

2019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。当財団では、助成総件数664件に達し、助成総金額は5億5,345万円となりました。学術、ひいては社会の発展のためにお役に立てれば幸いです。ご応募を心よりお待ちしております。

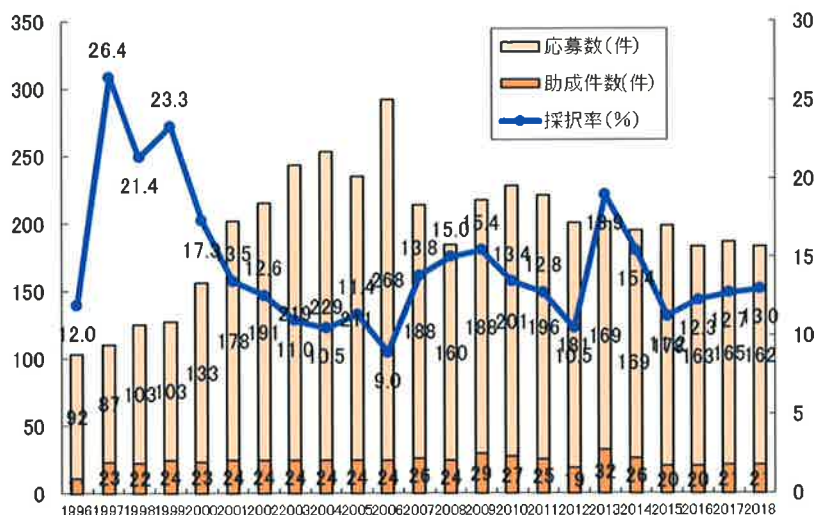
詳細は財団のホームページをご覧ください。

【申請書受付期間:2019年6月1日(土)~8月31日(土)】

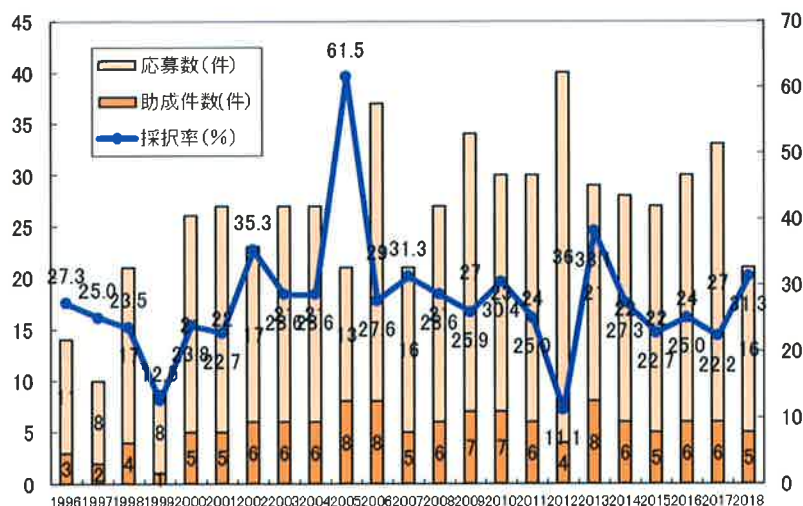
応募手続き

- ◆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、学術的發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2000万円までを原則とし、選考結果に基づき助成額を決定します。

◆選考結果通知

2019年11月中旬の予定。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、助成研究成果の特許、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を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發展に寄与するフォーラム・シンポジウム等で、2019年12月1日から2021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

2019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2019名古屋 仲間にする、仲間になるAI・ロボット

開催日 2019年2月6日(水)～2019年2月7日(木)

場所 吹上ホール(名古屋市中小企業振興会館)



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2019名古屋実行委員会 委員長 稲垣 康善

AI、ロボット、IoTなど情報技術の急速な進化で、仲間にしてきたAI・ロボットがまさに仲間となる日常が目前に迫ってきたように思われます。AI・ロボット技術は、第4次産業革命実現のための基盤技術の要と目され、グローバル化、人口減少、少子高齢化などによって地域経済社会が抱える課題の解決、産業の国際競争力の強化、そして次世代産業創生のキー・テクノロジーとして、業種・業態を超えて多くの企業において、研究開発、実用化が進められています。また政府も、成長戦略の柱として、産業や社会生活への利活用促進、さらには産業化のための研究開発を、省庁連携、産学連携などにより積極的に推進しています。

こうした中で、人工知能・ロボット関連の最先端・最新技術の情報交換や技術交流、併せて、人工知能により進化を続けているロボットの実演展示等を行うことにより、人に寄り添い、人に優しく、人と共生する次世代の人工知能・ロボットの研究開発の振興と産業における利活用の促進を図ることを目的として、昨年引き続き本年もロボットシンポジウムを開催いたします。

本シンポジウムの開催にあたり、格別のご支援、ご協力を賜りました関係者の方々に厚く御礼申し上げますとともに、シンポジウムにご参加の皆様にとりまして有意義で実り多きシンポジウムとなりますことを祈念いたします。

「第18回 Kフォーラム」 発表大要および討議 ざっくばらんフォーラム 「AIと社会」

日時 平成30年8月23日(木)～25日(土)

場所 ホテルアソシア高山リゾート

人工知能の刑事法規制—課題と展望—

稲谷 龍彦(京都大学大学院 法学研究科 准教授)

刑法の予定する人間像とその限界

現行刑法は、主として啓蒙期の哲学に依拠しながら、外的環境から独立して自由意志を行使し、客体たる事物に影響を与えることのできる主体としての人間を想定している。こうした人間像に基づき、刑法は制裁としての刑罰を利用して、主体たる人間の自由意志に働きかけ、客体たる事物の危険を適切に統制することを目指しているのである。

しかし、現行刑法が想定するこの人間のモデルは、様々な意味で限界に直面しつつある。脳神経科学の成果は、人間の意識の構成そのものが、無意識下での情報処理に重要な形で影響されていることを明らかにしつつあり、外的環境から独立して自由になされるはずの選択が、実際には、無意識下でなされる外的環境の解釈の結果によって方向付けられていることを強く示唆している。また、認知心理学における心理学的主体性の研究は、我々の主体としての感覚が、脳と外的環境との相互作用によって生成されていることを明らかにしつつある。さらに、ディープ・ラーニングに代表される、統計的な情報処理を基礎とする人工知能の発展は、事物そのものが、人間が完全にはコントロールできない形で振舞うことを可能にしつつある。

このような状況下において、現行刑法に基づいて人工知能の開発・利用を規制することは、一方において過剰な規制を、他方において十分な民主主義的基盤を持たない重大な社会的決定を招くことになりうる。人工知能の開発・利用を行う者は、それがなんらかの形で予想しない振る舞いをし、その結果重大な事故を引き起こしうることを理解している。それゆえ、現行の過失犯の理解に従う限り、人工知能の開発・利用者は、常に過失犯としての責任を問われる危険性がある。この問題について、人工知能がもたらす社会的便益が、それがもたらす社会的費用を上回ることを理由に、人工知能の開発・利用者を処罰すべきではないという考え方もある。しかし、このような考え方に従った場合には、誰が、なぜ、どのような形で、費用便益計算を行うべきなのかという問題が残ることになる。

新たな刑事司法の姿について

このような問題を解決する鍵は、現行刑法の人間像に関する非現実的な想定をやめ、人間と非人間との相互作用を念頭に置いた、新たな規範理論の構築を行うべきである。すなわち、人間の存在が非人間の存在に影響される、非本質的な者であるとするならば、近時の技術哲学の示唆するところに従い、人間存在をより望ましいものとするため

に、非人間の再設計も視野に入れて刑事司法を再構築すべきなのである。具体的には、合衆国で採用されている、構造改革に重点を置いた法人処罰の一形態をこの文脈に応用し、人工知能の開発・利用に関するステークホルダー巻き込んだ、人工知能及びその搭載機器の再設計に重点を置いた制度を構築すべきである。



【討議(浅田 稔)】

「新たな法制度の必要性」

最近の AI・ロボットの目覚ましい進展が社会にもたらす様々な影響のなかで、もっとも課題となるのが、これらの人工物が絡んだ事故や事件に対する対応である。稲谷氏は、刑法の観点から、この課題について、問題点を指摘して、議論を展開し、新たな刑法のあり方について提言している。著者は JSTRISTEX の「人と情報のエコシステム」研究開発領域研究開発プロジェクト「自律性の検討に基づくなじみ社会における人工知能の法的電子人格」の研究代表者であり、稲谷氏は法学関係の重要な共同研究者であり、このプロジェクトを通じて、恒常的に議論しており、本稿はコメントというより、本プロジェクトの概要説明になることをお許し願いたい。議論のポイントは、

1. 「現行の刑法が、啓蒙期の哲学に依存しており、事物と人間が完全に分離された状況を想定しており、そのため責任の対象が人間に限定されている。」：人間と事物の思想的背景を考慮すると、デカルトの心身二元論が最初と考えられるが、以降は、例えば、ハイデガーやメルロ＝ポンティに代表されるように、人間と事物が完全に分離された状況ではなく、相互浸透的な関係の中での互いに作用する関係であることが指摘されている。この不可分な関係が、AI の急速な発展の影響で、より深まりつつある。
2. 「深層学習に代表される近年の AI の発展は、認識・判断の決定を自律的におこなっており、人工物が最終的意思決定にコミットしている。」：画像認識の分野では、2015年2月に人間の精度を超えたとされている。例えば、人間の誤認識率が5%で、機械のそれが1%としよう。当然、誤認識率の少ない機械を利用するのが正当である。ところが、問題は人間の5%の誤りの中に機械の1%の誤りが含まれているとは限ら

ないことである。すなわち、人間の過ちに人間が同情できても、機械の過ちに同情できないのである。

3. 「自由意志や主体感の根拠が希薄である。」：人間が意思決定し、その行動結果に対する責任所在の根拠として、人間が自由意志 (free will) をもっていることや主体感 (sense of agency) があることが挙げられるが、近年の神経科学は、自由意志なるものが架空であること、また、心理学においては、主体感なるものが、環境や脈絡に大きな影響を受けることが指摘されており、それらの科学的な根拠が大きく揺らいでいる。

稲谷氏は、現行法においては、責任の所在は機械のユーザーか生産者に帰着され、前者であれば、購買意欲がなくなり、後者であれば、生産者が販売意欲を失い、健全な科学技術の発展が望めないので、人工物の責任の取らせ方として、現行法のもとの適用可能なケースの限界を指摘し、法改正の方向性の提案を示している。これらが法曹界だけに閉じた議論ではなく、科学技術の分野、さらには、一般大衆も含めたコンセンサスの獲得につながる努力を続けるべきであり、先に示したプロジェクトは、それを目指している。

ヒト-機械ハイブリッドシステムにおける行為主体感覚

葭田 貴子(東京工業大学工学院機械系 准教授)

ヒトと協調してある程度自立的に動作可能な機器やシステムが、事件や事故など社会的に思わしくない行為を引き起こした際に、それはユーザであるヒトが主体的に引き起こした行為であってヒトが責任を負うという考え方と、機械やシステム側が主体的に起こした行為であってそれらの製造者側が責任を負うという考え方のどちらを採用すべきか、心理学や脳科学の立場から考察する。

ここではウェアラブルパターンアシストスーツのように一人のヒトの身体といった制御対象に対して、ヒトと機械システムのように複数の制御主体になりうるものが相乗りする状況において、ヒトから観測して特性の行為が自分自身が引き起こしたものと感じられる要件を取り上げ、そもそも我々人間自身ですらどこまで自立的・主体的に行動する存在といえるのか考察する。

【討議(浅田 稔)】

「新たな自己概念の創出」

意識や自己の概念に関する課題は、以前は哲学の範囲であり、科学の対象とみなされて来なかったが、最近の可視化技術および周辺科学技術の急速な進展により神経科学の分野で関連課題に関する新たな知見が見出され、十分科学の対象となってきた。

葭田氏はさまざまな人工物や可視化計測装置を駆使し、行動学レベルの現象と神経科学的現象との突き合わせにより、この課題に対する新たな知見と同時に、それによって引き起こされる様々な問題について言及した。筆者の解釈は、人工物との共生社会における新たな自己概念の創出の課題と解釈した。認知心理学の巨匠である Neisser は、自己の概念の発達過程として、生態学的自己からはじまり、対人的自己、想起的自己、私的自己、概念的自己に至ると説いた [Neisser 94]。筆者は、この中で認知発達ロボティクスの観点から、生態学的自己、対人的自己、そして社会的自己の三段階を取り出し、それぞれの段階での課題と想定される大まかな機構について説いてきた [Asada et al., 2009]。生態学的自己は、自己意識の原点とも言えるものであり、一時的自己とも呼ばれているが、Gallagher は、最小自己 (minimal self) と呼ぶ

[Gallagher 00]。彼は、最小自己には、2つの様相があるとし、それらを運動の帰結の予測 (フォワードモデル) と適合する運動の自己主体感 (sense of agency for movement) と感覚のフィードバックと適合する運動の所有感 (sense of ownership for movement) と呼んだ。



