

## 平成26年度 助成事業報告

平成26年10月24日(金)ダイコク電機本社ビル7階7B会議室で選考委員会を開催いたしました。

平成26年度の応募状況は、研究助成に169件、フォーラム・シンポジウム等開催助成に22件の応募となりました。

選考は申請された研究内容、フォーラム・シンポジウム内容について検討を行い、研究助成で26件、フォーラム・シンポジウム等開催助成で6件採択されました。

今年度は年初の計画を上回り、研究助成総額3,600万円、フォーラム・シンポジウム等開催助成総額240万円となりました。



選考委員の方々

## 平成26年度 助成金交付者とテーマ

(所属は申請書提出時のもの(敬称略))

### 研究助成

- ◆藤村 隆史(宇都宮大学オプティクス教育研究センター 准教授)  
多色光非破壊再生法を用いたベクトルホログラフィックメモリーの研究
- ◆岩井 大輔(大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 准教授)  
超近接閲覧に耐えうる高解像度プロジェクションマッピングの研究
- ◆瀬尾 茂人(大阪大学大学院情報科学研究科バイオ情報工学専攻 助教)  
多状態イベントヒストリ分析に基づく細胞動画からのデータマイニング手法の開発
- ◆竹内 純一(九州大学大学院システム情報科学研究院情報学部門 教授)  
空間結合圧縮センシングによる超解像とスパース重ね合わせ符合の研究
- ◆浅野 泰仁(京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻 特定准教授)  
異種データ連係利用支援に向けた「潜在的関係」の知識発見
- ◆吉井 和佳(京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 講師)  
確率的生成モデルに基づく音楽音響信号のディレクタブルな分解と再構成

- ◆小澤 誠一(神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 教授)  
ソーシャルネットにおける炎上検知を行う学習型システムの開発
- ◆秋本 洋平(信州大学学術研究院 助教)  
情報幾何的進化計算の展開
- ◆三末 和男(筑波大学システム情報系 准教授)  
閲覧者の関心度に対応できる視覚的情報提示手法に関する研究
- ◆中本 高道(東京工業大学精密工学研究所 教授)  
機械学習を用いた香りの調合による匂い感覚量変化の予測
- ◆横矢 直人(東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻 助教)  
異種光学センサ融合に基づく地球観測画像の高解像度化技術に関する研究
- ◆米谷 竜(東京大学生産技術研究所 助教)  
複数装着型カメラ映像からのインタラクション認識技術の開発
- ◆鏡 慎吾(東北大学大学院情報科学研究科システム情報科学専攻 准教授)  
超高速構造化光投影のための光学システム
- ◆立間 淳司(豊橋技術科学大学大学院情報・知能工学系 助教)  
形状とその意味の関連性の解析による三次元物体の自動アノテーション
- ◆齋藤 彰一(名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻 准教授)  
オペレーティングシステムの多重化によるプロセスの耐障害性向上とカーネルの更新手法
- ◆関山 浩介(名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻 准教授)  
飛行・地上ロボットのビジョンベース協調システムの開発
- ◆久米 出(奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助手)  
ブレイクポイントを必要としない実用的な全知デバッグとその利用技法の開発
- ◆永井 由佳里(北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 教授)  
車椅子ユーザの観光や散策を支援するナビゲーションシステムの構築と評価
- ◆山野辺 貴信(北海道大学大学院医学研究科神経生理学分野 助教)  
神経細胞モデルの統計的大域挙動にもとづく神経情報キャリアの探索
- ◆稲葉 通将(広島市立大学大学院情報科学研究科知能工学専攻 助教)  
非タスク指向型対話エージェントのためのハイブリッド応答法の開発

- ◆亀田 裕介(東京理科大学工学部電気電子情報工学科 助教)  
映像上の加速度場の推定法の構築とその高速計算法に関する研究
- ◆平林 晃(立命館大学情報理工学部メディア情報学科 教授)  
隣接スライスの類似性を利用したMRIの高品質高速撮像技術の開発
- ◆松丸 隆文(早稲田大学大学院情報生産システム研究科 教授)  
卓上型画像投影式タッチ・インタラクション・システムの研究
- ◆平岡 透(大分工業高等専門学校情報工学科 准教授)  
スマートフォン上での逆フィルタを用いたノンフォトリアスティックレンダリングに関する研究
- ◆稲葉 洋(松江工業高等専門学校情報工学科 講師)  
初心者の動作習得に向けた練習支援映像の実時間提示システムの開発
- ◆中島 震(国立情報学研究所アーキテクチャ科学研究系 教授)  
プログラム欠陥箇所の自動発見に関する研究

## フォーラム・シンポジウム等開催助成

- ◆「International Conference on Mobile computing and Ubiquitous networking (ICMU2015)」  
〈開催責任者〉清原 良三(神奈川工科大学情報学部情報工学科 教授)
- ◆「国際会議VINCI(VisualInformationCommunication&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)」  
〈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)
- ◆「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)」  
〈開催責任者〉平田 富夫(情報科学研究科 教授)
- ◆「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)」  
〈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)
- ◆「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」  
〈開催責任者〉河村 彰星(東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 助教)
- ◆「MAPLEX2015 多様な語彙理論に関するワークショップ2015」  
〈開催責任者〉井佐原 均(豊橋技術科学大学情報メディア基盤センターセンター長 教授)

# 第14回 Kフォーラム 「ざっくばらん」フォーラム3

**日時** 平成26年8月7日(木)～9日(土)

**場所** ホテルアソシア高山リゾート



## 開催趣旨

第14回Kフォーラム実行委員会 世話人代表  
名古屋大学・中京大学名誉教授

福村 晃夫

20世紀は世界戦争の世紀であったと反省する人がいます。しかしこの世紀ではPost-war文化として情報社会が想像され、創造されました。そしてそれが現実のものになったこの世紀では、グローバルな、サイバー的な攻撃の渦が巻き始めているのが現実です。これへの対処も喫緊のことですが、同時に、我々はその先の、いわばPost-post-war文化の想像、創造に対して身構えておかなくてはならないのではないのでしょうか。ちょうど20世紀初頭の情報科学・工学の先駆者たちがそうであったように。

新しいものを作るのには定型化された思考の流れを一時停止する必要があります。これが“ブレイク”です。そこで本財団は情報、認知、脳、身体関連の科学、工学分野で日ごろお仕事に没頭しておられる研究者の方々に、いわばコーヒーブレイク的な、談話の雰囲気を持つ意見交換の場を提供することを旨として、2泊3日にわたるフォーラムを催すことに致しました。ブレイクは状況をリセットして初期化することにつながります。ここは多様で未秩序の世界です。それでフォーラムの頭に“ざっくばらん”の語を冠しました。

## プログラム

### ◇8月7日(木)

14:00 フォーラム開会

**世話人代表 挨拶**

14:15 世話人代表 福村 晃夫(名古屋大学・中京大学 名誉教授)

14:25 「人間の内部状態を顕著化する視覚的インタラクション」

平山 高嗣(名古屋大学大学院情報科学研究科 特任准教授)

15:25 「画像技術の現場で聴いた気になるメッセージ」

—画像デジタル化・エンジン検査・似顔絵の研究—

興水 大和(中京大学工学部人工知能高等研究所 教授)

16:25 「ソフトウェア工学の挑戦」

片山 卓也(北陸先端科学技術大学院大学 名誉教授)

17:25 討論

## プログラム

### ◇8月8日(金)

- 9:00 「論理・確率・機械学習」  
佐藤 泰介(東京工業大学大学院情報理工学研究科 教授)
- 10:00 「言語の前提としての生物的基盤」  
辻井 潤一(マイクロソフト・リサーチ・アジア 首席研究員)
- 11:00 「将来に向けての努力」  
長尾 真(元京都大学総長 名誉教授)
- 12:00 午前討論
- 14:00 「知能ロボット研究と実用化への課題」  
三浦 純(豊橋技術科学大学情報・知能工学系 教授)
- 15:00 「予測学習を基盤とした乳幼児の認知発達・構成的アプローチからの提言」  
長井 志江(大阪大学大学院工学研究科 特任准教授)
- 16:20 「HAI:ヒューマンエージェントインタラクション —その問題と解決のアプローチ—」  
山田 誠二(国立情報学研究所 教授)
- 17:20 午後討論

### ◇8月9日(土)

- 9:00 「プライバシー保護の技術と法制度の動向」  
中川 裕志(東京大学情報基盤センター 教授)
- 10:00 「情報発信型翻訳への機械翻訳の活用について」  
井佐原 均(豊橋技術科学大学情報メディア基盤センター 教授)
- 11:00 討論

## フォーラムへのコメント

### み(実)とみ(身)をつなぐ

福村 晃夫(名古屋大学・中京大学 名誉教授)

STAP論文が新聞記事になったころ早々に、これは集团的アラ探しが屈強なレフェリーの眼力を凌いだ証左であって、きわめて即時的な出来事である旨の、識者の論評が新聞に載った。まことに穿った見方だと感じいったが、これが超ユビキタス時代の相互監視なのかわと思わせるふしもあった。

広辞苑には、アラには魚の骨と鰓、もみがら、他人の欠点の三つの意味があると書いてある。骨抜きという言葉もあるし、魚のアラを愛でる食通?もいるし、完全にバランスのとれた人もそう居るものでないと考えてくると、アラというものは生物の存在に必然的に付きまとうもののように思えてくる。これが本来の意味を逸脱して、不正とか倫理とかへ向かいだすと、事柄がややこしくなる。

情報という、言葉の上へ乗るものが醸し出す空間に

は、一種の骨抜きの効果があることはいくつもの“思索的”な本に書いてある。我々が推し進めてきた情報技術は一面では多大な社会的成果を生んだが、反面ひとの体を剥き出しにしてみ(身=実)を取り出し、アラだけを残す傾向を強める。これはまさに皮肉なことだが、我々の暮らしには、み(実=表象)をみ(身=アラ)につなぐユーモアがなくてはならない。実はその鑄型がフォーラムなのだ。古代ローマ人はエラかった。



## 少し夢を語りませんか?

辻 三郎(大阪大学・和歌山大学 名誉教授)

ふと思うことは、情報科学の先駆者達が研究開発の目標とした課題のかなりの部分が既に解決され、それらを用いた製品やシステムが人々の予想を上回る速さで普及し、そして社会、そこに暮らすヒトの姿を大きく変革しつつあることです。次世代の情報科学・技術の姿は、どのようにイメージされるでしょうか?

「ごつくばらんフォーラム」は、情報・身体系の科学技術分野の研究リーダーをお招きして、先端的研究の姿の講演とインフォーマルな討議を通して、新しい研究の

芽を見つけ、育てる助けになることを願って、運営されています。近年、短期間の実用的研究成果を求められるための弊害が指摘されており、若



い研究者も夢を語ることが少ないように思われます。このフォーラム(そしてナイトセッションでは)、初心に帰って次世代につながる研究の夢を語って下さい。

## 初心に返ってみるのも

稲垣 康善(名古屋大学 名誉教授)



暫く前になりますが、書店の書棚で、「情報時代の見えないヒーロー【ノーバート・ウィーナー伝】」(F. Conway & J. Siegleman : Dark Hero of

the Information Age, In Search of Norbert Wiener, the Father of Cybernetics の邦訳)が目に入りました。21世紀になって情報化は益々進み、技術、産業、経済、社会に衝撃的ともいえる変革を与えています。コンピューターと通信の技術の融合は止まるところが見えない技術革新をもたらしているように思えます。

「動物と機械における制御と通信」の学問として、サイバネティクスを創始したウィーナーは今世紀のこの状況を予見していたのでしょうか。人と人、人と機械、機械と機械のコミュニケーションとコントロールの視点から、

機械、生物、人間、社会にかかわる学問を提唱したウィーナー。古い本棚から、そのヒーローの著書の邦訳、「サイバネティクス(CEYBENETICS)」、「人間機械論(The Human Use of Human Beings)」、「サイバネティクスはいかにして生まれたか(I AM A MATHEMATICIAN)」、「科学と神(GOD AND GOLEM, INC. A Comment on Certain Points on Religion)」を見つけ出し、初心に戻って、情報、言語、認知、脳、身体とさらには社会システムに広がる学問が想像できるか考えてみたくなりました。

“ごつくばらん”と冠されたこのフォーラムで、多様な文脈の中に楽しくブレイクして意見交換ができれば良いと思います。このフォーラムにご出席の研究者の皆様それぞれが、次代を見つめるそれぞれの視点を得ることに繋がればなお幸いと思います。

## Kフォーラム

### 人間の内部状態を顕在化する視覚的インタラクション

平山 高嗣(名古屋大学 大学院情報科学研究科 名古屋大学 実世界データ循環学リーダー人材養成プログラム 特任准教授)



