

## 公益財団法人栢森情報科学振興財団 設立20周年記念事業開催

開催日 平成28年2月5日(金)～6日(土)

場所 キャッスルプラザ 4階「鳳凰の間」



平成8年3月25日に設立されました(公財)栢森情報科学振興財団は今年設立20周年をむかえました。これを記念して平成28年2月5日と6日に記念事業を開催いたしました。約1年前に実行委員会を立ち上げ記念事業開催に向け、情報科学の現状また、今後の情報科学について議論しながらどのような内容で問いかけるのがいいか、またインパクトを与えられるのかを財団に携わる先生方を中心に幾度となく検討しました。途中大黒柱である財団設立に尽力いただいた名古屋大学・中京大学 福村晃夫名誉教授が病に伏し、数ヶ月頓挫したこともありました。その後名古屋大学・豊橋技術科学大学 稲垣康善名誉教授を中心に、わずか半年間で、4つの事業を計画しました。お招きする来賓の方は、フォーラムの講演者は、パネルディスカッションのパネリストは、PCと棋士との対局イベントはどのようにおこなうかなどスタッフ一同いくつも仕事を抱え同時進行で対応しました。東へ西へと飛び回り、またイベント協力者との度重なる打合せをこなし、名古屋市、愛知県と幾度と無く分刻みのスケジュール調整、集客のためしつこいほどの勧誘を行い、華やかな会場づくりやスムーズな受付やイベントの運営を模索するなどわずかなスタッフで通常の半分以下の期間で何とか開催にこぎつけました。当日は雨の予報からさわやかな青空となり、お出かけいただくには絶好の日和となりました。記念式典にはお世話になった方々56名にご出席いただき、河村たかし名古屋市長、大村秀章愛知県知事、名古屋大学松尾清一総長からお祝いのお言葉をいただきました。また記念フォーラムでは「21世紀の人工知能 ～今日の、明日への鼓動を聴く～」をテーマに、マツコロイドでおなじみのお大阪大学石黒浩教授をはじめ情報科学関連ではかなり有名な先生方にご講演をいただきました。翌日6日には「人間の知能とコンピュータの知能」をテーマに、名誉教授、現役の学長、教授6名によるディスカッションを行いました。会場から質問・意見がでるなど活発なディスカッションとなりました。また、エキシビションでは、「コンピュータソフトが一流棋士に挑戦」と銘打ち、PCと棋士との対局をおこないました。どのイベントも多くの方々にご参加いただき盛況でした。特にエキシビションは開場1時間まえからご参加者が並んで待つという状況で230名の参加となりました。最後には予想を覆し、コンピュータが棋士に勝ってしまい、関係者一同驚きの中2日間にわたる記念事業を無事終えました。多くの方々に支えられ設立20周年の記念事業を開催でき感謝の気持ちで一杯です。

## プログラム

2月5日(金)

【記念フォーラム】 13時～17時30分(受付・開場12時) 4階「鳳凰の間」

【テーマ】 21世紀の人工知能 ～今日の、明日への感動を響く～

13:00～13:10 主催者挨拶 公益財団法人 招森情報科学振興財団理事長 柘森 雅勝  
ダイコク電機株式会社 代表取締役会長

開会挨拶 大阪大学・和歌山大学 名誉教授 辻 三郎様

13:10～14:10 講演① 「人と共生するロボットの研究開発」  
大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻 教授 石黒 浩様

14:10～15:10 講演② 「言語の意味へ:2つの人工知能の流れは統合されるか?」  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究センター長 辻井 潤一様

15:10～15:30 休憩 (コーヒーブレイク)

15:30～16:30 講演③ 「脳科学と機械知能」  
(株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信融合研究所 所長 川人 光男様

16:30～17:30 講演④ 「行動情報処理」  
名古屋大学大学院 未来社会創造機構 教授 武田 一哉様

【懇親パーティ】 18時～19時30分 3階「孔雀の間」

2月6日(土)

【パネルディスカッション】 10時～12時(受付・開場9時30分) 4階「鳳凰の間」

【テーマ】 人間の知能とコンピュータの知能

開会挨拶 東京工業大学・武蔵工業大学 名誉教授 志村 正道様

コーディネーター 名古屋大学・豊橋技術科学大学 名誉教授 稲垣 康善様

パネリスト

・公立はこだて未来大学 学長 中島 秀之様

・大阪大学大学院 工学研究科 教授 浅田 稔様

・東京農工大学 名誉教授 小谷 善行様

・公立はこだて未来大学 システム情報学部 教授 松原 仁様

・名古屋大学大学院 情報科学研究科 教授 間瀬 健二様



## エキシビション

～コンピュータ囲碁イベント～

2月6日(土)

【コンピュータ囲碁ソフトが一流棋士に挑戦】

13時～16時30分(受付・開場12時30分) 4階「鳳凰の間」

棋士 伊田 篤史 十段 (日本棋院 中部院本部) VS コンピュータ 囲碁棋士 Zen(天頂の囲碁)のクラスタ並列版

## 平成28年度 助成金交付について

当財団の助成事業を、今年も実施いたします。当財団も21年に入り、助成総件数585件に達し、助成総金額は4億8千745万円となりました。学術、ひいては社会の発展のためにお役立てくだされば幸いです。ご応募を心よりお待ちしております。

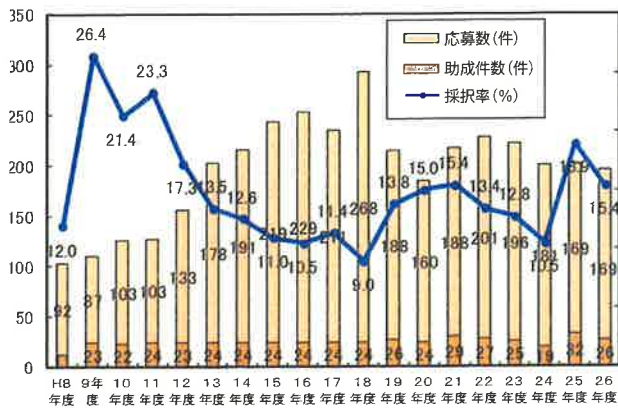
詳細は財団のホームページをご覧ください。

【申請書受付期間:平成28年6月1日(水)～8月31日(水)】

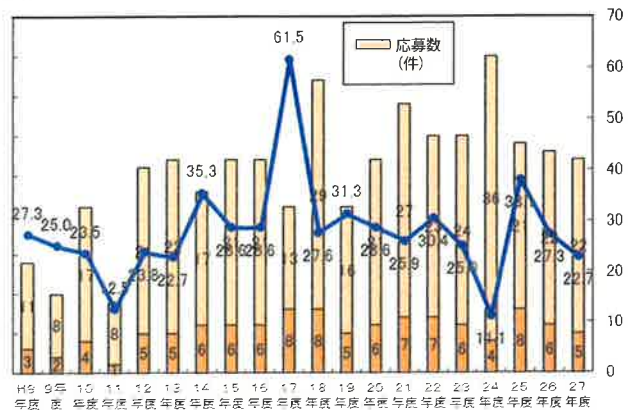
### 応募手続き

- ◆財団所定の書式(当財団のHPに掲載)を用いて、必要事項を記入して財団事務局あてにEメールで提出してください(郵送も可)。
- ◆申請書の受付完了報告をEメールにてお知らせいたします。
- ◆申請書受付期間外に到着した申請書につきましては受付できませんのでご注意ください。また、電話などで申請書到着遅延、期間外の受付などのお問い合わせはお断りいたします。

## ■研究助成の推移



## ■フォーラム・シンポジウム等開催助成の推移



### 応募要領

#### (1) 研究助成

##### ◆応募の資格

助成の対象となる研究を、計画に従って遂行する能力のある方(研究グループを含む)。

##### ◆テーマ・内容

◎情報科学に関する調査、研究および開発で、学術的発展に寄与するものであること。

◎研究の計画および方法が、当該研究の目的を達成するために適切であり、かつ十分な成果が期待できるものであること。

##### ◆助成金の額

助成総額2,000万円までを原則とし、選考結果に基づき助成額を決定します。

##### ◆選考結果通知

平成28年11月下旬の予定。全員にお知らせします。

##### ◆対象となる経費

機械器具装置の購入費および賃貸料、旅費、消耗品費、謝金等。

##### ◆研究完了日

助成金の交付決定後2年以内。

##### ◆研究成果の帰属

助成研究によって取得された知的財産権は、研究実施者に帰属することとします。ただし、助成研究成果を特許、実用新案または意匠登録として出願し、その後、特許権、実用新案権または意匠権を取得したときは、速やかにその旨を当財団に届け出てください。また、当財団では、「特許庁長官指定学術団体」として指定されていますので、当財団が主催または共催する研究集会で文書でもって発表した場合、発表後6ヶ月以内に特許、実用新案の出願をされたときは、その発明または考案は新規性の喪失の例外とされています。その場合、当財団の証明書が必要となりますのでお申し出ください。

##### ◆その他、留意していただく事項

- ①研究の成功・不成功にかかわらず助成金の返還は求めませんが、当該研究が実施されなかったり、研究実施者が当財団の規程等に違反した場合には、助成金の一部または全額を返還していただくことがあります。
- ②助成研究完了の日から起算して30日以内に、完了報告書の提出をお願いします。
- ③研究の成果を当財団の機関誌等に記載したり、講演会等で発表していただくことがあります。
- ④助成研究の成果を学会等で発表したり論文にまとめたりする場合は、財団の助成を受けて遂行されたことを明示してください。
- ⑤応募者の機会均等化を期するため、採択された方は、原則としてその年度後3年間は、選考の対象とされません。

## 〈2〉フォーラム・シンポジウム等開催助成

### ◆応募の条件

情報科学に関する学術的発展に寄与するフォーラム・シンポジウム等で、平成28年7月1日から平成30年3月末日までに開催されること。

### ◆助成金の額

年度内助成総額200万円までを原則とし、選考結果に基づき、助成額を決定します。

### ◆選考結果通知

平成28年11月上旬の予定。

### ◆対象となる経費

謝金、旅費、会場費、人件費、消耗品費、印刷製本費、通信運搬費等。

### ◆その他、留意していただく事項

- ①フォーラム・シンポジウム等の終了後3ヶ月以内に報告書を提出してください。
- ②フォーラム・シンポジウム等開催の資料は、申請時に添付のほか、印刷物を発行する場合は送付してください。
- ③応募者の機会均等化を期するため、採択された団体等は、原則としてその年度後3年間は、選考の対象とされません。

# ロボットシンポジウム2015名古屋 生活を彩るサービスロボットの实用化に向けて

**開催日** 平成27年11月18日(水) 13:00~16:30

**場所** 吹上ホール(名古屋市中小企業進行会館)



## 開催趣旨

ヒューマンロボットコンソーシアム 会長

ロボットシンポジウム2015名古屋実行委員会 委員長 福村 晃夫

ロボット技術は、機械・電子制御・情報・素材など、日本が得意とする技術の集大成であり、ロボット産業は、裾野産業の広さ及び利用分野の広さから、ポスト自動車産業として大きな期待がかけられています。

特に、これまでの産業用ロボットだけでなく、福祉、医療、ホームオートメーション、農林水産、運輸サービスなど非製造業分野への応用や、地震、風水害、火災の現場における救援、救助等防災への活用など幅広い分野への展開が期待されています。

当地域では次なるリーディング産業の芽となるべき、人間を強く意識した知能ロボットの育成に産学・行政が連携して取り組んでいます。

こうした取り組みの中、昨年に引き続き、国内トップクラスの専門家を招へいし、当地域のロボット関連の研究開発者や中小企業者との間において、最先端・最新の情報交換や技術交流を促進し、知能ロボット産業の新たな展開・活性化に資することを目的としてロボットシンポジウムを開催いたします。