葭田氏もこれを引用し、それぞれの感の構造を説明した。手前味噌ながら、Gallagher の1年前の1999年に筆者らが出した論文 [Asada et al., 1999] では、ロボカッププレーヤーが協調行動を強化学習するための状態空間構成で自己や非自己、他者のカテゴリー分類をする必要があり、視覚情報に含まれる部分うち、自己が発生させた運動コマンドを裏切らない知覚部分を自己身体と規定した。Gallagher の定義では、運動所有感に近いが、運動主体感もありそうで、通常、2つは合致する。ただし、まだ議論の余地がありそうだ。例えば、自分の腕を他者から動かされる場合などの不随意運動の場合、その様子が視覚などの外受容器や筋の動きなどの内受容器のセンサーフィードバック信号で予測できる時、主体感はないが、所有感はあると見なさるが、しっくりこない。Seth ら [Seth et al., 2012] は、自己主体感を作るネットワークと自己存在感をつくるネットワークの相互作用モデルを提案し、外受容信号と内受容信号によって内受容感覚の予測をメインフォーカスとしている。自己主体感のモジュールが感覚運動予測と同時に内受容感覚の予測を生成するとし、自己主体感のモジュールが自己存在感のモジュールより階層が上としている。

これらを検証する上でも、工学的ツールを用いて構成的に人間の行動と脳活動を計測する点で葭田らの実験は重要である。知的な道具が自己身体の拡張とみなせる構造とともに脳自体がネットに繋がり、電脳空間でその活動を拡張するとき、脳と身体、双方の新たな概念生成とともに、法制度もふくめそれに応じた社会システムの変革が必要であろう。

バッド・プラクティスから考える人工知能の倫理的課題

久木田 水生(名古屋大学大学院情報学研究科 准教授)

本発表においては、私たちは人工知能が人間や社会にもたらす変容、特に人と人との間の関係にもたらす変容、そしてその倫理的な含意について、具体的な活用事例に即して考察した。

人工知能、あるいはより一般的に情報技術は、人間と人間を媒介し、人間の他者認識や他者についての判断、そして他者への行動を自動化する。そのことによって人工知能は人と人との物理的・心理的距離を変化させる。これまで、私たちは外界や他者についてよりよく知ることによって外界や他者とうまく付き合うことができた。しかし人工知能やロボットの発展によって、私たちは外界や他者について知らなくてもそれらに対処することが可能になっている。このことは人間同士の心理的・物理的距離を広げる効果を持つ。そしてそれは人間同士の関係、特に人々の道徳的判断や道徳的行為に著しい影響を与える。このことを私たちは人工知能による他者の評価・プロファイリングの事例と、人工知能による労働者の管理という二種類の事例において考察した。

人間を評価することにおいて、ビッグデータや人工知能を無思慮に使用することは、他者をコンピュータが処理できるデータの束として扱い、そしてより効率の面からとらえることを促進する可能性がある。また人工知能はそれを開発した人間や社会の持つバイアスを反映し、それを固定化・強化する効果を持ちうる。さらにビッグデータと人工知能は特定の集団にネガティブなラベリングをすることで新たな差別の種を生み出してもいる。

労働環境で利用され、労働者を管理するために使われる人工知能は、しばしば労働者にとっての負担を増大させるものであることに留意しなければならない。しかしそういった人工知能の使用が、経営者の視点のみから見て、効率化を促進するものとして歓迎されていることがしばしばある。現状において人工知能はしばしば社会的弱者に不当な不利益を与えたり搾取したりすることで大きな利益を上げるような使われ方をしている。その一方で人工知能は、弱者を可視化し救済するためのツールとして、あるいは労働者の負担を軽減するためのツールとして活用することもできる。人工知能を実用化するには、それがどのような目的で作られ、どのような副作用をもたらすのか、誰に利益をもたらすか誰を踏みつけにするのか、ということを考えることが肝要である。

【討議(浅田 稔)】 「新たな倫理の創出」

久木田氏は、ロボット倫理学で著名であり、関連する著書もあれば、最近、訳本としても「ロボットに倫理を教える」(ウェンデル・ウォラック/コリン・アレン 著 岡本慎平・久木田水生 訳)を出されている。ロボット研究者の筆者の立場からは、ロボット自身が倫理感を持つことができるのか

点だが、今回の講演では、深層学習に代表される AI の急速な進展がもたらす社会への影響、所期の目的を持って開発された人工システムが、意図せず想定外の騒動を引き起こす可能性や、起きた場合の対応などに関する議論があり、新たな倫理の創出の提案と理解した。「意図せず」と書いたが、あとになれば、十分予見できた可能性があり、これも課題の一つである。工学系の大学や学部では、最初に学ぶ一般教養の課程がなくなって久しく、学生たちはリベラルアーツに触れることなく、専門分野の課程に飲み込まれていく。そこでは、機能の完成度が追求され、人工物が製作されていく。その人工物が社会に導入された際の影響や課題については、専門課程で議論されることは殆無く、製作される人工物と使う側の人間の立場について、分離された状況である。これは、稲谷氏へのコメントにも書いたが、人間と事物を切り離す思想の影響と思われる。不可分の関係であり、その際、技術者は人工物の性能のみに固執するのではなく、より大きな視点から、自分が設計した人工物が社会にどのような影響を及ぼすか、負の部分も含めて考慮し、設計すべきであるが、これが、リベラルアーツを修めていない故のことであるならば、大学教育が破綻していることを示している。さらに、細分化された専門分野のみを修めるのではなく、人文社会系も含めたダブルディグリーも当然視野に入れるべきで、一部実現されているが、まだまだの感がある。このことは、次代の方向性を見定め、企画能力のあるサイエンスジェネラリストを育ててこなかった日本社会全体の課題でもある。さて、本題に戻ろう。久木田氏は最新 AI 技術が労働の問題やプライバシーの課題について、機能の効率の観点のみだと破綻をきたすと警告する。これは、先と同じ議論で、効率だけを求める風潮を改め、トータルに社会全体としてどのような影響を及ぼすかを真摯に考慮しなければならない。皮肉にも中国が AI 関連で日本を追い越し、最先端技術を使って全個人の評価システムを導入している実験は、これからの社会のあり方を議論する上で重要な社会実装実験だが、対岸のことと安易にかまえている余裕はない。人工システムそのものが倫理感を持つためには、筆者は認知発達ロボティクスの観点から痛覚が重要と訴えている。それは、ミラーニューロンシステムを通じて、他者の痛みを感じること、道徳の原型が創発し、倫理につながるのではないかと考えているからである。このことは、人工物を設計する技術者がもつ工学倫理を最新 AI に適応したものに改善し、ユーザーサイドも知的な人工物と接する際のモラル(犯罪には使わないなど)の精鋭化と同時に、人工物自身が人工倫理をみずから構築する規範などを含めた新たな総合倫理学がいま求められており、久木田氏の論調は非常に重要である。



AIが社会に浸透し人と共生するための技術的な課題

栗原 聡(慶應義塾大学理工学部管理工学科 教授)

今回の第三次 AI ブームは、深層学習法を中心とする機械学習分野により牽引されている。画像認識や自然言語処理など、従来手法の性能を大きく上回ることから様々な実用化に向け、ビジネス界からの期待も極めて大きい。高性能 AI の可読性の確保といった課題も指摘されるが、可読性の問題は複雑化・高度化する IT 技術全般に要求される解決すべき重要な課題である。また 2045 年に超知能化した AI が人を追い抜くシンギュラリティといった話題も注目されているが、日本においては 2025 年問題、すなわち超少子高齢化時代の到来が先に押し寄せる。仕事が奪われるという議論もあるが、逆に積極的な労働力補填に向けた取り組みが必要である。しかし、例えば自動農作業ロボットを導入することで一見すると農業の立て直しは可能に見える。しかし、自動車工場などでの産業用ロボット化はあってはならない。工場と違い、これから人工知能が導入されるのは人が普通に生活する日常生活圏である。産業用ロボットの導入により、作業能率は劇的に向上するものの、現場にいる人が萎縮したり疎外感、また人同士の親近感のある日常生活が崩れてしまっただけでは本末転倒である。人と共生できる AI でなければならず、これまでの道具型の AI ではこれに対応することはできない。人と共生する AI には、人への能動的なインタラクションを可能とする自律性が必須となる。自律性を持たせるために、まず必要な技術がメタプランニング技術である。「目的地まで移動するための手順」といった行動系列を求める技術がプランニングであるが、メタプランニングはプランニングモジュールに対して、状況に応じて適切なゴールを与えるのことが目的である。そして、次に必要なのが、マルチモーダルネットワークデータ処理技術である。深層学習研究においてもマルチモーダルデータを対象とする論文が散見されるようになってきたものの、主流はデータの種類ごとに特徴抽出を行った結果を統合する方法である。しかし、この方法では異なるデータの種類の関係、すなわち繋がりや情報という重要な要素を利用できていない。脳も五感で得られる情報をお互いに関連させて利用することで高い認知能力を実現させるエコシステムである。大規模複雑ネットワーク技術の導入が必須である。自律型 AI は人による制御の寄与度が下がることから、可読性・制御可能性といった課題への挑戦が重要であるが、複数の自律型 AI が協調するシステムにおいては、制御可能性のある AI 同士の協調においてすら、想定外の状況が発生する可能性があり、この点は盲点になる可能性があることから特に注意することが必要である。

【討議(間瀬 健二)】

「共生する AI = 人と共想する AI」を構築したいというビジョンのもとでの AI 研究についての課題が提示された。とくに、AI の可読性の課題に議論は集中した。

中心的テーマとして、群知能型アーキテクチャへの期待と課題について述べられた。群知能には、ロバスト性、大規模化可能、複雑化可能という長所があるといわれる。しかしいまのところ、典型的な成功例としての生命システムについても、結果論として成立しているに過ぎず、情報システムや AI としてそれがどのように実現できるか不明である。群知能の実現における、大きな問題は「意図的(すなわち

設計された)な創発が不可能」であることである。また、個々のエージェントに可読性があっても大規模にエージェントが協調した場合の可読性が困難となる、という課題がある。すなわちそれぞれのエージェントの目的が良目的であっても、複雑にネットワーク化されたマルチエージェントでは、なにが起きるか予測不可能な事態になってしまう。どう解決すればよいのだろうか。

氏は、多段創発による階層構造においては、階層間で目的や時間軸は独立であり、すべての階層が最終目的を意識しているわけではない、とする。自律兵器を例にして群知能型アーキテクチャの危険性について紹介された。群知能の課題が徐々に明確化された。

大局的な特徴をとらえ制御するモジュール(ルーチン)が必要ではないかという質問に、設計法として、栗原氏はレイヤごとの設計者・プログラマを用意し、独立に設計させるという一案を提示した。それに対して、系の外に別のシステムを作るという方法や、ローカルとホリスティックに動作するルーチンが必要であるなどの対案も示された。この階層アーキテクチャについても、きわめて、日本的・大陸的ではないかとの指摘もあった。

そこから、国民性にも話題が展開し、日本人は、一見、全体の調和をとるようふるまっているが、実は中央集権的に制度を作り個々を動かそうとすることが得意なのではないかとの考察があった。種子島で全島上げての実験をしたとか、特区をつくって実験をしたいというのは、管理された社会を作って実施することを得意とする例だとの意見には、大いに賛成である。一方、アメリカなどは個人レベル・ローカルでの主義主張があり、連邦を維持するためにケースベースで動いているという、納得できる暫定的結論におちついた。

示された複雑階層構造アーキテクチャにおいて、突然変異の議論が、完全に欠落しているのではないかとの質問もあった。生命の維持において、危機に直面したときに突然変異を起こして危機を乗り越えるという機能はどのように実現できるのだろうか。栗原氏は、その問題は意識しつつ、ここでは、まず安定システムの設計方法を議論することを目的として提示しているとのことであった。複雑な問題を分節化して取り組むことは必要である。

いずれにしても、トップダウンの設計パラダイムは合目的のシステムをトップレベルでデザインできるが、現時点では、複雑系はボトムレベルの設計は可能であるがそれが結合して達成できるトップレベルの機能(集成的、群的功能)として何が発現するか予測不可能で、結果的に人間を超える(違う?)知能が誕生するかもしれない。それは夢のあることでもあるが、一方で、なだれ現象的に人間社会にとって負の効果をもたらす状態に瞬間的に移行する可能性は否定できない。複雑系システムのアーキテクチャをどうデザインすべきか、多くの参加者がいま真剣に考えている課題であり、この議論の先に、良案が生まれる期待が高まる。AI 設計者としては、大局的・全体的な機能制御をふるシステムのデザインと実装法についてさらに深い議論と実装・検証が必要であるとの認識を得、大変面白い講演となった。



運転知能の検証

武田 一哉(名古屋大学・未来社会創造機構 教授)

自動運転に対する社会的関心が急速に高まっており、自動運転に関連した記事を見かけない日はないほどである。しかし、「自動運転」とは「人間社会と自動車との新たな関係」であり、その普及には、従来の自動車に関する社会制度が想定していない問題を一つ一つ技術的に解決していく課程が必要である。本講演では、自動運転普及の課題について議論した。

まず、自動運転と総称されるものの、その実装にはいくつかの段階があることを説明した。そして、従来は自動運転の「機能」の観点から決められていた段階が、近年自動運転とドライバとの責任範囲の観点(「物体と状況の認識・対応機能 (Object and Event Detection and Response: OEDR)、自動システムから人間への運転権限移譲 (Dynamic Driving Task Fall Back: DDT fall back)、自動運転が可能な状況 (Operational Design Domain: ODD)」)に着目した5段階(SEA レベル0-5)に再分類されたことを説明した。