人と共生するシステムを構築することはコンピュータサイエンスにおける主要な課題の一つである。システムが人と協調的に活動するためには、人の振る舞いを外部から観測し、味や意図などの内部状態を推定することが重要となる。「目は心の窓」と言われるように、視線はその手がかりの一つであり、19世紀後半から心理物理学、工学分野を中心に研究されている。

目は多くの情報を入力し、かつ内部状態を出力するインタフェースであるため、視覚情報をメディアとするヒューマンコンピュータインタラクションを設計する上で、線は非常に重要な役割を果たせるであろう。システムは時間的

に連続するデータとして視線を計測でき、人はその中に無意識的に内部状態の情報を漏らしてしまうため、コマンドやポインティングだけではない人同士のやりとりを模した自然なインタラクションを実現できる可能性がある。私は、「目は口ほどにものを言う」という諺は「目は口では言わないことを常に言ってしまう」が正しい表現であると考えている。しかしながら、人を外から受動的に観察するだけで内部状態を推定することは困難である。

では、人はどのようにして他者の内部状態を推定しているのだろうか?人同士の対話を分析すると、話相手に積極的な働きかけを行い、例えば、その反応タイミングに注目することで、相手の内部状態を推定しやすくなることが明らかになった。この事象に類推して提案した視覚的

インタラクションモデルが「Mind Probing」である。Mind Probingは、システムが主導権を持って積極的に対話を行うプロアクティブな対話戦略に基づいて、システムがユーザに視覚的な働きかけを行い、それに対するユーザの反応から内部状態を推定する。

私は、Mind Probingがインタラクションの参与対象が人と人、あるいは人とシステムである場合だけでなく、人と環境である場合にも適用できるモデルであると考えている。つまり、環境中の視覚刺激が人に働きかけ、それに対して人は内部状態を反映した反応を表す。多次元変数によって記述されるであろう内部状態とそれに比べれば低次元情報を持つ視線との関係は一意に定まらない。その関係を解きほぐす鍵は視覚環境のダイナミクスである。日常生活空間において人と共生するシステムを構築するために、視線、内部状態、視覚環境の関係の体系化を目指して研究を推進している。

### 【討 議】

Gazingを伴う共同視の実験で、興味のあるアイテムに

注視する時間が長くなる傾向が得られていた。これは他人が見ることを真似ることに似ており、ミラーニューロンが話題になったが、共同視に関する人間の内的様相を発達学的視点からみることには将来の課題とされた。

エージェントは、まず興味のあるものに着目するが、すぐそれを「知り」たがるから、注視時間はかえって減少するかもしれない。そのようなエージェントが、より人間的なモデルかも知れないという意見があった。

Contextの中の対象を注視するときの、視線の集中され方について質問があった。

刺激に対する反応に外的因子と内的因子があることが指摘されていたが、時間的前後関係を考えると、まず生理的反応があって、その後には外的因子(興味を起こす因子)が続くという言う指摘があったが、その事実も受け入れてmind provingを行うべきと結論された。

運転者の視線の研究に関して、人間の、自動運転への過信(自動運転は絶対である)のとらえ方について意見が交わされた。過信を警告することは自動化を否定するものではない。

## 画像技術の現場で聴いた気になるメッセージ—画像デジタル化・エンジン検査・似顔絵の研究—

興水 大和(中京大学工学部/人工知能高等研究所 教授)

画像技術の現場に40年あまり身をおいてきて、(1)画像デジタル化基本問題(シャノン標本化理論とOKQT理論)、(2)似顔絵カメラの開発(カシオ共同)、(3)自動車エンジン画像検査(トヨタ共同)などに興味深々で、今もこれらにどっぷり浸かっている。このような画像技術の現場とこれらを受け止める学会の現場(SSII、JFACE、IAIP(JSPE))の中に聴こえてくるR.Descartes(1596-1650)とH.Bergson(1859-1941)、セレンディッポ王からの声に静聴したい。そのテーマは、科学技術における心身二元的センシングの方法論について試論した。

(1)最初に、近時の物質計測の最大課題は、アナログセンシングデータをデジタルデータ化する理論、すなわち空間離散化理論(Shannon標本化定理)と計測値離散化理論(OK量子化理論)および両者の関係の基盤構築にある。

(2)似顔絵コンピュータ生成(PICASSOシステム)の研究をはじめ、顔メディア表現のためには人センシング技術として物質センシング("目鼻立ち"が分かる)とmindセンシング("そっくり"の品質が分かる)が必須であり、必然的にそのための技術は、デカルトやベルクソンの心身二元哲学に遡及することが重大である。

(3)自動車エンジン部品画像検査とアスリート心技体センシングでは、人の意識、注意、集中力、記憶、感性など、圧倒的にmind科学に技術の根拠を求めることが要請されている。

(4)日本顔学会(<http://www.jface.jp/>)の発足の学

術的意義と経緯、活動内容にみるように、『新しいぶどう酒にはふさわしい皮袋』に相当する姿を構築することが大事である。例えば、学会費はfeeでもあるが協賛金donationでなければならない、宮内省カリキュラムを超えた現場を遍歴するカリキュラムを視野に入れた、セレンディッポ王の知恵が愈々担保されなければならない、など。

以上は、この顔学会にとどまらず、SSII、ViEW(IAIP)というような画像技術学会においても、ひいては情報科学技術の至るところにも通底する。(以上)

<参考文献>

(1)クリストフォロ・アルメーノ著(徳橋曜監訳):寓話セレンディッポの三人の王子、角川学芸出版(平成19年)

(2)H. ベルクソン(中村文郎訳):『時間と自由』、岩波文庫(2006年11月15日)、および、H. ベルクソン(合田正人、松本力訳):『物質と記憶』、ちくま学芸文庫(2007年2月10日)

(3)R.デカルト(谷川多佳子訳):方法序説、岩波文庫(2009)

(4)興水大和:SSIIの技術哲学—過去、現在、そして未来を語る—、第20回画像センシングシンポジウムダイジェスト集、pp.OS1-01-12(2014年6月12日)

(5)興水大和:顔学の方法序説—そのカリキュラム—、日本顔学会誌、Vol.13、No.1(2013年10月)



## 【討 議】

コンピュータによる似顔絵の国際博への出品は、大阪万博における京都大学の先例があるという指摘があった。

心的な要因を含む要請に対する計測(画像などの)を行うときは、問題解決のために何をはかり、そのためにどの手段をどのように整え、結果をどう説明するべきかを熟慮すべき、という指摘があった。

身体行動に意識が先行するという実験結果が示されたが、その逆の場合もあることが示され、意見が交わ

された。

むかし人工知能やシステム工学が立ち上げられたとき、還元主義的な見方が批判されたものだが、いま情報科学が物理的方法を用いて心を描き出そうとしているとき、表出されたものの奥にあるものを説明するのに、どのような計算論を用意すればよいのかを検討するべきではなかろうかという意見がだされた。

外部現象の奥にあるのはニューロンネットワークであり、それがどのように意識に係るかを追求するべきであるとの意見が述べられた。

## ソフトウェア工学の挑戦

片山 卓也(北陸先端科学技術大学院大学 名誉教授)



ソフトウェア工学という言葉が生まれて既に50年が経とうとしている。IBM360などの汎用計算機が本格的に導入され、情報システム開発が本格

化した頃である。大規模ソフトウェア開発の失敗を解決する方法を模索するために開かれたNATO主催の会議で、この言葉が初めて使われたと言われている。

50年を経て多くの理論や技術が生まれ、ソフトウェア工学は現代の社会や産業を支える基盤技術体系になった。それと同時に、今後の社会や産業の発展を支えるために、取り組むべき大きな研究課題も認識されている。

### (1) 産業界の基幹技術としての形式手法

高信頼ソフトウェア開発における形式手法の技術的な優位性に疑問はないが、先進的システム以外の一般的な商業的開発への導入は成功していない。しかしながら、一般技術者が使える技術体系や現状プロセスへの導入のための研究開発が進めば、形式手法はソフトウェア産業の基幹技術となりうる可能性が高いと考えられる。特に、形式的に作られたソフトウェアドキュメントの解析性の高さは、保守や進化作業の能率を飛躍的に高める可能性が高く、その産業的な意味は大きい。

### (2) 大規模情報システムの保守・進化・統合のための技術体系の構築

我々の社会生活をささえている極めて大規模で複雑な情報システムが適切に保守・運用され、進化できることは、我々の社会生活の基本である。保守作業には膨大で不完全なドキュメントの理解やソースコードの解析、変更・変更伝播、回帰テストなどが必要であるが、今後、システム連携などを通して益々複雑大規模化するシステムの保守進化を適切なコストで確実に行うには、新たな技術体系の創造が必要である。最新のプログラム解析技術、推論技術、要求仕様記述、言語解析技術、システムモニタリング技術などと共に、新たに獲得した莫大な計算パワーの利用を前提としたテクノロジーを開発す

べき時期に来ている。

### (3) 法令工学

我々の社会は、社会制度を定める極めて多数の法令により規定されており、それらを実働化した情報システムが社会生活を支えている。法令文は極めて注意深く作られ、論理性の高い日本語文であり、それを作成する過程は計算機ソフトウェアを作成する過程と似ているが、基本的には人間による作業であり、その点がツールによる計算機支援が行われるソフトウェア開発と異なる。

法務実務者の負担を減らし、彼らがより本質的な問題に集中し質の高い法令作成を可能にするためには、法務作業を計算機により支援することが重要である。言語解析技術などと合わせて、版管理・構成管理、再利用、形式推論、静的解析技術など、これまでソフトウェア工学で培ってきた技術が有効に使えらると思える。

## 【討 議】

発表者の長い研究経験の視点から、ソフトウェア工学という言葉が生まれて50年の成果の概観と今後の研究課題が論じられた。討論は、ソフトウェア開発の核心的な課題から、我が国のコンピューターサイエンスの現状への懸念にまで熱の帯びた議論であった。

・以前に「プログラム=アルゴリズム+データ」と言われたが、それとのアナロジーで、「進化するプログラム」を考えることができるか。

\*プログラムの進化としては、「抽象化+パッケージの埋め込み」と「機能の追加」の2つがあると考えている。しかし抽象化した段階でのテストはどうするかが問題である。プログラムのテストは、実行コードに変換して動かしてみないとできないのが現実である。また予期しない変化、例えば、産業界の状況変化、社会環境あるいは法律の変化などに対応するためには、要求仕様に戻らざるを得ないのではないだろうか。

・ハッカーの攻撃対象になるプログラムの穴(セキュリティホール)を検査プロセスでちゃんと見つけることは



できないだろうか。

\*攻撃を受けた事が分かれば発見するのは難しい。しかし予め穴を見つけることについてはテストを徹底的にすることだと思うが、すべての穴を見つけるのは難しいのではないか。プログラム検証に関しては、モデル・チェックの技術も開発されている。ヨーロッパでは高度の信頼性が求められるエアバスの制御システムは段階的仕様記述的と検証など形式的技術が使われている。プログラム検証の業界とプログラムテストの業界とがあるが、必ずしも仲が良くない。それらを乗り越えるところに次の技術があるのではないか。

・ソフトウェア作成は、「人が考えていることの概念化、抽象化、形式化のプロセスと思う。人の考えていることをどのように取り出すか。」であるように思うが、何かそのためのツールが開発されたらどうか。例えば、プログラミングプロセスのオントロジーとか。

\*それは要求工学がやってきたことと思う。オントロジーについては、前もって世の中のことをすべて記述する

などということは所詮無理なことと思う。たとえ記述したとしてもそれは記述した人の視点からのものということではないか。

・日本のソフトウェア産業は3Kという話があったが、米国西海岸や中国、インド等では、憧れのスーパープログラマーがいて、コンピューターサイエンスを目指す多くの若者がいる。この違いは如何してなのだろうか。

\*3Kのイメージの原因は、ソフトウェア業界の多重下請け構造にあると思う。スーパープログラマーが担うような仕事は下請けに降りてこない、ましてや丸投げ的な下請け構造である。結局、行数でソフトの値段を決め、残業で稼ぐという悪循環に陥っているのではないか。日本では、ソフトウェアは手段であるとしか理解されていないところにも原因があるのではないか。

なお、3Kイメージの議論では、日本の産業構造に遠因があり、エレクトロニクス産業の失敗にも通底するのではないかとコメントもあった。

## 論理・確率・機械学習

佐藤 泰介(東京工業大学大学院情報理工学研究科 教授)

本講演ではAIに於ける主要なアプローチである論理的アプローチと確率的アプローチがどのように融合し、機械学習の新しい側面を切り開きつつあるかを紹介する。

1980年代に(記号主義的な)AIのバブルが弾け、その後AIの冬と言われる低迷期に入ったが、それと入れ替わるような隆盛をみせたのが機械学習、特に有向グラフを使ったベイズネットの研究である。論理的、演繹的AIに代り、確率的、帰納的なアプローチをとり、遺伝子の発現データから背後の遺伝子の依存関係を表すベイズネットを推定するなど大きな成果を挙げている。