# 会議開催報告

## 「第12回 理事会」開催

平成28年2月5日(金)9:00より、キャッスルプラザにて、第12回理事会が開催されました。

今回の理事会は、

- ①平成28年度事業計画書案及び収支予算書案、資金調達及び設備投資の見込みの承認の件
  - ②助成事業 助成金計画変更の承認の件
  - ③事務局員出張旅費規定改定の承認の件
  - ④第12回議員会の日時及び場所並びに目的である事項決定の件
- が審議され、いずれの議案も原案通り可決されました。



## 「第12回 評議員会」開催

平成28年3月4日(金)17:00より、キャッスルプラザにて、第12回評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

- ①平成28年度事業計画書案及び収支予算書案、資金調達及び設備投資の見込みの承認の件
  - ②助成事業 助成金計画変更の承認の件
- が審議され、いずれの議案も原案通り可決されました。また、先立って行われました理事会の決議内容について報告を行いました。



## フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告

(いずれも提出原文のまま、所属は提出時のもの)

### ■2012国際シンポジウムマイクロナノメカトロニクスヒューマンサイエンス・国際マイクロロボットメイズコンテスト K24FSXⅦ第86号

開催責任者：新井 史人(名古屋大学大学院工学研究科 教授)

開催期間：平成24年11月4日～平成24年11月7日

会場と所在地：名古屋大学野依学術記念交流館 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

参加人員：約380名(うち、シンポジウムは178名)

#### <実績>

シンポジウム

講演 6件

内訳 基調講演 5件、招待講演 1件

論文 139件

内訳 オーラル発表 61件、ポスター発表 78件

メイズコンテスト

以下の国・地域のチームが参加

米国・韓国・タイ・インドネシア・台湾・日本

#### <成果>

各界で活躍中の講師、若手研究者による活気ある議論や情報交換が行なわれ、マイクロ・ナノメカトロニクス研究の新たなネットワークの構築に資することができた。

## ■セキュリティに関する国際ワークショップ2012

### IWSEC2012(International Workshop on Ssecurity2012)

#### K24FSXⅦ第87号

開催責任者：松浦 幹太（東京大学生産技術研究所 准教授）

開催期間：平成24年11月7日～平成24年11月9日

会場と所在地：九州大学西新プラザ（福岡県福岡市早良区西新2-16-23）

参加人員：118名

#### <成果>

IWSEC2012は平成24年11月7日～同9日までの3日間、昨年の同会議の実績(89名)を上回る118名の参加者を集めて開催された。参加者の内訳は国内から92名、国外から26名であり、これは、情報セキュリティの重要性を喚起するとともに、日本における当該研究の一層の発展と国際化および国際貢献するという同会議の目的を達成したことを示している。

テクニカルプログラムでは、53件の投稿論文から厳格な査読審査を経て採録された16件の優れた論文が発表された。(採録率=30.1%)。さらに、ポスターセッションでは

31件の発表が行われ、これも昨年の同会議と比べると4件の増加となっている。これらの発表の中から、優秀論文賞1件、学生優秀論文賞1件、優秀ポスター賞4件が選ばれた。これらの成果は、若手研究者の奨励、国際的な研究のネットワークの形成・強化、若手研究者にとって参加しやすい国内での安定的な研究発表の場を提供など、同会議の目的を達成したことを示している。

さらに招待講演で招いた講演者は4名で、これは昨年度の二倍であり、内容の濃い充実した国際会議となった。

## ■第2回国際セマンティックテクノロジー合同会議(JIST2012)

#### K24FSXⅦ第88号

開催責任者：溝口 理一郎（大阪大学 産業科学研究所 教授）

開催期間：平成24年12月2日～平成24年12月4日

会場と所在地：奈良県新公会堂（奈良県奈良市春日野町101）

参加人員：110名

#### <成果>

本国際会議は、主にアジア地域における広い意味でのセマンティックテクノロジー技術に関する議論と交流の場を提供することを狙いとして開催されました。会議への登録参加者は計110名であり、そのうち国外参加者が16ヶ国からの55名に及びました。一般からの発表論文募集には26ヶ国から90本という多くの投稿がありました。その中から厳密な論文査読の結果、一般論文:22本、In-Useトラック論文:7本、特別トラック論文:6本が採録されました。本会議では、これらの論文が7つのセッションに分かれて発表され、活発な議論が行なわれました。また、ヨーロッパ、中国、日本の著名研究者による招待

講演4件と、ヨーロッパからのチュートリアル講演1件を頂きました。さらにポスター&デモンストレーションセッション、併設ワークショップ3件、Co-locatedイベント1件も開催されました。本会議には、理論的研究者と企業などにおける実践的研究者の両方が参加し、また、アジア諸国からに加えてヨーロッパ諸国からも多くの参加者があったことから、理論研究者と実践研究者の間、またアジアとヨーロッパの研究者の間の議論と交流の場を提供したといえ、当初の目的以上の大きな成功を収めたといえます。なお、この成功をうけて、次回開催が今年中に韓国で行なわれることが決定しています。

## ■AAAI Spring Symposium 2014

Big data becomes personal: Knowledge into meaning

(<http://mednlp.jp/aaai-ss-2014/>)

米国人工知能学会スプリングシンポジウム2014

K25FSXVII第90号

開催責任者：城戸 隆(株式会社 理研ジェネシス 研究員)

開催期間：平成26年3月24日～平成26年3月26日

会場と所在地：米国 スタンフォード大学

参加人員：48名

### <成果>

2014年3月24日～26日の3日間、AAAI Spring symposium 2014, Big data becomes personal: Knowledge into Meaningを主催した。本会議は、American Association of Artificial Intelligence (AAAI)が主催し、本シンポジウムを含め8つのトピックのシンポジウムが開催された。これまで、AAAI Symposiumは秋と春に毎年2度、米国で開催されており、秋の開催地はボストン(MIT)、春の開催地はスタンフォード大学である。とても自由でカジュアルな雰囲気でのシンポジウムである。

本会議は、一昨年度に開催したAAAI Spring symposium “Self-Tracking and Collective Intelligence for Personal Wellness”, また昨年度開催したData Driven Wellness: From Self-Tracking to Behavior Changeに続く会議である。近年のモバイル端末等による個人のライフログのセルフトラッキング、それらを集積したビッグデータのマイニング、Quantified Self (QS)[QS]等の参加型コミュニティの拡大などの新しい動きを踏まえ、Wellnessというキーワードを共有して、将来の医療や健康を支える人工知能技術やビジョンを分かち合うことをテーマとしてきた。

昨年度の議論を踏まえ今年度は“Knowledge into Meaning”というキーワードを副題にした。ビッグデータとパーソナルデータという流れを踏まえ、定性的なデータと定量的データをどのように統合、利活用していくのかが主要なテーマである。このシンポジウムには、人工知能の研究者を中心に、多様なバックグラウンドを持つ50名弱の研究者が集い23件の発表と5件のポスター発表、活発な議論が行われた。今回、同時開催された8つのAAAIのシンポジウムの中で、我々のセッションは特に注目を集め、最大の参加数となった。

特に今年度は、MIT Mediaから、Affective Computing Projectで有名なRosalind W. Picard 教授を招聘し、

センサーなどを用いて人間の感情を抽出する技術や、その応用についての講演を頂いた。また、Stanford大学のJohn Perry教授も招聘し、哲学の視点からPersonal Identityに関する講演を頂いた。

このシンポジウムでは、パーソナルデータやビッグデータの解析(ゲノムデータの解析、脳波データ、睡眠の分析など)、認知ケアやサポートシステム、パーソナルデータのプラットフォームやマーケットプレイス、モバイルヘルスなど、様々な発表がなされた。下記が本会議での発表のトピック分布である。

- A. Detection and Prediction from Big Data (3)
- B. Cognitive Health (2)
- C. Care Worker Support System (1)
- D. Big Data Analysis (3)
- E. Vital/Brain Data Monitoring and Analysis (3)
- F. Mobile and Self-Tracking Health Data (2)
- G. Sensing Data for Health and Wellness (2)
- H. Personal Identity (2)
- I. Detection from Sensor Data (1)
- J. Emotion and Interface (2)
- K. Personal Big Data and Repository (3)

本会議の内容は、人工知能学会誌でも報告予定である。また、本会議での発表者を中心に、人工知能学会誌で特集号も組む予定である。

境界領域から新たな突破口やイノベーションが生まれてくる。シリコンバレーの中心地に位置するスタンフォード大学での開催という土地柄もあり、このシンポジウムは、とても多様性があり、非常に自由な雰囲気と発想にあふれている。今後も継続して、境界領域で多様なコミュニティが集う場を作っていきたいと考えている。

## ■9th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security (ASIACCS2014) K25FSXⅦ第91号

開催責任者：盛合 志帆(情報通信研究機構 ネットワークセキュリティ研究所 セキュリティ基盤研究室 室長)  
開催期間：平成26年6月3日～平成26年6月6日  
会場と所在地：京都ガーデンパレス (〒602-0912 京都府京都市上京区烏丸通下長者町上る龍前町605)  
参加人員：175名

### <成果>

ASIACCS2014は平成26年6月3日～同6日までの4日間、昨年の同会議の実績(89名)を上回る175名の参加者を集めて開催された。参加者の内訳は国内から68名、国外から107名であり、情報セキュリティの重要性を喚起するとともに、日本における当該研究の一層の発展と国際化および国際貢献するという本国際会議の目的を十分に達成したと考えられる。

テクニカルプログラムでは、255件の投稿論文から厳格な査読審査を経て採録された42件の優れた論文が

発表された。(採録率=16.4%)。また、招待講演として海外より1名の講演者を招聘し、充実した国際会議となった。さらに、昨年度は実施されなかったポスターセッションが行われ、17件の発表があった。これらの発表の中から、優秀論文賞2件、優秀ポスター賞4件が選ばれた。これらにより、情報セキュリティへの最新の脅威や対策技術に関する最新動向を国内外の組織と共有するとともに、今後の研究活動における連携を深めることができた。

## ■2014 IEEE International Conference on Granular Computing IEEE GrC2014 K25FSXⅦ第92号

開催責任者：工藤 康生(室蘭工業大学 准教授)  
開催期間：平成26年10月22日～平成26年10月24日  
会場と所在地：登別グランドホテル(北海道登別市登別温泉町154番地)  
参加人員：62名

### <成果>

IEEE International Conference on Granular Computing (IEEE GrC2014)は、人工知能(コンピュータやロボット)と人間との円滑な関わりなど、人間主体の知識表現の情報処理モデルとして有効性が期される、情報の「粒」の概念に関する理論的基礎づけから実問題への応用まで、先端研究を発表し情報交換を行うことを目的とし、情報科学を中心に、人工知能、ファジィ理論、データマイニング、ヒューマンコンピュータインタラクションなど、幅広い分野の研究者が集う国際会議である。第10回となる今回の会議は、グラニューラーコンピューティングに特化した国際会議としては初の日本開催である。

会議は2014年10月22日から10月24日の3日間、北海道登別市の登別グランドホテルにて開催され、国内から33名、

海外からは台湾、中国、ポーランドなど9カ国から29名の計62名が参加した。会議の規模は小さいものの、グラニューラーコンピューティングやラフ集合に関する基調講演やチュートリアル、データマイニング、ソフトコンピューティング、クラスタリング、生体情報処理などに関する招待講演、一般、企画合わせて16個のセッションが開催され、充実した内容の議論が行われた。グラニューラーコンピューティングを介して国内外の研究者が討論・交流する場を提供することができ、また、国内外から多くの学生が発表者として参加できたことから、グラニューラーコンピューティングの今後の発展に多少なりとも寄与できたと考えている。



## ■ The 39th International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC2014) K25FSXVII第93号

開催責任者：長坂 耕作(神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 准教授)

開催期間：平成26年7月21日～平成26年7月25日

会場と所在地：神戸大学百年記念館および神戸大学瀧川記念学術交流会館  
(〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)

参加人員：192名(推定含む)