この分類によると、SEA レベル3では、「物体と状況の認識・対応機能 (OEDR)」は自動システムが担う一方で、「自動システムから人間への権限移譲 (DDT fall back)」を想定している。つまり、運転は通常自動システムが行うが、システム不調時には人間が自動システムを「上書き」できるよう、監視を行うこととなる。ここに、「人間と自動機械(AI)とが一体となって」社会的機能と責任を担うという状況が発生する。今回のフォーラムのキーワードでもある、「責任」と「自由意志」とをナイーブに当てはめるならば、自動運転システムの「運転者」は、他者である自動運転システムの「運転意志」に対する責任を、問われる事態になるとも考えられる。

この問題を、倫理的あるいは法学的観点から論じることは論者の手に余るため、発表では、論者が前提とする立場、すなわち「自動運転によりヒューマンエラーによる事故数を減少させることで、社会全体では事故被害が低減される」こと、「自動車産業はわが国にとって重要な産業分野でありその競争力を阻害することは政治的に得策でないこと」を明確にするにとどめた。

その上で、「社会的に許容されるレベルの」安全基準に適合した技術であれば、事故が起こった場合には、その責任を厳しく追及するのではなく、事故検証等を通じて再発を防止することが重要であるとする、本フォーラムの議論の方向には強く賛同する。同時に筆者が考える最大の技術課題は、「社会的に許容されるレベルの安全性評価方法」に関するコンセンサスの確立であることを主張した。現在、状況を想定しシミュレーションにより動作を検証する「シナリオベース」の評価と、実環境下での大規模なテスト走行による評価の2つの評価方法が用いられるが、これらを組み合わせ、広く社会が受容する評価基準を構築することが、喫緊の課題であることを指摘して講演を結んだ。

【討議(間瀬 健二)】

自動運転車における運転知能の役割とその社会的課題についての、具体的な事例を通じての話題提供であった。とくに、実世界と仮想世界の接続が自動運転の根幹であり、それは AI の本質的課題につながるという立場からの議論で、人間と機械(AI)が協調

するシステムの社会実装における課題を、技術開発、技術認定、法制度、人間技能認定などの観点から広く提示していただいた。アカデミックな研究者は技術開発については詳しいがその他の項目については、あまり着目しておらず、思考の領域を広げるうえで大いに参考になった。

まず、議論をきれいに整理するためにということで、3つの的をついた境界条件が提示された。簡単に示すと、

- (1) 社会的便益の総和と社会的コストの総和の大小が本質的な課題であり、自動運転は「ヒューマンエラーを防ぎ、命をまもる」技術である。
- (2) 当面は「人間と自動運転の間で制御のやりとりが生ずる」ので一体となった系が議論の対象
- (3) 産業競争力を阻害しない政治的配慮が必要となる。これらを土台として氏は議論を展開していくが、結局は、これらの条件が議論の争点となっていった。

まず、SAE-J3016の自動運転レベル分けが提示された。レベル3における、「フォールバック時に最後は人間が引き取って安全にできる機能」について、人間の役割や判断の是非について曖昧さが残り厳密に定義できていないのではないかと、課題が浮き彫りにされた。そして、結論としては、「一定レベルの合理的な安全検証(技術審査)を確立」して、自動運転に対する信頼性を社会的に確立することが、喫緊の課題であると指摘して、そのためのアプローチを提示して講演を結んだ。

議論は、多義に展開し、まず、上記(1)のコストの議論について、概ね、我々も合意しやすい観点である。例えば、ドイツの車メーカ主導の安全性環境とくみの PEGASUS でも採用されている。しかし、ドイツでは、人間の命のコストは計算できる対象ではない、とする法学者が多く、正反対の議論が起きているということも法学の専門家である稲谷氏から紹介され、簡単に割り切れるかどうか難しいということであった。

つぎに条件(2)については、人間—機械のインタラクションにおける責任境界があいまいであることが付きまとうという難点が指摘された。武田氏の立場からの現状説明では、レベル3実現が喫緊で現実的であるとの認識を共有しつつ、一部の参加者から早くレベル4実現に移行すべきであるとの理想郷への強い主張もあった。どちらも理解できるが、個人的には産業を育成するレベル3の段階を、しばらく綱あたりして、レベル4実現の技術達成を狙うことになるのではないかと考察した。

また、条件(3)は、上記の議論とも通じるが、自動運転が重要な産業であるとの共通理解から政治的配慮の一例として、前日、稲谷氏が披露したDPA(司法取引)による扱いなどを積極的に早期にとりいれることの必要性が再度浮き彫りになった。そうすればレベル3でも経済効果は非常に高いことが期待できる。

白熱した議論がつづくなかで、具体的な事例に即した問題点の顕在化がなされ、非常に勉強になった。



ロボットサービスのための社会的常識って何？

萩田 紀博(ATR知能ロボティクス研究所 所長)

複数のロボット、インターネット、センサー群と連携するネットワークロボットの概念を提案して16年が経過した。この間、携帯電話がスマホに代わり、IoTが本格化し、機械学習が当たり前になってきた。ELSI(倫理的・法的・社会的課題)なる用語も多用されるようになってきたがロボットサービスの研究開発で最も難しい点は社会的常識をどのように実装するかである。

はじめに、ロボットは少なくとも、センセーション(認識)、アクチュエーション(駆動)、インテリジェント・コントロール(知的制御)の3機能が必要であり、これら3機能を持ったサービスをロボットサービスと呼んだ。ロボットサービスは、本来、人でもできるが、人手不足、長時間労働、単純作業、多地点出張等の問題を解決するために人の代わりにロボットに代行した方が望ましいサービスで、特に、衛生面、人命(原発被爆、伝染病)、近所関係などの理由から人ではできないサービスに向いている。

ロボットやAIで今後の仕事はどう変わるのかについて、義足の走り幅跳びアスリートであるマルクス・レーム氏を取り上げた。氏の右足の義足に接する右膝を動かして、脳活動を調べると、健常者が反応する左脳の頭頂葉だけでなく、右脳の頭頂葉、触覚などを司る二次体性感覚野(側頭葉)も強く反応する。レーム氏自身、義足の右足に、地面がどう接しているか、石を踏んでも足のどこで踏んだかがわかると言う。義足から膝を通して脳に伝わる刺激を脳は健康な足と同じように認識でき、義足が彼の体の一部(サイボーグ)になっている。これは、脳と道具が一体化した新しい仕事が生まれてくる可能性を示唆している。

百寿社会の高齢者などの共通の課題である「孤独」という問題を「孤loneliness」と「独independance」にわけて考えた。高齢者は介護ホームや一人暮らしで淋しいという人もいるし、そうで無い人もいる。ただ、ロボットが高齢者の表情を認識して何かを話すのだけでは不十分であり、余計なお世話にならない「孤」の設計が必要になる。「独」に対応したロボットシステム設計では、人とロボットのハーモニアス(調和的)な協働システム「しゃべる半自律型車いすロボット」を紹介した。入居者が行きたい時に散歩でき、介護ヘルパーの負担軽減にもつながった。このことから、社会的常識やELSIの問題は、ユーザだけでなく、いろんな立場の人も考慮する設計が重要になることを示した。

【討議(間瀬 健二)】

萩田氏のこれまでATRで進めてこられた、ネットワークロボット研究プロジェクトの紹介を通じて、人機一体の話題と現代の孤独感について話題提供された。とりわけ、パラリンピアン走り幅跳

び選手の義足の一体化、100歳超の達人達(日野原重明氏対篠田桃紅氏の対話)から見る「孤独」の「孤」と「独」の見方、TEDで人気のあるSherry Turkle氏の「つながっていても孤独？」のビデオなどを題材に、話題に切り込んでいくというユニークなスタイルであった。



発表後、「孤独」について議論がつづいた。まず、孤独になる要因がはっきりしないという前提であるが、感情のないロボットでも、長く自発的なコミュニケーションをとれるようなロボットが提供できれば、必ず孤独化は防げるのかという質問があった。それに対し、人による、というという回答がされたが、スマホの場合もすべての人に影響があるとはいえず、人によるであろう。そうすると、新しいIoT・ロボットなど情報ネットワーク環境に対し、影響を受けて、孤独感を感じやすい人とそうでない人を区別することが可能となるのかどうか、科学的質問として生じる。神戸大の寺田氏が情報フィードバックの正反応と逆反応をする2タイプがあるという仮説で研究を進めているが、そのような情報感性の個人差を検査、評価する技術が必要になるかもしれない。

また、たとえロボットはうまくコミュニケーションができるようになって、やはり他者との関係においては孤独であるという「二人ぼっち」状態が生じるのではないかということも言及された。その二人ぼっちの相手は、ロボットにかぎらず、AIエージェントだったり、杖だったりする。それは、自分の中にいる他者(あるいは自分の分身)との対話であるとも考えることもできよう。思考やコミュニケーションにおいて、そのようなモードは存在しうるが、それが促進された未来社会において、他者とのコミュニケーションがどう変遷していくのか、興味のあるところである。

ELSIの問題についても意見が交換された。利用者の心理状態に影響が観察されたとして、どのような法的措置が起こされうるかという点は興味深い。米国では、社会全体の利益とのバランスと影響の度合いの証拠が重要になるところ、欧州では個別の権利が侵害されるかどうか重要になっているという意見もあった。我々は人が環境知能に適應しているととらえることも抵抗がないが、人間の本質があると考えている民族においては、人が適應していると考えず、本来の道からそれたという解釈をすることもあるなどの意見があった。新規技術へのユーザの適應とその解釈に民族や文化差も考慮していく必要があることが浮き彫りになった。

人工知能倫理と社会との係わり

中川 裕志(理化学研究所革新知能統合研究センター グループディレクター)

1. はじめに

人工知能の倫理が世界中で議論され、いくつかの提案がなされている。ここでは、IEEE EAD (Ethically Aligned Design) version 2 を中心に、人工知能倫理としてどのような内容が議論されているのかを紹介する。具体的には人工知能の悪用、説明責任などについての議論と問題点を提示し、同時にこれらのテーマに関係に深い EU の GDPR (General Data Protection Regulation)(2018 年 5 月 25 日施行) との関連も検討する。

2. AI の絶対視を避ける

現在の AI は学習に使った入力である教師データおよび具体的な問題として与える質問データに依存して結果が変わるシステムである。にもかかわらず AI システムの出した結果を客観性があるかのごとく振りかざして、公平性、公正性、正統性、妥当性があるとして扱い、一部の人に不利益が生ずるような悪用が懸念されている。

IEEE EAD ver2 ではこのような悪用を防ぐために、AI 倫理教育の実施、内部告発の制度的保証、救済策を立法化、保険などの経済的救済策を実施することを提言している。この倫理指針と並行して 2018 年 5 月 25 日に施行された GDPR (EU の General Data Protection Regulation) ではその 22 条に、「計算機(実際は AI)のプロファイリングから自動的に出力された結果に服さなくてよい権利」を明記している。具体的には、個人からの申し立てがあった場合、(1) 入力データの開示、(2) 出力結果の説明を当事者の人間が行う、という方法で対処するそうである。

3. XAI から外部観測用の AI への脱却

しかし、AI が絡んでいる場合、上記の方法のうち (2) はおそらく人間の手に余ると思われる。対策として考えられているのは説明可能な AI (eXplainable AI: XAI と略記) であり、最近研究が盛んになってきている。しかし、従来から結果の説明を人間に理解可能な形で行うのは困難なタスクと考えられてきたし、最近では Google の AI 開発トップの一人である Norvig が XAI に疑問を呈している。

単独の AI ではなく、複数の AI が共同ないし競合的に動く AI ネットワークの場合、その動きは予測が難しく XAI の困難さはさらに倍化する。実際、10 年前から金融市場に投入された各社の AI トレーダが競合した結果、個別の AI は正しく動くにもかかわらず、相場の習慣的クラッシュが何度も発生している。そこで、個別 AI 内部に説明機能を組み込む従来の XAI ではなく、AI ないし AI ネットワークの挙動を外部から観測し、まずい動きが予想される場合は即時に停止させる方法が有力と考えられる。技術的には異常値検出という機械学習の活用が期待される。さらに製品としての開発時、実稼働前のテストにおいても、外部観測する AI システムを同時に開発し、十分なテストを行って実用に供する方法が有力である。この方法であれば、単独の AI だけではなく、AI ネットワークのテストに拡大できる可能性も高い。

外部観測用の AI が信用できるかどうかが残さ

れた問題である。つまり、外部観測用の AI に人間にとっても納得し得る AI であるかが課題となるため、今後の AI 研究の重要なテーマとなる。



4. 外部観測用の AI を法制度において位置付ける方向の提案

このような外部観測用の AI が十分な能力を持てば、法的な責任の分解が容易になる。一例として、ウゴ・パガロが著書「ロボット法」で書いている、相当程度に自律的な AI の責任、免責、厳密責任、被害の法的な扱いの根拠を与えてくれる可能性がある。

自律的に動く AI は AI トレーダ、自動運転車、自律 AI 兵器、医療用 AI、創作活動をする AI など多くの分野で導入が進むと予想されるので、それらの法的な位置づけを作り出していくことが社会における AI 利用の重要な課題である。

【討議(稲垣 康善)】

NewsWeek 日本版の「14 億人を格付けする中国の「社会信用システム」本格始動へ準備」などという見出しを見ると、AI の悪用が心配になるのも尤もだろう。個人情報保護との関連から IEEE EAD Version 2 と EU の GDPR の紹介に始まり、人工知能に社会がどのように関わっていくべきかについての重要な論点が議論された。

