

第13回 Kフォーラム 「ざっくばらん」フォーラム2

日時 平成25年8月1日(木)～3日(土)

場所 ホテルアソシア高山リゾート

開催趣旨

第13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



一昨年3月、畑も街も総なめにする津波の波頭を映すテレビを見て、何か絞めつけられるような、おぞましい生理的反応を覚えました。これは確か前にもあった。そう、それは67年前、雨のように降りかかる焼夷弾の下でもがく自分でありました。これは破壊、それに尽きます。そして最近テレビで見た一挙に広がる反日デモの荒れようにも既視感がありました。思い出したのは、終戦末期に印刷された日本音響学会誌の裏表紙にあった「電話も兵器」というある通信機会社の広告でした。確かに電話は兵器になりうるようです。ハッカーによる報復的攻撃の新聞記事も読みました。ハッカーはホワイトノイズ的かと思っていたのですが

、これでは有色です。以上の事実は何れも既視的なもので、IT技術が招来した新しい社会にはまだ本当に新しいものは無いのかなという気がします。

昔から破壊と無秩序の後には無政府主義が現れるようです。この言葉には“主義”が付いているから哲学があるのでしょうか。ここからは新しい芽が吹き出します。コンピュータネットワークによるサイバー化は多くの秩序を破壊しましたが、私は、ビッグデータのダイナミズムから、なにかグローバルな、安定してコモンな、市民層とでも呼ばれうる分厚な社会層が現れないかと期待しているのですが、私の存命中は無理かもしれません。

というような社会情勢なのですが、あるいはそれだからこそ、情報科学技術の基礎研究について、その必然性と重要性に疑いを差し挟む者はいないでしょう。情報は既にそこにあるものとして存在するのではなく、生き活きとして生まれて巴まないものであり、その現出の契機に寄与するのが情報技術であると考えます。情報はことごとくをつなぎます。これは生命が作るつながりと全く等価なものです。それゆえ生命の研究が続く限り、情報の研究も、同じ意義のもとで続くでしょう。

プログラム

◇8月1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 「大学入試問題を解く「ロボット」と「知能ロボティクス」
稲邑 哲也(国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 准教授)

15:25 「音声・言語と行動の情報処理」
北岡 教英(名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)

16:25 「計算解剖学」
森 健策(名古屋大学情報連携統括本部情報戦略室 教授)

◇8月2日(金)

10:00 「クラウド時代の音声情報処理」
岩野 公司(東京都市大学メディア情報学部 准教授)

11:00 「自然言語理解プロセスのモデル化とシステム化を目指して」
石崎 俊(慶応義塾大学 名誉教授)

14:00 「ハプティックインタフェースSPIDARについて」
佐藤 誠(東京工業大学精密工学研究所 所長)

15:00 「柔らかいCGモデルの実現」
宮崎 慎也(中京大学工学部メディア工学科 教授)

16:20 「未来創像学のすすめPart2 ～SF映画に学ぶ情報化社会の近未来予測」
田村 秀行(立命館大学総合科学技術研究機構 教授)

◇8月3日(土)

9:00 「パーソナルデータからの気づきの創発」
ーパーソナルゲノムとシティズンサイエンスによるアプローチ
城戸 隆(株式会社理研ジェネシス 研究員)

10:00 「カテゴリー認知と脳の神経情報表現」
鯉田 孝和(豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所 テニユアトラック准教授)

フォーラムへのコメント

“ざっくばらん”とは

福村 晃夫(名古屋大学・中京大学 名誉教授)

“浮城”という言葉がある。辞典によるとこれは軍艦の雅称だということである。“浮かぶ城”と言うメタファから艦が生まれたのではなかろうかと思うが、いかにもこれは古くて重い。もともと城は、地域と住民という重いものを侵入者から守るために造られたのだらうが、それを海に浮かすのである。それゆえになのか、古い工学部には土木工学科とともに船舶工学科が設けられていた。

侵入者を退けるために軽くて効果的な飛び道具なるも

のが考案された。大艦巨砲主義の象徴“浮城”は、有人の飛び道具“空飛ぶ騎兵”にしてやられたのだが、そのころ

の工学部には航空学科が出来ていた。航空機は地域と住民の生活を守るために、今大活躍している。

20世紀も半ばを過ぎると計算のための無人飛び道具



としてコンピュータが発明された。これにはソフトウェアが必須だというので情報工学科が新設されたが、プログラムは軽くてデータが重い。とくにネットワーク使用が日常的になってからは、個人は益々剥き出しになり、意識下を取り込んだ“社会的”なサービスがビジネスモデルになってきて、データはビッグデータになってしまった。そしてクラウドサービスの世の中になるという。

だがこれって韋駄天走りの今様大艦巨砲なのではないだろうか。分散方式の巨砲もあるのだし、サービスの元祖は、結局は“太陽”なのだから。

これはシロート臭い思いつきの“ざっくばらん”表明です。だが、こんなものどこかにもクロートの仕事の手がかりが潜むことがあるのではなでしょうか。

情報科学の次の進化には

辻 三郎(大阪大学・和歌山大学 名誉教授)

情報技術の発展は益々加速され、スマートホンのような情報機器が、自分の一部のように手放せない人が増えています。気が付いてみると、既に死語になった感じの「情報化社会」が現実化したわけです。技術面では、一昔前の人工知能研究のターゲットとされた音声認識、顔認識、QAなどが、携帯機器のツールとして実用化レベルに進化し、さらにwearable computer技術の活用も話題を呼ぶなど、活況を呈しています。

一方、最近の研究が短期間での実用的成果を求められるための弊害もよく聞かれます。激しい競争のため、狭い研究領域にしか関心がない若い研究者が増え、本

質的な問題に挑戦する人が少ないことを嘆く声です。AIも知能の本質を探る道は、未開と言えましょう。今年で3回目の「ざっくばらんフォーラム」は、少数の選ばれた情報科学技術研究者が、関連分野の融合を「発展の鍵」として自由に討議する場を提供します。学会でのフォーマルな討議から離れ、皆さんが新しい夢を育てる一助になることを期待します。



フォーラムの話

志村 正道(東京工業大学・武蔵工業大学 名誉教授)



Kフォーラムは今年で13回を重ねるが、栢森財団の夏の助成事業として定着してきたし、毎回栢森理事長が出席されているのもその活性化につながっている。たまたまウェブを遊覧していたら、フォーラム、シンポジウム、ワークショップの違いは何かというQA項目があった。日本語ではそれぞれ、公開討論会、講演・討論会、研究集会とでも訳すのがよいのではないかと思う。フォーラムはローマ時代の民衆討論に基づくもので、フォーラムディスカッションの意であり、共通の課題についての情報交換を目的としている。すなわち参加者全員が実質的に討論に加わることによって、考究し、相互に新しい知見を得るという形式である。栢森財団にはフォーラム・シンポジウムに対する助成事業があるが、申請を見てみると、フォーラム、シンポジウムのみでなくワークショップ、コンファレンスなど多様な形式のものも少なくない。

Kフォーラムはテーマが決まっているものも漠然としているものもある。特徴的なことは、参加者は大学あるいは公的研究機関所属の研究者で、招待された少人数の会である。

毎回のテーマは情報科学を基本としているが、実行委員会には人工知能学会の歴代会長が多い関係上、人工知能に関わったテーマが多い。また会場が都会から離れた高山であり、全員出席が原則ということもあり、ここ数年は特定テーマを設けずザックバランというような不可思議なテーマとなっている。情報科学・人工知能の新しい枠組みを模索するにはザックバランに発言し、討論して欲しいという意味であろう。

以上述べてきたように、本フォーラムは最近の課題を全員で討議し、相互に知見を高める場として極めて意義の深いものとなっている。

「言葉を理解する脳」という言葉を理解する脳とは?

稲垣 康善 (豊橋技術科学大学 理事・副学長、名古屋大学・愛知県立大学名誉教授)

小生の小学校の国語の教科書に、サリヴァン先生が視覚・聴覚を失い話すこともできなかったヘレンケラーに指文字で言葉を教える劇的な瞬間の様子を描いた文章があったのを思い出す。蔦蔓がしげる日陰で水道の水をヘレンケラーの手に流しすばやくw・a・t・e・r という文字を手を描いた。その瞬間、ヘレンケラーは、モノには名前があることを理解し、次々と言葉を覚えていった。こんな話であったように思う。

コンピュータプログラムの意味を定義する手法の1つに、denotational semantics という手法がある。プログラムの記号列とそれが意味するものを対応付けることでプログラムの意味を記述しようという手法である。

ヘレンケラーは、手の上を流れる「水」と手の上に書かれた指文字の“w a t e r”とを結び付けそれらの間の対応を理解したということは、指文字のwaterの刺激と水がもたらす刺激が脳の中で結合されたということになる。これをdenotational semanticsの立場から解釈したらどう

なるのだろうか。即ち、waterのdenoteする対象(指示対象)が手の上を流れる水という物理的存在であるという

ことが脳活動としてどのように存在しているのだろうか。そして、モノには名前があることを理解したと言うのは、人の脳にはそれを可能にする構造が備わっているということなのだろうか。

最近、脳活動の研究が急速に進み、視覚系、聴覚系など、外部刺激と脳活動との関係に知見を広げている。言語理解に関わる活動についても脳活動のメカニズムとして理解できるようになるだろうか。そして言語が持っているより高次の機能、例えば、自己参照をとおしたrecursiveな記述を脳活動の仕組みとして説明できるようになるだろうか。人の持っている言語機能の複雑さと不思議に思いを巡らすのも面白いのではなからうか。



Kフォーラム

大学入試問題を解く「ロボット」と「知能ロボティクス」

稲垣 哲也 (国立情報学研究所 准教授)



【大要】

国立情報学研究所では所内のグランドチャレンジプロジェクトとして、「ロボットは東大に入れるか」プロジェクトを2011年に発足させた。このプロジェクトは、大学の入試問題に対して解答を自動生成し、2016年には大学入試センターのセンター試験で全体の平均点以上を取り、2021年には東大の二次試験を突破することを目標としている。今回の発表では、主に物理に的を絞り、どのような技術が物理の試験問題解答に必要なかを議論した。世界史などの知識を問うタイプの科目であれば、近年注目されたクイズに回答するIBMのワトソンで用いられている自然言語処理・情報検索技術等を発展させていくアプローチで回答が可能になる見込みであるものの、物理では実世界情報処理を強く意識した技術が必要となる。

