインタラクションの構築に結びつくと考えられるからである。