ベイズネットの研究は具体的には80年代にスタートし、90年代には一応の成熟期を迎えていた。2000年代に入るとその一部は米国西海岸の有力大学において素性にもとづく単純な機械学習を越えるべく、関係概念を取り入れたベイズネット(の発展形)を研究するようになり、自分たちの流れを統計的関係学習(SRL、statistical relational learning)と称するようになった。一方ヨーロッパでは、論理に基づくAIから派生した帰納論理プログラミングに確率を加えた確率論理学習(PLL、probabilistic logic learning)の研究が盛んになり、論理的かつ確率的な機械学習の流れを作っていた。PLLとSRLの研究は相互に影響を与えつつ、2010年までに一段落したが、その成果はプログラミング分野の研究者を巻き込んだ確率プログラミング(PP、probabilistic programming)という新しい流れに引き

継がれつつある。

以上の研究の流れを背景に、本講演では我々が長年開発して来た論理にもとづく確率モデリング言語処理系



PRISMの解説を行う。PRISMは概念的にはチューリングマシンの非決定性を確率的選択により置き換え、確率の学習能力を付与した、機械学習で言う生成的モデルを記述、学習する言語であり、ベイズネットや確率文脈自由文法などの既存の確率モデルを意味論レベルだけでなくアルゴリズムレベルでも包含している、独自の言語となっている。

### 【討 論】

発表者は論理にもとづく確率モデリング言語処理系PRISM(Programming In Statistical Modeling)を長年開発してきた。述語論理で対象世界を記述して確率論を基礎にその意味論を与えると言う、その基本思想を中心に討論が広がった。

・実際に問題を解こうとするときには、対象世界の構造を見る、述語を導入する、あるいはオントロジーを構築するなどタスク依存の課題が、「論理」に移る前にあるのではないか。特徴のベクトルスペースとか述語と述語の関係を、例えば自然言語処理などでは、類似関係を考えないといけない。

\*それは、「制約」の問題と思う。制約を論理で書き確率で意味を与えることになるが、実装は大変と思う。

・実際の問題はアドホックであると思う。述語論理で問題を記述し確率で意味を与えるというのは、問題記述の枠組みがきちんと決まっています非常に「硬い」感じがするのだが如何か。

\*現実にはアドホックであるというのはそうだと思うが、論理と確率を融合するとこのようになるということだ。述語レベルでモデル化、命題レベルで確率推論をして、確率的曖昧性を学習をも可能にしている。機械学習で安易に重みを導入するケースもあるが、確率としての制約がはずされているので、問題によっては良い結果が得られることもある。「結果よければそれでよし」というのではなく、ゲーデルの論理とコロモゴルフの確率を融合して学問的にしっかりとした基礎を与えようということだ。

・確率を考えるには確率空間を規定する必要があるが、命題の世界で確率推論をするということは、述語にすべての可能なインスタンスを与えて得られる命題の

集合を確率空間とすると理解してよいのか。

\*その通りだ。実際に実行できるのは多項式サイズの問題だから、実際に扱うことのできるモデルとしてはスパースなものとなろう。

・インスタンスに関数記号が入っていてドメインが無限大になる可能性があると思うが如何か。

\*もちろん無限大になる可能性はあり、そこが意味論の難しいところになる。

・お話の中に、遺伝子に関するPRISMの応用例があったが、突然変異のような現象は記述できるのか。

\*論理モデルの中で確率を計算しているので、それは無理である。突然変異等のような予期しない状況を扱おうとすると別の枠組みを考える必要があると思う。

このほかに、PRISMでプロトコル検証をすることについての議論があった。PRISMではプロセスが非決定的に進む可能性があるときのみ確率評価するので、時相論理をベースにしているシステムより効率よく実行できるとの説明があった。

## ビッグデータ時代の言語処理、その限界

辻井 潤一 (マイクロソフトリサーチ、首席研究員)



現在、膨大なテキストが計算機システムには蓄積されている。GoogleやBingといったウェブサーチには膨大なテキストが索引付けられて蓄積

されている。十数年の新聞記事データ、数千万件の科学技術論文や特許文書など、言語処理研究に使えるテキスト量は、飛躍的に増大した。さらに重要なことは、このような大量のテキストを処理するための計算リソースも、数千コアのクラスターシステムや主記憶が数十GBのサーバが自由に使える時代を迎えている。言語処理技術も、このビッグデータの流れにのって急速に進展を遂げている。

ビッグデータ時代の言語処理技術は、機械学習を基盤とし、人間が作り出したテキストがもつ規則性を統計モデルとして捉える。人間の「心」(あるいは、脳)で行われる計算過程を直接対象とするのではなく、その計算の結果としてのテキストを観察する。言語研究には、観察データからの帰納を重視する経験主義と、理論からの演繹を重視する合理主義の2つの流れがある。合理主義の研究は、「心」での計算を研究対象とする人工知能や認知科学と結び付き、20世紀後半の研究の主流を構成した。

この流れを大きく変化させたのが、1980年代の終わりに発表されたIBMの統計的機械翻訳の研究である。それ以後、現在に至るまでの30年間は、研究の主流

が、機械学習を基盤とした経験主義へと切り替わる期間であった。主流の交代は、経験主義の研究が大量テキストを操作する計算機環境の発展にも支えられて、急速に起こり、現在では、主要学会の論文のすべてがこの流れのものとなっている。

大量のデータと機械学習、強力な計算環境は、言語処理技術をどこまで進展させることができるのだろうか?多くの研究者が、現在の主流研究の限界を意識し、次の革新を求めているように思う。統計的機械翻訳の性能向上のスピードは明らかに緩やかになり、限界が明らかになってきている。私は、言語処理技術の革新は、合理主義の成果の積極的な取り込みによりもたらされると考えている。

過去30年は、言語を処理する技術の研究と人間の言語理解機構の解明を目指す科学としての計算言語学の研究とが乖離していく過程であった。この乖離は、機械学習を基盤とする人工知能研究の成果を全否定するChomskyと、Chomsky流の認知主義を時代遅れのたわごとと考えるNorvigとの論争に典型的に現れている。ただ、この極端な立場にたつ2人の論争は、論争としては面白いが、次の30年の研究を進めていくためには、この2つの立場の融合にある。画期的に進展したデータ観察と帰納の技術を、より幅の広い科学のプログラムの中に取り込むこと、また、このために「心」の計算を観察しデータ化する技術を進展させていくことが不可欠となる。

## 【討議】

計算言語科学の研究において、言語活動には人間の周辺部と中央部があると考えられるが、従来の言語研究の理論派もデータ派も、多くは観察可能な周辺部に係る研究を行ってきたように思える。このような歴史的経緯にかんがみ、中央部へのアプローチの重要性を指摘したのが講演の論旨であったが、これに対し、人の発音における調音運動が作り出す調音器官の形態と、音韻との間に大きな相関が認められることを考えると、言語生成の内部的な核には、運動、身体が係る身体レベルの概念があるのではという意見に対し、そのことは十分認められることであり、脳の中には、言語を一つの発現の特殊形態とする、いわば超概念があり、これは長年の生活経験によって踏み固められた、奥の深いものであるという趣旨の意見が述べられた。

可観測な情報事象の分析から法則的な概念を抽出するという言語研究において、書かれたものの内部、つま

り脳の中にプローブを入れて、再度トップダウン的な“理論研究”を再開する一種の歴史的必然性があることが論旨であったが、これに対して、“脳を輪切りにせよ”との発言があった。

これに対し、脳科学と言語研究の間には隔たりがあり、それを一挙に埋めるのは容易でない。しかし脳の内部でボトムアップの試みができるとしても、十分な理論モデルを用意してかからねばならない。

たとえば、あるプロセスがプログラムされていて、それに従って動く物理回路が観測可能であっても、回路の局所的な観測の積み上げからプログラムを推定することは容易ではない。

今情報科学の分野ではページヤンネットやディープラーニングなど強力なモデルがある。これらは有望なモデル候補であるが、まだ十分なものとは思われない。

以上のような意見が演者、討論者交えて交わされた。

## 将来に向けての努力

長尾 真(元京都大学総長・名誉教授)

### (1) 国立国会図書館の電子図書館

2007年から5年間、国立国会図書館長として電子図書館の構築に尽力した。国立国会図書館法と著作権法をいろいろと改正し、書物のデジタル化、ウェブ情報の収集、電子出版物の法定納本、公共図書館、大学図書館等へのデジタル資料の配信などを可能とした。現在235万冊がデジタル化され、著作権の切れているものなど48万点をネットに公開、さらに131万点を全国の公共図書館、大学図書館等まで送信できるようにした。こうして日本全国隅々まで国立国会図書館のサービスを展開できるようにした。これで国立国会図書館は世界有数の電子図書館となった。

### (2) 2020年オリンピック・パラリンピックに向けて

オリンピックはスポーツの祭典であるとともに文化の祭典でもある。京都は日本文化の中心地であり、京都の持つ有形文化財、無形文化財等を外国からの訪問者に楽しんでもらえるよう、情報システム、バーチャルリアリティによる発信等を含み、種々の準備をすべきという提言をまとめ、京都府、市、文化庁その他にその実現を働きかけている。

### (3) 現代の超克

ルネッサンス以後、人間の欲望が極端に解放され、今日世界の巨大産業、金融資本などが飽くなき富の追及をしている。また科学技術競争、企業競争などが環境問題や有限の地球のことを考えずに行われている。世界各地で宗教や種々の原因による紛争も起こっている。

京阪奈文化学術研究都市に30年前に作られた国

際高等研究所でこの問題を取り上げ、日本人が文化として持っている忍耐と寛容の精神、江戸時代の資源循環社会などを参考にしながら、この難問解決の方策を探り、世界に訴えてゆくべく努力を開始した。



## 【討議】

アカデミズムの中に留まらず、積極的に省庁や財政の壁に穴をあけて、研究成果を実際化して社会に提供してゆく、国会図書館の電子化に始まる一連の業績は、演者の versatility を惜しみなく発揮したもので、最後の“超克のプログラム”は永遠の若さを感じさせるとの感想を述べたのち、2020年の東京オリンピック・パラリンピックの話題に戻り、新聞記事によると、国立競技場の建て替えなどに絡んで江戸文化が破壊されるのではないかなどの、オリンピックのマイナス面が取りざたされているが、この時にこそ、講演で紹介された京都文化、ひいては日本文化の見直しと啓蒙の運動の成果を、広く一般国民に浸透させたらどうかとの意見が述べられた。

これに対し、日本文化は2000年の歴史をもつ。中華文化の影響も見逃せないが、この長い歴史の重みで日本独自のものが明確に培われており、ヨーロッパにフランス文化が存在するのと同じ意味で、改めて日本文化とは何かを問い直し、その独自性を世界に向けて公開することは極めて重要であることが強調された。

## 知能ロボット研究と実用化への課題

三浦 純(豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 教授)

本講演では、知能ロボット研究の最近の話題について具体例を示しながら説明し、さらに実用化への課題について議論した。

近年、実用化あるいは実用化に近い段階のロボットシステムが数多く登場してきている。その大きな要因として三つが考えられる。一つ目は環境認識に必要なセンサの高機能化である。例えば、ほとんどの自動運転の車に使われているレーザ距離センサは車の周囲360度の物体までの距離を高速に計測でき、近くの手や人の形を明確に得ることができる。一方で、人の姿勢を計測できるゲーム機用距離画像カメラなど、安価なセンサも次々に製品化されている。二つ目の要因として、ロボットの知能化に有用な情報処理アルゴリズムの進展が挙げられる。センサ情報処理では、多数の情報を統合して高信頼の解釈を得るためのセンサフュージョン処理のための統計的推定アルゴリズムの発展が目覚ましい。例えば、移動ロボットによる空間形状地図の自動生成はここ15年ほどの中心的課題であり、その手法はほぼ確立されつつある。物体認識では、視点の変化に強い特徴量の開発や、発展著しい機械学習アルゴリズムを利用することにより、高性能かつ高速な認識が可能となってきた。また、行動や動作の計画においては、ランダム探索をベースとする手法が各種提案され、複雑な問題に対しても短時間で適度により解を得ることが可能になっている。三つ目の要因としては、さまざまなソフトウェアのツール化や標準的な開発環境の拡がりがある。これにより、新たに開発された手法をすぐに取り入れることができ、多数の機能要素を組合せを必要とするロボットのソフトウェアシステムの構築のハードルが下がってきている。