一つ目の困難な点は、イラストによる実験装置の図示

と自然言語による状況の説明の双方を統合して状況理解をする必要があるという点である。画像処理と自然言語処理を統合し、かつお互いに生じる曖昧性や双方の整合性を考慮しながら世界の理解を行う必要がある。二点目は、知識を問う科目では問題文に曖昧性が存在したままでも確率的情報処理で回答にランキングを付ける戦略が取れるものの、物理では曖昧性があれば一瞬で不正解になってしまう点である。そこで、これらの問題を解決するために、世界の理解モデルに曖昧性や複数の可能性がある状況に陥った場合は、考えられる可能性のある仮説全てに対して物理モデルを生成し、物理シミュレーションを行うことで将来にどのようなイベントが発生するかを予測し、将来のイベントと与えられている条件に矛盾が生じないか検証するというアプローチを取る。従来までの自然言語処理における曖昧性解消では、常識・オントロジーを用いたり、文脈を考慮するアプローチが取られてきたが、これらは物理的なイベントの発生に対応することができない。また、物理シミュレーションに基づく曖昧性解消

は、単に試験問題の回答にとどまらず、実世界で人間からの曖昧な指示を受けて行動する必要のある知能ロボットにとっても重要な基盤技術になる。

本発表では自然言語処理技術によって状況を形式表現に変換し、Modelicaと呼ばれる物理モデルシミュレータで仮説検証を行い、センター試験問題を対象として解答を生成するアルゴリズムについて概要を述べ、今後の研究の学術的方向性や知能ロボット研究との関連性についても議論を行った。

【討 議】

過去のAIが関わった難問に再挑戦するという面もあったが、学習についての話題がなかったのはなぜかの問いに対し、入試問題の領域でも文章中の未知語の扱いに、自然語処理における背景知識上での文脈把握の学習が行われる必要がある。問題領域が一般化して、問

題解決が実世界のものとなると、経験の積み上げ、つまり履歴にもとづく学習が行われ、柔軟に振舞うシステムの実現が予想される、ということであった。

色々な問題をコンピュータで解こうとするとき、コンピュータ向きの(コンピュータの考え方向向いた)課題の設定と方法の選択がなされると思うが、一方で人間特有の考え方で問題が解かれることがある。この両者の関係をどのようにとらえるかの質問に対しては、結局はシステムでの計算はコンピュータが行うのだから、質的に異なる両者のインタフェースをどうとるかという難問がポイントになるということであった。

東大入試を受けるAIは専ら点取り虫になると思うが、それだけで良いのだろうかの質問に対しては、メタレベルの議論が必要で(他の話題とともに)ナイトセッションに委ねられることになった。

音声・言語と行動の情報処理

北岡 教英(名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授)

【大 要】

声を発したり腕を動かすなどの人間の行動は、それを実行しようとする人間の意図から始まり、脳における処理過程、発声器官などの行動器官の動作を経て、観測するものに知覚される。こうした一連の行動生成過程の一部あるいは全体の逆問題を解くことが行動を認識するということであり、一般にこれは良設定問題ではない。そのため、この解を(近似的にでも)求めるためには、生成過程をモデル化し、そのモデルから観測系列が得られると仮定したとき、モデルへの入力がいかなるものであるのが尤もらしいかを推定する問題と考えることができる。

この考えに照らし、様々なレベルでの、主に音声生成の過程のモデルを用いた認識について述べた。精神的ストレスが加わった場合に発声器官に与える影響を発声器官のモデルパラメータで表現することによる、音声からのストレス有無判定もその一例である。また、発声器官の個人的な差異をモデルパラメータの差異ととらえ、それらを意図的に変動させることによる不特定多数向けのモデルパラメータ推定手法についても触れた。さらに、歌唱を題材に、脳による生成器官の制御能力・制御特徴をモデル化し、歌唱力や歌唱様式を知ることが可能であることも示した。

こうした考え方は、他の行動生成過程にも当てはまる。例えば自動車を運転するという行動において、アクセル

やブレーキなどをどのように操作するかは、同様に意図が行動として発現するまでの生成過程としてモデル化する



ことができ、行動の観測から意図を認識することができる。車線変更の動作や、イライラなどの精神状態の変化が、運転行動を入力とするモデルで推定できることから、こうしたアプローチの有効性がわかる。そして、このモデルは一つの情報伝達手段(モダリティ)のみでなく、複数同時のモデル化も考えられる。ある一つの意図が、たとえば言葉とジェスチャという二つのモダリティ、すなわちマルチモーダルな表現として生成される場合である。こうしたマルチモダリティは相補的な性質を持つことが多く、統一的な枠組みでモデル化し、マルチモーダルな観測(すなわち行動)からそれらを生成した一つの意図を推定することが、推定そのものを高度する。音声とジェスチャの統合認識性能の向上から、その可能性を示した。

生成過程のモデル化は、パーソナライゼーションへの道でもある。ペダル操作のモデル化により、運転者を識別できる例を示したが、適切な行動モデルはモデルパラメータによって個性を表現することができるのである。将来のインタフェースの目標の一つに究極のパーソナライゼーションがある。ユーザモデリングを通じてこうした未来へ挑戦していけるのではなかろうか。

【討 議】

自動車の運転の個性認識の応用はどんなものかの質問に対しては、個性データは、ゆくゆくは安全性に関わると思うが、課題によっては適切でないかもしれない。今回のデータは車間距離の保持の問題に適用するのは適当ではない。車線変更のモデルでは個人データをパターン化して安全性の評価に関連付けることができるだろう。

マルチモーダルモデルは極めて興味深い。本題の趣旨から離れるかもしれないが、言語の発生、発達に手動作が関わったという仮説がある。このモデルを介してその

検討が可能ではないだろうかの質問に対し、そのことには気づいており、マルチモーダルモデルの出力において、言語とジェスチャの時系列を対比することなどの可能性があるということであった。

運転の個性はとらえにくいものだと思うが、今回の個性の認識実験に用いた認識パラメータはなにかの問いに対し、個性的なものは個人内でも変化が激しいものである。今回はデータのケプストラムの低次係数を使ったということであった。

計算解剖学

森 健策 (名古屋大学 情報連携統括本部情報戦略室 教授)



【大 要】

本発表では、「計算解剖学」と題し、コンピュータでどこまで人体の構造が理解できるか、それが実際の臨床における

診断・治療の場においてどのように利用されているかを紹介した。医療の場において、画像情報を基にした診断治療支援は、いまや欠かせないツールとなりつつある。Image-based medicineが急速に広まっている。臨床の場においては、320列CTスキャナの普及など、画像データはもはや爆発的に増えて続けてきている。このような状況において、コンピュータがどのように人体の構造を認識理解し、その結果を基に「情報増強」された画像を提示し、診断治療支援情報を生成する機構を開発することが従来にも増して求められるようになってきている。与えられた医用画像から人体解剖学的構造情報を取り出し、それらに対して自動的にアノテーションするようなメタ解剖情報学へと発展してきている。さらに、医用画像の爆発的な増大は、これまでのProcess Drivenな手法から、Data Drivenな手法への転換を強く促している。

これらの背景から、本講演では、まずData Drivenな医用画像処理手法として、大規模画像データベースに基づく医用画像自動セグメンテーション手法について解説をした。ここでは、データベースに格納された大量の医用画像から入力画像に類似する画像を選択し、選択された画像にあらかじめ付加されている解剖構造情報に基づいて、入力画像における各臓器領域を推定する手法について述べた。さらに、動脈や静脈などの血管については、各枝に対して自動的に解剖学的名称を付与する手法についても併せて述べた。この手法では、あらかじめ与えられた画像から求められた特徴量を基に、機械学習によって血管名を自動的に対応付けるData Drivenな手法が利用されている。

そして、医用画像認識理解技術の診断治療の場における利用方法について概説した。早期胃がんの腹腔

鏡手術を取り上げ、手術前の画像診断、手術計画作成、手術中のナビゲーションにおいて、コンピュータによって得られた解剖構造情報がどのように用いられているかをビデオを用いて解説した。さらには、単なるコンピュータの画面上での観察のみならず、3次元プリンタで人体解剖構造をプリントすることで、新しい診断治療手段が生まれつつあることも触れた。

計算解剖学は、医用画像に基づき人体解剖学的構造をコンピュータによって理解する手法の実現とその応用を含む新しい学問領域である。人体という実世界のもの、CTスキャナによって仮想の世界へと取り込まれ、それが再度、手術ナビゲーションや3次元プリンタによって実の世界へと反映される非常に興味深い研究分野であるともいえよう。

【討 議】

術中にセンサがおかれていたが、そのわけは?

安全性に関わる。メーカは体内使用を担保してないからである。

3Dプリントのモデルを作る意義は?

物を見ながら、ここを切る、といった実在診断が目的であるが、効果は検討を始めたところである。

形よりは物が頼りになるということだと思うが、いろいろVR(仮想現実)作品を作って色々な人に見せると、3D視ができれば十分で3Dモデルは不要という人もいるが?

医者においてもまだ確定した方向があるという段階ではない。

3Dプリントの寸法について? AR(拡張現実)では1/4が好まれることもある?

実物大が好まれるが、それより大きいものが好まれることもある。

色づけはどうか?

色は絶対にあつたほうが良い。実の色と異なる場合もあるが、医者の方で適応しているようである。

動物相手の実験で外科手術をすることがあるが、手術のスキルを体得するには実物大は必須であろう。拡大が

望ましいのは、顕微鏡下でピンセット操作をするような場合ではないか？

3Dプリントモデルの内容、用途、潜在的意義などについては、可能性は極めて大きいが経験は浅く、研究開発のプロジェクトを組んでゆきたい。

解剖学的構造と遺伝子との関係は？

遺伝子の配列、系列に現れるパターンと解剖構造のパターンに現れるパターンの関連付けが核心と思うが、その組織的追及が行われるのはこれからであろう。

講演の骨子はデータドリブンであったが、理論誘導、あるいは、ミクロからマクロへの構造決定の試みについて？

さきほどの遺伝子を取り上げる論考法もそうであるし、例えば気管の構造を空気力学で説明する試みもある。構造の個人差の生得説、環境説もその線で論ぜられるべきであろう

3Dプリントモデルにはクリエイターも興味を持つのでは？

キャラクタの身体創りをする彼らが興味をもつのはいうまでもない。

クラウド時代の音声情報処理

岩野 公司(東京都市大学 メディア情報学部 准教授)

【大 要】

音声は人間にとって最も基本的なコミュニケーション手段であり、音声インタフェースの実用化に向けた研究が数多く進められている。その成果によって、例えば「スマートフォン上での音声によるWeb検索」といった多くの人々に利用される実用化例も登場するようになった。解決すべき課題は依然として多いが、一般には「音声認識技術は成熟のレベルに到達した」という認識が進んでいるのもまた事実である。

一方、これまで音声は専ら一過性な情報と捉えられ、文字言語と比較して積極的な公開や蓄積が行われず、「ビッグデータ」としての活用が十分になされていない。現状の技術では、高機能携帯端末を有するユーザ各人の生活環境音を常時記録し、クラウド上に送信・蓄積することによって、多数の人々の大量の音情報を共有化することは十分可能であるが、このような「音クラウド環境」を想定した音声情報処理の検討はほとんど進められていない。このような議論や検討を行う場として、昨年、情報処理学会音声言語処理研究会に「音声・音響クラウドワーキンググループ」を立ち上げ、講演者もメンバーとして活動を行っている。このWGは5つのサブグループに分かれており、それぞれのグループごとに研究課題の検討と、研究に必要となるデータベースの整備などを進めている。