(23日～25日は登録制で142名となりますが、21日と22日は登録不要のため、未登録者の参加人数を目視による概算で50名と推定しています)

### <成果>

主に日本人を対象とした数式処理ソフトに関するワークショップ(登録不要)の開催、数式処理のチュートリアル(登録不要)、数式処理に関するトップカンファレンス(ISSAC2014)を融合し、神戸大学大学院人間発達環境学研究科の学術Weeks2014の「Kobe Computing Week2014」として拡大開催した。日本人を招待講演等の中心に据えることで、日本の研究内容のアピールを内外に行えた。本会議では、国立情報学

研究所が進める「東大ロボットプロジェクト」(NHKスペシャルでは、スーパーコンピュータ京と共に取り上げられたプロジェクト)に関連する講演を3件設定した。これにより、当該プロジェクトを内外の専門家に幅広く周知することが出来たと考えられる。今後、この分野で日本が世界に先んじた結果を出すための研究協力などが得られやすくなったことが、関係学会および業界に対する最たる成果と考える。

## ■ the 5th International Conference on Social Informatics K25FSXVII第94号

開催責任者：田中 克己(京都大学大学院情報学研究科 教授)

開催期間：平成25年11月25日～平成25年11月27日

会場と所在地：京都大学百周年時計台記念館(京都府京都市左京区吉田本町)

参加人員：114名

### <成果>

第5回社会情報学に関する国際会議(The 5th International Conference on Social Informatics(SocInfo2013))は、コンピュータサイエンス分野と社会科学(社会心理学分野等)を学際的に議論し、これらの融合を目指す国際会議である。ACM SIGCHI(コンピュータヒューマンインタラクション)のように、コンピュータサイエンスと社会心理学を限定的に連携する試みは数多くあるが、このようなコンピュータサイエンス分野と社会科学分野が互いの分野の知見を積極的に取り入れ連携する国際会議は前例がなく、非常に重要な会議である。第一回Poland、第二回Austria、第三回Singapore、第四回Switzerlandに続き、東アジア圏で初の開催となり、当該研究分野の活性化が成果として得られた。昨今のソーシャルメディアの普及に伴い、社会情報学(Social Informatics)が目的とする。コンピュータサイエンス分野と社会科学分野を横断的に研究する試みはますます重要さを増しており、当該研究分野の活性化に大いに貢献することができた。

社会現象の知見の情報技術への応用、社会的概念に基づく設計による情報システム、ソーシャルコンピューティングや情報システムの知見の社会科学的手法への適応、社会システムや人間社会のダイナミクスを支援する情報技術、社会的文脈を考慮したコミュニケーション技術や情報設計といった、原著論文や示唆にとんだケーススタディ研究の発表、デモ発表を受け入れ、また、ワークショップやチュートリアル発表も行った。基調講演としては、Michigan大学のPaul Resnick教授、東京大学のYoshiaki Hashimoto教授、Hong Kong大学のIrwin King教授に依頼し、最新の研究動向の紹介があった。さらにチュートリアルはTowards a Spatial and Temporal Representation of Social Processesというタイトルで、Naval Academy Research InstituteのChristophe Claramunt博士の講演も得た。

最終的に本会議の論文集は、国際的に評価の高いSpringerのLecture Notes in Computer Scienceシリーズとして刊行された。

## ■10th Asia-Pacific Conference on Vision K25FSXⅦ第96号

開催責任者：塩入 諭(東北大学電気通信研究所 教授)  
開催期間：平成26年7月19日～平成26年7月22日  
会場と所在地：かがわ国際会議場、香川県高松市サンポート2-1  
参加人員：336名

### <成果>

本研究集会では、アジア環太平洋地域での視覚情報処理研究を活性化するために、優れた研究発表を行った12名の国外からの参加学生および4名の日本人学生に対し渡航費用援助を行い、基調講演およびシンポジウムの招へい研究者に対して参加費の助成を36件行った。また、世界的に注目されている国内外の研究者を招へいし、基調講演2件を行った。運動視の世界的権威であるUniversity of California, San DiegoのS.Anstis教授、人口網膜の世界的権威である大阪大学大学院医学系研究科の不二門尚教授に講演を依頼した。シンポジウムについては、NTTコミュニケーション科学

基礎研究所の西田眞也博士に企画を依頼し、10のテーマで講演者を募った。テーマ毎に4から5件の講演(発表件数合計46件)を行い、各テーマについて深く議論する機会を提供することができた。本研究集会での研究発表は、国際ジャーナルであるi-Perception誌の特集号に研究抄録を掲載する予定である。参加者総数は、当初250名を想定していたが、336名であった。さらに、企業展示も充実し、3社から出展があった。日本での開催は今回で3回目となるが、前回の2006年開催では250名程度の参加であったが、大幅に参加者数が増大したことは非常に大きな成果であったと考える。

## ■第36回情報理論とその応用シンポジウム K25FSXⅦ第97号

開催責任者：植松 友彦(東京工業大学大学院理工学研究科通信情報工学専攻 教授)  
開催期間：平成25年11月26日～平成25年11月29日  
会場と所在地：伊東ホテル聚楽(じゅらく) (〒414-0055 静岡県伊東市岡281番地)  
参加人員：233名

### <成果>

本シンポジウムのテーマである情報理論とその応用に関する128件もの多くの論文投稿を集めることができた。シンポジウムでは、4セッションに分かれ、それぞれの論文に関する講演と議論が活発に行われた。議論を通じて、発表された研究に関して更に理解を深め、新たな知見を得ることを促すことができた。さらに、研究に関する議論を通じて今まで知らない同士であった研究者がシンポジウムで出会い、新たな問題に気づき、さらなる共同研究に発展する機会を与えることができた。

参加数は、233名であり、そのうち121名は学生であった。多くの学生が参加したため、当該分野の裾野を広げる役割を大いに果たすことができた。多くの学生を

育てた3名の大学教員をパネラーとして招き、教育に関するパネルディスカッションを行った。この企画は人気を博し、大学教員に対しては学生の指導方法に関するアイデアを伝え、学生に対しては博士課程進学の魅力を伝え、進学のきっかけを与えることができた。

論文を収録したCD-ROMを作成し参加者に配布した。開催後には主催学会である電子情報通信学会の英文論文誌において、情報理論とその応用に関する特集号を企画されており、本シンポジウムで発表された論文を投稿していただけるよう参加者に呼びかけた。この企画により、本シンポジウムで発表された研究がさらに発展し、質の高い雑誌論文の形で後世に残ることとなる。

## ■国際会議VINCI(Visual Information Communication & Interaction)2015 (ビジュアル情報通信技術とインタラクションに関する国際会議) K26FSXIX第99号

開催責任者：伊藤 貴之(お茶の水女子大学理学部情報科学科 教授)

開催期間：平成 27年8月24日～平成 27年8月26日

会場と所在地：一橋講堂中会議室(東京都千代田区一ツ橋2-1-1 学術総合センター2階)

参加人員：63名

### <成果>

国際会議VINCI (Visual Information Communication & Interaction) は2008年以降毎年開催されている国際会議である。8年目の2015年に初めて日本に誘致する機会を得た。VINCIでは主に可視化、情報デザイン、HCI (Human Computer Interaction) などの専門分野における論文発表やディスカッションを企画している。

当該分野は日本国内にも多数の研究室を有するにもかかわらず、日本国内での国際会議の機会はこれまで少なく、また海外開催での国際会議への日本人参加者もあまり多くなかった。今回の東京開催によって、当該分野における日本国内からの投稿数と参加者数が増加し、

結果として当該分野における日本人研究グループの存在感を示せたと考えている。特にポスター発表において日本人学生の発表が多かったことから、当該分野の日本国内での成長が期待される。またVINCIの採択論文はACM Digital Libraryに掲載されることから、当該分野における日本国内の研究成果のVisibilityが高まることも期待される。

なお今回の実行委員長の伊藤貴之がVINCIのSteering Committeeに加入依頼されて承諾している。このことは当該分野における継続的な会議運営と、当該分野の国際会議の日本誘致の機会につながるものと考えられる。

## ■第26回アルゴリズムと計算に関する国際シンポジウム(ISAAC2015) K26FSXIX第100号

開催責任者：平田 富夫(名古屋大学情報科学研究科 教授)

開催期間：平成27年12月9日～平成27年12月11日

会場と所在地：名古屋マリオットアソシアホテル(名古屋市中村区)

参加人員：151名

### <成果>

2015年1月に投稿募集(Call for Papers)をホームページ上で公開し、6月19日の締め切りまでに180編の投稿があった。その中から、プログラム委員(35名)及び外部査読者(268名)による査読プロセスを経て65編が厳選・採択された。会議は3名の著名な研究者による招待講演と65編の採択論文の発表からなり、12月9日から11日の3日間にわたって名古屋マリオットアソシアホテルにて開催された。会議参加者数は151名で、その内訳は次の通りである。日本62、ドイツ16、米国14、カナダ6、チェコ6、韓国6、台湾5、中国4、インド4、ロシア3、英国2、オーストラリア2、ブラジル2、香港2、それに、オーストリア、

ベルギー、デンマーク、フィンランド、ハンガリー、イスラエル、イタリア、カザフスタン、オランダ、ノルウェー、スイス、UAE各1。

招待講演とそれに続く発表はいずれも質の高い内容で、活発な質疑があり大変盛況であった。最優秀の論文に対し贈られるBest Paper Awardは、Aline Saettler, Eduardo Labor and Ferdinando Cicaleseらの論文「Trading off Worst and Expected Cost in Decision Tree Problems」に対して贈られた。会議のプログラムおよび写真を次のホームページで公開している。

<http://www.al.cm.is.nagoya-u.ac.jp/isaac2015/>

## ■2015年パーベイシブ・ユビキタスコンピューティング国際会議(UbiComp2015) K26FSXIX第101号

開催責任者：間瀬 健二(名古屋大学大学院情報科学研究科 教授)

開催期間：平成27年9月7日～平成27年9月11日

会場と所在地：グランフロント大阪

参加人員：861名

### <成果>

パーベイシブコンピューティング、ユビキタスコンピューティングに関して、新センシング技術や、屋内位置推定技術、行動認識技術、といった個々の技術だけでなく、それらを統合的な情報処理へと発展させた様々な研究が見られた。技術発表としては、投稿394件のうち、国際プログラム委員会の査読により、口頭発表120件が採択され、そのほか、ポスターセッション、デモセッション、Doctoral Schoolセッションなどがあった。さらに、ウェアラブルコンピューティングの国際会議であるISWC2015とも共催された。

キーノートとして、2名の招待講演者があり、ATR脳情報通信総合研究の川人 光男氏は脳活動の時空間活動パターン分析およびニューロフィードバックによる脳活動の制御の可能性を語った。Rhizomatiks Researchの真鍋 大度氏は、画像処理技術、センシング技術、機械学習技術、CG技術などのパフォーマンス分野への適用を紹介した。口頭発表のセッションでは、屋内位置推定、ユビキタスヘルスケア、行動認識手法等が

テーマとして取り上げられた。また、22の併設ワークショップが開催され、多数の参加者で活発な議論が繰り広げられた。

総計861名のうち、過半数が外国人の参加者であり、活発な議論がなされた。ユビキタスコンピューティングの基礎から応用までを広くカバーする優れた論文は、会議で公表されると同時に会議論文集として発行され、ACMのデジタルライブラリに登録された。

### <会議状況>

- (1) 開催内容:Keynote 2講演、Oral Session 30,Poster Session
- (2) 開催場所:グランフロント大阪
- (3) 参加者数:全体861名、うち外国からの参加者519名

### <参加国>

USA,Korea,UK,Germany,China,Canada,Switzerland,Finland,Taiwan,Italy,Thailand,Australia,Singapore,France,Austria,Denmark,Spainなど計35カ国

## ■第十二回「解析学における計算可能性と計算量」国際会議(CCA2015) Twelfth International Conference on Computability and Complexity in Analysis K26FSXIX第102号

