

2025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828件、助成金総額6億9445万円となりました。

学術、ひいては社会の発展野ためにお役立ててくだされば幸いです。

ご応募を心よりお待ちしております。

2026年3月に財団設立30周年を迎えます。

今年度は記念事業として**特別研究助成**も実施します。

テーマ「ロボット・AI新世紀 ―未来への懸け橋―」

【申請受付期間：2025年6月1日(日)～8月31日(日)】



詳細は財団のホームページをご覧ください。

財団ホームページ：<https://www.kayamorif.or.jp>

特別研究助成と研究助成の両方に応募することも可能です。(但し、採択されるのはどちらか一方になります。各応募要領に則ってそれぞれご応募をお願いいたします。)

応募手続き

- ◆財団所定の書式(当財団のHPに掲載)を用い、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。
- ◆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送付され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、申請書遅延や期間外の受付などのお問い合わせには対応いたしかねます。
- ◆審査に関するお問い合わせや応募者の個人情報等についてはお答えいたしません。

応募要領

※正式な要領は財団公式ウェブサイトをご確認ください。

〈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。

◆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。

◆助成金の額

助成総額3000万円(本年度)を原則とし、選考結果に基づき個々の研究への助成額を決定します。

◆応募期間

2025年6月1日から2025年8月31日まで

◆選考結果通知

2025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、謝金等研究を推進するための直接費。研究者自身の人件費は認められません。間接経費が必要な場合には認めますが、決定した助成額からの上乗せの支払いはいたしません。

◆研究完了日

助成金の交付決定後2年以内。

◆研究完了報告

研究完了日から30日以内に所定の書式にて完了報告書を提出すること。

◆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、研究実施者に帰属します。ただし、助成研究成果を特許、実用新案または意匠登録として出願し、その後、特許権、実用新案権または意匠権を取得したときは、速やかにその旨を当財団に届け出てください。

◆その他、留意していただく事項

- ①当財団の助成金は前払いで所属先の指定の国内の銀行口座にお振込みの形で助成します。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に違反したりした場合には、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。
- ③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。
- ④応募者の機会均等を期するため、採択された方は、原則としてその年度後3年間は、選考の対象とされません。

〈2〉フォーラム・シンポジウム等開催助成

◆応募の条件

情報科学に関する学術的発展に寄与するフォーラム・シンポジウム等で、2025年12月1日から2027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。

◆応募期間

2025年6月1日から2025年8月31日まで

◆選考結果通知

2025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年度事業になりますので年度内に助成金を管理するための振込口座のご用意が必要です。
- ②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。
- ③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。
- ④応募者の機会均等を期するため、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。

〈3〉特別研究助成

◆応募の資格

- (1) 情報科学に関する学術的発展に寄与する研究であること
- (2) 研究の計画および方法が、目的を達成するために適切であり、かつ十分な成果を期待し得るものであること
- (3) 研究を実施する者(研究実施者)が、研究を計画に従って遂行するに足る能力を有すること
- (4) 助成の対象となる研究を、計画に従って遂行する能力を有すること。
- (5) 研究実施者が、事業所(企業の研究所)などの所属である場合は、申請前に所属組織の責任者から許可を得ていること

◆テーマ・内容

ロボット・AI新世紀 ―未来への懸け橋―

情報科学のチャレンジングで基礎的、萌芽的または総合的研究への提案を求めます。

◆助成金の額

助成総額2000万円(1件当たり最高1000万円まで)

◆応募期間

2025年6月1日から2025年8月31日まで

◆選考結果通知

2025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、謝金等研究を推進するための直接費。研究者自身の人件費は認められません。間接経費が必要な場合には認めますが、決定した助成額からの上乗せの支払いはいたしません。

◆研究完了日

助成金の交付決定後2年以内。但し、所定の手続きにより2年間の延長申請が可能です。

◆研究完了報告

研究完了日から30日以内に所定の書式にて完了報告書を提出すること。

◆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、研究実施者に帰属します。ただし、助成研究成果を特許、実用新案または意匠登録として出願し、その後、特許権、実用新案権または意匠権を取得したときは、速やかにその旨を当財団に届け出てください。

◆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に違反したりした場合には、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研究の成果を当財団の機関誌等にて公表する他、講演会等で発表していただく場合があります。
- ③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。
- ④応募者の機会均等を期するため、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。