今後の実用化に向けては以下のような点が課題となるであろう。まずは認識や行動計画といった各機能要素がときに誤った出力を出すことを許容し、間違っただけには適切にリカバリできるようなシステム設計を行うことが重要である。その際、個々の機能要素の振る舞いモデルを基に、それらを統合したシステムの振る舞いを計算するような、システム設計手法が望まれる。また、ロボットの開発

には長期間の実験が必須となるが、そのためには長期間実験を可能とするロボットシステムが必要となる。これはある意味、鶏と卵の関係にも見えるので、シミュレーション技術等も活用して開発と実験を繰り返してらせん的にシステムの高機能化を図る環境を構築することが重要であろう。さらに、早期の実用化のためには機能や適用可能状況をうまく限定し、その範囲で(必要であればユーザの助けも借りながら)確実に動作するシステムを世に出していく、というアプローチも必要であろう。



### 【討 議】

高度なセンサとセンサフュージョン技術、自己位置同定に基づく地図自動生成、高度視覚情報処理技術の採用したナビゲーションなど、いわば情報工学的技術を駆使してロボットを実現し、さらに間違いを許容するシステム設計、長期間の実験を可能にするロボットシステムの確保、早期実用化のための機能限定などを行ってロボットの開発を進めるという論旨に対し「そのような方法しかないのだろうか」との疑問が寄せられ、以下のような意見が述べられた。

自発的に現状を処理するような、学習的、あるいは成長を約束するような内容がほしい。

言語処理の分野に学習を取り込むと、そのようなものは身体性を欠くから学習ではないとよくいわれることがある。なればロボットにおいては本能に根差した適応的な要素があつてよいのではなかろうか。

実用化を目指すなら、ロボットが振る舞うシナリオを限定するのがよいのではないか。たとえば、似顔絵が顔の特異性を誇張するように、そのロボとの特異性が出るシナリオを作ってみたらどうだろうか。

ロボットが人を追跡する実験において、両者のインタラクションが表に現れるような仕組みがほしい。

## 予測学習を基盤とした乳幼児の認知発達:構成的アプローチからの提言

長井 志江(大阪大学大学院工学研究科 特任准教授)



乳幼児は生後数年の間に、自己認知や共同注意といった多様な認知機能を獲得する。認知発達ロボティクス(Asada et al., 2001; 2009)

は乳幼児の認知発達の仕組みを構成的視点から解明することを目的とした研究であり、発達心理学や神経科学で得られた知見をもとに仮説を立て、計算論的モデルを構築し、それを実装したロボットの行動を観察することで、発達メカニズムの理解を試みてきた。しかし、これま

での計算論的モデルの多くは発達の中の一つの機能や現象に注目したものであり、発達初期の低次の認知機能から、発達後期の高次の社会的な能力までを統一して説明するものはなかった。

本研究では、乳幼児の認知発達が「感覚・運動情報の予測学習」という共通基盤に基づくという仮説を立て、構成的アプローチからその有効性を検証した研究を紹介する(Nagai, 2015, in press)。感覚・運動情報の予測性とは、自己の運動が感覚状態の変化にどのくらい影響を与えているかを示す指標であり、運動から感覚への移動エントロピーとして定義される。例えば、自己の身体(視覚や体性感覚を通して検出される)は自己の運動によってその状態変化が規定されることから、完全な予測性をもつ対象として検出される。一方、他者の身体は自己の運動に対して文脈に応じた応答を示すことから、中程度の予測性をもつ対象として定義される。つまり、感覚・運動の予測性に基づいて環境を分離することで、自己認知と他者の識別が可能になると考えられる。さらに、乳幼児は文脈に応じて予測性を最大化するように感覚・運動学習(予測学習)を行う。これが、自己の身体を対象としたときには目標指向動作として発現し、自己と他者の関係として生じた場合には社会的行動として発現すると考えられる。

本発表では、上記の仮説に基づいた計算論的モデルを紹介し、モデルを実装したロボットが乳幼児と同様の発達過程を再現することを示す。自他認知とその発達を通じたミラーニューロンシステムの発現(Nagai et al., 2011)や、リーチングなどの目標指向動作の段階的獲得(Park et al., 2014)、共同注意の発達(Nagai et al., 2003)といった多様な認知機能の発現が、感覚・運動情報の予測学習に基づいて統一して説明できることを示す。さらに、社会性の障害とされる自閉症スペクトラム障害が、予測誤差への異常な感度として説明できることを提案する(Nagai, 2015, in press)。人間は感覚・運動経験を通して得られた自己の内部モデルに基づき他者の運動を理解・予測するが、予測学習不全が起きることで内部モデルに異常が生じ、それが結果として社会性の障害につながると考えられる。本発表では、自閉症スペクトラム障害の理解と支援を目指した感覚異常体験システム(Qin et al., 2014)も紹介する。

## 【討 論】

自閉症スペクトラムの障害が在るもの同志ではコミュニケーションが成り立つということであったが、その内容はどのようなものだろうかの質問に対し、重症者同志で

は難しいと思うが、軽度の場合は感覚レベルのインタラクションで成立するようだ。表情であればカオスでなく、その部品レベルで成立するということであった。

発達論に対するミラーニューロンなど神経レベルのアプローチはどのように評価されているだろうかの問に対し、このニューロンの発見者であるリゾラッティ氏による我々の論文に対する評価は「興味あるアプローチ」であった。

発達心理学分野では生得説と学習説とがある。感覚・運動に協働がある、つまり感覚と運動の間に相関、あるいはアソシエーションがあることは、モダリティー間に共通するものがある事であり、これをエントロピーの差として学習するのが本研究である。学習はヘップ則に依っており、これは生得説ではないということであった。

幼児は多様な経験をするから、獲得される能力も多様なのではないかと思うが、実験で提示された能力は一般化されたものであろうか。学習で獲得された能力は表象のレベルで一般化され、それが多様な個別現象として実現するのだろうかの質問に対し、発達の実験で示された能力は、一般化されていない、しかし聴覚の分野でも共同注意があることが分かっているから、モダリティー間には共通性が生まれるのではないか、感覚には共感覚の時期があつてモダリティー間の区別がない、この時期に学習すれば、結果に一般性が生まれるのではないかということであった。

また、多様性ということに関しては、我々は自閉症のとらえ方を、感覚運動情報の予測感度における幅広いスペクトラの、一つの特異的な範例としてとらえようとしており、この観点から、共同注意の研究には幼児と母親の双方を同時に含めるようにしているとのことであった。

感覚運動情報の予測性の一般式と、具体的に計算を行う装置の間にどのような繋がり、例えば具体的、個別的機能の発現の仕方に係るパラメータの設定のようなものが、装置のほうにあるのだろうか、という質問に対し、装置には一貫してニューラルネットが用いられるが、インプリメンテーションの段階では多様である。装置は感覚運動の計算だけをして結果をモデルにわたす、したがってモデルは自足しているとのことであった。

自閉症は脳組織の損傷で起きると考えられるが、そのようなものを学習モデルで説明できるのかという質問に対し、自閉症には感覚運動情報に関する感度が関わり、感度には活性、抑制ニューロンのバランスに係るという事実がある。バランス崩壊という障害は学習能力に影響する、ということであった。

## 「HAI:ヒューマンエージェントインタラクション – その問題と解決のアプローチ –」

山田 誠二(国立情報学研究所 教授)

人間と擬人化エージェント・ロボット、そして人間との間のインタラクションデザインの方法論確立を目指すHAIヒューマンエージェントインタラクションは、我々が世界に先駆けて開拓してきた学際的な研究分野である。そこには、従来のHCIやHRIでは正面切って扱われてこなかった様々な研究課題がある。本講演では、そのようなHAIが解くべき研究課題を挙げ、それらに対する我々の研究チーム独自のアプローチによる解決方法である、適応ギャップ、Artificial Subtle Expression、人間の適応認知モデルなどの研究を紹介し、その解決の糸口を探っていく。

### 【討 議】

人と擬人化エージェント、ロボット、そして人間との間のインタラクションの反応、特に期待値が高いと評価が下がるという実験結果、そしてインタラクション・デザインに及ぶ討論が展開された。

・対象グループの違いによって反応が変わるということはないのか。

\*あるかもしれないが、通常そこまでは実験をやっていない。あるとすれば、近頃よくジェンダーの問題が言われるので、男女比などの影響を考慮することが必要かもしれない。実際この実験は大学で実施をしているので、対象になる被験者はどうしても大学生、特に理工系の男子の大学院生が多くなる。一般の人に比べるとロボットに対する知識が圧倒的に多いのでその影響があるかと懸念するが、実験内容はロボットに直接関係があるわけではないので、大丈夫と思う。もう一つは文化的背景から差が出るかということがある。ビーポン音に関する反応に関してだが、日本ではクイズ番組で正解するとピンポン、間違えるとブーという音を出す。そのことから、変化しないピッチでブーという音がネガティブに作用

するかと思ったが、尻下がり  
の調子のブウウという音よりは  
ポジティブに反応した。また、  
ポルトガル人、中国人、日本  
人、イギリス人で実験をした  
が反応は変わらなかった。これ  
らのことから文化の影響はな  
いのではと思う。



・ビーポン音に対する反応についてだが、赤ちゃんは言葉を理解できないが、お母さんの「よかったねー」と「だめ」という音にはちゃんと反応する。それには、音のピッチ等が関係して、言語間で差のないことは良く知られている事と思う。ところで、人のいろいろの反応の現象について、例えば、ロボットのサジェスションに対する反応が、ロボットの回転速度に影響を受けるというお話であったが、なぜそうなのかなど認知論的に分かるのだろうか。

\*音のピッチなどによる反応に関して、赤ちゃんに対しては調べていないが、動物レベルでは、高い音は警戒音であると言われているのではないか。ロボットの回転速度に対する反応に関していろいろ調べたがよくわからないのが現状である。

・ラジオやテレビの緊急速報の注意音は、自然な音調でありながらボーッとしている人の注意をもひきつけるように工夫したという。ヒューマンインタラクション研究から人の音に対する反応を調べ、種々の社会環境のなかで使われる音のデザインができるようになると良いと思う。例えば、音楽会の会場で開演を知らせるベル音は上品でそれでいて注意を喚起できる音であって欲しい。

\*自動車のハザードランプの明滅パターンも人の注意を引きやすいように設計されたと聞いたことがある。ご指摘のように科学的に音のデザインができるようになるとうい、と思う。

## プライバシー保護のための匿名化の課題

中川 裕志(東京大学情報基盤センター 教授)



最近、個人のプライバシー情報に係わる問題が以下のように断続的に生じている

①Suica事件:JR東がSuicaデータを個人名を消す程度

の処理で日立に売却しようとして、消費者からの反発が大きく中止された。

②Google Suggest 訴訟:自分の名前でGoogle検索すると、犯罪関連の単語が出ることに関する2件の訴訟があり、1審一勝一敗でも2審へ進んだ。

③ヨーロッパにおけるGoogle訴訟:自分の名前でGoogle検索すると、過去の犯罪関連の単語がしつこく出ることに関する訴訟がスペインで起きた。EU司法裁判所でGoogle敗訴が確定した。その結果、EU域内では

Googleは利用者からの個人データ消去の要求に応じるようになった。

個人情報に関する法制についての米国、EUの動向も以下のように大きく変化してきている。

米国:以下に述べるFTC(federal Trade Commission)の3要件が基本となる。

1.データ事業者はそのデータの非識別化を確保するために合理的な措置を講ずるべき

2.データ事業者は、そのデータを非識別化された形態で保有及び利用し、そのデータの再識別化を試みないことを、公に約束すべき

3.データ事業者が非識別化されたデータを他の事業者に提供する場合、それがサービス提供事業者であろうとその他の第三者であろうと、その事業者がデータの再識別化を試みることを契約で禁止

これに違反した場合は、FTC第5条によって法的執行が行われ、課徴金などが課せられる。さらに、消費者が業者に収集された自己情報についてのいくつかの権利を明記した「消費者プライバシー権利章典」が2012年に出されている。

EU:OECDのプライバシー保護ガイドラインが2013年に30年ぶりに改正され、これに沿う形でEUの加盟国が守らなければならない「一般データ保護規則」が2014年3月に欧州議会で可決され、理事会での可決を待つ状況になっている。これらの改正では、IPアドレスや位置情報を個人情報と見なすこと、個人情報のプロファイリングにおいてその消去を担保する「忘れられる権利」などが取り入れられたものになっている。全体に通底するものとして、カナダのカブキアン博士が提案したプライバシー・バイ・デザイン(PbD)の考え方が取り入れられている。米国においても最近PbDが取り入れられ始めている。

日本では、2014年6月に出された「パーソナルデータの利活用に関する 制度改正大綱」(以下「大綱」)を元に2015年に法案国会提出を念頭においた個人情報保護法改正の作業が進め進められている。ただし、大綱においては個人識別性の低減されたデータは本人同意なく第三者提供ができるように書かれているが、「個人識別性の低減」が何を意味するのか技術的な裏付けがない状態である。したがって、情報技術側は、このことの定義、実現を可能にする技術を明らかにするなど、多くの技術課題を解決することが望まれる状況である。