人工知能の悪用への対処についての話題では、人工知能に対して文句を言える社会制度の重要性が指摘され、ヨーロッパで施行された GDPR の 22 条が、「計算機(人工知能)のプロファイリングから出てきた決定に服さなくてもよい権利」を認めていると、そして、その具体化には、IEEE EAD ver.2 でも同じことを言っているが、出力された決定に対するアカウントビリティが求められていると紹介された。しかし、膨大なデータを学習することによってアルゴリズムを獲得する現在の人工知能について、人工知能がその結論に至った推論や入力データを明確する仕掛けを予め組み込むことは極めて難しい。ましてや人が人工知能の学習過程を含めどのように学習したか、一つひとつのデータがどのようにその学習に関わったかを分析し明かにするのは極めて困難あるいは不可能だろう。AI トレーダーが引き起こした市場の混乱の例を見ればそのことが実感できるだろう。そこでは、幾つかの AI トレーダーがゲームを繰り広げ、混乱した世界が出現した、個々の AI トレーダーはおかしくなくても。この困難を克服するのに、問題の AI の行動を監視する AI を作るのが良いと考えたと、しかし、その監視する AI が信用できるかという問題が生じるのではないかと危ぶ。ではどうするか、信用できる AI のネットワークの構築というアイデアがあるが、現実にはどのようにインプリメントするか、それが問題であろう。

もう一つの話は、人工知能技術の活用を考えて、プライバシーの保護だけでなく、個人情報に適切にアクセスする AI システムの設計に関する話

題として、生れてから死ぬまでの全てのデータを蓄積し知っている AI 代理人や個人情報銀行なども話題になった。

AI にもレベルがある。完全に自律的に行動する AI、限定的な自律的行動をする AI、ツールとして

の AI、それぞれにどのように対処するのが良いか、工学的あるいは技術的な視点だけでなく、人文社会科学的な視点から、もっと言えば社会の、そして人々の考え方を考えるような視点からも深く考えて行くことが必要であろう。

「AIとIoTだけでない、先端技術にはいつも光と影がある」

土井 美和子(国立研究開発法人情報通信研究機構/奈良先端科学技術大学院大学 監事/理事)

自動運転システムなどの社会システムは、AI(人工知能)やビッグデータ、IoT(Internet of Things)などの情報技術の活用なしに語る事が出来なくなっている。

・つながることの影

先端科学技術の影は、資源の枯渇、地球温暖化、オゾン層破壊など光のあるところ影ありといえる。しかし、情報科学技術(IT)では、ネットワーク化によりつながることが、影の広がりを顕著にしている。その一端はサイバー攻撃に見ることができる。情報通信研究機構(NICT)は大規模サイバー攻撃観測網(NICTER)を構築し、2005年からサイバー公的関連通信を観測している。NICTER ダークネット観測網(約30万IPアドレス)において2017年に観測されたサイバー攻撃関連通信は合計1,504億パケット、1IPアドレス当たり約56万パケットとなり、総観測パケット数は2012年と比べて10倍以上になっている。10倍に増えたサイバー攻撃の半数以上がIoT機器へのものである。

AIやロボットにより半数近い労働が代替されるという研究が発表された。一方OECD調査ではその割合は14%であるが32%の中身は変化し、再教育が必要とされている。

スタートアップなどの資金集めでは、成果を誇大化する傾向がある。メディアやSNSなどによりさらに誇大化される傾向があるのが課題である。行き過ぎた例としては、血液検査ベンチャーTheranos社などがある。

・つながることの光

保険業は、紀元前2250年頃のハムラビ王時代に隊商間で損害保険に類似の取り決めがあったといわれる古い職業である。その古い保険業でもAIとIoTを活用した新たな業態が生まれている。従来のドローン保険は自動車保険と同様にドローンを保有する運転者の能力に応じて、年間の保険料が決まっており、例えば年間11万円程度である。それに対して英国フロック社の保険に係るマルチステークホルダー間の情報のやり取りすることで、特定期間の特定活動のリスクを補填する保険とし、飛行1時間当たり760円という低価格を実現している。である。このように4400年近く続く保険業もAIとIoTにより、リアルタイムデータに基づきTPOに即したサービスを提供すべく変化している。

カナダの奨学金財団が2030年の新職業について、必要な知識なども含めて検討している。すべてが全く新職業という訳ではなく、IoTで得られたデータを活用して従来異業種であったものが統合

するなどしている点に特徴がある。これが、OECDが指摘した32%の職業でリカレント教育であり、対象分野のデータを適切に収集し、解析・活用する能力を身に付けることである。

百寿社会では、高齢者の体力増強と補完により労働参加を促進し、女性の就業を促すために保育園の人手不足を補完せねばならない。そのためにも、影の部分に対処しつつ、AIやロボットの導入が必須である。

【討議(稲垣 康善)】

光があれば影があるのはあたりまえ。インターネットにSNSやIoT、社会のネットワーク化は先端の情報技術の影の広がりを顕著にしているという。大規模サイバー攻撃、血液ベンチャーTheranos社の詐欺事件やMagig Leap社の動画特撮映像で22億ドル集めの詐欺まがい、メディアやSNSの情報誇大化、SNSを使った犯罪、かたやAIやロボットが多くの労働を肩代わして人から職を奪うのでは、などなどという。

光の部分、例えば、ネット化した世界では、利用者にとっては素晴らしいサービスも生み出している。英国フロック社のドローン保険は、運転者のドローン操縦経験、利用時間、運行地域、航空機などの飛行状況、その時の運行地域の気象情報など、リスクに関係する情報を関係のステークホルダーから収集して保険料を算出することによって、従来の方式より遙かに安価な保険を提供するという。我が国では、どうだろう。このような仕組みを実現するには、多くの関連するステークホルダーからの、そしてそれらの間のデータのスムーズなやりとりが必要である。各ステークホルダーはデータを持っていても、バラバラで互いに利用できないでは困る。行政組織ごとの規制や従来の社会的観念などが壁になってなかなか前に進まない。ネット化された組織は、地域を、国境を超え、時間の壁をも超え、さらには様々な領域を超えて全てのモノが繋がるオープンな世界である。特区の中なら社会実験も可能と思うから、良いことも悪いことも含めその実験結果にもとづいて法律やメディアの関係者と技術者が情緒的でなく論理的に議論を進め、社会的な信頼のもとあらゆる情報を適切に利用できるようなことが喫緊の課題であろう。



『AIが埋め込まれた社会はようになるか』ではなく『どうできるか』を考える

堀 浩一 (東京大学工学系研究科 教授)

AI(Artificial Intelligence) に対する期待と不安の両方が高まる中で、我々人工知能研究者は、今何をなすことができるだろうか？

まず、今後の AI の姿は、マスコミでよく報道されるような人間代替型の AI ではなく、社会のあらゆる所に、見えない形で埋め込まれ、相互に接続された AI たちであることを確認しておきたい。そのような AI が埋め込まれ相互に接続された社会においては、我々がどんなに注意深くそれぞれの AI の要素を設計したとしても、全体として予期せぬ事態が出現する可能性は否定できない。

それに備えるためには、今のうちから、AI 研究者と人文社会科学研究者が協力する必要がある。「AI が埋め込まれた社会がようになるか」ではなく、「どういう社会にできる可能性があるか。その可能性の広がり。今何をできるか。なすべきか。」を議論しよう。

おそらくは、人間社会におけるいくつかの重要概念の定義を変化させざるをえないであろう。概念の分節が discrete でなくなるという可能性がある。概念の連続的な広がり生まれそうである。これを液状化と呼びたい。液状化と呼ぶ理由は、境界が固定されず変化すること、それが適用される範囲が流動的に広がりを持つこと、他の液状化された概念と混じり合う可能性があることである。いろいろな重要概念の液状化を許容して社会制度を設計せざるをえないのではないか。

連続的な広がりを持つことになりそうな概念を列挙すると、次の通りである。「道具」「道徳的被行為者としての他者」「道徳的行為者としての自己」「自律的な個人の自由意志」「説明可能性」「責任」「権利」「仕事」「公平」「プライバシー」「生と死」。

社会科学の世界で前提とされていたフィクションを少しずつ緩和して、液状化された概念に対応する社会システムを議論したい。

そこにおいて、我々は、
(人間 + 将来の AI) > (古典的 AI 観の延長上の人間代替型 AI)
とすることを目標として設定したい。

【討議(稲垣 康善)】

無責任に「人工知能が埋め込まれた社会がどうなるか」という議論をするのではなく、「人工知能技術を持つ社会をどういう社会にできるのか、その可能性と広がりを考え、今何ができるか、何を成すべきか」を議論するのが良く、AI 研究者と人文社

会科学研究者が協力する必要ある、と考えを述べ、「AI に対峙する人間でなく AI を共にする人間社会」、「AI は人間に置き代わるものではない、AI 技術は人間社会を支えるインフラになる」、「AI ネットワークは国境を越える」をキーフレーズにして話が進められた。



人間代替型 AI や独立型 AI はもちろんデータからの機械学習も AI のごく一部にすぎない。AI は、目に見えない形で社会に埋め込まれ、相互に接続されて、人間と相互作用したり、機械同士が相互作用したりして、動くようになる。このような AI やロボットが埋め込まれようとしている社会では、これまでどおりの通念の下では議論が難しくなると指摘された。例えば「自律的な個人の自由意思」という概念。自動運転車の事故に対するアカウントビリティの問題などはその例であろう。事故の責任は、その使用者か、自動運転 AI か、販売会社か、あるいはその他自動運転のためのインフラか、どのように考えれば良いのか。従来のように運転者の責任というわけにはいかないだろう。そこでは、「自律的な個人の自由意思」の下に運転をしていると想定されるドライバーに責任を求めるといふにはいかないだろう。考えてみれば、「自律的な個人の自由意思」という概念はフィクションであり、絶対的な概念でなく、社会システムを運用するために人間が作った概念である。社会システムが変わればその見直しが求められても当然であろう。同じように多くの概念の境界が曖昧になり液状化すると指摘された。AI が埋め込まれる社会の設計には、AI 技術者ばかりでなく自然科学者、人文社会科学者との協力が必要な所以であろう。

稲谷氏の話提供に始まった今回のフォーラムはどのプレゼンテーションも議論風発、刺激的で有益であった。この堀氏の話も、フォーラム締めくりにふさわしい活発な討論であった。その討論の中で、「自律的な個人」というような「個を中心におく思考」に対して、「個々の人間と AI の集まりとしてではなく共同体として人間社会とネットで繋がれた AI システムを考える」というのは、これからの AI 社会の構築の議論を進める上での議論の対立軸になるとの指摘があったことを付言しておこう。

会 議 開 催 報 告

「第18回 理事会」開催

平成31年2月8日(金)17:00より、キャッスルプラザにて、第18回理事会が開催されました。

今回の理事会は、

- ① 2019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 事務局長退任に伴い後任事務局長任命の件
- ③ 第18回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18回 評議員会」開催

平成31年3月15日(金)17:00より、キャッスルプラザにて、第18回評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

- ① 2019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

が審議され、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



会議の様子

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)

■第17回パーベイシブコンピューティングとコミュニケーションに関する国際会議2019 The 17th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (IEEE PerCom 2019) K29FSXXII第118号

開催責任者：安田 慶一(奈良先端科学技術大学院大学 教授)
開催期間：平成31年3月11日～平成31年3月15日
会場と所在地：国立京都国際会館(〒606-0001 京都府京都市左京区宝ヶ池)
参加人員：370名

<成果>

本国際会議は、モバイル、ユビキタス、パーベイシブコンピューティングの基盤研究及びその応用に関する世界最高峰の国際会議である。毎年、当該分野のトップ研究者が集い、無線ネットワーク、モバイル/分散コンピューティング、センサーシステム、環境知能、スマートデバイス、スマートシティ等に関する最新技術の研究討論し、社会変革に寄与することを目的としている。

モバイル・ユビキタス・パーベイシブコンピューティングの分野では、電子情報通信学会や情報処理学会などの国内学会も関連研究会を多数有し、世界的に優れた研究成果創出を目指して多数の研究者が努力を続けている。本会議を日本で開催したことにより、それらの研究者の国際交流を更に促進すると共に、我が国の当該分野の優れた研究を海外にアピールすることができた。

また、今後は従来とは異なる分野横断的な新しい技術・サービスが創出されることが期待され、ICTを必要とする多くの社会的課題に対するスマートな解決や指針が議論・共有されることにつながった。このように、トップレベルの知が一堂に会する機会を創出できたことは、我が国の研究者や開発者に対する研究の方向性決定などにおいて多大な影響をもたらすことができ、我が国の学術レベル向上の観点における意義およびインパクトは計り知れない。

さらに、本会議では過去17回の歴史で最高となる34の国と地域から370名の参加者を集め、我が国の技術力・研究力を世界に向けて発信する貴重な機会であったとともに、国際共同研究や連携を促進する足がかりとしての役目を果たしたものと考える。加えて我が国における優秀な若手研究者の育成や国際化の促進にもつながった。

■第24回ヴァーチャルリアリティのソフトウェアおよび技術に関するACM国際シンポジウム 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology K29FSXXII第119号