開催責任者：河村 彰星(東京大学総合文化研究科広域システム科学系 助教)

開催期間：平成27年7月12日～平成27年7月15日

会場と所在地：明治大学駿河台キャンパス紫紺館4階(東京都千代田区神田駿河台1-1)

参加人員：60名

### <成果>

国際学会 CCA (Computability and Complexity in Analysis)は実数や実函数などの連続な対象を扱う計算理論(計算可能性および計算量の理論)についての国際学会である。投稿募集で掲げたテーマは次の通り。

- ・解析学における計算可能性
- ・実函数の計算量
- ・構成的解析学
- ・領域理論と解析学

- ・実数・実数集合・実函数の計算可能性
- ・算法ランダム性と計算測度論
- ・表現の理論
- ・実数の計算モデル
- ・実現理論と解析学
- ・逆解析学
- ・実数算法の実装と評価

この会議は平成7年(1995)にドイツで小規模の討論集会(workshop)として始まって以来、徐々に規模を

拡大しながら欧州を中心に世界各地で毎年開催され、途中で国際学会(international conference)に格上げして此度12回目を数える。本邦の研究者も早くから大きく貢献している分野であり、平成17年(2005)の京都市に続いて十年ぶりに日本でこの会議を開催した。

特に今回は、これまでの伝統に従って旧来の中心分野での議論を深めることも勿論であるが、加えて実数計算を扱う周辺分野との情報交換を図り、理論情報学と数理論理学の多くの研究者に関心を持ってもらうことを企図した。これらの分野の世界的な中心会議であるICALPとLICSの直後の日程とし、また下述の初日の研究集会も含め入門的内容や、五件の招待講演も周辺

分野との関連についての内容を多く含めた構成とした。これに応じて一般講演25件の中にも、近年ずっと見られる傾向ではあるが、新たな対象において計算限界を解明しようとする講演が多くみられた。初日には高速精度保証計算の専門家とのおそらく世界初となる共同ワークショップ「実数計算の理論と実際」を開催し、新たな連携に向けて議論を深めることができた。学生・若手が参加しやすいよう参加費も低く抑え、若干の旅費補助も実施した。欧米からの参加者には遠隔地となる日本での開催にもかかわらず、全体としては例年より多い60名の参加があり、この分野における国際連携を一層緊密にすることができた。

## ■MAPLEX2015 多様な語彙理論に関するワークショップ2015 K26FSXIX第103号

開催責任者：井佐原 均（豊橋技術科学大学 教授）

開催期間：平成26年2月9日～平成26年2月10日

会場と所在地：ほほえみの宿滝の湯（山形県天童市鎌田本町一丁目1番30号）

参加人員：52名

### <成果>

当会議は、アジア圏を中心に計算機用言語資源(辞書等)に関わる研究開発を行う研究者を集め、言語資源の構築から、それを用いた応用システムの作成まで、幅広い議論を行い、アジア言語処理の研究開発環境を充実させることを目的として開催した。参加者は海外から36名(タイ、台湾、フィリピン、オランダ、イタリア、フランス)、国内から16名の合計52名であった。開催プログラムを次ページに示す。

言語資源の開発・評価・共有の第一人者である Nicoletta Calzolari (ILC-CNR, Italy) と、多言語・異文化のコミュニケーションの権威である石田亨京都大学教授による基調講演を行い、言語資源の最新の世界的状況と、国際協力の在り方について、参加者への啓蒙を図った。また、長尾真京都大学名誉教授にご参加いただき、ご挨拶いただくとともに、国内外からの参加者と議論していただいた。

会議において、Wordnet, Framenet, Generative Lexicon

という現在の語彙意味論の中核をなす3つの枠組みからの発表があり、今後の協力に向けての積極的な議論が行われた。今後の具体化に向けて、また、当会議の次回開催について、2016年1月にブカレスト(ルーマニア)で開催される Global Wordnet Conference で議論を行う予定である。

また、会議では、言語資源の不十分な途上国の言語を対象に討論セッションを設け、各言語の現状が報告された。アジア圏の言語資源の充実に向けての新たな協力関係の樹立を目指し、台湾・タイ・フィリピンの研究者を中心に議論が進められた。

当会議は冬の温泉旅館で開催され、雪景色や浮世絵・将棋駒など海外からの参加者に感動を与えることができた。

### <会議プログラム>

#### 9th of February (Mon.)

10:00-10:30 Opening

10:30-12:00 Oral Session 1

Building Resources for Philippine Languages

Nathaniel Oco, Leif Romeritch Syliongka, Tod Allman, Rachel Edita Roxas

Towards a Culturally Weighted Lexicon Construction

Chiarung Lu

- AV Event Types in Squiliq Atayal: From the Perspective of Generative Lexicon  
Chia-ying Yang
- 12:00-13:30 Lunch Break
- 13:30-14:20 Keynote Speech 1  
Language Resources Challenges at the Crossroads of Data, Language and Infrastructure  
Nicoletta Calzolari
- 14:20-15:00 Short Paper Session  
Lexical Information for Japanese Zero Pronouns  
Masanori Oya  
Detecting and ordering adjectival scalemates  
Emiel van Miltenburg
- 15:00-15:30 Coffee Break
- 15:30-17:00 Oral Session 2  
ESO: a Frame based Ontology for Events and Implied Situations  
Roxane Segers, Piek Vossen, Marco Rospocher, Luciano Serafini, Egoitz Laparra, German Rigau  
Understanding Social Movement by Tracking the Keyword in Social Media  
Virach Sornlertlamvanich, Eakasit Pacharawongsakda, Thatsanee Charoenporn  
Japanese FrameNet Data Quality Overview: Toward Full Data Integrity  
Alexandre Kabbach, Kyoko Hirose Ohara
- 17:00-18:00 Break
- 18:00-20:00 Banquet

### **10th of February (Tue.)**

- 9:30-10:30 Oral Session 3  
Words in context: a reference perspective on the lexicon  
Piek Vossen, Tommaso Caselli, Filip Ilievski, Ruben Izquierdo, Alessandro Lopopolo, Emiel van Miltenburg, Roser Morante, Minh Ngoc Lê, and Marten Postma  
Generative Lexicon and polysemy: inducing logical alternations  
Francesca Frontini, Valeria Quochi, Monica Monachini
- 10:30-11:00 Coffee Break
- 11:00-11:40 Invited Talk  
The lexical semantics of constructional reduplication in Japanese  
Naoyuki Ono
- 11:40-13:00 Lunch Break
- 13:00-13:50 Keynote Speech 2  
Global for Local: Intercultural Collaboration over the Language Grid  
Toru Ishida
- 13:50-14:45 Discussion Session  
Linked Open Data for Formosan Languages  
Shu-Kai Hsieh  
Facing orthography issues dividing the Yami community  
Victoria Rau  
On the development of an indigenous bilingual dictionary: the case of Seediq in Taiwan  
Li-May Sung
- 14:45-15:15 Discussion with Coffee
- 15:15-16:00 Project Notes  
Annotating Semantic Role Information to Japanese Balanced Corpus  
Koichi Takeuchi, Masayuki Ueno, Nao Takeuchi  
Anatomizing Evocations: A trial using an existing onto-lexical resource  
Yoshihiko Hayashi  
Parallel Data Sharing for Intensification of the International Competitiveness  
Kyoko Kanzaki and Hitoshi Isahara
- 16:00-16:20 Closing

# 研究助成完了報告概要

(いずれも提出原文のまま、所属は提出時のもの)

## ■ロボットの物体操作経験に基づく物体特徴量の自己組織化

### K23研XVI第360号

#### 【実施内容】

本研究では神経回路モデルを用い、ロボットの物体操作経験から自動的に物体特徴量を自己組織化、行動生成に応用する研究を行った。特に人間の行動生成において重要とされるアフォーダンス理論における環境知覚特徴量である構造不変項(形状に関する特徴量)と変形不変項(動きに関する特徴量)に注目した。実験はロボットRobovie II-sを用い、円筒形・直方体・球など、様々な形状の物体を用いて実験をした。さらに、同モデルの予測性能を用い、ロボットの視界内でロボット自身の腕領域を発見する手法も開発した。こちらの実験では柔軟な動きが可能な人間形ロボットActroidを用いた。

#### 【成果】

ロボットの押し動作を用い、物体の形状に関する特徴量と動きに関する特徴量を自己組織化し、それらによって物体と挙動を分類することに成功した。具体的には物体の挙動として「倒れる」「滑る」「転がる」「跳ねる」動作を用い、これらに影響を与える形状特徴量(縦横比、円らしさ

### 西出 俊(徳島大学工学部知能情報工学科 講師)

など)を自己組織化した。さらに、各物体に適した挙動(円筒物体を転がす、縦に置いてある直方体物体を倒すなど)を生成するようなロボット動作を自律的に生成することに成功した。

ロボットの腕領域の発見については内発的動機付けモデルを神経回路モデルに応用したモデルを開発した。ロボットの腕の動きと外部物体の動きを同時に予測し、その予測可能性に応じて学習優先度を変更した。

#### 【今後予想される効果】

本研究はロボットの経験から環境を知覚する特徴量を自己組織的に獲得し、さらに、内発的動機付けモデルによって注目する対象を自律的に選択することを目指している。その応用として、一般的な環境において発達的に知能を獲得するロボットにつながると考えられる。今後は本研究成果を統合し、さらに知能発達に関する他の側面も導入することで一般社会で動作可能なロボットの開発へと展開していきたいと考えている。

## ■超群ロボットシステムの実現

### K24研XVII第379号

近年、複数台の移動ロボットにより構成されるいわゆる群ロボットの協調行動実現に関する研究が多くなされてきている。それを受け申請者は、膨大な機体数からなる群ロボットシステムを想定し、実際にそういったシステムが実現可能か?可能であればどういったタスクをそのシステムにより実現できるのか

といったことについて疑問を持ってきた。そこで、質的な変化が起きるほど機体数を膨大にしたシステムを「超群ロボットシステム」と定義し、「膨大な数のロボットで構成」「不均一性(群を構成するロボットは均一ではなく、多種多様なロボットで構成)」及び「非接触型相互作用としての無線通信の利用」をキーワードとして掲げ、超群ロボットシステムの実現及びその応用への基礎を構築することを本研究の目的とした。

具体的には、申請者はこれまで行ってきた、大多数のロボットが自身の位置を検出する専用のセンサーを持たないにもかかわらず、小数の高性能機体をシステムに混在させ、さらにロボット間のアドホックな無線通信をうまく活用することで各ロボットの位置をある程度の精度で求めるという位置同定を行うアルゴリズムを改良するとともに、位置同定を実現することで可能となる広範囲な領域での探索や調査の応用可能性の検討や、位置同定

### 杉本 靖博(大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 助教)

を実現する際に各ロボットがやりとりする情報を利用した移動アルゴリズムの検証について、本研究期間内に実施してきた。一方、アリやコオロギといった社会性昆虫を対象に、他個体との個体間相互作用による内部状態の変化と、その変化に基づく適応的行動発現メカニズムの解明に関する研究を行っている生物学者との議論を重ね申請者がこれまで提案してきた位置同定アルゴリズムを「他者との遭遇による内部状態の変化」という観点から再解釈することで、本研究の成果が生物の適応的行動発現メカニズムの解明に繋がる可能性を見いだすとともに、今後共同で研究を行っていくための連携を確立することができた。

今後、本研究をさらに推進していくことで、超群ロボットシステムによる広範囲な領域の探索や調査の実現が考えられる一方、非常に多くの個体数によるシステムの挙動を対象としていることから、流通や交通システムへの応用も考えられる。さらに、超群ロボットシステムの研究は、アリやハチといった多くの個体で群を形成して生活を行う社会性昆虫が見せる興味深い様々な振る舞いの発現原理解明にも繋がっていくと考えられる。