## 【討 議】

最近ビッグデータの利活用が盛んに言われるようになるとともにプライバシーに関わる不利益を訴える事件が次々と起こっている。ビッグデータに関わって生じるプライバシー

保護の課題に関する欧米の考え方について、また我が国の状況に関して本年6月に出されたわが国の「パーソナルデータの利活用に関する制度改正大綱」についての講演であった。討論はプライバシーと公共性との調和が求められる難題にまで及んだ。

・「顔」もパーソナルデータとして話題にされたが、顔の部分の目を隠してプライバシー保護としてよしとしている。大綱の中には匿名性に対応して匿名性というような概念はあるか。また、顔といえば、肖像権との絡みも出てくるのではないか。

\*目だけという考えはない。顔全体を隠すという考えだ。そのための技術はよく研究されている。京都大学の美濃先生は大勢の人がいる画像から瞬時に顔部分を検出して消去する技術を開発している。大綱では、そのような細かいことには触れていない。肖像権については知財との関連になると思う。

\*もっとも難しい問題は、マイナンバー制と個人情報とのリンクの問題である。特に医療情報との絡みは難しい。

・遺伝情報や患者の死因などについてはどうなのか。その個人だけでなく家族、子孫や親族に及ぶ問題を含んでいると思うがどのように考えているのか。

\*ご指摘の通り医療と遺伝に関わる問題は難しい。しかし、医療に関しては、例えば今報道されているエボラ熱の患者についての情報など、公益性の立場からは公開が求められるだろう。プライバシー保護と公益性の折り合いは難しい。研究者も少なく進んでいない。

・遺伝情報については、ヨーロッパでも国によって考え方が違う。デンマークは積極的に研究利用のためのデータを公開する考えだが、イギリスは全く逆で厳しく保護する立場をとっていると聞か、どうだろうか。

\*ヨーロッパでは遺伝情報に関しての確定的な見解がまだ定まっていないと思う。わが国でも真剣に取り組まねばならないと思う。

・少し話題がそれるかもしれないが、現行の情報公開法と個人情報保護法があつてどのように対応すればいいのか困った経験がある。情報公開請求があると個人情報に関連する情報をどこまで公開するか難しい場合がある。どのように思われるか。

\*組織の情報と個人の情報は区別して考えることが必要だろう。それにしても、個人の知る権利と個人情報の保護とはバッティングするところがあるので難しいと思う。

なお、時間があれば本課題に対応するための技術の開発にまで話を進めたかったが背景状況の説明までになったとの講演者の付言もあったが、課題の重要性と難しさを実感した討論であった。

## 情報発信型翻訳への機械翻訳の活用について

井佐原 均(豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター 教授)

Globalizationの高まりの中、企業の海外展開、製品輸出、知財貿易など、様々な場面で産業文書の多言語化のニーズが高まっている。また、第2のデジタルデバイスとして、インターネット上に蓄積された大量の英語情報にアクセスできるかどうか、生活の質に直結する環境となりつつある。翻訳プロセスの効率向上は必須であり、機械翻訳等のICT技術の活用が求められる。

20世紀には日本の機械翻訳の研究開発は世界をリードしていた。1980年代のMuプロジェクトをはじめとする国家プロジェクトの存在や、大手企業の参入がこれを支えていた。しかしながら、近年は、その弱体化が進んでいる。これは翻訳プロセスの中での機械翻訳という視点を欠いていたこと、また日本企業の国際対応への取り組みが不十分であるなど、いくつかの要因が考えられる。海外に目を向ければ、欧米では機械翻訳がビジネスで活用されており、外資系企業による英日翻訳の活用も行われている。GoogleやMicrosoftなど、海外企業による機械翻訳の開発は盛んにおこなわれている。

最近の傾向として、機械翻訳システムの活用法に対する注目が高まっている。情報伝達には、多言語情報検索から翻訳につながるGoogle型の情報受信と、ビジネス文書の多言語化といった情報発信とが考えられる。情報発信型の場合、著者の母語から非母語への翻訳となり、著者には翻訳文の良否が判断できないことがある。また日本からの情報発信を考えた場合、日本語から他の言語への翻訳となるが、日本語の解析の難しさから、日本語を原文とする機械翻訳の品質は、他と比べて劣る。このように日本語からの多言語情報発信には困難が伴うが、その一方で、情報発信型翻訳の有利な点として、自社内で社員教育を行うことにより原文作成時に文体等を制約することが可能であること、翻訳対象が限定されているので、事前に対訳辞書を整備できることが挙げられる。

製品の取扱説明書や企業活動のノウハウ文書等を機械翻訳システムを活用して翻訳する場合、訳文の精度を向上させるチャンスは翻訳前、翻訳中、翻訳後と3か所にある。翻訳前には、書き手の協力を得て、入力文をコントロールすることが可能である。日本語に適切な制約を与えて、それに沿った文書を作成することにより、人間にとっての分かりやすさを維持しつつ、コンピュータに理解しやすい文を作成できよう。翻訳中、つまり機械翻訳システムの出力の理解容易度を直接向上する手段として、対訳用語辞書の充実が挙げられる。重要な語句が適切に翻訳されているかどうかは、読み手の評価に直結する。ここでは重要な語句を取り出す技術、その翻訳を定める技術、人手による確認ツールが必要となる。翻訳後は、後編集と呼ばれる過程となる。プロの翻訳者による後編集はコス

トが高いが、翻訳者ではないが、その分野の知識があり、出力言語を母語とする人を活用することにより、安価な後編集が可能となる。



以上のように、機械翻訳システムを活用した翻訳プロセスの構築に、その分野の知識を持っていれば誰でも寄与できるという視点は企業の世界への情報発信を促進する足掛かりとなる。このような考えの下、産学官の翻訳支援コンソーシアムの構築を目指している。

### 【討 議】

制限言語の利用に対する考え方から機械翻訳の活用の仕方にまで闊達な討論であった。

・制限言語を使うというのは無味乾燥な訳文を生成することになり、観光とかファッションに関するような魅力を伝える情報発信には向かないのではないか。そのような情報発信には、例えば、「ヨーロッパの春の香りがする」のような典型的な例文を大量に蓄積してその中から適切なものを検索するという方向が役に立つのではないか。

\*情報発信のタイプによって対応は異なると思う。例えば、ガイドブックの「地球の歩き方」などは定型的情報の記述の部分がほとんどである。そのような定型的情報発信を想定している。

・クラウドを利用して言語教育を兼ねて翻訳をさせるベンチャーがある。そこでは、英語能力に応じて翻訳文を提供し完全なボランティアベースで訳文を獲得している。クラウド・ソースを利用した後編集の試みについての話は、なにか連続するものを感じる。

・機械翻訳技術の利活用を考えると、企業人の考え方を知っておくことも大切と思う。英語能力が必要ななら英語のできる留学生か現地人を雇う方が即戦力になるという考えだ。

・それと同様の話だが、中・日翻訳の需要が大きいと行って話したら、企業の人から、日本語を学ぶ中国人学生が一杯いるから人手による翻訳で十分と言われた。しかし、言葉が分かるだけでは不十分で専門知識も必要だ。翻訳の専門家でも背景知識が無いと良い翻訳はできない。知識ベースやウェブの知識が役に立つようになってきている。コンピュータの支援も大切。広いコンテキストで考えて機械翻訳技術をどのように埋め込んでいこうか考えていく必要がある。

\*大学と企業と翻訳業者とでコンソーシアムを組織し、翻訳環境に機械翻訳技術をどのように埋め込むか研究開発をして成功例を示したい。

・TOEICのレベルと機械翻訳に対する評価に関する



実験で、TOEIC高レベルの人の機械翻訳にたいする評価が低いのは、機械翻訳が定型的翻訳しかできないからではと思った。同じ意味を保ったまま、いろいろ工夫して表現を変えることはできるか。

\*機械翻訳では意味を変えずに訳文表現を変えることは難しい。制限言語では、1文1文は明確な文になる。機械操作をする際には制限言語で書かれたマニュアルは分かり易いという評価があった。

・昨日の山田先生の理論で、期待度が高いと評価は下

がる。期待度が低いと評価は上がる。機械翻訳研究者の評価が高いのは機械翻訳の難しさを経験して期待度が落ちているからではないか。社会の期待度を下げると評価が上がる(一同笑い)。

\*機械翻訳を活用していくには、機械と人の協働が必要。翻訳をサポートするワークベンチがあって、そのバックグラウンドで翻訳機械が働くようにして、その中で人がどのようにかわるかを考えていくのが良いだろう。

(文責は講演者自身による。【討論】は実行委員会(福村、稲垣)による)

## 「第9回 理事会」開催

平成26年5月16日(金)17:00より、キャッスルプラザにて、第9回理事会が開催されました。

今回の理事会は、

- ①平成25年4月1日から平成26年3月31日 事業報告書及び決算書類の承認の件
- ②平成26年度基本財産指定承認の件
- ③選考委員任期満了に伴う選任の件
- ④相談役任期満了に伴う再任の件
- ⑤第9回定時評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承認可決されました。



会議の様子

## 「第9回 定時 評議員会」開催

平成26年6月6日(金)16:00より、キャッスルプラザにて、第9回定時評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

- ①平成25年4月1日から平成26年3月31日 事業報告書及び決算書類の承認の件
- ②平成26年度基本財産指定承認の件
- ③理事任期満了による選任の件
- ④監事任期満了による選任の件
- ⑤評議員任期満了による選任の件

が審議され、いずれの議案も原案通り承認可決されました。

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。



会議の様子

## 「第2回 臨時理事会」開催

平成26年6月6日(金)17:30より、キャッスルプラザにて、第2回臨時理事会が開催されました。

議案

- ①役付理事選定の件
- ②代表理事選定の件
- ③本財団保有の株式の発行会社の株主総会の議決権行使の承認の件が審議され、いずれの議案も原案通り承認可決されました。



会議の様子

# 研究助成完了報告概要

(いずれも提出された原文のまま、所属は助成時または完了報告提出時のもの)

## ■ ストレスフリーセンシングによる身体能力の診断・管理システム

K22研XV第340号 浮田 宗伯(奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 准教授)

画像認識に基づく人体運動の解析を高精度化することを目的として、画像からだけでは解析が難しい微妙な動き特徴を高精度モーションキャプチャシステムにより獲得・解析しておく方法について実験・検討を行った。さらに、このモーションキャプチャの解析結果を事前知識として参照することにより、画像認識に基づく人体運動解析の精度を向上させて、指定動作を規範とりに模倣することができているか否かを判定するシステムのプロトタイプを実現した。

本研究期間では、比較的識別が容易な動作として利き手と非利き手による投球動作、すなわち上手な動きと下手な動きを対象とし、研究者の従来法である「複雑で高次元な人体データを効率的かつ汎化性の高い

表現でモデル化する方法」が本研究開発の目的に適していること、および「対象とする動作に応じた適切な動き特徴量の選択」が重要であること、を明らかにした。また、安価なカメラ型距離センサとして有名になったMicrosoft社のKinect を利用してプロトタイプシステムを構築し、距離画像から姿勢を推定し、推定動作のよしあしを判定できる効果を確認した。

今後の波及効果としては、現状の安価なセンサを利用したまま、さらに細かな動作の違いまでを検出できる高精度化に向けての研究が期待される。

本報告書では、冒頭に事前知識を利用した人体運動解析のサーベイを行い、続いて本研究期間の成果を報告する。

## ■ 強化学習ロボット群の頑健性向上のための知識利用方法の開発

K22研XV第341号 保田 俊行(広島大学大学院工学研究院機械システム工学専攻 助教)

複数のロボットで構成されるマルチロボットシステム(Multi-robot systems: MRS)は、並列作業による作業効率の向上や、協調による高難度タスクの達成ができる。MRSの設計には、効率性を重視した組み込み型のトップダウンアプローチが一般に用いられている。しかし、システムの大規模化・複雑化への対応は限界がある。他方、ボトムアップアプローチはロボットに自律性を与えて行動を獲得させるものであり、代表的手法に強化学習法がある。強化学習するロボットは、環境との相互作用を通して適切な入出力関係を構築する。このとき、学習性能を大きく左右する状態・行動空間の離散化具合を事前に試行錯誤的に設計しなければならない。この問題に対処するため、ロボットが自らの経験に基づき連続な状態・行動空間を自律的に分割する機能を持つ強化学習法 Bayesian-discrimination-function-based Reinforcement Learning: BRLを