開催責任者：森島 繁生(早稲田大学先進理工学部 教授)
開催期間：平成30年11月28日～平成30年12月1日
会場と所在地：早稲田大学国際会議場内 井深大ホール(〒169-0051 東京都新宿区西早稲田1丁目20-14)
参加人員：378名

<成果>

本年のシンポジウム(以後VRSTと記載)は、24度目の開催にして過去最大となる378名の集客があり、4日間の会期は盛況のうちに終了した。本会議中は Epic Games の Nick Whiting氏、東京大学教授の石川正俊教授、および南カリフォルニア大学の Hao Li 准教授の三名を招待講演者として招待した他、国内のスポンサー企業6社からは各社でのVR技術に関する講演もあり、産学におけるVR関連の最新技術やソフトウェア実装などについて、貴重なお話を伺うことができた。また、一般公募から選ばれた論文セッションは採択率が20%程度という高い競争率となり、質の高い発表が多数行われた。また、ポスターならびにデモ展示についても一般公募から採択された74件が発表され、多くの参加者との間で、活発な研究ディスカッションを行うことができた。

今回、VRSTの開催を通して得られた最大の成果は、学術界のみならず、招待講演者や国内のスポンサー企業等、産業界からも多くの発表者を招いたことで、広く産学が交流できる機会を提供できたことである。一部の参加者からは、この産学交流を通して、産学ソフトウェアの機能(Epic Games社のUnreal Engine)が研究用途のために機能拡張してもらえたとの報告もいただっており、この成果を強く感じている。

また、今回、VR技術の隆盛という追い風を受けて、過去最高の参加者を記録できたことは、来年以降のVRSTならびにVR技術全体の盛り上がりを継続する上で、大きな意味を持つ。来年度のVRSTは豪州・シドニーでの開催を予定しているが、同じく豪州・ブリストルで開催されるSIGGRAPH Asia と共に、今年度以上の盛り上がりを期待したい。

■ユニバーサル音コミュニケーション国際シンポジウム2018 K29FSXXII第120号

開催責任者：鈴木 陽一(東北大学 教授)

開催期間：平成30年10月22日～平成30年10月24日

会場と所在地：東北大学知の館、東北大学電気通信研究所(仙台市青葉区片平2-1-1)

参加人員：132名

<成果>

本国際シンポジウムは、2018年10月22日～24日の3日間にわたり開催した。会議では、相互に深い関連を持つ、(1)聴覚と空間音響、(2)音声コミュニケーション、(3)聴覚を含む多感覚知覚に関する脳科学、(4)音声と音楽のためのAI(人工知能)、(5)聴覚を含む多感覚情報の感性知覚心理、の5分野ごとに国内外の最先端研究者が一堂に会し、ディスカッションと国際セミナーを集中して実施することで研究動向を共有し、本分野の近未来の社会実装から少し遠い将来の姿まで多様な将来像の描出を狙いとした。

会議は、上記5分野の最先端研究者による基調講演と多数の招待講演に加え、中堅研究者、若手研究者、大学院生による口頭発表およびポスターセッション、総合パネル討論で構成され、全参加者の情報共有と意見交換を可能とするためシングルセッション型とした。これにより、相互に深い関連を持つ上記5分野の最先端の研究動向を共有することが可能となり、分野間交流による相乗効果により、コミュニケーション科学技術分野の広い範囲に波及するものと期待できる。

また、若手育成を重視し、大学院生、学部学生に向けたチュートリアル講演も企画された。若手研究者間同士の活発な交流が促進され、学際コミュニティーの形成や今後の新しい発想の礎が作られた。これにより、将来のこの分野の世界連携、学際連携の種を实らせ得る基盤が作れたものと自負する。

また、若手育成を重視し、大学院生、学部学生に向けたチュートリアル講演も企画された。若手研究者間同士の活発な交流が促進され、学際コミュニティーの形成や今後の新しい発想の礎が作られた。これにより、将来のこの分野の世界連携、学際連携の種を实らせ得る基盤が作れたものと自負する。

■International Engineering Design Challenge 2019 in Akita(IEDC2019) K30FSXXIII第121号

開催責任者：野村 松信(秋田公立美術大学 美術教育センター 教授)

開催期間：平成31年3月12日～平成31年3月17日

会場と所在地：<1>秋田県青少年交流センター(秋田市寺内屋敷3-1)

<2>ハイランド山荘(仙北市田沢湖生保内駒ヶ岳2-31)

参加人員：51名

<成果>

今回の国際デザインワークショップ(IEDC2019)には、国内の3大学(秋田公立美術大学、室蘭工業大学、岐阜市立女子短期大学)およびタイと台湾の大学(チェンマイ大学・ナレスアン大学・台中科技大学)から学生26名が参加し、地元秋田の新たな芸術的価値の発見や伝統的な美術工芸分野の地域産業の活性化に繋げるため「Traditional Crafts with IoT (Internet of Things)」をテーマに開催した。

ワークショップは、国籍や専門分野(工学、流通、デザインや美術など)が異なる分野の学生同士が合宿形式で実施し、1グループが5～6名で構成され

た5つのグループを編成し、グループワーク、中間プレゼン(複数回)と最終プレゼンテーションを実施した。

コラボレーション作業によりこれまでには無い全く新しいかつ斬新なアイデアによる試作品を作成し、最終プレゼンテーションを実施した。ワークショップの開催状況(詳細スケジュール、グループ作業、中間プレゼン、最終プレゼンテーション、小旅行などの交流活動の様子)は、下記のホームページに公開している。

<http://www.akibi.ac.jp/~nomura/iedc2019/>

■The 8th Joint International Semantic Technology Conference(JIST)2018 (第8回セマンティック技術合同国際会議) K30FSXXⅢ第125号

開催責任者：古崎 晃司(大阪大学 産業科学研究所 准教授)
開催期間：平成30年11月26日～平成30年11月28日
会場と所在地：淡路夢舞台国際会議場(兵庫県淡路市夢舞台1番地)
参加人員：98名

<成果>

第8回セマンティック技術合同国際会議(JIST 2018)は、2018年11月26日から28日にかけて、淡路夢舞台国際会議場にて開催された。セマンティック技術は、計算機が情報の意味を理解して自律的に処理を行うための技術であり、膨大な情報がウェブを介して流通している昨今において、情報の意味を適切に解釈した知的システム実現のための重要な基盤技術と位置付けられる。本国際会議は、アジア地域を中心としたセマンティック技術の研究者が一堂に会し、最新の研究成果の発表を通して新たな研究コミュニティの形成を目的としている。

今回の会議では、セマンティック技術に関する基盤技術から応用まで幅広い研究発表が行われた。具体的には、23件の口頭発表に加え、基調講演1件、招待講演1件、12件のポスター・デモ発表、チュートリアル2件、ワークショップ2件が行われた。発表内容は、知識の意味を適切に扱うためのオントロジー、推論、知識グラフなどに関する技術、自然言語処理や質問応答技術、データ管理技術、行政データのオープン化、生

命科学分野への応用技術など、多岐のトピックにわたって活発な議論が交わされた。また基調講演ではスマートシティへの応用、招待講演では自動運転への応用をテーマとした講演が行われ、それぞれの応用分野におけるセマンティック技術の課題と展望について紹介された。さらにチュートリアルでは、セマンティック技術の産業応用についての実用的な講習も実施された。

本国際会議には15カ国から98名の参加者があり、うち国外からの参加者は33名であった。海外からの参加者は、韓国、中国、タイなどのアジア諸国に加え、UK、ドイツ、チェコなどヨーロッパからの参加者もあり、国際的な技術交流を通じた研究コミュニティの形成に十分な貢献ができたと言える。また、今回で2度目の日本開催となるJISTであったが、論文投稿数、参加者数ともに、ここ数年内の最高記録を更新しており、国内外におけるセマンティックウェブ技術への関心の高まりと共に、日本がこの国際会議を牽引している立場にあることを国内外に示すことができた。

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)

■リザーバ・コンピューティングによる脳からの知能の創発

K27特第3号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

脳から創発される知能の源泉は、「多様性を生み出す」能力と「多様性から秩序を生み出す」能力にあると考えた。この考えは、1970年代から提唱されている神経ダーウィニズム仮説に遡る。最近の計測技術の進歩により、神経細胞には豊かな個性があること、さらに、神経活動パターンは複雑であるだけでなく規則性もあることが、神経ダーウィニズム仮説の状況証拠として示され注目を集めている。しかし、その次のステップとして、どのように静的なネットワークから動的な規則性が生まれるのか、さらには、どのように多様性から規則性が生まれるかは実験的に検証されていない。

本研究では、神経細胞の分散培養系を対象とし、その自発活動を研究対象とした。神経細胞の分散培養系では、ラット胎児の神経細胞をシャーレ上に播種すると、やがて各細胞は神経突起を伸張し、自己組織的に神経ネットワークを形成し、自律的に活動を始める。このような脳の自律性や自発活動は、人工的な計算機とは決定的に異なる特徴の一つである。興味深いことに、脳の自発活動は、刺激で誘発される活動よりも圧倒的に多い。脳の自発活動のダイナミクスは、生物学的な知能(≠人工知能)、意識的な知覚システム、創造性など、脳における

高橋 宏知(東京大学先端科学技術研究センター 准教授)

さまざまな創発現象の源泉かもしれない。

本研究では、まず、自発活動の時空パターンは高い再現性を示すとともに、豊かな多様性(レパートリ)を示した。このような再現性と多様性は、それぞれ、脳の記憶の安定性と容量に関連するとも考えられている。次に、細胞レベルで静的な神経ネットワーク構造を可視化したうえで、動的な活動パターンを調べ、自発活動の多様性や階層性が獲得されるメカニズムをネットワーク構造の観点から考察した。さらに、自発活動における同期バーストは予測不能な現象だと考えられていたが、神経回路の局所的なダイナミクスから予測できることを示した。これは、神経回路の状態に応じてフィードバック刺激を与え、混沌とした自発活動から秩序ある状態を作り出させることを裏付けている。

これらの知見は、リカレント・ニューラルネットワークによる計算方法として注目されているリザーバ・コンピューティングに大きな示唆を与える。高性能なリザーバ・コンピューティングの実現のためには、豊かなダイナミクスが計算能力のカギを握る。脳を高機能なリザーバとみなせば、高性能なリザーバ・コンピューティングを実現するために、今後も脳活動のダイナミクスに学ぶことは多いと考ええる。

■人工知能による人間の論理思考能力向上としての物語生成システムの研究

K27研XX第460号

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、(1)物語作成支援システムを用いたコンテンツ作成、(2)感情とゲームを用いた物語自動生成システム、(3)論理的思考力向上支援システムについて検討した。

(1)物語作成支援システムを用いたコンテンツ作成では、物語知識を共有することで物語を作成する際の支援となるシステムを提案した。物語知識とはユーザの世界観によって異なるIF-THENの形式に書き起こした情報として定義する。本システムは共有する物語知識について簡単に蓄積できるインタフェースがあり、途中で物語の変更をすることのできるWHAT-IF機能がある。WHAT-IF機能とは、IF-THENで定義された物語が構築されている時、IFの部分を変更(WHAT-IF)することで物語の展開を複数備え持つ機能のことである。本システムは物語の半自動生成を行うシステムであり、ユーザは以下のように物語を作成する。1) 既存の物語知識を用いて物語を生成する。2) WHAT-IF機能を用いて物語を修正する。被験者を用いて本システムの有用性について評価した。

(2)感情とゲームを用いた物語自動生成システムでは、リアルタイムのプレイヤーの感情に応じて、自動的にコンテンツを展開するゲームベースの物語自動生成システム

角 薫(公立はこだて未来大学情報アーキテクチャ学科 教授)

を開発した。本システムのアイデアは以下の通りである。1) 現実ではあり得ない不思議な道具を設定しそれをプレイヤーがハンドコントローラーを用いることにより物語を展開する。2) プレイ中のプレイヤーの感情をリアルタイムに取得し表情によりFACS(Facial Action Coding System)の感情を取得し、それに応じたコンテンツ側のリアクションを出力する。3) プレイヤーの動作と感情の履歴によりテキストを出力する。被験者を用いた実験を行うことによりシステムの有用性を評価した。

(3) 論理的思考力向上支援システムでは、論理パズルに対して解答と論証を行うことで子どもの論理的思考の向上を支援するシステムを開発した。2020年に初等教育でのプログラミング教育必修化に伴ってそれに相関があるとされる論理的思考力に着目されているが、論理的思考力の教育はその成果の認識し辛さからあまり進んでいない。そこでパズルを用いることで成果を示し、その論証を評価することで学習できるのではないかと考えた。本システムは穴埋め問題や選択肢問題を軸に開発を行う。初めに論理パズルを提示し解答する。次に解答に至った理由について文節を並べて貰うことで論証する。それに対して解答の整合性を表示し改善方法を提示する。検証としては、小学生を対象に事前実験と本システムを学習してもらいその比較を行った。

■ウェアラブルセンサーを利用した臨床でのインシデント発生状況モニタリング技術の研究

K27研XX第469号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究開発では、医療機関の中でも特にインシデント発生率が高い看護業務を対象に、ウェアラブルセンサーと医療ビッグデータを活用し、インシデント発生に至った看護師の業務状況を可視化し、発生率が高まる労働条件を定量的に抽出するインシデント発生状況モニタリングシステムを研究する。従来、患者の重症度や入院計画にあわせた人員配置計画、病院・病棟の職場マネジメント方法は看護師個々の経験値に依存しているが、本研究により、患者の入院計画や手術計画など客観的なデータに基づいた最適な人員配置計画やマネジメント方法を実現し、医療の安全を確保することが可能となる。