◆採択された研究者を当財団の30周年記念式典に招待します。

2026年2月27日に名古屋市内で開催される周年記念式典に招待します。

財団ウェブサイト、機関誌にて研究テーマ、お名前、所属を発表します。

〈4〉高校生・高専生 論文募集

◆高校生、高専生からの論文を募集しています。詳細は財団30周年記念サイトをご確認ください。



◆選ばれた優秀論文の著者は財団30周年記念式典に招待し、論文はK通信30周年特別号に掲載します。



テーマ
ロボット・AI新世紀——未来への懸け橋——



公益財団法人 栢森情報科学振興財団

財団設立30周年記念

高校生 論文募集

応募詳細はこちら



執筆掲載料 優秀論文 50,000円 佳作(数点) 20,000円

応募期間
2025.6.2 - 2025.9.10 必着

AI・ロボット技術の進化に関する論文募集

人工知能(AI)技術の飛躍的な進化は、社会の在り方を大きく変えつつあり、自動運転や医療診断、創造的活動に至るまで、かつては夢物語であった技術が現実のものになり始めています。AIやロボット技術の進化が私達の未来をどのように形作るのか。高校生の皆さんの創造性あふれる視点でこのテーマを考え、論文をまとめてください。技術の可能性、人間との共生、社会への影響など、自由な発想の執筆を歓迎します。次世代を担う若い皆さんの斬新な視点と独創的なアイデアが新たな未来への懸け橋を描いてくれることを期待しています。富って応募してください。

応募条件 全国の高校生、高等専門学校生 (本科1年生から3年生までに限る) ※応募は個人に限ります

選考委員 (50名順)	浅田 稔氏 大阪国際工科専門職大学 副学長、大阪大学 特任教授・名誉教授	辻井 潤一氏 産業技術総合研究所 フェロー
	稲垣 康善氏 名古屋大学・豊橋技術科学大学・愛知県立大学 名誉教授	堀 浩一氏 大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 理事
	武田 一哉氏 名古屋大学総長特別補佐・教授	間瀬 健二氏 名古屋大学 数理・データ科学・人工知能教育研究センター特任教授・名誉教授

募集内容の詳細はこちら

www.kayamorif.or.jp

お問合せは
Eメールをお願いします
kobo@kayamorif.or.jp

栢森財団

情報科学の発展に寄与する
公益財団法人 栢森情報科学振興財団

TEL.052-581-1660 〒450-0001 名古屋市中村区那古野一丁目43番5号 ダイコク電機本社ビル

ロボカップJr.ジャパンオープン2025名古屋大会に特別後援

理事長が開会式に参加しました。

■ロボカップJr.ジャパンオープン2025名古屋大会の概要

2025年3月29日(土) 開会式・大会1日目／2025年3月30日(日) 大会2日目

主 催 : ロボカップジュニア・ジャパン オープン2025名古屋大会開催委員会

構 成 団 体 : (一社)ロボカップジュニア・ジャパン、名古屋市、愛知県、名古屋市教育委員会事務局、名古屋商工会議所、(一社)中部経済連合会、(公財)名古屋観光コンベンションビューロー、名古屋少年少女発明クラブ、(公財)名古屋産業振興公社

後 援 : 経済産業省、文部科学省、(特非)ロボカップ日本委員会、(一社)人工知能学会、(一社)ロボット学会、(公財)栢森情報科学振興財団

開催委員会事務局 : 名古屋市経済局イノベーション推進部次世代産業振興課内

開 催 目 的 : RoboCup2025世界大会への日本代表チームの選抜

日本国内のロボカップーおよびロボカップジュニア運営者、指導者の交流

会 場 : 名古屋市国際展示場(ポートメッセなごや)第3展示館

競 技 種 目 : サッカー、レスキュー、オンステージ



会 議 開 催 報 告

「第30回 理事会」開催

第30回理事会を決議の省略により実施いたしました。

理事長より各理事監事に対して、

①2025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周年事業開催の件

③事務連絡費改訂の件

④第30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

が書面にて提案され、全理事からの同意書と全監事から異議のない旨回答書を得て、2025年2月27日に決議の省略が成立しました。

「第30回 評議員会」開催

2025年3月13日(木)午後5時から、ダイコク電機本社ビル7階役員会議室1にて来場出席者及びWEB会議システムでのオンライン出席者により、第30回評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