開発してきた。これまでに実ロボット群の行動獲得に成功してきた一方で、過学習により振る舞いが不安定となる場合があることも観察された。以上の背景により、本研究では、頑健性の高いMRSの構築を目指し、BRLの機能拡張を行った。具体的には、状態空間表現に着目し、二種類の表現形式から学習進度に応じた選択を行う手法を提案した。

従来型BRLのルールはガウス分布によるパラメトリックモデルで表現されており、ベイズ判別法を用いて動作が決定される。単一の入力データで一つの状態を表現するため、ルールサンプルの数が少ない学習初期であっても効果的に知識利用できる。その後、ルールパラメータを逐次更新することでモデルの精度を向上させるが、ここには過学習とのトレードオフがある。提案手法では、ルールサンプルが十分に保持できている場合にはノンパラメトリック表現の状態空間上でサポートベ

クタマシンを用いた動作選択を行う。このように、学習進度に応じて状態空間表現を使い分けることで、より安定した行動獲得が期待できる。

計算機実験、および自作ロボットを用いた実機実験を行った結果、提案手法の有効性を示した。特に、均質なロボット群が状況に応じた役割の発現とその動的

な切り替えを同時に行っていることを観察した。このように自律的に機能分化する人工物群の構築は、適応システムの実現につながる。また、今後のさらなる発展により、ロボット同士だけでなくロボットと人間との協調・協力関係を生成するためのシステム設計論に対する一指針となり得ると期待できる。

## ■酔わないドライビング・シミュレータの開発

K22研XV第342号 井須 尚紀(三重大学大学院工学研究科情報工学専攻 教授)

自動車学校や安全運転講習などでドライビング・シミュレータが使用されるが、シミュレータ酔の発生が教習・講習の障害になっている。本研究では、酔わないドライビング・シミュレータの開発を目的として、ドライビング・シミュレータで与える視覚刺激に主眼を置き、シミュレータ酔を抑制する映像の呈示法について検討した。自動車の運転手はカーブ時に遠心力を打ち消す方向に無意識に頭部を傾ける。そこで本研究では、ドライビング・シミュレータでカーブする際に、遠心加速度に応じた傾斜を視野映像に加えることによって運転手の頭部傾斜を誘導し、シミュレータ酔や運転のしやすさ、リアリティ感覚などに与える効果を検討した。

3D映像音響システムを用いてドライビング・シミュレータを構築し、市街地の仮想空間を被験者に走行させた。カーブ時に作用する遠心加速度に応じて被験者の頭部運動を誘導するように、車外風景と車内視界がカーブの外側あるいは内側に傾く映像、車外風景のみがカーブの外側あるいは内側に傾く映像、いずれも傾斜しない映像(対照刺激)の5種類を視覚刺激として呈示した。運転中に感じる「不快感」「直線走行時のリアリティ」「カーブ時のリアリティ」「運転のしやすさ」を、精神物理学的測定法により計測した。また、被験者頭部の姿勢角を計測するとともに、各カーブ運転におけるオーバーターン量と所要時間を算出した。なお、被験者には若年運転者25名(19~23歳,運転経験0~3年)とプロドライバー7名(29~60歳,運転経験10~42年)を用いた。

視野傾斜を加えた呈示法を用いると、車外風景の傾斜に誘導された頭部傾斜が観察された。頭部のロール傾斜の大きさは車内視界の傾斜の有無に依存せ

ず、車外風景の傾斜のみによって誘導された。若年運転者では、車外風景のみをカーブに対して外側へ傾ける呈示法で不快感が軽減され、カーブ走行時のリアリティ、運転のしやすさが向上した。一方、プロドライバーでは良好な結果が得られなかった。

### 〈成果〉

若年運転者に対しては、車外風景のみをカーブに対して外側へ傾ける呈示法がシミュレータ酔抑制の効果を示した。視野傾斜が誘導する頭部傾斜によって、前庭感覚により知覚される遠心加速度、および視覚に与えられる車外風景の傾斜角が、実車走行時に加わる前庭感覚および視覚入力と類似しているため、不快感が抑制されたと考えられる。本実験の結果は、初心者講習用のシミュレータにおいては、遠心加速度に応じて視野を傾斜させる呈示法がシミュレータ酔抑制に有効であることを示した。

### 〈今後予想される効果〉

実車走行においてもカーブ時の頭部傾斜角には、運転者の個人差、特に運転経験による違いが見られる。シミュレータにおける視野傾斜でも誘導される頭部傾斜に個人差が大きい。頭部傾斜の大きさによって、シミュレータで与えられる前庭感覚や視覚入力に変化し、シミュレータ酔抑制効果に影響する。今後、運転者の頭部傾斜角を測定してフィードバックし、車外風景および車内視界の傾斜角を適度に調整することによって、シミュレータ酔抑制の効果をさらに高めることができるものと期待される。

## ■心に響くカウンセリングのための口振りと身振りの定量的解析

K22研XV第343号 入野 俊夫(和歌山大学 システム工学部デザイン情報学科 教授)

### I. 実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では、心に響くカウンセリングを実現するための、口振り(音声の非言語情報)と身振り(頷き等の身体動作)の定量的解析を行うために、その基盤となる計測系および感情評価手法の開発に重点を置き推進した。開発した測定/評価系を用いて目的指向対話における規則性の抽出を試みた。また、臨床心理士養成課程とクリニックにおける臨床心理面接のデータ収集を開始することができた。具体的な内容と成果は以下である。

(A)頷き(頭部運動)を計測する加速度センサ系と音声・画像収録系を構築した。深刻な場面も想定される臨床心理面接においては、対話が計測手段によって妨げられたり不自然になったりすることは避けなくてはならない。そこで、Arduinoマイコンで制御するMEMS加速度センサを用いて、口元マイクと組み合わせた小型軽量で目立たないヘッドセットを開発した。さらにビデオデータも含めた様々なデータ間の同期を取るために、百分の一秒表示の時計と時刻データを音で出力するソフトウェアも開発した。スタジオのような固定的で大掛かりなセットではなく、様々な収録場所に容易に持ち運べる上、今回の目的には十分な精度を確保できるようになった。このシステムを、実際に出張先でも活用し、臨床対話面接の

収録を行うことができた。

(B)対話における感情状態の推定を行うための評価用GUIであるEMO (EMOotional MOvement Observation) Systemを開発した。パソコン上で収録した対話のビデオを見ながら、その時の感情状態を評価者がマウス操作で入力できる。従来研究における区間ごとに感情評価値をラベルづけする方法では不可能であった動的な感情推移の評価をすることが可能となった。

(C)上記で開発したシステムを用いて、目的指向対話の収録/評価を行った。実践的な場面での利用によりシステムの向上を目指すとともに、対話における規則性の一部を抽出することを目的とした。対話の認知心理学でよく使われる「アニメーション課題(アニメーションの内容を相手に伝える課題)」を収録し、口振り・頷きと感情状態の関連性の抽出を行い興味深い傾向を見つけることができた。収録した臨床心理面接データの検討も開始した。

〈今後予測される効果〉

開発した計測/評価系を用いると、手軽に様々な場面の収録ができるため、対話の課題を問わず様々な視点から規則性追求の研究が促進できると考えられる。

## ■自律的機能保全機構を有する頑健な無線センサネットワークの実現

K22研XV第344号 宮崎 敏明(会津大学コンピュータ理工学部 教授)

### I. 実施内容

観測者が欲するセンシング情報を取得するために、無線センサネットワーク(Wireless Sensor Network: WSN)を構成する各センサノード(各種センサを搭載した小型無線装置)が周囲の状況を勘案して自律的に自らの機能を変更すると共に、複数のセンサノード群が協調動作し、センサノードの一部が故障しても、他のセンサノードがその故障した機能を代替し、全体の機能が停止することなく与えられたミッションを達成する機構を実現する。

### II. 成果

上記を実現するために、下記技術の開発を行った。  
①機能カスタマイズ技術:ユーザが定義したセンサネットワーク全体がシステムとして果たすべきシナリオを解釈し、各センサノードに配布すべき役割(ロール)を生成するソフトウェアツール「シナリオ・コンパイラ」を試作した。本コンパイラは、例えば「観測対象領域の温度と湿度を偏りなく、2分に一回収集すること、ただし、温度が50℃以上になった場合、その感知したセンサの近傍

のセンサが取得したデータは毎秒収集すること」というシナリオを与えると、各センサノードの温度センサ及び湿度センサをオンにし、それらセンサが取得したデータを毎分基地局に転送するロールと、温度センサが50℃以上を検知した場合、近隣センサノードにデータ転送間隔を毎秒にする様に指示するロールを自動生成する。生成されたロールは、無線通信(OTAP, Over-the-Air Programming)機能を使用して、各センサノードに動的にリモートダウンロードされ、所望の機能が実現される。

②プログラマブルセンサノード:市販部材を組合せ、上記機能カスタマイズ技術を検証するためのセンサノードを作成した。ノード本体としてWiFiモジュール付きの小型PCカードを用い、センサ類はUSBを用いてノード本体と接続した。また、電源はスマートホン向けの充電式バッテリー(容量:1000mAh)を用いている。本構成で、毎秒1パケットのセンシングデータを送信した場合、20時間以上の連続稼働が可能である。近隣ノードの情報を得るための基本関数は頻繁にコールされる可能性があり、その度に、調査パケット送出するのは効率が悪い。本実装では、ロールと関係なく、自分及び近隣センサノードの情報を各センサノードが管理し、それら情報を隣接センサノード同士で定期的に交換することとした。これ

により、近隣ノードの情報を取得する際、調査パケットを送出することなく、自ら管理する近隣ノードに関する情報へアクセスするだけで瞬時に所望の情報取得が可能となる。本ノードを16台用いた無線センサネットワークを構築し、ユーザが定義したシナリオが、上記機能カスタマイズ技術を用いて、自動的に実現されることを確認した。

③人感センサを用いた複数人の動線把握:当初計画にはなかったが、人の存在の有無を{1,0}の2値で知らせる人感(IR)センサを観測領域に複数個設置し、それらセンサの反応パターンから観測領域内にいる人の移動軌跡を、準リアルタイムに推定する手法を開発した。本技術は、災害現場等で、人の有無や動線把握に役立つ。

上記成果は、論文1件、国際会議2件、国内会議1件としてまとめた。また関連技術を、国際会議2件、国内会議6件として発表した。

### III. 今後の予定

本研究で実現したプログラマブルセンサノードの小型化を図るとともに、それを用いた柔軟性のある無線センサネットワークを構築する。また、具体的な応用として、災害現場監視システムの開発を進めていく予定である。

## ■環境中の実時間日本語文字認識システムの試作

K22研XV第345 岩村 雅一(大阪府立大学大学院工学研究科電気・情報系専攻 助教)

### 1. 研究の実施内容および成果に関する報告書

#### (1) 実施内容、成果および今後予想される効果の概要

人間には簡単に実現できるものの機械には困難なことのひとつが、文字の認識である。長年の研究の末、フラットベッドスキャナを用いて撮影するなど、コントロールされた環境で撮影した文字であれば比較的高い精度での認識が可能となった。しかし、コントロールされていない環境で撮影した場合の文字認識は未解決の挑戦的な課題である。この代表例がカメラで撮影した実環境の文字認識である。

本研究では、カメラで撮影した環境中の日本語文字

を高速に認識するシステムを実現した。認識対象の文字は活字(フォント)に限定し、字形はあらかじめ登録してあるとする。一方で、文字の大きさ、向き、レイアウトに制限はなく、文字の背景は必ずしも一様でなくても良いとする。例えば、風景写真の上に文字が印刷されるポスターのようなものであっても認識可能である。このような環境での文字認識は、長年蓄積されてきた文字認識技術をそのまま適用しただけでは実現できないため、困難と考えられてきた。完成したシステムのデモをみると、特に複雑背景上の文字の認識は驚かれることが多い。

技術的には、提案システムは以下のように実現している。まず、文字の表現には物体認識でよく用いられる「局所特徴量」と呼ばれる特徴を用いる。これは、画像の一部分のみから計算される特徴であり、一画像から数百、数千個得られ、回転や大きさの変化に頑健という特長がある。あらかじめ、システムに登録された各フォントの文字画像から局所特徴量を抽出して登録しておき、認識対象の画像から得られた局所特徴量との照合を行う。その際、我々が独自開発した世界最高性能の近似最近傍探索手法を用いることで、高速な認識を実現している。最後に、局所特徴量の対応関係を基に文字である領域を見つけ、字種と共にその大きさや回転方向などを推定する。