ウェアラブルデバイスを用いることで看護師の位置情報・行動情報を定量的に収集し、数値化することは可能であるが、客観的指標を用いて評価するためには指標となるものが必要である。それは、位置情報や行動情報から看護師の行動が明らかになったとしても、どのよう

白水 麻子(熊本県立大学総合管理学部 准教授)

な看護師の行動がインシデントにつながるかを明らかにすることができないためである。インシデントを誘発する環境としての因子を明らかにするためには、数値を評価するための指標の存在が重要となる。エラー発生要因に関する先行研究として、労働安全の分野では「長時間労働」「疲労」「緊張度」といったものが因子であると特定されている。

看護スタッフをとりまく環境についてウェアラブルデバイスを用いて数値化を行い、インシデントに関連して分析することで、インシデントを評価するために客観的指標を明らかにし、安全な医療現場の創設を行うことができるようになる。その際には、「連続業務率」「業務時間率」「業務頻度率」「緊張度」「単一時間緊張度」「業務集中度」「単一時間業務集中度」「業務中断率」「情報共有率」という指標にそってインシデントの発生因子を定量的に分析することができた。

■講義資料を用いた聴覚障害者向け要約筆記文作成システムと講義アーカイブへの応用

K27研XX第470号

近年、聴覚に障害のある学生が、大学などの高等教育機関で健聴者と一緒に講義を受ける機会が増えている。その際、聴覚障害学生が講義の内容を理解し、健聴者と同じように講義を受けられるような情報保障が求められる。現在行われている情報保障の一つに、パソコンを用いた要約筆記がある。これは、健聴者が講師の発話内容をパソコンのキーボードを使って高速にタイプし、聴覚障害者がその内容を見る方法である。大学などの高等教育機関で行われる講義は、専門用語などパソコンのキーボードで入力することが難しい語(以下、難入力語)が多く、その語の入力に時間がかかり、要約筆記文の提示が遅延するといった問題が生じている。

まず、大同大学情報学部情報システム学科で実際に行われている講義を撮影した。講義名は「デジタル信号処理」と「音声画像処理」であり、難入力語が多く含まれている。講義時間は各回最大90分で、18回の講義を撮影し、そのうちのいくつかを後の分析に使用した。

PowerPointなどを用いて作られた講義資料(以下、講義スライド)は、講義を理解するうえで重要である。このことは、講義の内容を正確に伝える要約筆記においても重要である。講義スライドの情報を積極的に活用して、要約筆記文を作成するシステムを研究開発した。まず、講義スライドを分析し、そこに現れる難入力語を使って、言語モデルを調整した。このことによって音声認識の精

竹内 義則(大同大学情報学部情報システム学科 教授)

度を高め、難入力語を認識しやすくした。

要約筆記にはIPtalkというソフトウェアが多く用いられている。そのため、IPtalkと連携し、難入力語が発話されるとその語を要約筆記者の画面に表示し、対応するファンクションキーを押すことによって要約筆記文に入力することができるエディタを開発した。

音声認識による難入力語抽出実験を行った。収録した実際の4つの講義音声を用いて実験を行った。その結果、全体として再現率88%、適合率90%の高い結果を得た。

本研究により、聴覚障害者が健聴者と同じような教育を受けられる環境が整えられる。講義アーカイブに字幕を挿入することも期待される。大学での講義といった難しい内容のビデオでは、字幕は、聴覚障害者だけではなく、健聴者にとっても有益である。講義アーカイブの充実化も期待できる。今後の課題として、大同大学にも聴覚障害者が在籍しており、実際の聴覚障害者に要約筆記文を作成して講義の情報保障に用いることがあげられる。また、講義アーカイブを作成し、その字幕作成を行うことも今後の課題である。

以上の成果は、福祉情報の分野で著名な国際会議であるInternational Conference on Computer Helping People with Special Needsと電子情報通信学会福祉情報工学研究会に発表した。

■マルチモーダル情報融合を可能にする言語のベクトル化技術

K28研XXI第475号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

自動質問応答や対話システムなど、自然言語で書かれたテキストを入力とするアプリケーションにおいて、テキストの内容を理解し処理することが重要な課題である。言語は表現力が高く、同一の内容であっても様々な単語や言い回しを用いて表すことができる。このような同一の事象や概念、意図を異なる言語表現で表すものはパラフレーズと呼ばれており、自然言語を入力とするシステムにおいて重要な要素である。例えば自動質問応答において、ある質問に対する回答をシステムが保持していても、同じ質問が別の表現で入力されると回答できなくなってしまう。パラフレーズを認識し処理することで、質問に柔軟に答えることが可能となる。また対話システムではシステムが生成する発話をユーザの年代や性別、嗜好に応じて適した表現にパラフレーズを用いて変換することで、ユーザの満足度を高められると期待できる。

本研究ではこのようなパラフレーズを主題とし、(1) 構文構造に基づきフレーズを単位とするパラフレーズを抽出する手法、および(1)の成果を応用した(2)フレーズのベクトル化手法の開発に取り組んだ。既存のパラフレーズ抽出に関する研究では文単位のパラフレーズを対象としてきた。パラフレーズを上述のようなシステムで応用するには、文単位のパラフレーズでは粒度が大きく、効果的に利用することが困難である。そこで(1)ではより粒度の細かいフレーズを単位とするパラフレーズ抽出を目的とし、文単位のパラフレーズペアにおいて同一の意味をもつフレーズを対応付けることでフレーズ単位のパラフレーズを自動的に抽出する手法を開発した。提案手法は自然言語処理分野の主要国際会議であるEMNLPにて発表している [1]。フレーズを単位とするパラフレーズの

荒瀬 由紀(大阪大学大学院情報科学研究科 准教授)

収集はこれまで例がなく、高い評価を得ている。また構築した評価データは、Linguistic Data Consortiumにて公開しており [2]、言語資源に関する国際会議である Language Resources and Evaluation Conference (LREC 2018) で発表を行った[3]。

(2) では、(1)の成果を応用し、フレーズのベクトル化に取り組んだ。テキストは画像や音声のような数値データとは異なり、離散値である。そのため、計算機で演算するには数値的な表現であるベクトルに変換する必要がある。(1) で開発した手法を既存の文単位のパラフレーズコーパスに適用し、フレーズを単位とするパラフレーズを大規模に獲得した。これを学習データとし、ニューラルネットワークを訓練することで、高精度なフレーズ・文のベクトル化を実現した。文のベクトル表現を評価するための標準的なベンチマークにおいて、提案手法同様にパラフレーズを用いる既存手法と比較し、顕著な性能改善を達成している。

[1] Y. Arase and J. Tsujii: Monolingual Phrase Alignment on Parse Forests, in Proceedings of the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2017), pp. 1-11.

[2] LDC2018T09: <https://catalog.ldc.upenn.edu/LDC2018T09>

[3] Y. Arase and J. Tsujii: SPADE: Evaluation Dataset for Monolingual Phrase Alignment, in Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018).

■発達障害者へのコミュニケーション支援のためのロボット遠隔操作技術の開発

K28研XXI第477号

熊崎 博一(金沢大学子どものこころの発達研究センター 特任准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究は実験1及び実験2より成る。本研究チームは研究代表者として精神科医の申請者、研究協力者として産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センターの松本吉央先生、大阪大学大学院基礎工学研究科の吉川雄一郎先生で構成した。本研究ではアンドロイドとしてActroid-Fを用いた。実験1では多くの発達障害患者にとって、患者が話す際に違和感・不安なくコミュニケーションできるようにActroid-Fのノンバーバルな表出を調整することを目的とした。リクルートは、申請者が診療副科長を務める金沢大学附属病院または研究協力施設に通院している患者から行った。以下の3条件を満たすものを対象とした。

- (1)17歳～25歳の男女
- (2)コミュニケーション障害を認め発達障害と診断されている患者
- (3)自由意思による研究参加に本人及び保護者(20歳以下のケース)の文書同意が得られる者

実験室では(1)Actroid-F、(2)被験者やActroid-Fのパフォーマンスを撮影するビデオカメラを準備した。Actroid-Fの話者及び聴者の立場としてのノンバーバルな表出は、事前にプログラミングし、自律動作にて視線、頷き、口の動き、首の動きなどを行うとともに相手の反応に合わせて、遠隔操作でノンバーバルな表出を操作した。発達障害患者の分析・支援が専門の精神科医の熊崎と動き・自律動作の人間らしさが調節可能なロボットの遠隔操作システムの開発に従事してきた吉川・松本が実験中の経時的変化を詳細に検討し、Actroid-Fに対する被験者の反応の分析に取り組んだ。Actroid-Fの発言・自律動作・遠隔操作との関係についてビデオカ

メラから分析した。発達障害者が違和感を感じた遠隔操作による動作について、他の時間帯において同様の遠隔操作時における①相手への注視時間の割合、②うなずきと首を振る回数、③笑いの回数、問主観測度として④情動的なつながり感と⑤やりとりのスムーズさがどのようにになっているかについて評価した。Actroid-Fに対する発達障害者の主観的な評価については熊崎の面談によって分析した。被験者が違和感を感じておりコミュニケーションに影響を与えていると判断した場合に、熊崎が精神科医の立場でその原因を分析し、吉川・松本が遠隔操作の際の提示において目／頬／口の向きなどの要素を組み合わせるかを色々に変える等、ロボットを含めた装備配置の微修正を行い、被験者のロボットに対する心地よさが向上するように遠隔操作技術を調整した。その後別の対象者に実験を再開し、多くの発達障害患者が話しやすくと感じるようになるまで実験を繰り返した。

発達障害者にとって最適な遠隔操作技術が完成したと判断した後に実験2に移った。実験2では実験1により開発された遠隔操作技術により操作されたActroid-Fと5回コミュニケーションを行う群とコントロール群の2群に分け、それぞれ介入前後にヒトとコミュニケーションし、Actroid-Fとのコミュニケーションによる効果を測定する。効果の測定はコミュニケーションへの自信に関する質問紙、及び唾液コルチゾールにて測定した。それぞれの結果及び実験経過を比較分析することで、本研究で開発した遠隔操作技術によるActroid-Fを用いた対人恐怖症改善プログラムがコミュニケーションへの自尊心、ストレス改善に有効であることが明らかになった。

今後は、本介入を行った半年後、1年後の経過を観察し、介入の長期的効果を評価していく。

■周辺視による人工身体の曖昧化がヒトの身体所有感の転移に及ぼす影響

K28研XXI第480号

原 正之(埼玉大学大学院理工学研究科 准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

「自分の身体は自分のモノである」という意識(すなわち身体所有感)は、通常ロバスタな感覚であるが、ラバーハンド錯覚(RHI)の発見以来、視触覚刺激などで身体所有感の実験的操作(身体錯覚の誘起)が可能となった。身体錯覚を引き起こす場合、人工身体を凝視するのが一般的であるが、本研究課題では視線操作による人工身体の視覚的曖昧化が身体錯覚に及ぼす影響について明らかにすることを試みた。

本研究では、RHI実験プロトコルを参考に2つの心理

学行動実験を実施した。まず実験中に研究参加者の視線操作を可能にする実験システムを構築し、人工身体を直視する場合と周辺視する場合で錯覚体験にどのような変化が現れるかを健常者8名で検証した。液晶モニタ上に木製の左手と衝立で視認できなくした研究参加者の左手を置き、モニタ上に描画するポインタ(直視条件では非表示、周辺視条件では木製の手の右側500mmに表示)で注視点を操作しながら、両手に同期／非同期で触刺激提示を行った。RHIアンケートとPD測定の結果、同期&周辺視条件のみでRHIが報告され、錯覚条

件である同期&直視条件(非同期条件は統制条件)では確認されなかった。このことから、身体の外観とは異なる人工身体でも周辺視することでその特徴が曖昧化されて身体化が促されることが示唆された。次に曖昧化が進むにつれてRHIが強くと体験されるという仮説を立て、周辺視の度合いとRHI強度について検証した。前述の実験と同様の手順で健常者15名に対して、新たに追加した視線計測装置で注視点を確認しながら直視条件と周辺視条件(木製の手の右側100mm、300mm、500mmにポイントを表示)で同期刺激を与えた結果、全ての条件においてRHIが報告されたが、いずれの条件

間でも有意差は見られなかった。予想に反する結果が得られた理由として、非同期刺激の省略、視野に入る視線計測装置の影響などが考えられる。

本研究では心理学行動実験を実施し、身体錯覚の生起に対する視線の寄与について検証した。従来の暗黙のルールから逸脱したことで得られた本研究の成果は、身体所有感および身体錯覚研究に新たな議論の場をもたらすものと考えられる。また、身体錯覚の知見は医療・福祉分野などでの応用が期待されており、本研究の成果を基礎として今後さらなる研究を進めることで、新たなアプリケーション開発につながるものと期待する。

■ 内在構造に基づく大規模グラフの高速処理とその理論基盤構築

K28研XXI第481号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究の目的は、大規模グラフを処理するアルゴリズム設計に対する理論基盤を構築することである。特に、大規模グラフに内在する構造に着目し、その構造を活かしたアルゴリズム設計技法を開発する。その中で次に挙げるものを含む成果が得られた。