①2025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周年事業開催の件

③事務連絡費改訂の件

が審議され、原案通り可決されました。



「第18回 臨時理事会」「第19回 臨時理事会」開催

2025年3月13日(木)午後4時50分から、同日開催予定の評議員会に先立ち、第18回臨時理事会を、評議員会後に第19回臨時理事会をダイコク電機本社ビル7階役員会議室1にて出席者及びWEB会議システムでのオンライン出席者により、開催されました。

今回の臨時理事会の議案は第18回臨時理事会において2025年度正味財団増減予算書(案)の訂正と招集済みの第18回臨時理事会を第19回臨時理事会とする件について審議され、原案通り可決されました。

第19回臨時理事会において

「代表理事による自己の職務の執行状況報告」が行われました。

理事長から2024年度の公益目的事業の執行内容を、専務理事から2024年度の財団会計管理の執行内容をそれぞれ報告されました。



フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告

(いずれも提出原文のまま、所属は提出時のもの)

■知のフォーラム未来社会デザインプログラム 「XR技術の教育・社会貢献－メタバースと国際協創－」 K34FSXXⅦ第147号

開催責任者：林 雅子(東北大学 高度教養教育・学生支援機構 准教授)
開催期間：2022年12月2日～2022年12月3日、2023年12月1日～2023年12月2日
会場と所在地：東北大学 片平キャンパス 知の館(宮城県仙台市青葉区片平2丁目1-1)
オンライン
参加人員：約230名

成果：

本フォーラム・シンポジウムは、東北大学研究推進・支援機構 知の創出センターが主催し、2022年12月の「第1回 国際シンポジウム：メタバース・XR技術の教育利用と国際協創」、および2023年12月の「第2回 国際シンポジウム：XR技術と国際協力－教育と社会貢献」の二期にわたり開催され、総計23名に及ぶ内外の有識者が登壇いたしました。

特に基調講演では、東北大学 理事・副学長(教育・学生支援担当) 滝澤博胤氏より、新型コロナウイルス禍で留学生の来日が困難となる中、メタバース環境を用いた新たな教育アプローチや震災遺構を対象としたVR(仮想現実)体験の実践が紹介され、また国立情報学研究所(NII)所長 喜連川優氏より、国内外における教育DX(デジタルトランスフォーメーション)の先進事例と、メタバース・XR技術の教育実装に関する新たな示唆が提示されました。これらの講演は、参加者に深い学術的知見をもたらすと同時に、教育の未来像を展望する貴重な機会を提供いたしました。

本シンポジウムでは、従来のオンサイトおよびオンライン会場にとどまらず、メタバース上に3つのバーチャル会場およびサロンを設け、これら全会場で同時配信を行う大胆かつ先駆的な試みを実現されました。物理的制約を超えたXR(Extended Reality)技術の活用により、国境・空間的距離を超えた知的対話が可能となり、新しい形態の国際学術交流の創出に成功いたしました。

さらに、パネルディスカッションでは、世界4地域の専門家が一堂に会し、メタバースを活用した国際協働学修の可能性や教育利用における技術的課題が多角的に議論されました。SDGsの目標4「質の高い教育をみんなに」を視野に入れ、メタバース実装の具体的手法、技術課題の克服、国際的な産学連携の推進など、幅広い視点から有益な知見が共有されました。とりわけ、メタバース会場から提起された疑問がオンサイト会場に迅速にフィードバックされ、そこで回答・議論が展開されるという、双方向かつ革新

的なコミュニケーション形態が実証されました。

XR技術は教育分野にとどまらず、持続可能な社会の構築や少子高齢化といった社会的課題に対しても新たな視点を提供する潜在力を有しております。本プログラムでは、メタバース技術が社会的に普及し、学習環境が時間・空間の制約を超えて拡張される未来を見据えて活動を展開してまいりました。その取り組みは国内メディアからも注目を集め、第1回シンポジウムは河北新報(2022年12月3日付)にて報道されました。また、これら活動の成果として、米国VR Chat社との産学連携パートナーシップを日本国内で初めて締結するなど、新たな国際的研究・教育基盤構築へと展開しつつあります。