提案したシステムは、漢字、ひらがな、カタカナ、アルファ

ベットなどを認識することができるが、最も得意なのは幹事である。漢字以外の文字は比較的単純な形状をしているため、一見それらの単純な文字の方が容易に認識できると思われるかも知れないが、信頼できる認識結果を得るためには、一定数の「特徴的な部分」が必要である。形状が複雑な漢字の方が特徴的な箇所が多いため、結果的に漢字の認識の方が易くなっている。認識に要する処理時間は認識対象画像の大きさに左右されるが、1600x1200画素程度の場合、2秒程かかる。このうち98%は前述の局所特徴量の抽出に費やされているため、今後は特徴量抽出の工夫により、さらなる高速化を実現することを考えている。また、現在のシステムで認識できる文字は登録したフォントの文字に限られるが、この制約を緩和することを考えている。

## ■大規模データを分類・可視化する階層的地図型インタフェースの開発

K22研XV第346号 砂山 渡 (広島市立大学大学院情報科学研究科システム工学専攻 准教授)

### (1) 実施内容、成果および今後予想される効果の概要

データ集合を再帰的にクラスタリングする手法の開発を行った。クラスタリングにおいては従来のニューマンらによる方法を用いた上で、クラスタリングを行う際のしきい値を緩めることで粗くクラスタリングし、クラスタリングされたデータ集合を縮約することで1つのデータとして扱い、クラスタリングを繰り返し行った。この再帰的クラスタリングの過程をもとに、地図的にクラスタリング結果を表示する階層化マップを生成した。

その後評価実験を行い、提案手法によるクラスタリング結果が、従来のクラスタリング手法に比べて、1) データが一つのクラスターに固まらず、複数のクラスターに分散させる効果があったこと、2) クラスター縮約によるクラスタリングの精度低下は大きくなかったこと、3) 階層化マップを用いて、多様なデータ収集に役立てられたこと、を確認した。

ただし、現在は計算機の処理速度の問題により、データ数が1000程度のデータベースに対して、階層化マップを生成できたことを確認したに留まっている。そのため、今後分散処理を行うことや、アルゴリズムの改善により、より多くのデータを効率的にクラスタリングする改

善が望まれる。また、人間がディスプレイ上で視認できるデータ数という観点においては、1000というデータ数は多く、常にすべてのデータを表示し続ける意味に欠けるため、データ集合の中の、アクセスしたい箇所により、抽象化の粒度を変えながらクラスタリングを行う改善が望まれる。

現時点で、人が視認できる階層化マップにおいて、データの全体像を解釈して多様な情報を収集できる効果がある。独立したデータの集合を解釈する目的のみならず、時系列データの分析にも用いられる。たとえば、1つの電子掲示板の中で、どのような話題が話されているかを理解することを目的として、コメントが記入されるたびに逐次マップを生成し続けることで、話題の傾向や変遷を視覚的に把握することに役立てられる。たとえば、1000のコメントが書き込まれた電子掲示板の場合、そのすべてを読む時間は1時間を越えることが想定されるが、1000の地図をアニメーション的に再生する場合、1秒間に10の地図を再生するスピードで、1分40秒で全体の概要を把握できる可能性がある。また地図の中の特定の話題に容易にアクセスしてコメントの内容を確認できる。

## ■デジタルファブリケーションのための造形用スクリプト言語とウェブサービスの開発

K22研XV第347号 田中 浩也(慶応義塾大学環境情報学部 准教授)

近年、3Dプリンタやレーザーカッターといったデジタルファブリケーション技術が登場し、パソコン上のデジタルデータを物質として出力することが可能になった。過去15年間ほど、パソコンで写真・音楽・映像・文章などをつくる文化が成熟してきたが、さらに文房具・家具・玩具といった「物質」までもがつかれるようになったことで、情報化社会が一段階進化すると期待されている技術である。こうした機器を活用するためには、まず3Dデータを用意する必要がある。一般的には、3Dモデリングソフトでデータを作成したり、3Dスキャナで既存の物体を読みとったりしてデータを作成する。しかしより高度には、物体の粗密を操作したり、表面のテクスチャ(凹凸)を制御したり、消費する材料の量を計算したりすることが技術的には可能で、こうした技法が身近になってくれば、コンピュータならではの新しい造形方法が加速されると予想される(これを筆者らのグループでは「コンピューショナル・ファブリケーション」と呼んでいる)。さらにもうひとつの方向性として、マウスでかたちを造形するだけでなく、声やジェスチャーといったこれまでとは違う入力方法(身体の動かし方)でかたちを造形する可能性もありえる(これは米国カーネギーメロン大学で「インタラクティブ・ファブリケーション」という名で提唱されているコンセプトであ

る)。

本研究では、こうした「計算を用いた造形」を可能とするスクリプト言語をつくらうというものである。研究過程において、既存の開発環境である「Processing」を用いてそのうえで3次元造形に関するスクリプトを開発し、その開発と同時にウェブサイト公開していくことに方針を定めた。そのうえで、数10個のサンプルスクリプトを開発して、<http://cfg.sfc.keio.ac.jp/>に公開することができた。現在、これらの成果をまとめて、国際学会(eCAAD, CHI)に論文を投稿しようと準備しているところである。

このうちいくつかのものは、3次元形状に割り当てる「エフェクト」として用いることもできるものである。既存の3次元形状に「効果」を加えるだけでも、さまざまな表現が可能になり、驚きも大きい。ここに紹介したスクリプトはソースコードも公開しており、今後まずは教育目的で役立つことが想定される。まずは申請者自身が勤務する慶応義塾大学SFCにおいて「3Dファブリケーション」に関する実験的な講座を開講しようと計画しているところである。米国では「図工」の授業と「情報」の授業を融合する議論もはじまっているが、国内でもこうした動きが求められており、そうした教材としてさらに洗練させていきたいと考えている。

## ■自律進化機能を有する画像パターンマッチングシステムに関する研究

K22研XV第348号 橋本 学(中京大学情報理工学部機械情報工学科 教授)

本研究は、利用するデータを削減することを特徴とする超高速パターンマッチング技術に関して、さまざまな要因で変化する環境に対して追従可能な新しいアルゴリズムを構築し、大量の画像による有用性実証を目的として遂行された。

まず、対象物の幾何的環境変化への対応策として、従来より検討してきた、検出対象を特徴づけている極めて少数のデータのみを自動的に厳選使用するアプローチを基に、対象物の回転変化に対応する手法を実現した。対象物体上に配置された2または3画素からなる複数の画素パターンの位置を、物体代表点との相対関係で記述し、画素パターン単位での回転マッチング結果をもとに物体代表点の位置を計算して投票する。これを選択されたすべての画素パターンに対して行うことによって、最高投票数を得た位置をマッチン

グ結果として出力する。回転マッチング自体は数画素単位で実行されるために高速性を維持でき、例えばSIFT法等の既存手法より高速であることを実証した。

次に、照明環境への対応として、複数画像間の画素毎の濃度変化パターンを評価し、変化が大きい画素は不安定画素として棄却し、変化が小さい画素は安定画素として優先的にテンプレート画素として採用する手法を構築した。この際、画像間の同一アドレス画素の濃度共起性に着目し、共起確率の大小をもとに安定度合いを評価するアルゴリズムを実装した。現実の屋外照明が混入する多数の画像群を使用して、本手法の有効性を実証した。

最後に、上記の成果をまとめた上で、さらに対象物と類似する偽物体が周辺に現れるという誤認識環境への対応策を検討した。事前に偽物体と対象物の違い

を学習させることによって、対象物には存在するが偽物体には存在しない画素を自動的に発見し、テンプレート画素として利用するアルゴリズムを提案した。もとのテンプレート画像に含まれるすべての画素の中から、偽物体との識別に有効な少数の画素を選びだす問題を、組み合わせ最適化問題として定式化し、大規模問題に有効な遺伝的アルゴリズムを適用して実用的な計算時間で求解することを特徴としている。従来手法である部分空間法や正規化相互相関マッチングよりも、処理

速度および認識率のバランスにおいて優位な性能を持つことを実証した。

この研究の成果は、製造業における生産ラインの自動化技術などに応用可能であり、例えば照明変動が起りやすい状況でもプリント基板の位置決めが正確に行えたり、位置決め用マークと紛らわしい部品が装着された後でも間違いなくマークを認識できるようになることが期待される。

## ■プログラム演算を用いた高効率可逆プログラムの導出に関する研究

K22研XV第349号 横山 哲郎(南山大学情報理工学部ソフトウェア工学科 講師)

30年以上前から非可逆計算を可逆計算で模倣する一般解法とその最適化についての研究が盛んに行われてきた。中でもLangeらの手法(2000)とBennettの手法(1973)がそれぞれ時間とメモリ使用量において漸近的に最適であることが知られていた。しかし、非可逆アルゴリズムにおいても同様であるが、現実の個々の問題群(例えば、圧縮解凍プログラム、字句解析器とプリティプリンティング)では一般手法よりも特殊化した手法の方が効率的なことが多く、さらに漸近的な最適性に加えて係数を最適化することが重要である。また、理解の容易さと効率性という相反する要求を同時に満たすプログラムを作成することは本質的に困難である。

われわれは、既知で理解の容易な非可逆プログラムを一般解法で可逆化したものを初期プログラムとし、高効率可逆プログラムを機械的に導出する方法を実現させることを目指した。研究を進めていった結果、本分野の道具立てが余りにも不十分であることが明らかになった。そのため、われわれは基盤整備から実施せざるを得なかった。まず、可逆の世界における最適性の尺度としてゴミ情報の少なさが重要である。しかし、ゴミ情報の概念が明確ではないため、何を最適化したら良いかが明らかではなかった。われわれは、ゴミ情報を数学的に厳密に定義することに成功した。本定義は計算モデルやプログラミング言語によらず一般に意味を有するという点で強力である。次に以前に提案した関数プログラミング言語を拡張して非可逆なプログラムから可逆なプログラムへの変換を行うための理論的準備を行った。

理解の容易な初期プログラムから高効率なプログラムを導出する手法として、プログラム演算(変換)が知られている。研究当初はこの手法を用いることを考えていたが、関連理論の整備が不十分であった。そこで、われわれは、特殊化と呼ばれる手法を用いて、ゴミ情報の点で高効率なプログラムを導出する手法を提案した。実用的なプログラムである2種類の整列法に適用することに成功した。自動導出されたプログラムは、上で述べた尺度において最適であった。本手法は、常に最適なプログラムを返すことは保証されていないが、ある関数群に対しては最適なもの返されることが明らかになった。この関数クラスがどこまで広がっているかを明らかにするのは今後の課題である。

本研究は計算機科学の基礎理論を推し進めるものである。しかし、本研究に関連する分野の中に、物理及び化学における可逆シミュレーション(L. Velet, 1993がこの分野のパイオニア)、量子計算(観測以外の演算は可逆であるユニタリ変換を使用)などがある。本研究において実現した手法は可逆計算のパラダイムなら理論的に応用することができるため、これらの分野でも活用されることが期待される。

### 【発表論文】

[1] Tetsuo Yokoyama, Holger Bock Axelsen and Robert Glueck: Minimizing Garbage Size by Generating Reversible Simulations, Workshop on reversibility, cellular automata, and unconventional computation, pp.379-387, IEEE Computer Society, 2012.