講演者が所属している「音響イベント認識グループ」では、「様々な場所で、様々なグループが行っている対話を視覚化する」といったニーズを提案・想定し、そのために必要な技術として、各参加者から収集された音響データを用いて、1)対話を行っているグループを検出し、2)各グループの対話のトピックを推定し、3)その対話の目的を判定するための各要素技術の開発を進めている。講演者はこれまでに、会議・雑談・発表形式のセッション(合計15グループ・約100分)の音響データベースの構築を行い、対話グループ検出の基礎的な検討を行った。典型的な音響特徴量抽出とクラスタリング手法を適用した場合のベースライン性能は約8割となり、さらなる性能の向上が必要であることがわかった。

今後も、このような「音クラウド時代」を想定した音声情報処理のニーズ探求と、必要となる要素技術の開発をさらに進める必要がある。



分野の活性化に向けて、WGとしては共通評価基盤の整備などが重要な課題となる。また、プライバシー保護やセキュリティ確保などの技術的課題も山積みであり、今後さらなる検討が必要である。

【討 議】

クラウド時代の技術的必然として多種、大量の音情報の共有が可能である。その帰結として音クラウド環境をつくることの必然(ニーズ)を問う講演であるとも受け取られた。

これに寄せられた発言の概要はつぎのようである。

この研究では対話、談話、会議のような「音イベント」の認識が目的であるから、認識に用いられる知識を用いてイベントのデザイン、イベントのリアルタイム制御などができるのではないか。

音声認識はインタフェースのためのものであったことを普遍化すると、音イベントの認識はイベントとのインタフェースのためのものとなり、認識者はイベントのメンバーである。音環境を具体化すればニーズは自ずと生まれるのではないか。

講演者の属する研究会サブグループの目標は、音響イベントの認識と耐雑音処理であるが、後者の雑音処理については補聴器に諸所から混入する雑音の抑止が深刻である。ナマでなくて良いからわかる音を聞きたい高齢者は多いのではないか。

次は質問である。

音声認識が当たり前になったことがクラウドに目を向ける発端だということであるが、おしゃべりや談話では、文にならないような音声は耳にとっては当たり前であるように思う。このことをどう受け止めるのだろうか。(この発言に関する討論はナイトセッション送りになった)

石崎 俊 (慶應義塾大学 名誉教授)



【大 要】

基本的な名詞と動詞に関する人間の知識を連想実験によって抽出し、人間の記憶モデルとして連想概念辞書を作成し、それをを用いていくつかの自然言語理解システムを構築した。

基本名詞を刺激語とする連想実験では上位語や下位語の連想データによって概念体系を構成し、その他に刺激語の属性、部分・材料、類義、動作、環境に関する連想データを数10万個収集して、名詞の連想概念辞書を構築した。動詞については動作に関する深層格を課題として連想実験を行い、大量の連想語から動詞連想概念辞書を構築した。連想語の頻度と連想順位をパラメータとして線形計画法によって刺激語と連想語の間の距離を定量化した。

自然言語処理への応用として文書要約、多義語曖昧性解消、メタファー理解、省略語推定、トミニー検出などについて、神経回路網によるモデル化とシステム化を行った。連想概念辞書を用いて概念ネットワークを構成し、概念間の距離は連想実験に基づいて方向に依存する構造にしている。概念を神経素子に対応させ、活性伝搬で得た素子の活性値の高さで解を選択する。また、多義語理解では入力文の語順に従って文脈ネットワークを動的に変化・拡充させて、人間の言語理解プロセスに近い形で曖昧性を解消するシステムを構築した。構築したどのシステムも、従来手法よりも精度が高く、人間の言語理解機能にある程度近づくことを示している。

上記の連想における距離は、ユークリッド空間における距離とは異なり、下位概念から上位概念への連想距離は、上位から下位に比べて連想しやすいために短い場合が多い。また、概念AからCを経てBに到達する場合の合計の距離が、Aから直接的にBに行く場合よりも短くなる場合もある。

従来から、セマンティックウェブやオントロジーの概念体系では、ある概念から目標の上位概念への到達可能性で分類したり、ある概念から目標概念までの枝の数を概念間の距離とするのが通常である。しかし、ある分野の記述を詳細化して概念数を増やすと、概念の密度が上がって逆に概念間の距離が不自然に長くなる場合があるため使いにくい。

連想距離を用いると概念密度に依存せずに概念間の距離を計算できるため、様々な応用システムで有効

なことを示した。人間の記憶や思考に対応しやすい計算意味論の端緒になること期待している。連想概念辞書の規模の拡充には限界があるため、応用システムでも実現している方法であるが、既存の大規模辞書と併用すること、また、連想概念辞書を常識として使用して、専門分野ごとの知識と組み合わせることを考えている。

【討 議】

神経細胞のアップ/ダウン状態設定による語のあいまい性の解消とは？

発火したニューロンと連想関係にあるアップ状態のニューロンは、興奮性結合によって自己組織的に発火し、同音異義で関係しているニューロンは抑制性結合によってダウン状態になる。入力文脈に応じて単語間の連想距離を学習する効果と、視覚(この連想モデルは言語に基づいている)の結びつけの問題を解く効果がある。

距離で概念を繋ぐ他の方法との相違は？

ニューロンネットワークの特性を取り入れて、人間の連想により近づいている点である。

測度として距離と確率を用いることの差異は？

通常の大型コーパスによる統計的手法では、意味の深みに迫れないだろう。

個人差に興味を持っているが、連想の個人差を可視化するような方法はあるか？

個人に特異な連想はあるかは興味深い話題であるが、現在はむしろ常識とは何かの方向を向いている。しかしデータはあるから調べることは出来る。

使用している距離は距離の公理に合わないが、どのような意味があるのか？

同一のユークリッド距離であっても、登りと降り時間で時間が違う場合を想定してみれば良い。ニューロンの活性がはいるので距離の言葉は適切でないかもしれない。概念の上下の関係と横の関係を同じネットワークで表すのは適当でないのでは？

メタの関係のことだと思うが、脳でも下位、上位の部位があり、それらの関係は全体的な構造の中で成り立っていると考えればよいだろう。

語の読み取り実験に基づいて作られたニューロンネットワークでは異なる語が同時に連想されて、混沌の状態になることがあるのでは？

その可能性はある。人間の推理には視覚の果たす役割が大きいので、いまそのことに着目している。

ハプティックインタフェースSPIDARについて

佐藤 誠(東京工業大学精密工学研究所 所長)

【大 要】

四半世紀も前のこと、1980年代の後半ごろから、コンピュータグラフィックス(CG)の技術が急速な進歩をはじめました。そのとき、近い将来、CGで描き出された世界を実世界と同じように操作できるようになると思います。VR世界の3D物体を操作するには3次元のポインティングデバイスが必要です。そして、単にポインティングするだけでなく、そこから触感が返ってくれば、もっと楽しいインタラクションができるだろうと考えました。SPIDARと名付けたインタフェースデバイスの研究開発は1988年にスタートしました。SPIDARは、Space Interface Device for Artificial Realityの頭字語です。Artificial Realityという言葉は最近あまり聞きませんが、当時はVirtual Realityという言葉よりもよく使われていました。数年ごとに様々なタイプのSPIDARを開発してきました。

SPIDAR:SPIDARの仕組みはとても簡単です。立方体のフレームの四隅からそれぞれ糸が中央にある指先キャップに繋がっています。四隅にはそれぞれDCモータとロータリーエンコーダの付いたプーリーがあり、糸はこれに巻きつけられています。エンコーダにより、糸の長さが測定され、モータにより糸に張力が加えられます。使用者は、指先をキャップにはめ込んで操作をします。4本の糸の長さから、時々刻々の指先の3次元位置が計測できます。4本の糸の張力を制御することにより、指先に任意の力を提示することができます。

SPIDAR-II:積み木遊びのように物体を持ち上げて、どこかに置くといった作業は一本の指ではできません。必ず親指と他の指の2本以上が必要です。SPIDAR-IIは、このようなVR空間での積み木作業のために開発しました

SPIDAR-H: SPIDARは糸を用いたシステムのため、任意の大きさに作ることが比較的容易です。ここでは約2m立方のフレーム内にシステムを構成しました。両手の中指に糸の取り付けられたリングを嵌めることにより、左右の手のひら全体に力覚が提示できます。

SPIDAR-G:このインタフェースはグリップを8本の糸を用いて吊っています。8本の糸に加える張力を制御することにより併進力、モーメント力ならびに把持力の7自由度の力覚を提示することができます。物体をつかみ、移動操作と回転操作を同時に行うことができます。VR空間のための3次元マウスです。

SPIDAR-8:両手多指操作のためのデバイスを開発しました。直方体のフレームには、合わせて24本の糸

が取り付けられています。指先につけるキャップの数は8個であり、各キャップにはそれぞれ3本の糸がつけられています。両手の親指から薬指までの8本の指で多指操作ができます。



ハプティックインタフェースSPIDARは次の3つの特長をもっています。すなわち、(1)Simple(簡易性)、(2)Smooth(円滑性)、そして(3)Safe(安全性)です。特に、最後の安全性はハプティックインタフェースの実用化を考えると、とても重要だと思います。

【討 議】

講演されたようなハプティクスデバイスは、他でも作られているのだろうか？

現在売られているものもある。糸は使っていないがまだ値段が高い。3Dプリントが価格の上でも普及しているので、これとの兼ね合いも課題である。

さわれるということでMITのメディアラボのプロジェクトがあるが、どのようにとらえたらよいのか？

触れることは自然なことなので、当然なことである。アートも課題のようだが、自分としては皆さんがさわれるようなものを目指している。

具体的な応用としてどんなことを考えているか？

自分自身としては応用というよりは楽しむ環境づくりを目指しているが、3Dプリントが普及して子供たちも3Dモデルを作ることが当たり前になれば、事態は変わるかも知れない。

ロボットでは3Dの接触が必須で、ゼンマイ仕掛けのインタフェースも使われているようだが？

特化した領域ではそうだろうが、誰でもというわけにはいかない。

ハプティックの手段に糸を使った動機は？

力を手に伝えるときに、その地点の周囲にできるだけ他のものがないことが望ましいと考えたことによる。触・力覚のディスプレイは、視聴覚と嗅覚との中間にある難しさを持つが、なにかブレークスルーになるような見通しはあるのだろうか？

ゲーム系の専門家が、機会が来れば何かをやると思うが、自分はその前に何かを見つけようとしている。3Dプリントを持ち出すのは日和見のかもしれない。

城戸 隆 (株理研ジェネシス)