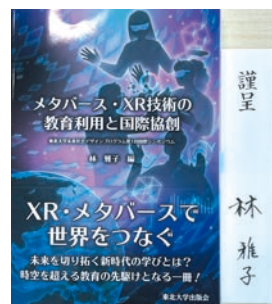
2024年9月末には、貴財団からのご助成を基に第1回シンポジウムの成果をまとめた書籍『メタバース・XR技術の教育利用と国際協創－東北大学未来社会デザインプログラム第1回国際シンポジウム』(林雅子編)を東北大学出版会より出版いたしました。本書には、喜連川氏をはじめとする全講演者のご賛同とご寄稿を賜り、これら先進的な知見を広く社会に還元できましたことを、改めて厚く御礼申し上げます。

なお、本プログラムを通じ、一般市民向けワークショップや市民フォーラムとしての機能強化など、次なる課題も明確となりました。第1回シンポジウムにはオンサイトで33名(学内22名・学外11名)、オンライン(メタバースを含む)で140名(学内31名・学外109名)、合計173名もの参加を得るなど、すでに幅広い層へと可能性を訴求する基盤は形成されております。今後はさらなる普及・啓発を図り、多様な主体との協働を深めることで、本プログラムの成果をより一層社会に根付かせてまいりたい所存です。

謝辞：

本シンポジウムを通じて、XR技術とメタバース環境を活用した教育・研究の国際的発展基盤が確立され、異なる地域・文化圏の専門家、教育者、学生、産業界関係者が円滑に知見を共有し合う豊かな交流の場が生み出されました。この成果は、貴財団の寛大なるご助成とご支援があつて初めて実現し得た

ものと、深く感謝申し上げます。今後は、教育現場へのさらなる技術実装に加え、地域社会との連携、国際機関や企業との持続的パートナーシップ構築を推進し、XR技術がもたらす教育・社会的価値をより長期的、戦略的に拡大してまいりたいと存じます。これら一連の取り組みを通じ、貴財団が期待される「価値ある国際シンポジウム」の理念にお応えし、来るべき社会変革を支える学術的・教育的起点として、一層の成果を上げていく所存です。引き続きのご指導、ご鞭撻を賜りますよう、謹んでお願い申し上げます。



■2023 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications 2023年非線形理論とその応用国際シンポジウム K34FSXXVII第149号

開催責任者：長谷川 幹雄(東京理科大学 工学部電気工学科)

開催期間：2023年9月26日～2023年9月29日

会場と所在地：Cittadella Universitaria, Università degli Studi di Catania(イタリア・シチリア州カタニーア)
での対面とオンラインによるハイブリッド開催

参加人員：289名(うち58名が外国からの参加者)

成果：

本会議では54セッション(招待講演3件を含む)の発表があった。招待講演では潮俊光 教授(南山大学)、Stefano Boccaletti教授(CNR-ISC - Institute for Complex Systems イタリア)、Abdelali El Aroudi教授(Universitat Rovira i Virgili スペイン)の3名にシンポジウムにふさわしい内容のご講演をいただいた。また、一般発表は51セッション(227件の発表)あり、各セッションでは非線形をテーマに、通信やレーザー工学、制御、パワーエレクトロニクス、深層学習、数学、電子回路、生理学などの幅広い分野の研究報告が活発に行われた。

本会議では、参加者同士の交流のために、コー

ヒーブレイクやバンケット・フェアウェルパーティーなどのソーシャルイベントも開催した。最終日のクロージングセレモニーではStudent Paper Awardの表彰式が行われ、この分野に貢献しうる優秀な研究成果を発表した3名の学生に「Best Student Paper Award」が、7名の学生に「Student Paper Award」がそれぞれ贈呈された。よって、上記の本会議の目的は達成できたと言え、参加者にとって非常に有意義な会議であったと考えられる。Student Paper Awardの受賞者、会議のプログラムなどは下記のWebサイトに掲載中であるので、あわせてご参照いただきたい。

<http://nolta2023.org/index.html>

■IEEE Visual Communications and Image Processing 2024(VCIP 2024) K35FSXXVIII第153号

開催責任者：甲藤 二郎(早稲田大学理工学術院基幹理工学部 教授)

開催期間：2024年12月8日～2024年12月11日

会場と所在地：早稲田大学国際会議場

参加人員：211名

成果：

2024年12月に、早稲田大学国際会議場においてIEEE VCIP 2024を開催した。VCIPはIEEE Circuits and Systems Society(CASソサイエティ)のフラッグシップカンファレンスの一つであり、1986年以来、映像通信と画像処理の分野に関わる国際会議として運営されている。VCIPは国際標準化活動との関係が深く、静止画像圧縮の国際標準であるJPEGや動画画像圧縮の国際標準であるMPEGに関係する研究テーマがしばしば取り上げられる。このため、日本にはVCIPが対象とする研究分野に携わ