## ■陰陽格子を用いた全方位パノラマ画像処理

### K24研XVII第381号

広角レンズを搭載したカメラで広視野を撮影して取得される全方位画像データは、防犯監視、移動ロボット視覚や光源環境計測など様々な用途に広く利用されている。このような全方位画像データの中でも、複数枚の全方位画像データを統合して360度周囲全体を一枚の画像に収めた全天周画像は、投影光線の入射方向の天頂角と方位角の組を画像座標とする方形のパノラマ画像に展開された表現で与えられることが多い。この全方位パノラマ画像には、格子間隔の空間的不均一性や極における特異点の問題があり、既存の画像処理手法をそのまま直接用いることはできない。これらの問題を解消するため、全方位画像データを球面近似した多面体にマッピングして得られる離散球面画像を処理する手法が提案されているが、三角形画素構造を取り扱うために既存の画像処理手法を大きく修正する必要が生じる。他方、画素の大きさを画素位置に応じて適応的に変更する可変画素サイズと複数の異なる解像度を用いる多重解像度制御を用いた手法が開発されている。この方法は、画素形状を四角形に保ち、極問題にも適応できるが、処理が非常に複雑で、処理時間の問題がある。

近年、地球科学の分野において、陰陽格子と呼ばれる

原 健二(九州大学大学院芸術工学研究院 准教授)

重合格子が開発されている。陰陽格子とは、緯度経度格子の低緯度領域からなる陰格子と、陰格子を高緯度領域を覆うように回転させた陽格子の二つの対称領域が一部重複を許して球面上に統合された計算格子である。本研究では、それぞれ代表的なエッジ検出オペレータとコーナー検出オペレータであるラプラシアンオペレータとKitchen-Rosenfeldオペレータを全方位パノラマ画像のための特徴抽出オペレータとして自然に拡張した。これらの手法の枠組みは、各二次微分オペレータをデカルト座標系から球面極座標系に修正し、これを陰陽格子に適用することにより実現される。本手法の特長は、全方位パノラマ画像における極問題と解像度の非一様性の問題を同時に回避することが可能な陰陽格子を用いることで、全方位パノラマ画像処理が良好に行われるのに加え、既存の画像処理手法の修正も少なく済むことである。魚眼レンズカメラで複数方向を撮影して得られた全方位パノラマ画像に対し、提案手法と従来手法の比較実験を行った結果、本手法の有効性が確認された。今後の展開として、本手法の枠組みを用いて、回転・スケール変化に不変な局所特徴量抽出の既存手法を全方位画像のために拡張することが考えられる。

## ■確率ネットワーク生成を用いたロボット行動のための外界認識学習法

### K24研XVII第383号

#### 【実施内容】

ロボットが外界に関する事前知識を持たない状態から、自身の試行錯誤によって環境に関する知識を獲得する確率ネットワークを構成する手法を構築・検証した。

- ①ヒューマノイドロボットによる画像データ取得と解析：ロボットを背景・物体などが未知の環境におき、腕を動かしながら(物体に触れる・押す、物体やロボット手先が隠れる状況を含んだ)画像データを取得し、特徴点抽出等の処理・解析を行った。
- ②身体・物体構造についての確率ネットワーク構造の生成：得られた特徴点の運動情報とロボットの関節角度・センサ情報にもとづいて身体運動と視覚特徴の間の相関を確率ネットワークの形で構成する方法を開発、実装した。
- ③ネットワーク構造を利用した行動計画・生成方法の構築：獲得された確率ネットワークの構造変化を手がかりにした状態識別法を構築し、ロボットの行動にとって適切な環境の識別が可能であることを確認した。

小林 祐一(静岡大学大学院 総合科学技術研究科 准教授)

#### 【成果】

下記の論文発表を行った。

1. 渡部聡,小林祐一:ロボットのボトムアップな状態識別における視覚特徴点の遮蔽の定量化を用いた依存ネットワークの構築法”,1M4-2,第15回システムインテグレーション部門講演会,2014。
2. 渡部聡,小林祐一,金子透:視覚特徴点の依存関係を用いたロボットの状態識別と動作生成,日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会,3P2-Q01,2014年。
3. 稲葉貴大,小林祐一,金子透:ロボットによる物体押し動作における環境ダイナミクス影響因子の推定法,日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会,1A1-X02,2014年。
4. 稲葉 貴大,小林 祐一:画像情報およびロボットの動作情報を用いた物体の可動性の判別,第19回創発システムシンポジウム,2013。
5. 稲葉貴大,小林祐一:移動ロボットによる環境ダイナミクス予測のための画像情報からの特徴抽出,第27回



自律分散システム・シンポジウム、IC1-1、2015。

6. T. Inaba and Y. Kobayashi, Extraction of dynamics-correlated factors from image features in pushing motion of a mobile robot, Proc. of International Joint Conference on Computational Intelligence, 310-315, 2014.

#### 【今後予想される効果の概要】

本研究の成果を基盤として、ロボットが自分の手を動かしながら、物体の識別、物体の動かし方を奥行き方向の運動や物体の変形なども含めて多様な情報を収集する技術を開発することが可能になる。本研究の成果を自律ロボットの知能開発につなげる予定である。

以上

## ■音源モデルを組み込んだボルツマンマシンとクラスター分析による重畳音認識

### K24研XVII第384号

音声通話や音声認識などの音声を扱うアプリケーションにおいて、雑音除去は性能向上のために重要なプロセスである。雑音重畳音声から所望の音声を取り出す手法の一つに、バイナリマスクによる雑音除去が挙げられる。これは、音声信号のエネルギーが時間周波数領域においてスパースかつ局在的に分布していることを用いた方法であり、時間周波数領域で雑音よりも音声のパワーの方が大きい点の集合をバイナリに分類し抽出することにより雑音を抑圧しようとする方法である。バイナリマスクの推定方法としては複数のマイクを用いる方法があるが、シングルマイクで動作する手法が実現できれば利便性が高く、より広い応用が期待される。このような背景のもと、本研究ではシングルチャネルの入力音声に対してボルツマンマシンを用いてバイナリマスクを推定する手法を提案した。

ボルツマンマシンは無向グラフィカルモデルの一種であり、ノードおよび枝とそれらに基づいて定義されたエネルギー関数により規定される。提案法では、バイナリマスクの各要素点をバイナリの変数を表すノードに対応させる。またそれら以外に観測された音声の時間周波数信号の各点を表す連続変数を用意する。そして、ボルツマンマシンのバイナリ変数ノードの値が入力音声に対する最適なバイナリマスクに対応したときにシステム全体のエネルギーが最小となるように、エネルギー関数

### 篠崎 隆宏(東京工業大学 大学院総合理工学研究科 准教授)

を決める。これは、学習用の音声データを用いて最尤法により実現できる。すなわち、事前に音声に関する知識をグラフ構造の中に学習しておき、雑音抑圧時にはその知識を元に雑音の重畳した音声の中の音声を聞き分けるバイナリマスクの値を求めようとする手法である。マスクの推定は入力音声に対してシステムのエネルギーを最小化するマスクを求めることで行う。音声信号を精度よくモデル化するために複雑な構造のグラフを用いる。その際、解析的にマスクを求めることが困難となることから、MCMCを用いた探索手法を用いる。

研究ではボルツマンマシンとして複数の構造の比較を行った。また、エネルギー関数の定義として2変数間の関係に基づいたもの他、ガウス混合分布を組み合わせたものなどを検討した。音声と雑音のエネルギーが1対1となるような条件において行った雑音抑圧実験では、4.5dB程度の信号雑音比(SNR)の改善が得られた。

提案法は計算量の問題を除けば原理的にグラフ構造やエネルギー関数の設計に制約がない。このため音声信号の複雑な依存関係を多様な方法でモデル化することが可能である。今後音声の性質をより詳しくモデル化する方法について研究を進めることでより効果的な雑音除去が可能になると期待される。

## ■DICOMスライスデータを3次元に再構築するクラウドサービス上でのSNS構築

### K4研XVII第385号

独立行政法人海洋研究開発機構(以下、JAMSTEC)の所有する地球深部探査船「ちきゅう」は、海底の地質サンプルであるコア試料の掘削を行っている。「ちきゅう」は、世界最高の掘削能力を持ち、海底下7000mまで到達できる。これは人類未到のマントルや巨大地震発生帯への掘削を可能とする。「ちきゅう」は、統合国際深海掘削計画の主力船として、これまで

### 山際 伸一(筑波大学システム情報系 准教授)

地球に起こってきた環境変動や巨大地震発生のメカニズムの解明を目的とし、コア試料の採取を行っている。掘削されたコア試料は、船上に搭載されたX線CTスキャナにかけられ、DICOMフォーマットの電子データ(以下、コアデータ)として保存された後に、実物が研究材料として利用される。このコアデータは、試料の内部構造を3次元に再構成することができるため、

試料を破壊せずに任意の断面を閲覧することが可能である。すなわち、コアデータを利用することで、コア試料を破壊せずに内部構造を閲覧・分析することが可能である。海洋研究開発機構高知コア研究所が公開するVirtual Core Libraryで、コアデータを誰でも自由にダウンロードすることができる。

従来、コアデータを利用した分析には、コアデータのファイルサイズが大きく、十分な保存容量が必要となる、3次元化には大きな計算量が必要であり高性能なマシンを必要とする、コアデータの閲覧に適した専用ソフトウェアが存在しないといった問題があった。上記の問題を解決する分析ツールとしてVirtual Core Viewerが開発された。しかし、コア試料の調査には複雑で細かい操作が必要とされ、同じコア画像を閲覧するには繰り返し複雑で細かい操作が必要となることや、3次元であるコアの特定部分に対して直接メモを残すことができないなどの、コア試料を効率良く調査する上での課題が残されている。そこで本プロジェクトでは、既存システムを拡張し、URLのクエリパラメータを利用してコア試料に対して行った操作情報を保存する(ブックマーク)機能と、座標変換を利用して3次元であるコアの特定部分に対して直接メモを残す(アノテーション)機能を実装する。上記の機能追加は、サーバとクライアントにそれぞれ拡張が必要になる。前者の機能では、同一画像を再現できる情報を含んだURLを生成する機能、また、そのURLへアクセスされた

際にその情報を使い同一画像を再生する機能が必要となる。また、後者の機能に対しては、3次元コア画像の座標値を特定し、その座標値に関連づけてアノテーション情報を保存する機能、また、閲覧の際は、視点変化に応じて座標変換を行い適切な点にアノテーションを表示する機能が必要となる。筆者が主に開発を担当したAndroid端末向けクライアントアプリケーションに対する開発項目として、ブックマーク機能のための同一画像再現のための情報を含むURLの生成やそのURLを他アプリケーションへ受け渡す機能の開発、アノテーション機能のためのコア画像の閲覧を行いながらアノテーションの閲覧や添付ができるインタフェースの開発などが挙げられる。

ブックマーク機能を利用することで、ワンクリックで再度同じコア画像を見ることができるようになり、アノテーション機能を利用することで、3次元画像に対して直観的でわかりやすくメモを残すことができるようになる。これらの機能をVirtual Core Viewerに追加することで、3次元コア画像を俯瞰的に閲覧するだけの機能を有するツールを超越し、3次元コア画像の表示と共に得られた知見を共有する仮想空間を提供できる。以上の機能分析から、研究者間の情報共有や地質学の新たな発見を促進できると考えられる。

## ■効率的な最大・極大クリーク抽出アルゴリズムの開発と応用

### K24研XVII第386号

富田 悦次(電気通信大学 先進アルゴリズム研究ステーション 名誉教授)

[実施内容および成果の説明]