【大 要】

自分とは何かというテーマは、古くから、人工知能、哲学、認知心理学などの思想家、科学者、あるいは宗教家の根本的な問いかけの一つであった。現在、様々なQS(Quantified Self)技術やソーシャルメディアの発展により、自分を知るための様々なデータが得られるようになってきている。これらのデータが自分を知り、気づきを創発するためにどのように役立つのかを探究することは、今後の人工知能研究にとっても有益だと考えられる。このような問題意識から、筆者は、AAAIの国際シンポジウムの開催や、QSTokyoというコミュニティの立ち上げなど、自分を知り、気づきを分かち合う場を作っていくことに努めてきた。

本発表では、現在、筆者が取り組んでいるパーソナルゲノムの研究、コミュニティコンピューティングによる科学発見を目指したシティズンサイエンスのアプローチ、パーソナルゲノムとQSとの融合がもたらす人工知能研究の新たなパラダイムの可能性などについて、個人的体験を含めて紹介しながら、人工知能と心と体をめぐるディスカッションのための話題を提供した。

まず自己紹介としてなぜ人工知能の研究から遺伝子解析の研究をすることになったか、マレーシアやスタンフォードやベンチャーでの体験を説明した。次に現在進めているJSTさきがけ「情報環境と人」領域の大挑戦型プロジェクト「遺伝子解析と人工知能技術を用いたパーソナルゲノム情報環境の提案と評価」の3つのポイントを紹介した。第一はいかに人に正確に伝えるか(バイオインフォマティクス研究)、第二はいかに適切に伝えるか(社会心理学的研究)、第三は、コミュニティコンピューティングによる科学発見(Citizen Science)である。最後に気づきとは何かという問題意識のもとで、筆者自身のQuantified Self(QS)体験と現在進行しているCitizen Scienceの取り組みについて紹介した。発達障害自立支援組織NECCOの研究協力を得て作ったパーソナルゲノム研究紹介のCG作品も紹介し、「みんな違ってそれがいい」という多様性を尊重する社会のコンセプトを伝えた。

ディスカッションでは、例えば、疾患リスク評価の信頼性や、環境要因と遺伝要因や遺伝子研究の最先端の現状、社会的な影響、気づきとは何か、人工知能研究での位置づけなど活発な質疑が行われた。

【討 議】

医者にかかるリスクがあることには触れるが、その信頼度についてはまず言及しない。医学においてもお話のような事実の裏づけがあると良いと思う。お話の中に人種によって異なる遺伝子データがあったが、これは人種によるものか、社会によるものか、あるいはサンプリングによるものか、データの含意が微妙なので？

結局遺伝子要因か環境要因かの問題に集約されると思う。これは双子でも育ちが違うといった話題で長年論議されてきたことだが、要因には遺伝子単独ではなくその集団が関わっており、その影響も病因で異なる。また遺伝子配列の発現には他の細胞(iPS細胞など)が関係するとの新知見もある。遺伝子要因と環境要因との相互作用については、これから明らかにされることが多いと思うが、確実に事実として把握されたものだけに依拠したい。

パーソナルゲノムの検出に標準というものがあつたが、その信頼性はどうか？

日本人については自分自身が標準を作り、適用して個人化を行っている。

辛味の嗜好が年とともに変わるといふようなことがあるが、これと遺伝子との関係は？

遺伝子配列は普遍だがphenotypeが変わるのだろう。

自己データ(日記など)を作る作業のスライド写真を見ていて、深層心理の患者さんの自己開示の描画を連想したが、何か関係があるのだろうか。

それはないだろう。QS(quantified self)のデータはアスリートなどが好んで使用している。自己を客観化(定量化)してQSに近づくといふが、気づきの起きるthreshold値はあるのだろうか。

きちんと定量化するのは難しいのでは。BioinformaticsはAIの何に興味を持つのか？

データマイニングをはじめとする統計的手法や、問題解決の認知プロセスモデルなどだと思う。

種における遺伝子と個の遺伝子との関わりは？

この問題は、進化を論ずることになるだろう。Bioinformaticsは、対象を動物とすれば、人間ではさわれないような研究課題でも自由に選べるのでは？

マウスを対象にした、そのような視点での研究は試みられている。

【大要】

言葉は思考を伝える優れた手段です。一方で、言語があるからヒトは思考できるのだ、言葉によって思考は形作られるのだという考え方もあります。単語というラベルを用いることで記憶の情報量が高まること、知覚の精度が際立つことは確かなようですが、これはどうすれば実験的に確かめられるでしょうか。今回の講演では、色のカテゴリー認知を例に、言語の違い、脳の左右差から明らかになった認知への影響と、サル下側頭皮質の脳神経活動を記録する実験によってカテゴリー化がいかに視覚認知に影響を与えるかを示し、言葉と視覚認知との関係について議論します。

カテゴリー化とは、感覚的に似たものを一つのグループとしてまとめて認知し、行動を起こすことや、言語化することを指します。色覚は伝統的にカテゴリー知覚の研究対象として広く用いられてきました。その理由をあげるとすれば、色は言葉にしやすく、言葉以外で表現できない、という点があるでしょうか。もちろん色票などでの実験が行いやすいこと、色の三原色で数値的に定義するのが明確であることも上げられます。網羅的にそろえた色票を用いて、どの色を何の色名で呼ぶかを被験者に尋ねると、おおよそ10程度の色名でほとんどの色票を呼ぶことができることが分かります。被験者を多く試してもその傾向は類似しており、それどころか世界中の言語話者を調べても似た分布を示すことが分かりました。驚くことにチンパンジーのアイちゃんすら似たような色の分類を行うそうです。

色のカテゴリー境界では、知覚が鋭くなっていることが分かっています。例えば青か緑か、と二択で尋ねられたときに見分けられる色の差を求め、それと同じ量の色の変化を薄緑と緑として(どちらも緑カテゴリー)被験者に見せると、見分ける精度が下がったり、応答のスピードが低下したりします。これは色の識別能力がカテゴリー境界で高まることを意味しています。似たような知覚現象は英語のL/Rの聞き分けなどでも見られ、カテゴリー判断訓練を通じて得られた能力だと考えられています。

さらに私は、色のカテゴリー認知を十分に訓練したサルを用いて、大脳皮質(下側頭皮質)の色応答細胞の振る舞いを測定しました。すると、カテゴリー判断を行わせているときに強い活動が見られる一方で、カテゴリー的に判断してはいけなときは活動が弱まることも見いだされました。これは、視覚認知の最終段階に位置する大脳皮質にとって、感覚情報のカテゴリー化が重要な働きであることを示しています。

感覚量のカテゴリー化は、センサーがとらえたデジタル情報を、機械学習によって情報を取り扱いやすく加工すると似ています。ヒトの脳の働きをカテゴリー化という視点からとらえなおすことで、情報機器が社会でより効果的に利用されるために役立つ知見が得られるだろうと期待しています。

【討議】

色彩には視覚野のV4が関わるといわれているが、本日

の話はそれ以外の脳部位のものなのか?

V4が色彩に関わることはよく知られているが、今日の話はそれより先の側頭部位についての実験である。V4を除いた動物の実験や、病気でそこを失ったヒトの実験によると、カテゴリー決定に側頭部位が重要であることが示唆されている。

同じ色彩でも明るさによって心理効果が変わると思うが?

私がやっているのは色相を変えることで、明るさは副次的であろう。

色弱はどこに障害があるのだろうか?

一つは遺伝的に網膜に異常がある場合、いまひとつは、脳梗塞などで脳の神経機能に障害が起きる場合である。逆に脳の神経系のインタラクションで共感覚が起こることが、心理学的、生理学的に確かめられている。例えば音の刺激で色彩感覚が起きる。

サルによるカテゴライズ実験を通してどのようなモデルが作られることを予想したのだろうか?

視覚は窓のような、静的な、網膜の延長であるかのよう受け取られることがあるが、そうではなくて、視覚に対して、ニューロンレベルの行動を伴うことを明らかにしたことが新しい。

視覚によってカテゴライズするとき、意思に相当することはどのようにとりだされるのか?

抽象的な自意識のレベルで意思を表すことは、人間では可能であろうが、動物実験で確認するためには、はじめに、ある行動を可能にする条件付けが不可欠である。この条件付けのもとで、果たして意思というものが取り出せるか否かが論議の的になるだろう。

条件付けを含めて手間のかかる実験だから、特定のサルだけについての物語にははしないか?

被検体は数頭程度。タスクが複雑なので結果にクセも出る。おなじ問題はゲノム研究にもある。また、実験者と被検体との間に、サルであるが故の特殊な関係が生じることもある。これらを排除するには多大の努力がいる。

共感覚の実体はなにか?

神経レベルでいうと、感覚系の因果関係ではなく、相関関係であることはわかっている。実験条件を整えて学習することは可能だと思うが、それが生得的なものか否かは判断できない。

心的機能にdiscriminationとidentificationがあるが、categorizationはどのあたりに位地づけることができるか? 両者のいずれとも異なり、抽象化あるいは概念化の1ステップと捉えればよいだろう。

カテゴリー化は、言語を介した記憶、把握とみなしてもよいだろうか?

カテゴリー記憶とみなすことができる。ただし触覚のレベルでカテゴリーを得ることも出来る。



「第7回 理事会」開催

平成25年5月17日(金)16:30より、ダイコク電機本社ビル7階7A会議室にて、第7回理事会が開催されました。今回の理事会は、

- ①平成24年度事業報告書及び決算書類の承認の件
 - ②平成25年度基本財産指定承認の件
 - ③特定費用準備資金規程制定の件
 - ④第7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7回 定時 評議員会」開催

平成25年6月14日(金)16:30より、ダイコク電機本社ビル7階7A会議室にて、第7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24年度事業報告書及び決算書類の承認の件
- ②平成25年度基本財産指定承認の件

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。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3回 決議の省略」理事会

議案

- ①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
- ②本財団保有の株式の発行会社の株主総会の議案に対する賛否の意思表示の件

の議案に対し第3回決議の省略により決議がおこなわれ、監事全員の承認のもと理事全員の同意により議決権行使の承認、株主総会議案の賛成を得られた。

理事会の決議は平成25年6月20日

平成25年度 助成事業報告

平成25年10月18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25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21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32件、フォーラム・シンポジウム等開催助成で8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3,160万円、フォーラム・シンポジウム等開催助成総額250万円となりました。



選考委員の方々

平成25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

- ◆**廣森 聡仁**(大阪大学大学院情報科学研究科 助教)
「通行しやすさを考慮した通行者ナビゲーションシステム」

- ◆**福井 健一**(大阪大学産業科学研究所第1研究部門情報量子科学系 助教)
「半教師あり進化型距離学習に関する基礎および応用研究」

- ◆**小林 一郎**(お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学コース 教授)
「時系列データの潜在的特徴を捉えた解析結果の言語的解釈および含意関係認識への試み」

- ◆**水村 真由美**(お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科 准教授)
「運動学的情報から探索する熟練舞踊家が行う動作の質的特性解析」