1. 組合せ遷移問題では、可能なすべての配位から構成されるグラフにおける連結性判定や最短路計算を必要とするが、構成されるグラフが大規模であるため、そのような直接的な方法では、適用範囲に限界がある。本研究では、重み付きb-マッチング問題から生じる組合せ遷移問題において、連結性判定が、大規模グラフを構成せずに、効率よく解くためのアルゴリズムを設計した。この結果は査読付き国際会議COCOON 2017で発表した。他にも、逐次トークン遷移問題という新しい組合せ遷移問題を定義し、その計算複雑性を明らかにした。本結果は査読付き論文誌Journal of Graph Algorithms and Applicationsに掲載された。
2. 点や経路が連続的に配置される幾何的ネットワークでは、「すべての場合を尽くしてアルゴリズムを設計する」という方法論が使えないため、アルゴリズム設計に困難が生じる。本研究では、ワイヤレスネットワークの応用から生じる幾何的ネットワークに対して、分割統

岡本 吉央(電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授)

治法を適用するための一般的枠組みを提案し、その理論保証を与えた。この結果は査読付き国際会議WADS 2017で発表した。また、直交多角形領域における直交リンク直径や直交リンク半径を求める問題に対して、効率のよいアルゴリズムを与えた。本研究以前は、この問題に対する計算複雑性は解明されていなかった。本結果は査読付き国際会議ISAAC 2018で発表した。

3. ゲリマンダリングとは、為政者が意図的な選挙区割を施すことにより、特定の候補者に対して有利な選挙を実施しようとする行為を指す。本研究では、大規模ネットワーク上での選挙において、ゲリマンダリングが可能であるか、また、その際の計算複雑性が何なのか、を解明した。特に、考えているネットワークが木構造であっても、ゲリマンダリングを行うことが計算困難であることを証明した。この結果は査読付き国際会議AAMAS 2019で発表予定である。

このように、本研究では、大規模ネットワークの多岐に渡る応用に対して、アルゴリズム設計と計算複雑性の解明を行った。本研究で培った技法を更に発展させることで、大規模ネットワークの他の応用に対しても、同様なアプローチでアルゴリズム設計と計算複雑性の解明を行うことができると期待される。

■大規模クラウド環境の省電力化のためのネットワークスケジューリング

K28研XXI第484号

木下 和彦(徳島大学大学院理工学研究部・知能情報系 教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

クラウドコンピューティングが急速に普及し、更に、対障害性の観点から、複数のデータセンタを接続した大規模な環境が主流となりつつある。一方でその消費電力が問題となっているが、これまでは計算資源の再配置などによる処理時間の短縮や多重回線によるネットワーク高速化など、性能向上に関する研究に力点が置かれてきた。ここで、あらゆるファイル転送の完了時間を保証できるとすると、バックアップや仮想マシン移動を計画的に実施することで不要なネットワーク機器の電源を切ることができ、消費電力を大きく削減できる。そのためには、各要求が使用する経路とリンク単位での帯域割り当てをどのように決定するかが重要となる。

そこで本研究では、完了時間を制限時間よりも短縮する必要はないことに注意し、要求を早く終わらせるのではなく、リンク利用率が100%に近い値もしくは完全に0%となるように割り当て帯域をスケジューリングすることで完了時間の保証と省電力化を両立する手法と、このスケジューリング手法が有効に動作するよう有機的に連携した経路制御として、要求発生時点での空き帯域だけを見るのではなく、スケジューリングに従って将来利用可能となる帯域も考慮した方式を確立した。更に、マルチパスルーティングへの拡張も行っている。

ICT (Information and Communications Technology) の省電力化は喫緊の課題であり活発に研究されているが、一般に機器を停止させると通信容量が減

少するため、通信品質を下げずに電力を削減できるのは、深夜などの明らかに使用量の低い時間帯に限定されていた。これに対して本研究成果は、ファイル転送の制限時間を考慮し、これを満たす範囲で最小限の機器を稼働させることで、より大きな省電力効果を得る点に新規性がある。また、近年注目されているエッジコンピューティング/フォグコンピューティング技術では、より頻繁にネットワーク上を仮想マシンが移動することになることから、本研究成果が更に有効に活用されるものと期待できる。なお、得られた成果は下記のように発表した。

[1] Tumentsatsral Badraa, Masahiko Aihara, Kazuhiko Kinoshita, Nariyoshi Yamai and Takashi Watanabe, "An Energy-Efficient Bandwidth Assignment for Large File Transfer with Time Constraints," Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics Taiwan (2018 ICCE-TW), May 2018.

[2] Tumentsatsral, Badraa and Kazuhiko Kinoshita, "An Energy Efficient Non-Live Virtual Machine Migration," Proceedings of the IEEE International Conference on Cloud Networking (Cloud-Net2018), Oct. 2018.

[3] 相津凜太郎、木下和彦、"制限時間付き大容量ファイル転送のためのマルチパスルーティング," 電子情報通信学会総合大会講演論文集, BS-5-19, 2019年3月.

■オノマトペ表現に対応した視覚ダイナミクスのマルチモーダルモデリング

K28研XXI第487号

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、論理的な表現が難しい感性的な情報を端的に表現するオノマトペの聴覚特徴とそれに対応した事象の視覚特徴とのマルチモーダル関係を定量的にモデル化する技術を提案した。

オノマトペとは、擬音語および擬態語と呼ばれている言語表現の総称であり、口語表現として頻繁に用いられる。従来研究においては、音声学、音韻論、言語学視点での素性理解が主であった。しかし、聴覚に関わる表現はオノマトペの半数であり、残り半数が視覚と触覚に関わる表現であるとされ、触覚の感受性が視覚情報の影響を受けやすいことから、オノマトペと視覚との関わりは重要であると考えられる。そのため、近年では、視覚的な質感を表す静的なオノマトペを対象とした研究が盛んに行われている。視覚に関わる表現として、動きを表すオノマトペが多く存在するが、その定量的な解析はほとんど行われていない。

そこで、下記に示す3つのフェーズで研究に取り組んだ。

1. データセット作成：人の動作は多様なオノマトペで表現される。それを分析することで、動きを表すオノマトペに対応する汎用的な動き特徴を抽出することができる。擬音語・擬態語日本語4500オノマトペ辞典(小野正弘 編)から歩容を表すオノマトペを偏りなく選択し、演者にそれらを主観的に表現させた映像を撮影した。また、その歩容映像から連想されるオノマトペを第三者が主観的に付与する実験を行い、主観表現に用いたオノマトペとの差異も分析した[1][2][3]。
2. 特徴空間構築：オノマトペ表現に対応した歩容映像の多クラス識別器を構築し、識別に貢献する視覚特徴空間として、人体部位の相対的位置関係に基づく特徴空間を導出した。一方で、先行研究を参考にオノマトペの音韻特徴空間を構築した。
3. モデル構築：視覚特徴空間と音韻特徴空間との関係を1次元量み込みニューラルネットワークを応用してモデル化した。これにより、歩容映像に対応する既存オノマトペの推定および未知のオノマトペの生成が可能となった[4][5][6][7]。

提案技術によって、オノマトペの素性理解に新たな知見を与え、オノマトペ研究に新たなビジョンを拓く可能性

平山 高嗣(名古屋大学 未来社会創造機構 特任准教授)

がある。また、会話の中で表出されるオノマトペをシンボルとして扱うだけでなく、量的なモダリティに変換して分析することが可能となり、本研究は日常活動における人々の意図を精緻に理解することに貢献する。さらには、機械が感性を扱えるようになり、人にオノマトペを用いて微妙なニュアンスを伝えることができれば、自然で効果的なマンマシンインタラクションが実現される。簡潔ながら表現力が高いオノマトペはデータ量が多い映像メディアの超要約と言え、本研究で得られる知見は視聴覚情報処理によるシーン理解の今後の発展にも貢献する。

[1] 加藤大貴, 平山高嗣, 道満恵介, 川西康友, 井手一郎, 出口大輔, 村瀬 洋: オノマトペによる歩容の記述の高精度化に向けたデータセットの構築, 第21回画像の認識・理解シンポジウムMIRU, 2018.

[2] 加藤大貴, 平山高嗣, 道満恵介, 川西康友, 井手一郎, 出口大輔, 村瀬 洋: HOYO: オノマトペを付与した歩容データセット, 電子情報通信学会技術研究報告MVE, 2018.

[3] HOYO データセット

(<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~katoth/hoyo.html>)

[4] 加藤大貴, 平山高嗣, 川西康友, 道満恵介, 井手一郎, 出口大輔, 村瀬 洋: 音韻と人体部位の動きの関係に着目したオノマトペによる歩容の記述に向けて, 電子情報通信学会技術研究報告PRMU, 2017.

[5] 加藤大貴, 平山高嗣, 川西康友, 道満恵介, 井手一郎, 出口大輔, 村瀬 洋: 音韻と人体部位の動きの関係に着目したオノマトペによる歩容のzero-shot記述に向けた検討, 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 2017.

[6] Hiroataka Kato, Takatsugu Hirayama, Yasutomo Kawanishi, Keisuke Doman, Ichiro Ide, Daisuke Deguchi, Hiroshi Murase, "Toward Describing Human Gaits by Onomatopoeias," The 7th IEEE Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures, 2017.

[7] 加藤大貴, 平山高嗣, 道満恵介, 井手一郎, 川西康友, 出口大輔, 村瀬 洋: 音象徴性を利用したオノマトペによる歩容の記述, 人工知能学会論文誌, 33巻, 4号, pp.B-HC2_1-9, 2018.

■マルチスレッド高速視覚センシングによるマイクロマニピュレーション技術の開発

K28研XXI第488号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究課題では、高速マルチスレッドアクティブビジョン技術を用いて、顕微鏡の狭い視野範囲を拡張する計測技術とシリンジポンプによるマニピュレーション技術の開発を行った。

まず、顕微鏡の狭い範囲を拡張する計測技術として、マルチスレッド高速視覚センシング顕微鏡の構築を行った。開発した顕微鏡システムは、観察対象に対して、ガルバノミラーを駆動させることにより顕微鏡撮影の視点を高速移動させ、顕微鏡撮影の視野を拡張し観察対象を並列撮影するものである。システムは、正立型顕微鏡、簡易型顕微鏡ユニット、対物レンズ、高速ビジョンプラットフォーム(IDP-Express)、2軸ガルバノミラー、制御用PC、D/Aボードで構成されている。検証実験として、マルチスレッド高速視覚センシング顕微鏡による観察可能領域の導出、マイクロ流路内を流れるウニ胚の観察実験を行った。観察可能領域を導出するため、明るさについては取得画像の平均輝度値を評価指標とし、焦点ボケに関する評価は取得画像の平均エッジ強度を使用し、取得画像の評価を行った。評価の結果、開発した顕微鏡システ

青山 忠義(名古屋大学 大学院工学研究科 助教)

ムは、従来顕微鏡の9.42倍程度の視野面積拡張が可能であることを確認した。また、マイクロ流路内を流れるウニ胚の撮影実験を通して、マイクロ流路を流れる観察対象を広範囲で実時間撮影することが可能であることも確認した。

次に、シリンジポンプによるマニピュレーション技術として、マイクロ流量制御システムを構築した。流量制御システムは、上述の顕微鏡撮影システム、シリンジポンプから構成されている。シリンジポンプは、ACサーボモーター、ボールねじステージ、シリンジによって構成されている。進入したマイクロ粒子の速度に応じて流速を制御し、奇数番目に進入した粒子のみをソーティングするマイクロ粒子の操作実験を通して、マニピュレーションシステムの有効性を検証した。

本研究課題で構築した顕微鏡の狭い視野範囲を拡張したマイクロマニピュレーション技術により、解析対象の操作可能な範囲や制限速度の向上されるため、バイオ・医療の分野に向けた画像処理ベースの解析システムの高効率化などが今後期待される。

■振れ直交木とその応用に関する研究

K28研XXI第489号

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、最近傍探索およびクラス分類用のデータ構造を提案し、その効率的な構築法と応用に関して研究を行った。提案手法は、主成分分析、あるいは判別分析等によって射影軸を求め、データ集合を分割するとともに、分割されたデータ集合を射影軸の補空間に射影することによって、Gram Shumidtの直交化を行いながら、子ノードのデータ集合に対する射影軸を求めることによって得られるデータ構造である。このデータ構造は、根ノードから葉ノードに至るパス上に現れる射影軸は互いに直交しているという特殊性があり、いわゆるPCA treeとは異なる性質を持つ。

まず、この研究に必要な第一主軸のみを高速に求める手法として、従来から知られているPower Iterationの高速化法について研究を行い、関孝和が考案し後にAlexander Aitkenが再発見した数列の収束加速法 $\Delta 2$ プロセスと、共分散行列の固有値そのものをシフトさせることによってPower Iterationの収束を改善する方法を組み合わせる手法「DSA $\Delta 2$ プロセス」を構築した。この手法により、Power Iterationの反復回数に対

和田 俊和(和歌山大学システム工学部・情報通信システム学科 教授)

する対数誤差の減少率は約3倍改善されることを確認した。この内容は、下記の会議等で発表を行った。

1平松幹洋、和田俊和、" Power Iteration の収束加速法に関する検討"、研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)、2017-CVIM-206、2017.3

1平松幹洋、和田俊和、" Shifted methodと数列の収束加速法を組み合わせたPower Iterationの高速化法"、研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)、2018-CVIM-210、2018.1