一般に多くの問題は、個々の対象物とそれらの間の関係として表される。対象物を節点で表し、節点間に所定の関係が成立している場合には枝を張ると、その問題は節点集合 $V$ と枝集合 $E$ から成るグラフ $G=(V, E)$ となる。グラフ中の部分グラフで、その中のすべての節点对が枝で結ばれているとき、この部分グラフはクリークと呼ばれ、元の問題においては、その中の全対象物間に所定の関係が成立していることを意味する。グラフ中のクリークで、真に大きいクリークに含まれないクリークは極大クリークと呼ばれ、そのうちで節点数が最大であるものは最大クリークと呼ばれる。

グラフ中の最大クリークを抽出すること、あるいは極大クリークを全て列挙することは、データマイニング、バイオインフォマティクスなどにおけるビッグデータの解析、あるいはワイアレスネットワーク設計、更には化学、生物学、社会学などにおける関係抽出の基本手法として、近年になってその重要性が強く認識理解されている。また、2つの関係構造(relational structure)のマッチングはそれらの直積空間中のクリークとして表現できることにより、最大クリーク抽出は画像処理分野などへの応用も広がっている。そのため、最大・極大クリークを高速に抽出するアルゴリズムが強く求められている。

そこでまず、単純な深さ優先探索・分枝限定法による

最大クリーク抽出アルゴリズムMCSを開発し、実験的にその高速性を確認すると共に、その動作を詳細に解析して高速性の根拠を明確にした。その中において、探索領域を極力小さく限定するための再彩色手法の有効性が明らかにされ、その手法は国際的に広く知られて、その後の関係アルゴリズム開発に活かされるようになっていく。最大クリーク抽出アルゴリズムMCSの動作の詳細解析結果を活かし、更に適切な近似解法KLSとも組み合わせることにより、MCSよりも一層高速な新しい最大クリーク抽出アルゴリズムも開発した。

ここで、いわゆる最大クリーク問題はNP完全であるため、一般的には効率よく(即ち、問題規模に対して多項式時間的に)解くことはほぼ不可能であろうと強く推測されている。そのため、対象グラフに何らかの妥当な制限を設けることにより解決が容易となる、すなわち多項式時間的に解決可能となることを保証することも重要となる。これまで、節点の最大次数に制限を課するという非常に基本的な条件付けの下における成果を得てきたが、本研究においてはその成果を更に発展させ、次の結果を得た“節点数 $n$ のグラフにおける節点の最大次数 $\Delta$ が $3.177 \lg n$  ( $\lg$ は非負定数)以下であるとき、そのグラフの最大クリーク問題は $O(n \lg \Delta)$ なる多項式時間で可解である。”この結果は、極大クリークを $O(3n/3)$ 時間で全列挙する最適(optimal)アルゴリズムCLIQUES (E. Tomita他、Theoretical Computer Science、2006年)を基として、そこにおける新たな基本性質の解明の上において達成している。この制限はより緩めて、 $\Delta \leq 3.486 \lg n$ としても同様の結果を得、現在更に、 $\Delta \leq 3.616 \lg n$ なる十分条件の下で多項式時間的に可解であるとの結果をほぼ完成している。

更に、極大クリーク全列挙アルゴリズムCLIQUESを基本として、擬似極大クリーク抽出にまで発展させ、実際のソーシャルネットワークにおけるデータマイニングの効果的解析にも応用することが出来た。

ここで、次の発表論文は同国際会議においてSecond Best Paper Awardを得ている。

・Yoshiaki Okubo, Makoto Haraguchi, Etsuji Tomita, "Relational change pattern mining based on modularity difference," MIWAI 2013, Krabi, Thailand, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 8271, pp.187-198 (2013)

これまでの成果の基本は、既に次の文献において発表していたが、この文献は特に最近になって注目を浴び、

2014年には10,000回の総ダウンロードに達し、Exceptional Achievementとして出版社よりInTech Award Diplomaを受賞した。

・Etsuji Tomita, Tatsuya Akutsu, Tsutomu Matsunaga, "Efficient algorithms for finding maximum and maximal cliques: Effective tools for bioinformatics" in "Biomedical Engineering, Trends in Electronics, Communications and Software," A. N. Laskovski (Ed.), ISBN: 978-953-307-475-7, InTech, pp.625-640 (2011).

更に、前記のアルゴリズムCLIQUESの論文(E. Tomita他、Theoretical Computer Science、2006年)は、近年になってその応用が益々広がり、2015年にはTheoretical Computer Science -TopCited Articles 1975-2014の中に選出された。また、上記一連の研究成果は国際的にも注目を受け、次の招待講演、執筆も行っている。

・Etsuji Tomita, "Efficient algorithms for finding maximum and maximal cliques," Invited Talk at International Spring School on Algorithms and Applications (ISSAA 2015), BUET, Dhaka (2015)

・Etsuji Tomita, "Clique Enumeration," in Ming-Yang Kao (Ed.), "Encyclopedia of Algorithms, 2nd Edition," Springer (2015)

このように、本研究で得られた成果は今後さらに発展し、ビッグデータの効率的処理などに大きく貢献することが期待され、新たに国際会議などにおいて成果を発表することも予定している。

最近出版された次の招待論文においても、本研究成果に至る過程は近年における主要な発展として、詳しく紹介されている。

・Qinghua Wu, Jin-Kao Hao, "A review on algorithms for maximum clique problems," European Journal of Operations Research, 242, pp.693-709 (2015)

## ■情報理論的機械学習の新展開

### K24研XⅦ第387号

近年、データから有用な知識を自動的に見つけ出す機械学習の技術が、ウェブデータの高度知的処理、センサーネットワーク情報の自動分析など、様々な場面で活用されるようになってきた。

機械学習技術は、教師あり学習と教師なし学習とよばれる二つのクラスに分類することができる。教師あり学習は、入出力のペアのデータ(即ち、問いに対する答え)が与えられ、その背後に潜む入出力関係を推定することを目的とする。パターン認識や時系列予測などが典型的な教師あり学習のタスクであり、統計的学習理論の構築および実用的なアルゴリズムの開発が進んでいる。一方、教師なし学習は入力のみデータ(即ち、答えのないデータ)が与えられ、そこから何らかの「知識」を獲得することを目指す。教師あり学習と異なり、教師なし学習は数学的にきちんと定義することが困難なため、学習理論の構築は進んでおらず、発見的なアルゴリズムが散発的に提案されるのみに留まっているのが現状である。

機械学習分野のこのような現状にもかかわらず、現実世界では教師なし学習に対する要求が日に日に高まっている。例えば、TwitterやFacebookなどのソーシャルネットワークの解析では、インターネットから自動的に収集したデータから、トレンドやコミュニティーの発見を行う。医療画像処理の分野では、CT・fMRI・PETなど異なる装置で撮影された診断情報を自動的に融合する技術が必要とされている。また、鉄やガラスなどの生成プロセスにおいても、複雑な製造装置から得られる様々な種類のセンサーデータを融合し、より高度な製品を効率良く作りたいというニーズがある。

このような背景のもと、本研究では、様々な教師なし学習タスクに対して統一的な理論基盤を与えるととも

杉山 将(東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授)

に、実用的なアルゴリズムを開発することを目指す。具体的には、情報理論において中心的な役割を果たしている相互情報量の概念に基づき、様々な教師なし学習タスクを情報量の最大化・最小化の問題として統一的に定式化する。このような定式化を導入することにより、教師なし学習の「精度」について理論的に評価を行うことができるようになる。

しかし、相互情報量を精度良く推定することは困難であり、またその非線形性のため相互情報量の計算は複雑であることが知られている。一方申請者は、本研究計画の提案に先立ち、二乗損失相互情報量という新しい情報量概念を導入し、その最適な推定量を提案した。しかもその推定量は解析的な表現を持ち、大規模なデータに対しても非常に効率良く計算できるという優れた特徴を持つ。本研究計画では、この二乗損失相互情報量の推定や性質解明に関する研究を更に進めるとともに、様々な機械学習アルゴリズムを開発した。具体的には、二乗損失相互情報量のロバスト性を格段に向上させることのできる相対二乗損失相互情報量の提案、その最適な推定アルゴリズムの開発、理論的性質の解明を行った。また、二乗損失相互情報量に基づくクラスタリング、次元削減、オブジェクト適、因果分析などのアルゴリズムを開発し、その有効性を計算機実験によって実証した。

現在、相対二乗損失相互情報量の実用性を向上させることのできる二次相互情報量の推定法や、その微分の直接推定法の開発をしており、当該分野のさらなる発展に貢献できるよう研究を続けている。

## ■DNA計算と膜計算を同時に実装した生体内駆動型分子装置

### K24研XⅦ第388号

緒言

近年、生体内の狙った場所で薬物を放出できる薬剤運搬体(ドラッグデリバリーキャリア;DDC)の開発が盛んである。これにより、正常細胞にダメージを与えて副作用を誘起しやすい薬剤でも、病変部位にのみ集中的に作用させることで副作用を軽減することができる。このような

豊田 太郎(東京大学大学院総合文化研究科 准教授)

DDCの技術は、患者の生活の質を極力保つだけでなく、特許の利潤が及ばなくなった薬品にジェネリック薬品としての付加価値を与えるビジネス戦略となる点で、我が国で極めて重要な研究開発課題の一つである。

最近、器官・組織によって異なる種の癌に対する治療法として、薬剤投与のタイミングが重要であることがわか

ってきた(クロノセラピーと呼ばれる)。これに対し、DDCの薬剤放出のタイミングを体外からの刺激(温熱、超音波、電磁波など)で制御する治療法が望まれている。しかし、転移した癌腫瘍は生体内の一ヶ所に限らず、それらを一つ一つ発見して治療するには患者への体力的・時間的負荷が大きいという課題がある。そこで申請者は、ある時間間隔で段階的に薬物を放出できるDDCとして、DDCにDNA計算と膜計算を組み合わせる分子装置を着想した。DNA計算は、Adlemanらが提唱した概念であり、水中で短鎖DNAの二重鎖形成/解離の化学反応で、入力にあたる化学物質から出力の化学物質までの生体リズムを演算可能とする。膜計算とは、入れ子になった膜構造を関数として考え、内側の膜が開閉すると、膜融合や破裂に伴った内部物質の変換が進み最終出力を得るというPaunらの演算法である。どちらも分子や膜を用いた大量の並列計算で、最適化問題を得意とする。このような演算の結果に感度よく応答しうるDDC構成分子として、高分子よりも小さい分子量を有し水中でカプセル構造(ベシクルと呼ばれる)をつくる脂質分子が有力な候補に挙げられる。そこで、DNA計算と膜計算を実装した時間変動型DDCのモデル開発を指向して、ベシクル形態変化を誘導しうるDNAを担持した両親媒性分子を

ベシクル膜に配合させ、生体のような流れ場の中でのDNAのベシクル膜上二重鎖形成反応の反応解析を研究目的とした。

#### まとめと展望

本研究成果によって、ベシクル膜上のDNAの二重鎖形成反応は、マイクロ流体デバイスの流れ場の中にあっても進行することが明らかになった。DNAを有する両親媒性分子は、いったん形成されたベシクルの外水相に添加するだけでベシクルに取り込まれることから、外水相への溶解分とベシクル膜に組み込まれる分との間で平衡状態にあると言える。これが $1000\mu\text{L}/\text{h}$ という高い流量の流れ場の中でも、DNAのベシクル膜上二重鎖形成反応が進行することを示した本実験結果は注目に値する。これは、バルクではなく、ベシクル膜上という2次元の自由度をもつ反応場で分子衝突が起こるためだと考えられる。また、膜上DNAの塩基対は、コレステロールが1つのみ結合している場合には、多くとも20~30塩基対が望ましいことも示唆された。これらの実験結果は、今後、DNA計算と膜計算を連動させる分子装置DDCの設計において重要な知見であるといえよう。