- ◆**村松 千左子**(岐阜大学大学院・医学系研究科・知能イメージ情報分野 特定研究補佐員)
「緑内障スクリーニングのための眼底画像診断支援ツールの開発」

- ◆**稲永 俊介**(九州大学大学院システム情報科学研究院情報学部門 准教授)
「文法圧縮に基づく省領域かつ高速な索引構造の開発」

- ◆**大関 真之**(京都大学大学院情報学研究科・システム科学専攻 助教)
「非平衡統計力学と最適制御によるDeepLearning理論の構築」

- ◆**水原 啓暁**(京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 講師)
「高時空間分解能を実現する脳神経ダイナミクス解析技術の開発」

- ◆**藤田 憲悦**(群馬大学理工学研究院電子情報理工学科 准教授)
「型検査とソフトウェアの安全性に関する研究」

- ◆**高田 直樹**(高知大学教育研究部自然科学系理学部門 准教授)
「GPUを用いた電子ホログラフィによるリアルタイム3次元動画再生に関する研究」

- ◆**琴坂 信哉**(埼玉大学大学院理工学研究科人間支援・生産科学部門 准教授)
「定量的なリスク評価に基づく安全距離を確保することを目標としたサービスロボットのための衝突回避軌道生成アルゴリズム」

- ◆**小室 孝**(埼玉大学大学院理工学研究科数理電子情報部門 准教授)
「デプスカメラを用いたシースルーモバイルARの研究」

- ◆石原 進(静岡大学大学院工学研究科数理システム工学専攻 准教授)
「複数の協調型浮流カメラによる低コスト高信頼型下水管検査システムの開発」
- ◆下馬場 朋禄(千葉大学大学院工学研究科 准教授)
「ベクトル量子化に基づくホログラム高速生成アルゴリズムの開発と広視域3次元ディスプレイへの応用」
- ◆乾 孝司(筑波大学システム情報系・情報工学域 助教)
「語の普及度に基づいた新語義検出に関する研究」
- ◆野嶋 琢也(電気通信大学大学院情報システム学研究科情報メディアシステム学専攻 准教授)
「柔らかさの保存・再生のための基盤技術開発」
- ◆羽田 陽一(電気通信大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻 教授)
「音の距離を識別する3Dマイクロホンアレー」
- ◆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)
「資源限定ランダム性と乱択計算量」
- ◆中山 英樹(東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻 講師)
「解析的畳み込み射影学習による少サンプル深層学習法の開発」
- ◆山下 淳(東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻 准教授)
「人間-ロボット共存環境下でのロボットの行動制御」
- ◆藤戸 敏弘(豊橋技術科学大学大学院工学研究科情報・知能工学系 教授)
「超高速アルゴリズムの系統的設計法に関する研究」
- ◆王 龍標(長岡技術科学大学産学融合トップランナー養成センター 特任准教授)
「深層学習による多言語音声の認識・要約と翻訳」
- ◆南角 吉彦(名古屋工業大学大学院工学研究科 准教授)
「統計的アプローチに基づく汎用的な画像モデルの構築」
- ◆大平 徹(名古屋大学大学院多元数理科学研究科 教授)
「最適化問題に向けた探索ゲーム理論と物性理論の融合」
- ◆吉田 則裕(奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科情報科学専攻 助教)
「プログラミング言語におけるイディオムの誤用に関する研究」
- ◆妻木 勇一(山形大学大学院理工学研究科機械システム工学分野 教授)
「スキルを向上させるインタフェースの実現」
- ◆松野 浩嗣(山口大学大学院理工学研究科 教授)
「無線LANによる避難所間ネットワークを自動設計するアルゴリズムの開発」

- ◆鍋島 英知(山梨大学大学院医学工学総合研究所 准教授)
「拡張融合法に基づく次世代SATソルバーの構築」
- ◆鳥居 一平(愛知工業大学情報科学部情報科学科 准教授)
「瞬きによる携帯情報端末用コミュニケーション支援ツールの開発」
- ◆白川 真一(青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 助教)
「高速かつ高精度な類似画像検索システムのためのバイナリハッシュに関する研究」
- ◆松本 光広(久留米工業高等専門学校制御情報工学科 助教)
「液面から液体内部の環境をセンシングするカメラシステムの開発」
- ◆池田 英俊(富山高等専門学校電気制御システム工学科 准教授)
「移動支援機器を中心とした分散型介護システムの実現」

フォーラム・シンポジウム等開催助成

- ◆「AAAI Spring Symposium 2014 Bigdata 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」
〈開催責任者〉城戸 隆 (理研ジェネシスJST 研究員)
- ◆「9th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security (ASIACCS2014)」
〈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)
- ◆「2014 IEEE International Conference on Granular Computing IEEE GrC2014」
〈開催責任者〉工藤 康生 (室蘭工業大学大学院工学研究科しくみ情報系領域 准教授)
- ◆「The 39th International Symposium on Symbolic and Algebraic computation (ISSAC2014)」
〈開催責任者〉長坂 耕作 (神戸大学 教授)
- ◆「the 5th International Conference on Social Informatics」
〈開催責任者〉田中 克己 (京都大学大学院情報学研究科 教授)
- ◆「The 30th Annual Symposium on Computational Geometry (SoCG2014)」
〈開催責任者〉徳山 豪 (東北大学大学院情報科学研究科 教授(副研究科長))
- ◆「10th Asia-Pacific Conference on Vision」
〈開催責任者〉塩入 諭 (東北大学電気通信研究所 教授)
- ◆「第36回情報理論とその応用シンポジウム」
〈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)

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)

■参照事例に基づく準局所類似性エネルギー最小化による非写実的画像表現

K21研XIV第311号 中村剛士(名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻・准教授)

コンピュータグラフィックスの一分野に、非写実的画像合成(NPR: Non-Photorealistic Rendering)がある。NPRの1手法である事例参照型NPR、とくにPainterly Renderingに関する課題を画像修復問題の1つとして捉え直し解決を図ることで、合成される出力画像の品質向上を目指した。事例参照型NPRは、処理対象画像にたいし参照事例画像の持つ視覚的特徴を付与することで、参照事例に類似した表現を持つ出力画像の獲得を目指すものである。本研究では、事例参照型NPRの処理対象と参照事例それぞれを画像修復問題における欠損領域とデータ領域と見做すことで、画像修復問題解決のために従来提案されてきたアルゴリズムやエネルギー関数を本研究に応用展開した。

我々は事例参照型NPRのポテンシャルに着目し、Painterly Renderingの質感の向上を目指した。事例参照型NPRのベースとなる概念では、参照事例をテキストチャパッチの集合またはピクセルの集合として扱う。その集合からテキストチャパッチまたはピクセルを取り出し、処理対象上に適切に再配置することで、処理対象を参照事例の持つ特長を持った出力に変換する。ここで課題となるのは、集合要素であるテキストチャまたはピクセルの再配置であり、いかに最適な配置を行うかが出力画像の品質に大きく影響する。すなわち、この問題を出力

品質に関する最適化として捉え、エネルギー最適化問題として解決することが出来ると考えられる。本研究の貢献は、画像修復と事例参照型NPRにおける画像変換の類似性に着目し、画像修復で提案されるエネルギー関数の設計概念を事例参照型NPRに導入したことにある。とくに、テキストチャの準局所類似性の概念をエネルギー関数に取り入れ、本研究の課題である絵画風出力画像の質感向上を試みた。具体的には、従来のPainterly Renderingでは困難または試みられてこなかった“参照事例のカラーテキストチャを利用した絵画風画像の合成”について解決の方向性を示した。

従来、絵画風画像についてはPhotoshop等を利用して作成してきた。Photoshopの操作は、決して容易とはいえ、高度な操作技術を習得するには多大な時間的コストを要する。また、絵画風画像を作成するにあたっては、芸術的センスを必要とする。このことから、誰でも簡単に絵画風画像の作成が出来るわけではない。それにたいし、本提案手法では、参照事例となる絵画画像を用意するだけで、絵画風画像の作成が可能となる。また、本研究成果は、静止画像を対象としているが、今後動画画像に応用発展することで、非写実的な動画画像の作成が可能になると考えている。

■言語横断型英文用例検索システムの開発

K21研XIV第312号 加藤芳秀(名古屋大学情報連携統括本部)

正しい英文を書くためには、実際の英文の使用例、いわゆる用例を調べる作業が欠かせない。この作業をサポートする環境として、英語の学術文書を収集し、それを検索対象とした英文用例検索システムがこれまでに開発されているが、このシステムでは、英語キーワード列による検索しかできない。日本語フレーズによる検索にも対応する必要がある。本研究では、「日本語フレーズをクエリとした英文用例検索システム」を実現するための要素技術を開発した。

本システムの前提として、収集した学術文書中の英文には、単語間の修飾・被修飾の関係である依存関係が付与されているものとする。この情報は、既存の依存構造解析器により容易に与えることができる。この情報を活用することにより、検索精度を高めることがその狙いである。

本研究では、まず、日本語フレーズの英語キーワード列

への変換に基づく英文用例検索手法を開発した。本手法は、日本語フレーズ内の単語を和英辞書により英単語に変換することを基本としている。言語の違いから、日本語フレーズ内の単語の出現順序と、それに対応する英語キーワードの順序は、一般には一致しないため、変換後の英語キーワードの順序が問題となるが、本手法では、順序を一意に決定するのではなく、可能な組み合わせを保持するアプローチを採用した。一意に順序を決定してしまうと、順序が誤っている場合、検索結果にユーザが必要とする用例が含まれなくなるからである。一方で、すべての可能な順序を考えると、検索結果に不要な英文が含まれるため、本手法では、日本語における後方修飾性の制約(前方の単語が後方の単語を修飾するという制約)を用いて検索結果を絞り込む。後方修飾性の制約に基づく絞り込みにより検索精度が向上することを実験によ

り確認した。

続いて本研究では、収集した学術文書において、英文作成に有用な表現(英語表現)を事前に同定する手法を開発した。本手法では、学術文書に付与された依存構造に共通するパターンを抽出することにより、英語表現を同定する。依存関係は単語をノードとした木構造を形成するが、本手法では、この中から高頻度で出現する木パターンを抽出する。抽出された木パターンについて、本手法ではさらに統計情報を用いて、英語表現かどうかを

判定する。本手法の有効性を確認するために、同定された表現をサンプリングし、それが英語表現か否かを人手により判断し、精度を評価した。その結果、単語列ベースの既存の手法よりも高い精度で英語表現を同定できることを確認した。本手法により同定される英語表現の情報を、システム内の英文に付与し、英語表現を含む文を検索結果として優先的に提示すれば、日本語クエリによる英文用例検索の精度向上が期待できる。

■心理的時間の概念を採り入れたコミュニケーションメディアの研究開発

K21研XIV第314号 西本 一志(北陸先端科学技術大学院大学 教授)

テキスト情報をリアルタイムでやりとりするコミュニケーションメディア(以下、「テキストチャットメディア」と呼ぶ)は、現在広く利用されている。その大半は「発言履歴」を有しているため、詳細な会議記録を再利用しやすいという利点がある。しかしながら従来、このような発言履歴を読んでも議論の流れを正確に把握することは困難であることが指摘されてきた。