## ■単語近似手法による時系列データ類似検索技術と生命科学への応用

K22研XV第350号 川越 恭二(立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科 教授)

時々刻々変化するデータである時系列処理は、長年、様々な分野でその研究が行われてきた。例えば、経済学では、様々な経済関連の統計データが定期的(日、週、月、四半期、年ごと)に取得し、それを時間に依存した時系列として、今後の経済の動きの予測や関連する属性間の相関の推定等に関する研究が行われている。また、生命科学分野でも、数十年前より、臨床診断のための時系列の活用が研究されているほか、最近では遺伝子研究に関するについても時系列として、遺伝子発現や周期性検出のための様々な解析方法が研究されてきている。

本研究では、時間に依存する時系列が大量に存在する場合の検索精度の向上を目指すものである。具体的には、本研究は時系列データの類似検索性能向上のため、「時系列単語」により近似した時系列データにテキスト文書検索手法の適用を行った新たな類似検索技術を開発することを目的とする。

時系列データは、時間軸上の時刻とその時刻での属性値のシーケンスで表現される。時系列データの次元数は時間軸上の時刻数となるが、一般にこの次元数は膨大である。したがって、時系列データ類似検索のこれまでの研究は、時系列データが持つ膨大な次元数を時系列データの近似により削減することで、精度を低下させることなく効率を上げる視点で行われてきた。しかし、時系列データ間の類似性定義が適用領域で異なるために、精度を向上させる視点での検討があまりなされていなかった。例えば、特定の時刻でのみ異常値を持つ時系列データとその異常値を削除した時系列データとの間の類似性は、異常値が重要である適用領域では低い類似度でなければならないが、異常値が一種の雑音成分で無視する適用領域では高い類似

度でなければならぬ。

そこで、本研究では、まず時系列データ間の類似性が適用領域ごとに異なる点を考慮し、時系列データの類似性を決定づける特徴に基づいて類似検索を行うことが必要であると考えた。次に、その特徴を用いて時系列データを近似するための方法として、「時系列単語」なる概念を導出する。これにより、単語列によって構成される文書に関する検索技術を、時系列単語によって近似される時系列データに適用することが可能となる。最後に、この新たな時系列データ近似法を生命科学分野の時系列への適用を行う。

これらの研究を通じて、以下の結果を得た。

まず、新たな時系列単語による時系列データ類似検索手法を開発した。この手法により、従来のユークリッド距離を用いた手法の誤分類率23%よりも良い値(誤分類率21%)を得た。なお、SAX(記号集約近似手法)の誤分類率は34%である。改良を実施することで、現在、誤分類率約15%の優れた値となっている。次に、時系列データが適用領域ごとに特徴を持つ点を明らかにするために、様々な適用領域での類似検索の研究を行った。例えば、幼児の成長を示す発育時系列間の類似性やオークションの入札価格時系列の類似性、人間行動の時系列の類似性を取り上げ、類似検索や予測等の手法を研究した。最後に、生命科学分野への適用を探るため、放射線同位体(RI)の薬物動態を対象とした時系列の類似検索を研究し、新たな内部状態類似度を提案した。同時に、ECG時系列のパターン分類への適用を行った。さらに、遺伝子発現時系列への適用を展開する予定である。

## ■超高速な尤度最適化法の開発と人を中心とする情報処理への応用

K22研XV第351号 松山 泰男(早稲田大学基幹理工学部情報理工学科 教授)

この研究は、尤度を最大化することにより、機械学習のための高速なアルゴリズムを得てそれを人間中心の情報処理に応用することを目的としている。尤度とは、観測データすなわち実際に与えられたデータに対して、それを出現させる確率構造の適合度を表す量である。従って、与えられたデータに対して尤度を最大化するということは、

優れたモデルを見つけだすことと等価になる。ただし、この最大化問題には繰り返し演算という構造が必然的に付きまとう。そこで、いかにして少ない回数で解に収束させることができるのかが重要な項目となる。さらにこの研究においては、従来手法の一般化と高速化、そして人に関連した実データに対する知的情報処理の実現を行った。

### 【従来手法の一般化と高速化】

尤度の最大化においては、表現の簡単化と計算のしやすさのため、対数尤度が用いられてきた。このことは繰り返し回数の増加という欠点を有している。そこで本研究では、一般化された対数であるアルファ対数に基づく尤度の最適化を行い、高速手法が得られることを確認した。閉じたアルゴリズムとして得られた成果は、隠れマルコフモデルの推定アルゴリズムの一般化と独立成分分析アルゴリズムの高速化である。隠れマルコフアルゴリズムの一般化は、現在の標準アルゴリズムとされているBaum-Welchアルゴリズムを単なる特例として含む高速版である。また、独立成分分析においては、現在のデファクトスタンダードとなっているFastICAよりも高速であるRapidICAを導出し、特にとがった確率密度関数の場合にその効果が著しいことを検証した。

### 【人に関連した実データに対する知的情報処理の実現】

尤度に基づいた高速情報処理の応用としては、脳

情報と人体モーション(ジェスチャ情報)を認識し、それらを非言語的な操作コマンドとみなすことを実現した。このとき、捜査対象としては二足歩行ヒューマノイドを選び、脳信号と人体モーションとの統合への先鞭をつけることができた。特に、思考のみによる脳の活動パターンをヒューマノイド動作に変換することは、この種の問題における非常に早期の実現となった。

### 【今後予想される効果】

スマートフォンの普及は、あらゆる面において世の中を変化させている。ここで重要となるのは、ヒューマンコンピュータインタラクションである。機械学習アルゴリズムはその理論的抽象性とは裏腹に、ひとたびソフトウェア化されればスマートフォンと相性が良い。実際、いくつかのアルゴリズムはすでにスマートフォンに搭載されている。尤度最適化あるいは尤度に相当する類似度を最適化する繰り返しアルゴリズムは、スマートフォンにおける新問題の出現に伴って、ますます重要度が増してくると予想できる。

## ■ 立体映像入力と3次元計測のためのステレオカメラの輻輳角自動調整と臨場感影響評価

K22研XV第352号 杉本 和英(沖縄工業高等専門学校情報通信システム工学科 教授)

3Dコンテンツ制作の際に、カメラマンが容易に操作可能なステレオカメラの実現に向け、屋内での撮影環境において臨場感溢れるコンテンツを生成するためのステレオカメラの輻輳角制御関連技術の開発ならびに生成されたコンテンツの臨場感評価を行った。また、3D撮影の際の注視点制御に関する留意点の抽出ならびに注視点制御の臨場感に与える影響評価を行った。

ステレオカメラの輻輳角自動制御を実現するためには、注視点の3次元位置情報を用いる。その際には、ステレオカメラのキャリブレーションが必須となる。そこでまず、撮影現場での容易な対応を可能とすべく、ステレオカメラの簡易キャリブレーション手法の検討を行った。平面キャリブレーションパターンを2回撮影する手法と、単一の立方体ブロックを1回撮影する手法である。同精度の較正が可能な場合に、簡便さからは後者が有利であるが、較正に用いる特徴点抽出に対する要求レベルが高くなるため習熟の必要性が認められた。次に、3次元計測の際、特に、等輝度線に基づく対応探索の際、被写体形状に応じた等輝度線間隔の適応的な自動設定の重要性が確認された。また、輻輳角自動制御に関しては、撮影者の意図を反映できるよう複数の撮影モードを用意し、各撮影モードに適した輻輳角を自動算出し

て撮影者に提示することが重要と考え、自動制御を行わず、撮影者への輻輳角調整機能の提供に重点を置いて開発を行った。注視点の3次元情報に基づいて輻輳角制御情報を算出し、輻輳角を調整するためのアシストウィンドウを画面上に表示し、撮影者が輻輳角調整できるようにした。ここで、屋内環境において、カメラから被写体迄の距離を2mとし、前述した輻輳角制御に基づき、輻輳角調整により様々な注視点を設定して撮影を行い、得られた3D画像により臨場感評価を行った。評価実験を通じて、カメラから見て、被写体の前後5～10%程度注視点をずらすことで、撮像される3D映像に対して臨場感を与えることができ、被写体の前方に注視点を設定した場合には、知覚される奥行き感が強調され、遠方に設定した場合には、立体感が強調されるが知覚時間を要するという知見が得られた。生成するコンテンツにより与えたい臨場感に応じた撮影モード設定(輻輳角調整支援モード)を用意することで、効果的な撮影支援が可能となると考える。

本成果により、注視領域の奥行き感と立体感溢れる立体映像コンテンツ制作の加速に期待するとともに、3次元計測関連技術は、自律移動ロボットの環境情報獲得に貢献できると考える。

本研究の目的は、ファジィエントロピー及びTsallisエントロピー最大化FCM法と組合せたアニーリング法に基づくファジィクラスタリングの特徴の詳細を明らかにして、実用化を実現することである。最終的なターゲットデータはアンケートデータのように予測のつかない複雑なデータ分布とし、これをファジィクラスタリングする。さらに、クラスタリング結果を可視化してユーザに判りやすく提示することを目標とする。実用化に向けて、重要度の高い以下の項目研究対象とする。

①クラスタリングの高速化のため、SA法及びDA法に高速なアニーリングのための温度制御法を導入し、その効果を検証する。

②クラスタリングの高精度化のため、帰属度関数にデータ補間方法を組合せ、その効果を検証する。

③クラスタリング結果の可視化のため、帰属度データの3次元表現方法について検討し、その効果を検証する。

(研究成果)

①SA法及びDA法における高速アニーリング実現のための温度制御法の検討と検証

最初にTsallisエントロピー最大化FCM法とDA法を組み合わせたファジィクラスタリングにおいて、通常の指数型アニーリングを用いた場合について調べた。その結果、アニーリングの収束の成否は初期温度に最も依存し、その設定が重要であることが分かった。

次に、Shannonエントロピー最大化FCM法とFCM法及びTsallisエントロピー最大化FCM法とDA法を組み合わせたファジィクラスタリングにおいて、DA法の冷却スケジュールリングにVFA法を用いた場合の比較を行った。その結果、Tsallisエントロピー最大化FCM法は誤分類数が6~7%少なくクラスタリング精度に優れ、VFA法の温度係数への感度が低いことが分かった。これは、Shannonエントロピー最大化FCM法において帰属度関数の形状が正規分布型で凹凸が大きいため温度が高い間に近傍のデータ分布周辺にクラスター中心が落ちてしまうのに対し、Tsallisエントロピー最大化FCM法では帰属度関数の形状はCauchy分布型で、特に高温では凹凸が小さくクラスター中心が長い距離を移動可能なためである。

最後に、ファジィエントロピー最大化FCM法及びTsallisエントロピー最大化FCM法とDA法を組み合わせたファジィクラスタリングにおいて、DA法の冷却スケジュールリングにVFA法を用いた場合と、通常に指数型アニーリングを用いた場合の比較を行った。その結果、いずれのエントロピー最大化FCM法でも、VFA法を用いるこ

とで解の質を維持したまま処理時間を短縮できた。短縮率はファジィエントロピー最大化の場合は1/2~1/4、Tsallisエントロピーの場合は1/3~1/2であった。さらに、Tsallisエントロピー最大化FCM法では、ファジィエントロピー最大化FCM法と比較して、全体的に高いクラスタリング精度が得られた。この場合も、ファジィエントロピー最大化FCM法の帰属度関数は正規分布型をしていることが両者の違いを与えたと考えられる。

結果として、Tsallisエントロピー最大化FCM法の帰属度関数はクラスター中心から遠方でなだらかで遠くのデータに対して無視できないほどの帰属度を持つため、高温時(温度を下げる前)により視野の広い探索を行うことが可能である。この性質は、VFA法のような高速に温度を下げるアニーリング法と組み合わせた場合に、温度が下がる前に大域的クラスター構造の探索が可能のため、特に有効である。

②帰属度関数への補間方法の適用の検討と検証

ファジィc平均法にファジィエントロピー最大化法を適用するとFermi-Dirac型の帰属度関数が得られる。この帰属度関数のパラメータをSA法で最適化する統合アルゴリズム(DASA)を対象とする。本アルゴリズムの問題点は、帰属度関数がラフな形状で隣接点間の相関がほとんどないため、教師データの存在しない地点での帰属度関数の補間が困難になることである。そこで、DASAに各種補間法を導入することでより高精度なクラスタリングの実現を検討した。

補間法として線形補間・双3次補間・双3次スプライン・フラクタル補間を取り上げ数値データを用いて補間精度を調べたところ、線形補間では5%以上の予測誤差となることが分かった。また、双3次補間・双3次スプラインのような正確な導関数を必要とする補間方法でも十分な精度は得られなかった。一方、フラクタル補間の場合は2%程度の予測誤差となり、DASAには最も適した補間法であることが確認された。

③ファジィクラスタリング結果の可視化の検討と検証

多次元データのクラスタリング結果を可視化するために、次元削除の前後で最も帰属度の変化の少ない次元を選択・削除する方法に基づき3次元まで次元を圧縮する方法を提案した。3次元データはさらに2次元に透視投影して視覚化した。

分布が複雑で全体構造が把握し難い数10次元のアンケートデータのクラスタリングを行い、本手法によりクラスター構造が容易に理解できるようになることを示した。

# 動き

## ☆事務局日誌より☆

### 平成26年

#### 4.1

- 新年度発足

#### 4.21

- 監査役より第18期(平成25年度)の監査報告書を理事長に提出

#### 5.8

- 平成26年度助成金に対する「応募要領」を各大学関連学部、研究機関、高専等に発送および5月15日ホームページに公募を掲載

#### 5.16

- 第9回理事会を開催

#### 6.1

- 平成26年度助成金交付申請受付開始(研究助成、フォーラム・シンポジウム等開催助成)  
募集期間:平成26年6月1日(日)～8月31日(日)

#### 6.6

- 第9回定時評議員会および第2回臨時理事会を開催

#### 6.17

- 内閣府へ業務報告書、財務諸表等報告

#### 6.27

- K通信35号発行・発送

#### 8.7～9

- 第14回Kフォーラム開催  
「ざっくばらん」フォーラム3

#### 8.31

- 平成26年度助成金交付申請受付締切  
応募総件数:191件

#### 10.24

- 選考委員会開催  
ダイコク電機本社ビル

## CONTENTS

◇ 平成26年度助成事業報告 .....	1
◇ 平成26年度助成金交付者とテーマ .....	1
◇ 第14回Kフォーラム開催 .....	4
◇ 第9回理事会開催 .....	17
◇ 第9回評議員会開催 .....	17
◇ 第2回臨時理事会開催 .....	17
◇ 助成事業完了報告書 .....	18