## ■残像効果モデルによる対象運動認識の正則化と医療画像計測への応用

### K24研XⅦ第389号

日本人の死因第1位であるがんの治療は、医学的に重要なだけでなく社会的にも関心の高い課題である。がんの3大治療法の一つである放射線治療では、がん細胞のみにピンポイントで治療ビームを照射し、周辺の健康な組織の被ばくを極力抑えることが求められており、胸部や腹部の体幹部の場合、呼吸などの影響により照射中でも腫瘍位置や形状などの動態が複雑に変動するため、X線透視によって計測した腫瘍動態に基づいて照射制御を行うリアルタイム画像誘導法などが提唱されている。しかし、X線透視上では腫瘍などの軟部組織はコントラストが低いなど画質が悪いため、その動態追跡は一般に難しく、放射線治療で要求される性能を満足するような正確なリアルタイム計測法は存在しない。

本研究では、X線透視の原理的特性と専門家の動態視認機序に基づいてこの問題を解決する新しい知的画像処理法を提案した。X線透視ではその成り

### 本間 経康(東北大学大学院医学系研究科 教授)

立ちに起因して、同じX線通過軌道上の複数対象物の輝度は重畳して画像化されるため、腫瘍が存在する軌道上にX線吸収率の高い骨などの組織が存在すると、透視画像では骨の輝度が支配的となり腫瘍の輝度成分はそれに隠れて視認が困難になる。そこで、骨などの支配的輝度と計測対象である腫瘍成分を分離することで問題の解決を目指した。すなわち、X線画像のように透過的に重畳したモノクロ輝度成分の分離は不良設定問題となるため、提案法ではX線透視(動画)を構成する複数のX線画像フレームの情報を統合することで不良設定問題を正則化し、個々の対象動態の分離認識を可能にする。複数フレームの情報統合は、前フレームで視認した腫瘍の残像を、次フレームへ引継ぐことにより視認を容易にするモデルであり、専門家はCTなどの断層撮影により対象となる腫瘍形状などを(初期フレーム認識の)予備知識として、このような動態認識に利用しているという仮説に基づくものである。

提案法を臨床データに適用した結果、腫瘍重心追跡の平均誤差は $0.74\text{mm}\pm 0.23\text{mm}$ となり、提案法のような分離をせず透視画像のまま追跡した場合の平均誤差 $1.72\text{mm}\pm 0.46\text{mm}$ に比べ誤差を4割程度に抑制することに成功した。これは追跡性能の向上に提案法が有効であることを示す成果であるとともに、より重要な点として提案法が達成した誤差 $1\text{mm}$ 以内は、臨床で要求される許容範囲内であり、リアルタイム画像誘導放射線治療への応用に向けて非常に有望な成果である。現在の臨床においては、X線透視を用いた腫瘍計測問題を解決するため腫瘍付近に(高コントラストを

形成する)金属マーカを刺入している。しかし、例えば肺がんの場合、刺入に伴い約3割の患者に気胸が発生する問題があり、マーカ刺入なしの安全な手法が望まれていた。提案法はマーカ刺入なしでも軟部組織である腫瘍そのものの輝度成分を抽出強調することで正確な計測を可能とし、気胸発生問題を根本的に解決するだけでなく、患者のみならず刺入を行う術者の負担も低減可能な安全かつ高性能なリアルタイム腫瘍計測法であり、今後の臨床応用が期待される。

## ■隠れマルコフモデルに基づく早口音声合成における了解度向上に関する研究

### K24研XVII第391号

昨今、コンピュータやインターネットは広く普及し、それらの利用は多くの人にとって必要不可欠なものとなっている。それに伴い視覚障害者のコンピュータ利用率も増加している。視覚障害者はコンピュータを利用する際に、「スクリーンリーダー」と呼ばれる音声合成システムを利用した画面読み上げソフトを利用することによってインターネット、電子メールなど様々なアプリケーションの利用を可能としている。このため、視覚障害者の音声合成システムへの期待も大きくなり、様々な要求が出てきている。画面上の情報を得る際に必要な時間が発話速度に依存するため、より高速な合成音声を得るために合成音声エンジンの発話速度を早めに調整する人が多いというデータがあることから、話速の高速化の要求が高い。しかし、従来の音声合成エンジンは通常の話速での自然性や表現力を高めることを重視して開発されており、視覚障害者が必要とする早口での音声合成を前提としていない。そのため、どのような早口音声聞き取りやすいのかという問題は不明確なものとなっている。

本研究では、この問題について調査するために、統計モデルを用いた音声合成システムである隠れマルコフモデル(Hidden Markov model;HMM)に基づく音声合成システムを用いる。このシステムでは学習データから分析した特徴量を使用して音声合成を行うので、合成時に特徴量のパラメータを変更することによって、自然な話速変更を含む柔軟性のある音声合成が可能

徳田 恵一(名古屋工業大学大学院工学研究科 教授)

である。早口音声の了解度に影響を与える要因は様々であると考えられ、全ての要因に対して調査することは困難である。そこで、本研究では、HMM音声合成において合成時に使用するスペクトルパラメータと基本周波数(F0)パラメータを調整することで容易に変更可能な、声質、音高、発話内変動(Global Variance;GV)について、それぞれの調整用パラメータの値を変えることで音声の性質を変更し、評価実験を行うことで早口音声の了解度に与える影響を調査した。主観評価実験の結果、早口音声のF0が約230Hzのとき、スペクトルのGVに依らずに、高い了解度を示すことがわかった。また、音声のF0の変更による了解度の推移はスペクトルのGVによらず、ほとんど同様な推移を見せた。このことから、音高が早口音声の了解度に影響を与える普遍的な要因である可能性が考えられる。今後の課題としては、スペクトルのGV以外の要因と音高との関係の調査など、より詳細な調査とその結果を反映させた合成手法の研究が挙げられる。

## ■話者ダイアライゼーションと音イベント検出による環境シーン理解

### K24研XⅦ第392号

#### 1.実施内容

##### 1.1.話者ダイアライゼーションの高精度化

人が対話・会話している音声データの中で、「いつ誰が話したのか」を、事前情報なしに同定する技術の話者ダイアライゼーションと呼ぶ。話者ダイアライゼーションは、音声を短時間ごとに区切った各区間を話者ごとにクラスタリングすることによって実現されるため、クラスタリング精度がダイアライゼーションの精度に直結する。最初、比較的短い区間をi-Vectorと呼ばれる個人性を表現する特徴量で表現したものを初期クラスタとして多数に分割されている、それをボトムアップに組み合わせしていく。途中段階において、もしあるクラスタがうまく構成されていれば、それと初期クラスタとの間の類似度の分布は2峰性をなす傾向にある。これを評価指標とし、クラスタリング中に十分精度のよいクラスタになった場合には以降のクラスタリング対象から外すことで高精度化を図った。

##### 1.2.環境音を用いた行動識別

人の行動は発話を伴うものだけではない。そこで、環境音やセンサを用いてモニタリングしたデータを基に、「いつ何をしたのか」を同定する技術を開発する。実際に一人のユーザに72時間連続で加速度センサやマイク、カメラなどを装着してもらってデータを収録した。このうち、今回は音情報のみを使って行動の識別を試みた。行動を、料理や掃除、睡眠、TV視聴など16種類に分類する。

#### 北岡 教英(名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)

#### 2.成果

##### 2.1.話者ダイアライゼーション

3~5人の会話データを分類するタスクに提案する方法を適用した。その結果、誤クラスタリング率が従来のボトムアップクラスタリングの16.7%から9.1%にまで減少することができた。

##### 2.2.行動識別

1分ごとにどの行動であるかを識別する実験を行った。識別にはSupport Vector Machineのone-versus-the-rest法を用い、特徴量にはMel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)を用いた結果、79.1%の精度で識別ができた。

#### 3.今後予想される効果

本報告では音声のダイアライゼーションと音による行動識別に関する研究成果を述べた。最終的には会話音声を含む音環境を統合的に識別・認識することが、ライフログなどを取り扱ううえで重要となる。すなわち、本報告内容を統合することが課題となる。また、行動識別には音のみが有効ではなく、収録されたセンサ情報を統合することも必要となる。これらが実現されれば、実世界での人間の行動を記録・検索し、将来の行動選択に活かすなどの応用が考えられる。

## ■運転者の認知的負荷を同定する機械学習法の研究

### K24研XⅦ第393号

#### 1.実施内容

本研究では、運転者の安全を確保するために、自動車に設置された情報・画像処理機器を使って、運転者の認知負荷を自動的に同定するための機械学習法を研究した。具体的には、次の3点を実施した。

#### 大和田 勇人(東京理科大学 理工学部 経営工学科 教授)

(1) 運転者の認知的負荷の定義とその取り扱い方法の提案

(2) センサーから得られる数値時系列データの増減傾向と不安定性の計算アルゴリズムの設計と実装

(3) 実際の運転データによる評価実験

(1)では、車速等の数値時系列の上昇や下降のような傾向、眼球運動やハンドル操作の粗さのような数値時系列の不安定さを考慮した機械学習による分類モデルの自動生成によって、具体的な行動の違いを定義することが困難な場合にも、運転者の緊張する状況の分類が可能であるという仮説を立て、これを検証した。(2)では、時系列セグメント化の分野で提案されてきた手法をベースにし、数値データからの機械学習が可能になるように変更し、時系列傾向や安定性の特徴を抽出できるようにした。この方法は1次の線形モデルを当てはめることで時系列の傾向を表現し、セグメントの長さによって安定性を表現する新しい手法である。Sliding-window アルゴリズムを実装し、ランダムフォレストの実行方法について示した。眼球位置時系列と動画時間を合わせる処理、眼球位置座標と動画フレーム位置座標を合わせる処理、視点周辺の顕著性を計算する処理を行うプログラムを開発した。(3)では、提案手法によって分類精度の改善が確認できた。特徴の重要度では、提案手法で抽出した傾向や安定性が重要な特徴であると評価された。

## 2. 成果

研究成果として、本研究期間の間に3件の国際会議論文とジャーナル論文(いずれも査読有)が採択され、発表を行った。

## 3. 今後予想される効果の概要

最近では、自動運転が話題に登場するが、運転者の認知的負荷を同定して、安全を確保することも非常に重要である。本研究はヒューマンインタフェースの立場から自動車運転を支援するもので、その貢献は大であり、新しいナビ機能を提供するものと期待される。

## ■既存のソースコードを利用したソースコード補完手法の開発

### K24研XⅦ第394号

ソフトウェアを開発する開発者は、フレームワークや既存のライブラリのAPIを組み合わせることでソースコードを記述していく。しかし、実現したい処理を取り扱うクラス名やメソッド名が分からないと、自ら処理を書く必要や一覧表などからクラスやメソッドを調べる時間が必要になり、手間がかかることになる。また、扱うクラスやメソッドが分かっても、メソッド呼び出し文を一文書けば完成するという事は少なく、他の関連するメソッドや他クラスも利用してソースコードを組み上げていく必要がある。つまり、ソースコードを記述していく際には、APIの呼び出し順序や次に必要になるであろうクラスやメソッドを知っておく必要がある。

そこで、既に記述されたソースコードや開発者が記述中のソースコードから情報を集めて解析し、適切なAPIやソースコードを推薦する仕組みが存在すれば開発の生産性向上に繋がると考えられる。本研究では、すでに

山本 哲男(日本大学工学部情報工学科 准教授)

提案しているAPI呼び出し間の関係をソースコードコーパスに保存して推薦する枠組みの拡張を行い、より推薦精度を上げる手法を提案した。拡張する方針は、二つのAPI呼び出し間に存在する制御文に着目し、その情報もソースコードコーパスに追加することである。

さらに、そのソースコードコーパスとそれらの情報を取得し呼び出し文を開発者に提示する手法について実装し、既存のオープンソースソフトウェアのソースコードを用いて実験を行った。本手法を利用しない場合と制御文を考慮していない既存手法と考慮した提案手法で推薦する呼び出し文がどのように変化したかを計測し、提案手法の方がより上位に適切な結果が現れることを確認した。

本研究成果により、ソフトウェア開発における生産性向上につながる事が期待できる。例えば、APIドキュメントを読むことでAPIを利用できる能力はあるが、その



APIの全体像を熟知していない開発者の手助けになると考える。今後は、同一メソッド内のメソッド呼び出し文だけでなく、メソッドにまたがった呼び出し文の構造も考慮することで、より精度の高い推薦結果を求めることが挙げられる。

発表論文

Tetsuo Yamamoto, Norihiro Yoshida and Yoshiaki Higo, Seamless Code Reuse Using Source Code Corpus, Proceedings of the 5th International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice, pp.31-36, 2013.