この問題の原因の1つは、発言履歴上では議題と強い関連がある「本筋発言」も、議題とはあまり関係がない「逸脱発言」も等価に扱われ、両者が入り交じって時系列順に並ぶため、本筋発言の流れが把握困難になることにある。このため、本筋発言だけを残す「発言履歴の精錬化」手段が求められている。しかし、そのために議論中における逸脱発言を抑制あるいは排除してしまうことはすべきでない。逸脱発言には、相互理解の促進や議論の円滑化・活発化という効能があることが指摘されているからである。

本研究の目的は、議論中には逸脱発言を排除することなく自由な議論を行うことができ、同時に議論終了時には精錬化された発言履歴を取得可能なテキストチャットメディアを実現することである。対面口頭での議論における議論記憶の精錬化は、人間の選択的な記憶・忘却能力によって実現されていると考えられる。ある発言がなされたとき、議論参加者達はそれを短期的に記憶・受容する。その発言が逸脱発言であると判断すると、そ

れを急速に記憶の表層から消し去る。一方それが本筋発言であると判断した場合には、その内容を記憶にとどめる。この結果、本筋発言に関する記憶が選択的に残り、全体として議論記憶が精錬化されていると考えられる。つまり対面口頭での議論では、人は個々の発言の内容に関する主観的な価値判断に基づき、各発言を異なる速さでエージングしているといえることができる。

そこで本研究では、テキストチャットメディアに複数の異なる流速の時間流を導入し、発言者の主観的判断に基づき各発言のエージング速度を選択可能とする手段を提案し、その有効性を検証した。実装した新奇なテキストチャットメディアである「Kairos Chat」を用いれば、高速に経過する時間流に逸脱発言を、低速に経過する時間流に本筋発言を、それぞれ随意に投入することができる。被験者実験の結果、ユーザは自然に流速の違いを活用し、逸脱発言を気軽に行うとともに、発言履歴の精錬化が部分的に実現されることが分かった。今後この知見を活用することにより、使いやすいテキストコミュニケーションメディアが実現され、普及することが期待される。

また当研究期間内には、上記研究の発展として、対面口頭会議と並行して使用する「並行時間型チャットシステム」の研究や、音速を極端に遅くすることによる「超低音速音声会話システム」の研究等も実施し、その基礎的有用性を検証した。

■意味保存スコアレム化に基づくボトムアップ求解ソルバーの自動生成

K21研XIV第315号 赤間 清(北海道大学情報基盤センター 教授)

求解問題(質問応答問題)は、データベース問い合わせなどに見られる形の問題であり、ある前提知識のもとで、ある関係を満たすものをすべて求めることを要請する。

本研究では、前提知識を確定節などに限定せず、任意の一階述語論理式で書かれた広範な問題クラスを対象とする。これは、人間にとって最も基本的で重要な問題のク

ラスであり、セマンティックWebなどの応用にとって重要と考えられる。

本研究の実施内容は、①基礎理論の整備、②求解問題の解法の提案、③求解問題のソルバーの自動生成技術の提案、④実験システムの構築と検証、⑤海外の研究者との研究打ち合わせ、⑥国際会議での成果報告である。

必要である。この場合には合成積のフーリエ変換がフーリエ変換の積で表現できないため、定式化が困難となってくる。そこで、本研究では以下のような近似アルゴリズムを提案した。機械的な信号を、高周波帯域に属する音響データと低周波帯域に属する音響データに大雑把に分類し、それらの音響は互いに混じり合っていないと仮定し、混合音の混ざる可能性が有るのは中域の周波数帯域であるとして独立成分分析を行った。

工場環境下で2本のマイクで録音された音響データから、良否判定において評価の対象となるモータとギアのそれぞれの音響データを取り出すことを試みた。ギア音は高周波数帯域、モータ音は低周波帯域とし、これらの中間

に存在する周波数帯域の信号をバンドパスフィルタで抽出した。

さらに、独立成分分析に必要な音響信号はバンドパスフィルタからの得られた2つの出力信号とした。また、独立成分分析の手法としては、相互情報量、Kullback Leibler、およびFast 独立成分分析法を適用した。

実験では中間領域の周波数帯域を300Hzから2kHzとし、この帯域のバンドパスフィルタを使用した。実験で使用した環境下で得られたデータに対しては、この周波数帯域で混合した2つの信号へ十分な精度で元信号を復元可能であることが確かめられた。

■プロヴァナンス管理による可視化ユーザ支援環境の実現

K21研XIV第319号 藤代 一成(慶應義塾大学理工学部情報工学科 教授)

e-サイエンスを推進するうえで、大規模な数値データに潜む対象の特徴的な構造や挙動に関する知見を効果的に得るための可視化技術の高度化及び標準化は重要な課題の一つである。実際80年代後半から始まった関連ソフトウェア開発により、近年ではユーザ自らがデスクトップ上で手軽に“第一人称的”な可視化を実行できる環境が普及・浸透してきた。幾多の商用ソフトウェアは、バージョンアップを重ねる度に提供する機能やオプションを重装し、一見その利便性は増強されつつあるように見える。しかし、可視化の専門家がつ知識や経験を必ずしも有しているとは限らないユーザによる作業の多様性はかえって増すことになり、むしろ科学的発見の機会を抑制してしまう危険性すら孕んでいる。このような問題を根本的に解決する可能性を秘めた概念として登場したのがプロヴァナンス管理である。これは、結果の画像・アニメーションだけでなく、それを生成するワークフローも管理の対象に加え、必要に応じてそれらの検索と再利用を他ユーザにも促すことによって、同じ関心をもつユーザの知見獲得の確度を向上させる技術である。本研究では、平成17年度東北大学総長裁量経費および科学研究費補助金基盤研究B(平成18-20年度)・挑戦的萌芽研究(平成20-21年度)の支援により開発してきた、協

同可視化ライフサイクル管理ソフトウェアVIDELICET (Visualization DEsign and Life Cycle management)の可視化プロヴァナンス管理機能を増強することを目的とする。プロトタイプシステムでは、流動可視化専用のオントロジーに基づいて典型的な可視化ワークフローとその適用事例を分類し、システムリポジトリを介して、それらを初心者から上級者まで幅広いスキルスペクトルのマルチユーザに適応的に開放する例示による可視化設計環境と、後続のユーザ自身の手による可視化目的変更・技法再選択・制御パラメタ調整・知見入力に伴う中長期的な可視化シナリオに対する基本的版管理機能を実現していた。本研究では、①オントロジーがカバーする可視化ワークフローのカテゴリーを、より高次元・高階・多変量・大規模データ用の最新可視化技法向けに拡張し、②システムの基本となる階層的出自管理モデルを詳述化し、スケーラブルなワークフローの版更新と知見獲得プロセスの追跡を可能にするための出自情報の縮合表示機能の基本設計を行った。これにより、代表的な可視化出自管理システムとして知られる米国ユタ大学SCIのVis Trailsにも見られない階層的出自管理機能を中核に、中長期の協同視覚分析を支援するe-サイエンス環境を提言できると考えられる。

■高速M推定を用いた高速高精度ロバストガウシアンフィルタの研究

K21研XIV第320号 沼田 宗敏(中京大学情報理工学部機械情報工学科 教授)

素材表面の表面粗さは、測定機で計測されたデータにガウシアンフィルタと呼ぶローパスフィルタを適用して平均曲線を出し、測定データからこの出力を減算することにより得る。これはISO規格として1996年に制定され、日本でもJIS規格として2001年に制定されたが、計測データに外れ値があると平均曲線が大きくずれるという問題があった。この問題を解消するためロバストガウシアンフィ

ルタが提案されているが(S. Brinkmann, 2001)、①外れ値のないデータに適用すると出力がガウシアンフィルタの出力と大きく異なる、②解析的に計算できないため処理時間が遅い、という2つの問題がある。特に計測現場では外れ値の頻度はまれであり、外れ値のないデータがほとんどであるから問題はより深刻となっている。

このような問題に対し高速M推定(申請者ら,2009)を

適用すると、外れ値に対してはその影響を受けずロバストにふるまい、外れ値のないデータに適用するとガウシアンフィルタの出力に高精度に一致し、しかも解析的に計算できるため高速計算が可能となる。本助成研究では、高速M推定を用いた高速高精度なロバストガウシアンフィルタを提案し、従来のロバストガウシアンフィルタに対し処理速度で約10倍、ガウシアンフィルタとの一致精度で約10倍の性能を実現する手法を提示した。また、精密工学会全国大会で2件の発表を行い、高精度化のアルゴリズムの詳細を示すと共に、現在表面計測分野で大きな注目を集めている3次元表面粗さ用フィルタへの応用についても提案を行った。

＜今後予想される効果＞

3次元表面粗さの分野において、外れ値に対してはそ

の影響を受けずロバストにふるまい、外れ値のないデータに適用するとガウシアンフィルタの出力に高精度に一致し、しかも解析的に計算できる手法の確立は、通常の表面粗さ用フィルタ以上に計測現場からの期待が大きい。このような中、2011年度には本助成研究の研究成果をベースに科学研究費基盤(C)(No. 23560271)「高速M推定を用いた3次元表面粗さ用ローパスフィルタの開発」が採用された。そして、2012年3月にはフランスで開催された表面計測に関する国際会議ICSM2012で“A Robust Gaussian Filter by Using Fast M-Estimation Method”の発表を行い、国際的にも高く評価された。貴財団の助成研究として採用された実績が次なる研究へとつながっていることをここに報告するとともに、お礼申し上げます。

■物理的なエラーにロバストな量子情報処理のための量子アルゴリズムの研究

K21研XIV第321号 山下 茂(立命館大学情報理工学部情報システム学科 教授)

現在の計算方式での計算性能の向上は原理的にあと10年ほどで頭打ちになると考えられ、またその消費電力の増大は大きな問題となっている。そのため、今後の更なる社会発展のために、現在の方式と全く異なる新しい計算方式の探求を多くの研究者が行っている。その中で、量子計算は原理的な計算能力と消費電力の観点から最も有望であると考えられている。しかし、計算に利用する量子状態が外界から受ける「デコヒーレンス」と呼ばれる物理的なエラーがその実現を大きく阻んでいる。

そこで、本研究では、物理的なエラーに強い量子計算の実現のために、エラーに比較的強い量子計算のモデルを検討して、そのモデルにおいて量子計算をいかに行うかの検討を行った。

まず、第一に、従来の量子回路モデルよりも実現が容易と考えられている隣接量子ビットのみにしか演算を行わないLNN(Linear Nearest Neighbor)と呼ばれている量子回路モデルの検討を行った。LNNのモデルでは、隣接量子ビットのみにしか演算を行えないため、もし遠くの量子ビット同士で演算したい場合は、前もってSWAPゲートと呼ばれるゲートで隣接量子ビットの交換を何度も行うことによって、所望のビットが隣にくるようにしてから演算を行う必要がある。既存の手法では、どこにどのようにSWAPを入れるかといったことや、初期の量子ビットの順序をどのよ