次に、決定木にこのデータ構造を利用する研究を行った。決定木では、たどり着いた葉に識別先のクラスが対応づけられているという構造である。様々な検討を行った結果、多クラス分類を行う決定木の場合には、判別軸を用いるよりも、重心間の距離が最も遠い2クラスA、B間で重心間を結ぶ直線を射影軸として使い、AとBの2クラスに分類した後に、それぞれの子ノードでA,else およびelse,Bに分割し、これらのelseをまとめて束構造にし、それを繰り返していくデータ構造が最も性能が良いことを確認した。この構造は、束ねた部分を1階層下の子と見なせば、親のデータをA,else,Bに分類する三分木の構

造をしている。このelse部分について同じ事を再帰的に行うことで得られる決定木は魚の骨のような形状をしているため、Fish Bone Decision Tree (FBDT)と命名した。しかし、この決定木で例えばMNISTなどのデータを識別した場合、DNNの識別性能と比べて劣ることが判ったため、A,else とB,elseを識別する際にSupport Vector Machine(SVM)を用いたNLFBDTを提案し、決定木でありながらDNN相当の識別性能が達成できることを示した。さらに、FBDTにデータを与えた際に各階層で、A、Bのどちらに反応が出たかによって、そのデータを2進数で表現でき、その数値の近さがデータ間の類似性を表すという性質を利用した可視化の応用例も示した。これらの内容は、下記の会議等で発表を行った。

1松尾大典、和田俊和、"Fish Bone Decision Tree: 最大距離クラスを分離する決定木構築法とその応用"、研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM), 2017-CVIM-208, 2017.9

1松尾大典、和田俊和、"NLFBDT: SVMを組み込んだ

非線形Fish Bone Decision Treeによる識別と特徴の可視化"、研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM), 2018-CVIM-210, 2018.1

これらの他に、捩れ直交木を用いた最近傍探索に関する研究を行っているが、2018年12月末の段階で、未だ結果が出ていないため、継続的に研究を行っている状態である。

今後予想される効果としては、GPUや特別なハードウェアを用いることなく識別を行うシステムの構築への利用が考えられる。すでにMNISTでトレーニングしたシステムをRaspberry Pi 1 Model A上で動作させ、3-2 fps程度の処理速度が出ることが確認されている。また、Power Iterationによる共分散行列の第一固有ベクトルの高速化計算法については、現在発表されている方法よりも高速であることは確認されているので、スケーラビリティがあることを確認した後にジャーナルペーパーに発表していく予定である。

■ 仮想データストリームを用いた分散型ビッグデータ処理基盤の構築

K29研XXII第496号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

・実施内容概要

大量に発生する映像データや温度データといったビッグデータを短遅延に処理することで、火災や異常気象を早期に高精度に発見できる。従来のストリーム処理方式では、処理する計算機(サーバ)にデータを集約してから処理を開始していたため、集約に伴う通信遅延と処理遅延があった。大量に発生するビッグデータであるほど、これらの遅延時間が長くなる。そこで本研究では、ビッグデータの集約に伴う通信遅延や処理遅延を短縮するための分散型ビッグデータ処理基盤DS3 (Distributed S-cube) システムを構築した。DS3システムでは、仮想データストリームと呼ぶ新しい概念を用い、定義された仮想データストリームに対して利用者が処理を記述する。仮想データストリームに対する処理を、仮想データストリームに含まれる実データの発生源にネットワーク的に近くて通信遅延が短い計算機で実行することで上記の遅延を短縮できる。評価の結果、DS3システムを用いることで、従来システムに比べてデータ取得にかかる時間を短縮できることを確認した。

・成果概要

仮想データストリームとは、利用者が処理を記述するために定義する仮想的なデータストリーム(一連のデータ

義久 智樹(大阪大学サイバーメディアセンター 准教授)

群)である。DS3システムでは、利用者によって記述された仮想データストリームの定義や処理、実行する計算機を他の利用者が参照して利用しやすくするために、それぞれDSSTD (Distributed S-cube System Type Definition)、DSSFD (Distributed S-cube System Function Description)、DSSOC (Distributed S-cube System Output Configuration) と呼ぶファイルに記述してデータベースに格納する。

データの受信と処理を並列に行うことで、DS3システムのストリーム処理中もデータを受信できる。そこで、本研究では、データが発生するとすぐに受信するために、ストリーミングデータ受信モジュールを追加した。評価の結果、ストリーミングデータ受信モジュールを用いることで、従来システムに比べてデータ取得にかかる時間を短縮できることを確認した。

・今後予想される効果概要

本研究の成果は、国内外の学会における9件の論文発表にまとめられている。特に、AINA2019における発表は、研究内容は国際的にも優れていると認められBest Paper Awardの受賞に至っている。本研究で構築したDS3システムは、分散型ビッグデータ処理基盤として十分な機能を備えており、本研究成果を参考として今後、様々な基盤が誕生する効果が期待される。

■耳鳴り機序の情報論的理解と予測モデルに基づく異常な神経活動の抑制

K29研XXII第506号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

・実施内容概要

本研究課題では、聴覚系神経経路における入出力に関する2つの基準(相互情報量最大化原理、もしくは、入力と出力再構成信号間の誤差最小化原理)に基づき、計算論的モデルを構築した。次に、上記数理モデルをフィードフォワード型の多層聴覚経路モデルに拡張して、聴覚末梢系の損傷・破壊を想定し、聴覚中枢系経路最終端(聴覚皮質)で観察される周波数地図変化に関する現象を数値的に計算した。さらに、実際の生体脳を用いた生理学実験を行い、聴覚末梢系と中枢系の特定の中継核を破壊した難聴モデルを用いて、音入力に対する中継核と聴覚皮質の周波数地図の聴疾患後の変化を、内因性蛍光タンパク質であるフラビンタンパク質の光イメージング法により詳細に観察した。取得した光イメージング画像を解析し、特定の周波数音に強く誘発される脳領域(聴覚皮質)の分布の構造変化から、損傷させた脳の機能(周波数感受性)と場所を推定することを試みた。また、聴覚系の計算原理モデルとして用いた2つの原理の何方かが、今回の聴疾患モデルに適合するかを実験結果と比較検討することで、脳内での計算原理を推定した。

・成果概要

齧歯類動物(マウス)を用いて、聴覚末梢系(内耳)を薬理的に障害した難聴モデル動物を作成し、可聴域の広範囲に渡って難聴を確認した。次に、その動物モデルにおいて難聴を引き起こす薬剤の前後で、聴覚皮質の各周波数に応答する領域(周波数地図)がどのように変化するかを記録した。その後、この計測を4週間以上

舘野 高(北海道大学大学院情報科学研究科 教授)

に渡って繰り返し計測し、聴覚皮質における周波数地図の変化を経頭蓋で低侵襲的に観察した。イメージングデータの詳細な解析によって、末梢系の薬理的障害の効果として、一次聴覚野では、高周波の応答領域が主に破壊されたものの、低中周波数の応答領域は周波数勾配の構造が概ね維持されていた。一方、他の領域(前頭聴覚皮質および二次聴覚皮質)では、全ての周波数領域において周波数構造が損傷していた。また、上記の実験結果から、聴覚系の数理モデルの計算原理の選択として、一次聴覚皮質は相対的に相互情報量最大化の原理に適合し、他の領域では誤差最小化の原理により適合すると示唆された。これらの結果によって、聴覚皮質は、サブ領域間で異なる計算原理を用いて、音情報処理を行っている可能性が推察された。

・今後予想される効果概要

聴覚系の数理モデルと実際の生理学実験の対応関係を詳細に調べることによって、難聴や耳鳴りの症状と疾患部位の関係が現象論的に明らかになる可能性がある。また、脳の感覚情報表現の正確な理解を通じて、感覚疾患を治療する新たな方法論を提案できると考えられる。特に、同様な実験と計算モデルでの検証から、各神経核の破壊による聴覚皮質の周波数地図変化の予測が得られれば、難聴の原因部位の特定とその機序についての示唆が得られる可能性がある。最後に、近年、報告者の所属する研究室では、サブミリサイズの磁気刺激法を開発しており、その経頭蓋磁気刺激法を聴覚神経核の活動抑制に応用すれば、サブ領域依存的に耳鳴り等の聴疾患を将来的に抑制できる可能性がある。

■法令作成自動化のための大規模条例データのクラスタリング

K29研XXII第509号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

・実施内容概要

本研究では、自治体の例規(条例+規則)および関連情報のビッグデータの整備・クラスタリングを目指した。実施に当たっては、①クラスタリング方式の比較検討後、②必要なクラスタリング計算プログラムの開発を行い、③実際にスモールサイズの自治体例規データに適用した。それぞれのステップは実施内容の概要は次の通りである。

①クラスタリング方式の比較検討

先行研究での編集距離による全条文の組合せに対する類似度計算方式を基にして極大クリークを求める方

角田 篤泰(中央大学研究開発機構 機構教授)

式と最近注目されているParagraphVector方式とを比較し、文書雛形を作るという適切さの観点から前者を採用することになった。

②クラスタリング計算プログラムの開発

①より、極大クリーク計算までは先行研究などの成果を使い、本研究独自の疑似クリーク計算のプログラムを開発した。

③スモールサイズの例規データによるクラスタ作成実験

サンプル例規によって実験を行い、法律家による確認も行った。

・成果概要

生産物としての成果は、本研究課題申請時に予定した通りの生産物である、①クラスタリングプログラムと②実験用に整理したスモールサイズのベンチマークデータである。

研究上、学術上の成果としては、本研究は、法律家との共同作業が前提にあるため、法律家が分析しやすい形でデータをまとめる必要があったが、従来はどのようにまとめるべきか自体もよくわからず、従って、漠然とクラスタリングされたデータを提示するくらいしか方法がなかった。これに対し、本研究の実施によって、「疑似クリーク」概念を導入して、クラスタの共通部分(コア)とオプション

部分の提示が、法律家による意味的検証にも役立つ方式であることがわかり、また、すべてのクラスタデータを保持するのに比べ、必要最小限のデータを持つことになるので、データ圧縮にもつながる効果的な方式であることがわかった。

・今後予想される効果概要

これによって、政策パターンや法令表現を自動抽出するための条例データベース検索や条例執筆支援システムの要となる類似例規クラスタデータ、および機械学習時の有効な教師つき訓練データを作成する今後の研究・開発の基盤とすることができる

■Brain Computer Interfaceを使った高齢者向け運動認知訓練評価システムの開発

K29研XXII第513号

中井 敏晴(国立長寿医療研究センター 神経情報画像開発研究室 室長)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では特に外出機会の少ない高齢者に対して対話的な効果を生み出すパートナーロボットを活用した視覚的Neurofeedback(NF)により運動習慣を日常的に継続させる動機付けをする方法を検討した。Real-time fMRIを脳活動の検出システムとするBrain Computer Interface(BCI)を構築し、即時に計算された脳機能マップを機械学習により判別分析して、その結果に基づいて小型ヒューマノイド(SHR)を駆動した。システム開発では訓練学習の進行に伴う逐次的な判別分析により判別精度が改善し学習効率が向上させることが出来た。二重判別分析の手法を考案し2x2の判別をリアルタイムに行う事により身体座標系を直感的に反映するMI学習方法を確立する見通しを得た。一般的に認知処理の潜在的な低下に伴う余力不足から加齢により脳活動領域が拡大する傾向が見られるが、その影響がNF-fMRIにどの様に影響するかを検討するために高齢者と若年者の比較を行なった。若年者ではDefault Mode Network(DMN)の主要ノードである後部帯状回と後頭葉の視覚野群の活動が訓練学習に

より脱賦活化されたが、高齢者ではこの傾向は見られず認知処理予備能力の減少を反映すると考えられた。視覚野群の活動はNF訓練により年齢差が減少し、学習により一定の負荷軽減が得られるがDMNにはその様な傾向は見られず、加齢変化が反映されたと考えられる。この結果は安静時計測で観測される結果と合致している。以上の知見は高齢者の日常活動性を維持しフレイルや認知症を予防するためのパーソナルロボットの仕様やその運用プロトコルの開発、健康増進事業やIoTにより日常生活の中で運動習慣を維持する方略への応用が期待される。特にSHRを使った身体座標感覚を反映する自己動作の視覚的NFは、神経リハビリの有力手段と成り得ると示唆された。学術的には、運動感覚統合を行うSalience NetworkがNF-fMRIによる運動学習の効率を反映する一方で、DMNは一貫して加齢変化を反映する事が確認でき、安静時脳活動が有力な指標候補である事が明らかにされた意義が大きい。この知見は個人の特性や状況に合わせた運動処方最適化に資すると考えられる。

動き

☆事務局日誌より☆

平成30年

12.6

□K通信44号発送

2.8

□第18回理事会開催
キャッスルプラザ 3階「鶴の間」

平成31年

2.6

□「ロボットシンポジウム2019名古屋」開催
吹上ホール

3.15

□第18回評議員会開催
キャッスルプラザ 3階「鶴の間」

3.20

□内閣府へ2019年度事業計画・
収支予算報告

CONTENTS

◇ 2019年度 助成金交付について	1
◇ 応募要領	2
◇ ロボットシンポジウム2019名古屋	3
◇ ぎっくばらんフォーラム「AIと社会」「発表大要」「討議」	4
◇ 第18回理事会開催	13
◇ 第18回評議員会開催	13
◇ フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告	14
◇ 研究助成完了報告概要	17