山本哲男, 制御構造を考慮したソースコードコーパスに基づくメソッド呼び出し文補完手法, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.2, pp.682-691, 2015.

## ■多プログラミング言語時代の統一的なアスペクト指向プログラミング

### K24研XVII第395号

#### 1. 実施内容

複数モジュールに出現する横断的関心事を、アスペクトと呼ばれるモジュールに分離して記述・管理し、後から専用の処理系を用いて本質的関心事に織り込むことで保守性を向上させる手法がアスペクト指向プログラミング(以下、AOP)である。既存のAOP処理系は特定言語に向けて実装されており、横断的関心事が複数のプログラミング言語にまたがる場合に1つのモジュールとして記述できない。

本研究では、プログラミング言語に非依存な統一したAOPフレームワークUniAspectを実現した。UniAspectは、様々な言語で記述されたプログラムを統合コードオブジェクトという共通表現に変換し、その上でアスペクトの織り込み処理を行うことで、言語非依存性を実現した。統合コードオブジェクト上で、各言語に共通な要素のみを織り込み対象とすることで、言語の種類によらず共通の形式でプログラム中の箇所を指定できる。これにより、複数の言語のコード群に対する合成を1つのアスペクトとして記述できる。また、UniAspectが対応するプログラミング言語の単一のAOP処理系としても利用できる。

#### 2. 成果

統一したAOPフレームワークUniAspectを以下のURLから一般公開すると共に、アスペクト指向プログラミングの有効性実証について国内外会議で発表した。

●UniAspect,

<http://www.unicoen.net/application/uniaspect.html>

●加藤 史也, 坂本 一憲, 鷺崎 弘宜, 深澤 良彰,

鷺崎 弘宜(早稲田大学 基幹理工学部情報理工学科)

“オブジェクトおよびアスペクト指向プログラミング言語との比較実験を通じた新しいコンテキスト指向プログラミング言語の提案”, 情報処理学会 第75回全国大会, 2013年

●Fumiya Kato, Kazunori Sakamoto, Hironori Washizaki, and Yoshiaki Fukazawa, “Comparative Evaluation of Programming Paradigm: Separation of Concerns with Object-, Aspect-, and Context-Oriented Programming,” 24th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2013)

●鷺崎 弘宜, 大河原 洗太, 原 章浩, 深澤 良彰, “アスペクト指向プログラミングによる高性能・低消費電力化”, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会2014年

#### 3. 今後予想される効果

求められる特徴や機能に応じて多数のプログラミング言語を使い分ける必要がある今日の多プログラミング言語時代において、UniAspectは生産性や保守性を向上させる統一した仕組みとして世界中の多くのプロジェクトや開発者に貢献する。さらに、多言語時代のアスペクト指向や類似のモジュール化技術研究の基盤を提供し、発展を促進する。

## ■部分的正規分布の線形結合モデルを用いた異種パタンの高精度な検出

### アルゴリズムに関する研究

#### K24研XVII第396号

申請者らは、昨今世間を騒がせている入試採点ミスの防止を目的として、入試採点支援システムの開発を行っている。このシステムではある特定字種の文字画像の集合の中に異なる字種の文字画像が混入されているとき、それらを精度よく選別することが必要になる。また、同じ字種の文字画像でも、書き方によって構造の違う文字画像になるため、それらを精度よく認識することも求められている。このようなニーズに応えるために、本研究では、同じ字種でも書き方等によって構造の違う文字画像・字形が多様な文字画像を対象として、それらを精度高く認識する汎用的なアルゴリズムの開発することを研究目的としている。

この研究目的を達成するために、主に2つ研究課題に取り組んだ。第一段階として、同じ字種でも構造的に異なる文字画像が混在する場合に、文字画像の特徴量分布をより正確に推定することにより、認識精度を改善する手法の検討を行った。本研究で扱う特徴量は196次元の特徴量ベクトルとして表されるが、特徴量分布の一部の成分が多峰性を有する分布になっていることに着目し、独立成分分析を使って単純な分布の線形和として特徴量を表現し、その各成分に部分的正規分布をあてはめることで、確率密度関数をより正確に推定する手法を考案した。また、得られる確率密度関数は非常に複雑な計算式になるため、従来から識別関数として用いているマハラノビス距離の計算式にも改良を加えた。第二段階では、

鈴木 雅人(東京工業高等専門学校情報工学科 教授)

さらに精度を上げるために、部分的正規分布に代わる分布としてJohnsonSU分布などの汎用性ある分布を活用する方法の検討と、計算時間の削減方法について検討を行う。部分的正規分布は、表現できる歪みに限界があるが、JohnsonSU分布はそのような制約がないため、JohnsonSU分布を用いれば特徴量分布をより精密に表現し、認識精度をより高くすることができると期待できる。しかし実際の研究結果では、JohnsonUS分布を単独で用いた手法では認識精度が改善されることが予備調査ではわかっていたものの、その線形結合モデルによる精度改善率は微少たるものであった。従って、計算時間は爆発的に増えることを考慮すると、必ずしも認識精度改善に有効な方法であるとは言えない。一方、計算時間の削減に関しては、特徴量の各成分 $X$ に対し、 $X^a$ という変数変換を施すことにより、特徴量成分の正規性が改善されることに着目し、特徴量空間のうち、部分的正規分布の線形結合モデルを適用しなければならない軸を削減することにより、認識精度はほぼ同等で計算時間を飛躍的に改善することができた。

これまでの手書き文字認識技術では、同じ字種でも異なる字形の文字パターンが存在する場合にそれを的確に標本分布に反映させ、高い認識精度を実現するのは困難であったが、本研究の成果により、そのような技術を確立させることができた。

## ■多項式時間アルゴリズムの準線形時間化

#### K24研XVII第397号

吉田 悠一(国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 助教)

準線形時間アルゴリズムとは入力サイズより小さい計算時間で動作するアルゴリズムのことを指す。これまで準線形時間アルゴリズムは主に理論的な研究のみが進められてきた。その最も顕著な例が性質検査である。性質検査は、与えられた入力がある性質を満たすか、(満たさないかの代わりに)満たすにはほど遠いかを区別するというパラダイムである。この様なパラダイムを考えることで、多くの性質が準線形時間で検査が出来ることが分かっている。

データが巨大になっている昨今、準線形時間アルゴリズムは応用上も重要であるように思われる。しかし残念ながらこれまでの準線形時間アルゴリズムは実用性とはかけ離れたものであった。これは、これまでの研究が計算時間を定数時間、つまり入力サイズに全く依存しない計算時間にするのを目標としており、その為他の部分で計算時間が犠牲になっているからである。本研究の目的は、定数時間を狙うことを敢えて諦め、計算時間が入力サイズに多少依存しても良いので実用的に

高速なアルゴリズムを開発することである。この目標を助成期間内に達成し論文化するには至らなかったが、以下の活動を行うことが出来た。

(1) Packing LPやCovering LPと呼ばれる線形計画問題に対する準線形時間アルゴリズムの構築を試みた。結果的には成功には至っていないが、非常に広範囲の問題を含む問題であるので、今後も研究を続けていく予定である。

(2) 応用よりの分野からどのような問題に対するアルゴリズムが望まれているかの情報を得るために、第12回日本データベース学会年次大会に参加した。その結果、取り組むべき問題を幾つか得ることが出来た。一例として「ネットワークの適応的媒介中心性の計算」がある。この問題に対する準線形時間アルゴリズムの開発を今後も引き続き行う予定である。

(3) 理論計算機科学の最高峰の会議であるIEEE Symposium on Foundations of Computer Scienceのワークショップで招待講演者として「Applications to algebraic property testing」というタイトルで講演を行った。本講演は純粋に理論的な内容であるが、会議に参加することで世界の準線形時間アルゴリズムの研究者と情報交換をすることが出来た。

今後予想される効果

本研究は個人研究であり、得られる成果にも限りがあるので、他の研究者に準線形時間アルゴリズムの重要性を説くことにも注力した。その結果、本研究の発展的な内容を多くの研究者の協力を得ながら続けることが出来ることとなった。具体的にはJST CREST「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」において課題「ビッグデータ時代に向けた革新的アルゴリズム基盤」(研究代表者:加藤直樹 教授(京都大学大学院 工学研究科))が採択された。

## ■人間の意図理解と行動予測のための一人称ビジョンセンシングの研究

K24研XVII第398号

山崎 俊太郎(産業技術総合研究所デジタルヒューマン工学研究センター)

本研究では、カメラとディスプレイを備えたヘッドマウント型デバイス(一人称ビジョンセンサ)を用いて、日常生活空間における人間の行動計測技術を開発した。研究プラットフォームとしてヘッドマウント型Androidデバイス Smart Glass M100を用いて、(a)前方カメラを用いた行動解析、(b)ヘッドマウントディスプレイを用いた解析結果の出力、および(c)イヤホンを用いた音声による行動介入、の実現に取り組んだ。本助成研究では、このうち(a)の行動解析に焦点を絞り、時系列画像を用いた3次元復元によってデバイス利用者の頭部姿勢を推定する技術を研究した。ヘッドマウント型デバイスで撮影した画像は、動きボケや露光の過不足による外乱を受ける問題がある。提案法では、計測画像のSIFT特徴量を利用して全画像間の対応点を推定することで、利用しないフレームの自動検出と、撮影時刻の離れた画像間の対応点問題を解決した。計算量の多い3次元復元計算を効率よく実行するために、Nvidia社のGPUとクラスタ計算機を用いた。幾何復元にはStructure from Motion法を用い、VisualSFMライブラリを用いて実装した。屋内環境と屋外環境で計測実験を行い、

開発したシステムの実用性を評価した。屋内環境では、障害物が多く無線や外部カメラによる測位は困難だが、提案法を用いることで安定して位置推定ができることを確認した。屋外環境では、GPSと提案法による測位結果を比較し、高い建造物の周辺において、提案法の方が空撮地図と矛盾のない結果を得られることを示した。本技術を用いることで、人間の頭部姿勢を正確に計測することが可能になり、各時刻において人間に見えている物、見えていない物を推定できるようになった。ビジョンセンサの弱点として、位置推定精度が照明条件に強く依存するため、GPSやWifiなどの他の測位技術による補完が必要である。また計算の実時間化と推定結果の提示とフィードバックが今後の研究課題として残った。今回の研究を通じて、単眼ディスプレイは物理的、心理的に利用者の自由な行動を妨げるうえに、眼に対する身体的負担が極めて大きいことが明らかになった。こうした技術の実用化には、デバイスの開発を含めたシステムの総合的な検討が必須である。

## 動 き

### ☆事務局日誌より☆

#### 平成27年

11.18

- 「ロボットシンポジウム2015名古屋」開催  
吹上ホール

2.5 ~ 2.6

- 設立20周年記念事業開催  
キャッスルプラザ 4階「鳳凰の間」

#### 平成28年

1.21

- K通信38号発行・発送

3.4

- 第12回評議員会開催  
キャッスルプラザ 3階「鶴の間」

2.5

- 第12回理事会開催  
キャッスルプラザ 3階「福の間」

3.10

- 内閣府へ平成28年度事業計画報告

## CONTENTS

◇ 設立20周年記念事業	1
◇ 平成28年度 助成金交付について	2
◇ 応募要領	3
◇ ロボットシンポジウム2015名古屋	4
◇ 第12回理事会開催	5
◇ 第12回評議員会開催	5
◇ フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告	5
◇ 研究助成完了報告概要	15