うにするかということを検討している。本研究では、さらに順序を交換できるゲートがある場合にその交換までも考慮に入れるとより回路の段数が小さくなる可能性があることに着目して、新しい回路設計手法を提案した。提案手法により、実際に、それまでに知られている結果よりも段数が小さな回路を合成可能な例があった。段数は計算時間に影響するため、提案手法により、より実行時間が少ない、そのためによりエラーに強い量子計算の実現可能性が高まったと言える。

また、近年特に物理的なエラーに強いと考えられているトポロジカル量子コンピュータと呼ばれる量子計算のモデルについても検討を行った。まず、トポロジカル量子計算向けには、組織だった量子回路設計の方法論がなかったため、それを新しく提案した。また、トポロジカル量子計算では、braiding operationと呼ばれる特殊な操作を組み合わせることで論理演算を行うため、braiding operationによる回路の段数を減らすための最適化問題の定式化を行い、その問題を解く発見的手法を考案した。

現状では、量子計算を物理的に実現することはまだ完全にはできていないが、エラーにより強いと考えられる本研究で提案した量子計算のモデルをもとにして、将来量子計算が実現されることが期待できる。

■暗号LSIのスキラン脆弱性の実証とその対策

K21研XIV第322号 戸川 望(早稲田大学基幹理工学部・情報理工学科 教授)

LSI(大規模集積回路)チップを搭載したICカードは、磁気ベースのカードより多くの情報を記憶・処理し、かつセキュリティを高めることができることから、クレジットカードや公共交通機関の乗車券、各種IDカードに広く利用さ

れ、大きく利便性を向上させている。しかし、LSIチップ内に含まれるスキランチェーンを解析することでチップ内の暗号回路が攻撃される危険性(申請者はこれをスキラン脆弱性と呼ぶことにする)がある。これは、重要情報に

不正アクセスされ多大な損失を与えることを意味する。本研究では、LSIチップのスキャンチェーンを応用することで新たに致命的な暗号LSIの脆弱性が存在することを実証し、その上で安全かつ効率的にこれを防御する手法の構築を目的とする。

具体的に以下の研究に取り組んだ。

1.まず、申請者が提案する「スキャン脆弱性」が現実の脅威になることを示すため、暗号LSIチップモデルをFPGA(書き換え可能なLSI)上で実装し、提案するスキャン脆弱性を用いて暗号の秘密鍵を解読可能であることを実証した。その結果、結論として計算機シミュレーションによって存在が確認されたAES暗号回路のスキャン脆弱性は、単に計算機シミュレーション上のものだけでなく、実暗号回路チップに近い環境-FPGAプロトタイプシステム環境-においても存在が確認された。しかも、高々十数秒程度でAES暗号回路の中に含ま

れる128ビット全体の秘密鍵を解読できた。

2.次に、スキャン脆弱性を防ぐための効率的な防御手法を提案する。シフトレジスタを用いたランダム性を利用することでスキャン脆弱性を回避し、暗号LSIが保持する秘密鍵を実用的な時間内では解読不能であることを示した。結論として、申請者が提案する状態依存フリップフロップを利用すること高々2%程度の面積オーバーヘッドにて、AES暗号回路について実暗号回路チップに近い環境-FPGAプロトタイプシステム環境-において、スキャンングニチャによる脅威が除去できることが実証された。

今後、AES暗号回路だけでなく、公開鍵暗号方式RSAやECC、またストリーム暗号などさまざまな暗号方式について、スキャン脆弱性の解明と防御手法の考案が必要となる。

■IPv6ユビキタスPCクラスタ自動構築システムの開発

K21研XIV第323号 園田 潤(仙台高等専門学校 知能エレクトロニクス工学科 園田 潤 准教授)

1.はじめに

複数台のPCをネットワーク接続する並列計算環境であるPCクラスタの構築には専門的知識や時間を要する問題があった。この問題を解決するために、SCoreや、ClustermaticなどのPCクラスタ自動構築ツールが開発されているが、ハードディスクへのインストールが必要なことや、設定が複雑であるなどの問題があった。我々は上記の問題を解決するため、一つの可搬型記憶媒体から起動するPCクラスタ自動構築システムを開発してきたが、このシステムではDHCPによってIPアドレスを割り当てるため、DHCPサーバがすでに存在するネットワークでは利用できない問題があった。また、近年IPv4アドレスの枯渇問題が指摘されており、IPv6への移行が重要視されている。

そこで本研究では、IPv4アドレスの枯渇問題を解決し、DHCPサーバなしでも自動でアドレスを割り当てられるIPv6を用いたPCクラスタ自動構築システムを開発する。

2.研究内容

本研究で開発するLive Linux自動再構成システムの手順は、①ベースとなるISOイメージのマウント、②SquashFSの展開、③apt-getによるパッケージの追加および削除、④設定ファイルの追加や上書き、⑤ISOイメージの生成であり、シェルスクリプトにより自動で行。パッケージやデーモンの追加と削除は、パッケージ名およびデーモン名をリストファイルに記述する。Live Linuxに設定ファイルの追加や上書きをする際には、ファイルを所定のディレクトリに入れておくことで自動的に適用される。

開発したIPv6PCクラスタ自動構築システムは、サーバPC1台および同一サブネット内に存在するクライアントPC複数台で構成され、CD/DVDやUSBメモリなどから並列

計算用Live Linuxを起動する。構築するPCクラスタは、サーバPCのIPアドレスは固定(FD00::1)とし、クライアントPCは、サーバPCから送信されるプレフィックス(FD00::/64)とNICのMACアドレスからIPv6アドレスを自己生成する。これによりDHCPサーバの有無に関係なくIPアドレスが割り当てられる。生成されたアドレスとMACアドレスは自動的にサーバPCに報告される。ファイルシステムの共有にはSSHFS、並列計算ライブラリにはOpen MPIを用いる。

3.開発したシステムの評価

Live Linuxの再構成では、CPUがIntel Core i7 2.80GHz、メインメモリが4GB、HDDが500GB(7200回転)のPCを用いる。ここでは、開発したIPv6ディスクブート型PCクラスタとIPv4 CDブート型およびネットワークブート型の起動時間と計算性能を評価する。起動時間の評価では、CPUがIntel Celeron 2.40GHz、メインメモリが1GB、NICが1000BASE-TのPCを6台用いる。計算時間の評価では、CPUがIntel Celeron D 2.80GHz、メインメモリが1GB、NICが1000BASE-TのPCと、CPUがIntel Core2 Duo 2.66GHz、メインメモリが2GB、NICが1000BASE-TのPCをそれぞれ40台用いる。

Live Linux自動再構成システムを使用して、本研究で使用する並列計算用Live Linuxの再構成を行い、再構成時間および操作回数を評価する。サーバ用およびクライアント用Live Linuxそれぞれの再構成時間では、再構成ではパッケージの追加と削除に7割程度の時間を要する。合計時間は、手動で行えば2~3時間必要な作業が、サーバ用では10分27秒、クライアント用では9分56秒であり、操作回数は手動では47回以上操作が必要な作業が、スクリプトの起動に必要な操作の1回で再構成できた。

PCクラスタ自動構築システムを用いたPCクラスタ構築時間を評価する。なお、この構築時間はすべてのPCの電源が入ってからSSHによる通信が可能になるまでの時間である。IPv4 CDブート型ではDHCPによるIPアドレスの割り当てやNFSによるディレクトリ共有のため、クライアント台数が増加すると構築時間も増加する。一方、IPv6 CDブート型はIPアドレスはクライアントが自己生成することや、NFSによるファイル共有がないため構築時間を短くすることができる。

計算性能を2次元円筒座標系FDTD法プログラムを用いて評価する。IPv4ネットワークブート型およびIPv4 CDブート型では、NFSによるファイルシステムやブートローダなどのファイル共有のため、クライアント台数が増加すると通信量が増加し、速度向上は飽和する。一方、IPv6 CDブート型についても飽和が見られるが、IPv4を用いたクラスタに比べ緩やかであり、80コアで43倍の速度向上比が得られ、IPv4 CDブート型に比べ2倍、ネットワークブート型に比べ5.7倍の計算速度が得られた。これは、IPv6ではヘッドが簡略化されたことや、帯域を圧迫するブロードキャスト

を廃止したことによるアドレス処理の負担が低減されたためと考えられる。以上のことから、開発したIPv6 PCクラスタ自動構築システムにより構築したPCクラスタの実用性は、これまでのPCクラスタに比べ高いと言える。

4.まとめと今後の展開

本研究は、IPv6を用いたPCクラスタ自動構築システムを開発した。Live Linux自動再構成システムにより、操作回数1回、時間は約10分でIPv6用PCクラスタLive Linuxの再構成を実現した。再構成したIPv6 PCクラスタシステムは、109秒でクライアント6台のPCクラスタ構築ができ、クライアント40台を用いたPCクラスタによるFDTD解析では、これまでのシステムの最大5.7倍の計算性能が得られた。

今後の展開として、近年では画像処理用プロセッサGPUの性能向上が著しく、PCクラスタに代わってGPUクラスタが用いられるようになってきた。GPUクラスタ構築においても、専門的知識や時間等を要する問題があり、本研究で開発したPCクラスタ自動構築システムを発展させ、GPUクラスタ自動構築システムの開発が考えられる。

■小中高におけるロボット活用教育のためのキットとカリキュラムの開発

K21研XIV第324号 栗本 直人(滝高等学校・中学校 教諭)

本研究では、以下の表のように、2年間でロボットのキットの開発とそれを活用した小学生・中学生・高校生向けの学習カリキュラムの構築を進めた。

発達段階／学習時間／学習内容

主な授業案

小学生／総合的な学習／WEB から制御

- ①歩く条件を考えてみよう。
- ②ムーンウォークするロボットはなぜだろうか？
- ③一本足直立をさせてみよう。
- ④二足歩行をさせてみよう。

中学生／技術／組み立てと制御

- ①サーボモーターセンター出しをしてみよう
- ②サーボモーターの組み立て、制御基盤とサーボモーターの動作確認をしよう。
- ③ロボットアームで物体を移動させてみよう。
- ④二足歩行をさせてみよう。

高校生／情報／プログラミングでの制御

- ①二足歩行(Rubyのプログラミング)させてみよう。
- ②ロボットアームで物体を移動させてみよう。
- ③ロボットアームに木琴の演奏をさせよう。
- ④ロボットアームに習字をさせよう。

小学生では、二足歩行ロボットのハードウェア(10軸制御)とそれを簡易にしたロボットアームのハードウェア(5軸制御)とそれを制御する「WEB」ベースのソフトウェアのキットとして開発した。それにより、二足歩行するための重心移動のための一本足立ち(物理的な素養)の課題、

ロボットアームによる空間の一点から一点への物体の移動(数学的・プログラミング的な素養)などの課題解決型の学習カリキュラムが開発された。また、二足歩行できるロボットと二足歩行できないロボットを見せることで、歩行するという条件(生物学的な素養)を理解させる問題解決型の学習カリキュラムが開発された。

中学生では、より「ものづくり」にこだわったカリキュラム開発を行った。①サーボモーターのセンター出し、②サーボモーターと接続金具の組み立て、③二足歩行ロボット及びロボットアームの組み立てと動作確認などでロボットを自作するカリキュラム開発を行うことができた。

高校生では、周りの環境とハード部分の課題の「問題解決」を物理学的、生物学的、数学的な学習概念を入れたRuby言語による本格的な「プログラミング」をしながら細かい動きを表現するカリキュラム開発を行った。

以上のカリキュラムを行うことで、小学生から高校生まで学習の中に、以下の点に関する効果が見られた。

- ①理科・数学への興味関心を喚起した。
- ②ロボットへの興味をいだかせ、科学技術教育への興味関心を喚起した。
- ③ロボット制御の中で、プログラミング教育への興味関心を喚起した。
- ④今回の開発を行うことで、情報教育から数学科教育への手助けあるいは橋渡しを行うことができたと思われる。

■双方向グラフ変換言語処理系に関する研究

K21研XIV第325号 日高 宗一郎(国立情報学研究所 助教)

情報処理における問い合わせ処理などは、変換元(データベース)から変換先(ビュー)への変換と捉えられる。こうした変換は必要部分の抽出や整形を伴うため、データの更新は変換先で行う方が容易であるが、更新を変換元へ伝播させる方法は自明ではない。双方向変換は、この伝播を担う重要な技術であり、本研究ではグラフの双方向変換を対象とする。

グラフは、様々な実体間の関連を直接表現できるなど汎用性が高い反面、合流や循環を含むため扱いが困難である。申請者は既存のグラフ問い合わせ言語の拡張による双方向グラフ変換法を共同提案している。この経験から、以下の課題が明らかになった。

①反映可能な更新処理範囲の拡大

双方向変換における重要な必要条件として、変換を順方向、逆方向と往復させても同じ値に戻る性質が知られているが、これを厳しく求める程、反映可能な編集範囲が制限される。両者の関係の明確化が望まれる。

②スケーラビリティの確保

現行の方式では逆変換のために計算/保存されるデータ量が多い。実用規模の双方向変換のためには内部表現のスリム化や冗長な計算の削減が必要となる。

③内部表現の複雑さの隠蔽

処理系の内部表現における複雑なグラフと(UMLダイアグラム等の)アプリケーションを念頭に置くユーザの直接編集に相応しいグラフとの間のギャップを埋める必要がある。

本研究では、上記課題それぞれについて、①に対する反映可能な更新処理の範囲の明確化および更新反映部分の実装強化、②に対するコスト解析と最適化、③に対するユーザ提示用グラフと内部表現との関係の明確化を行った。

①についてはビューの更新を我々の枠組に対応する3種類の更新に自動的に分解するアルゴリズムを与える

ことによりユーザが個々の更新操作ではなく更新前後のビューを与えられるようになった[2,3]。

②については、順変換を意味を保持しつつ書き換えることにより高速化を行い、それに伴い順変換を逆方向に解釈する逆変換も高速化できることを示した[1]。

③については、双模倣に基づく縮約アルゴリズムを我々のグラフモデルに適用し、縮約を双方向化することによりユーザは縮約されたビュー上で更新操作が行えるようになった。

本研究で対象としている双方向グラフ変換は、既存の方式と比して、大きな変換の合成に適しているという特徴がある。モデル駆動ソフトウェア開発は本研究の最も期待される新しい応用のひとつである。テスト中に見つかるバグ等の修正が設計の上流過程にうまく反映できることが切望されている。グラフは中間生成物(=モデル)の表現に適しており、このような逆方向への更新の伝播を担う技術の基盤となることが期待される。

発表文献

[1] S. Hidaka, et al. Marker-directed Optimization of UnCAL Graph Transformations. In Proceedings of 21st International Symposium on Logic-Based Program Synthesis and Transformation (LOPSTR 2011), Odense, Denmark, 2011.

[2] S. Hidaka, et al. Towards state-based interface to a graph roundtrip transformation system GRoundTram. Poster Presentation, Nov. 2010. 8th Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2010), Shanghai, China.

[3] S. Hidaka. Providing state-based interface to a graph roundtrip transformation system groundtram. Aural presentation, Oct. 2010. 1st PKU-NII Joint Workshop on Advanced Software Engineering (PKU-NII 2010, Peking, China).

■GPGPU大規模並列グラフ・ライブラリの開発

K21研XIV第326号 小島 一浩(独立行政法人産業技術総合研究所 主任研究員)

1.実施内容の概要

本研究では、近年注目を集めているGPGPU技術を用いることにより、数十万ノード、数千万エッジの大規模グラフ構造を高速に処理できるGPU 大規模並列グラフライブラリ:Thrust Graph Library(以下、TGL)の開発を行った。提案グラフライブラリの基本設計として、現在、ネットワーク研究者の間で多く使用されているBoost Graph Library(以下、BGL)のインターフェースに準拠するライブラリを開発を行うものとした。これにより、従来通りのコーディングスタイルでGPU 環境を使うことが可能となった。

2.成果の概要

まず、GPU グラフライブラリ開発においてCUDA における制約条件と基本設計を検討した。BGL では、提供されるアルゴリズムにより多くのグラフ操作処理を行える。また提供されていないアルゴリズムを実装する場合、頂点や辺の反復子を用いることによりライブラリの内部データ構造を意識する必要がない。TGL でも同様に、アルゴリズム実装者においてもCUDA SDKを意識せずにプログラミングできるようにすることを目指した。そのためTGL のユーザを

①ユーザレベルライブラリの提供するアルゴリズムを主に使用するのみ。

②開発者レベルアルゴリズムを実装。CUDA SDK に

おけるkernelコードをコーディング。kernel コード内部で使用できる反復子の提供。

③コア開発者レベル ライブラリのコア部分の開発。内部データ構造へのアクセスインターフェースの提供。の3つのレベルに分け、それぞれに必要なインターフェースを提供するように設計し実装を行った。実装の結果、3つのレベルにおいてBGLと同様にTGLをコーディングすることが可能となり、GPU上でのグラフィアルゴリズム開発の工数を減らすことが可能となった。

また、従来のCPU(AMD Quad-Core Opteron 2350)上のBGLとGPU(Tesla C1060)上のTGLにおけるランダムグラフ生成アルゴリズム(generate_random_graph)と幅優先探索アルゴリズム

μ(breadth_first_search)の計算速度比較を行った。その結果、GPU上のTGLは、CPU上のBGLより約1000倍の高速化に成功した。

3. 今後予想される効果の概要

本研究の成果は、ソースコードを<http://code.google.com/p/thrust-graph/>に公開するとともに、GPUデバイス開発メーカー(NVIDIA社)の開発者用ホームページでも紹介して頂き、多数のダウンロードがありました。今後、CUDA SDKのアップデートに伴い、Thrust Graph Libraryのアップデートも行っていく予定です。本助成金により、GPUを利用したグラフィアルゴリズム研究に貢献できたことをお礼申し上げます。」

<研究業績一覧(著者名・論文テーマ・学会誌名・巻・号・出版年月・ページ数など)>

[1]小島一浩、「GPUによる並列処理Graph Libraryの開発」、日本ソフトウェア科学会 ネットワークが創発する

知能研究会シンポジウム JWEIN10, 2010. Thrust Graph Library, <http://code.google.com/p/thrust-graph/>



名称から眺めた情報技術の進化

辻 三郎

(公財) 栢森情報科学振興財団 選考委員

「加速度的に社会が変貌している」と感じる日々です。情報技術の進歩が、我々の生活スタイルを急変させると同時に、技術者自身の仕事も激変しています。“Engineers: What’s in a Name?” IEEE Spectrum 49 No.2 p.60は、その一面を描いた記事です。Google Ngram Viewerで大量の電子化書籍を職名で検索し、ヒットの頻度から技術者名称の変遷を調べ、コメントしています。記事の要約に、私なりの感想を加えて、以下に記します。

19世紀、情報機器を扱う最初の職として電信技手が舞台に登場します。次に電気技術者が現れ、20世紀工学の柱になりますが、近年は話題が減少傾向です。1920年頃に新技術者Radio Engineerが誕生します。私もIRE (Institute of Radio Engineers) で発表されたミンスキーの“Step Toward Artificial Intelligence”を目にし、新分野の誕生に感動しました。Radio Engineerは今や死語になりましたが、電子技術、通信技術からコミュニケーション技術へ進化し、情報化社会の原動力となっています。

さらに、コンピュータの出現で新職種が次々と生まれます。初期はオペレータ、やがて高い技術力が必要なソフトウェア技術者や情報科学者が活躍します。ソフトウェア分野も、コーダー ⇒ プログラマー ⇒ ソフトウェア技

術者と進化を遂げました。

名称は、技術、製品、システムなどのイメージを我々に与えてくれます。最近では、スマートカードで始まり、スマートフォン、スマートグリッド、スマートシティと「スマート」が高度情報技術のラベルとして定着したようです。「人のように判断し、行動する」知能を持つ装置・システムを目標にしていると言えるでしょう。

気になることは、「今まで情報機器に取り残されてきた人々が、スマート技術の恩恵を享受できるか?」です。システムが、個々の人に適応し、救いの手を差し伸べるには、極めて高度の技術が必要なのは自明です。この目標を情報技術が達成した時、どのような名前と呼ばれるのでしょうか?

蛇足ですが、Google Ngram Viewer で Computer に続く名詞の頻度を調べました。当財団のテーマ Computer Scienceがトップです。情報科学の重要性は、今の所揺るがないようです。



つじ さぶろう

大阪大学・和歌山大学 名誉教授

動き

☆事務局日誌より☆

平成25年

4.1

新年度発足

4.23

監査役より第17期(平成24年度)の
監査報告書を理事長に提出

5.15

平成25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
同時にホームページに公募を掲載

5.17

第7回理事会をダイコク電機本社ビルで開催

6.1

平成25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25年6月1日(土)～8月31日(土)

6.14

第7回定時評議員会を
ダイコク電機本社ビルで開催

6.17

内閣府へ業務報告書、財務諸表等報告

7.9

K通信33号発行・発送

8.1～3

第13回Kフォーラム開催
「ざっくばらん」フォーラム2

8.31

平成25年度助成金交付申請受付締切
応募総件数:190件

10.18

選考委員会開催 ダイコク電機本社ビル

CONTENTS

◇ 第13回Kフォーラム開催	1
◇ 第7回理事会開催	14
◇ 第7回評議員会開催	14
◇ 第3回決議の省略 理事会開催	14
◇ 平成25年度助成事業報告	14
◇ 平成25年度助成金交付者とテーマ	15
◇ 論点「名称から眺めた情報技術の進化」辻 三郎	27