る研究者や技術者が多数いるが、今回が初めての日本開催となった。

VCIP 2024の総参加者数は211名であり、その内訳は、国内44人、海外167人であった。国別では、中国が80名で最も多く、日本44名、韓国20名、米国13名、台湾10名と続く。VCIP 2024の総投稿論文数は235件であり、査読の後、139件の論文を採択した。139件の中には、スペシャルセッション22件とデモ展示2件も含んでいる。採択率は59.15%であり、VCIPとしてはほぼ例年通りの採択率に収まっている。国別の採択論文数では、中国が67件と約半数を占め、日本

21件、台湾7件、韓国6件と、アジア勢が多数を占めている。

VCIP 2024の日本開催の目的として、日本の研究者コミュニティの活動の活性化や、産業界に先端研究の情報共有と技術展開を図ること、並びに、IEEE CASソサイエティとの関係強化を設定していたが、世

界的な国際交流と技術連携を促進する場の提供として、おおよその貢献はできたものと考えている。その一方で、中国が日本の3倍以上の採択件数を誇るなど、開催国として投稿論文のレベル向上を図る必要性も感じた。

■2024年IEEE東アジア情報理論スクール East Asian School of Information Theory 2024 K35FSXXⅧ第155号

開催責任者：渡辺 峻(東京農工大学 工学院先端情報科学部門 准教授)

開催期間：2024年7月30日～2024年8月2日

会場と所在地：湘南国際村センター(神奈川県三浦郡葉山町上山口1560-39)

参加人員：59名

成果：

本スクールでは、7名の招待講演者(うち海外からの講演者が5名)によるチュートリアル講演を実施した。講演のトピックは情報理論、暗号理論、計算量理論、量子を含む多岐に渡るものであり、参加者の今後の研究に大きく寄与するものと思われる。

参加者の約半数は海外からの参加者であったため、日本の研究コミュニティの活性化という当初の目標を概ね達成できたと考えている。また、参加者の研究分野も情報理論関係と暗号関係が半数ずつとなっており、二つの研究コミュニティの交流を図るという当初の目標も達成できたと考えている。

また、学生やポスドク等の若手研究者も多数参加

しており、若手研究者育成という目的も達成できたと考えている。スクールではチュートリアル講演の他、交流を図るためのイベントとして懇親会や、鎌倉へのショートトリップも実施した。

さらに、初日と二日目には参加者によるポスター発表(計45件)も行い、参加者投票による優秀発表の表彰も行った。

昨今、情報通信・セキュリティ分野では研究が進展するスピードが極めて早く、かつ難易度も高いため、学生が分野に新たに参入する障壁になっていたが、本スクールによって若手研究者が独自の研究テーマを見つけるきっかけとなったのではないかと期待している。

■第25回形式工学手法に関する国際会議 The 25th International Conference on Formal Engineering Methods (略称:ICFEM2024)

開催責任者：劉 少英(広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授)

開催期間：2024年12月2日～2024年12月6日

会場と所在地：広島国際会議場

参加人員：73名(国内:19名、海外:54名)

成果：

第25回 形式工学手法に関する国際会議(ICFEM 2024)は、形式的手法に関する国際的な会議であり、世界各国の研究者が一堂に会し、最新の研究成果を発表・議論する場となりました。本会議では、特に自律システム、AI時代における形式的手法の役割、車両ソフトウェアの保証といった重要なテーマが取り上げられました。ICFEM 2024では、以下の具体的な成果が得られました。

- 形式的手法の進展: 自律システムや車両ソフトウェアの保証に関する最新の形式的手法の適用事例が発表され、実務への貢献について議論されました。
- AI時代における役割: パネルディスカッション

"What Roles Can Formal Methods Play in the AI Era?" では、AI技術の進展とともに形式的手法が果たすべき役割について活発な議論が行われました。

- 学際的な知識交流: 形式的手法に関連する異分野の研究者が集まり、新たな応用可能性について意見交換がなされました。
- 国際的な架け橋としての役割: 多くの海外研究者が広島を訪れ、戦争の惨禍を乗り越えて築かれた平和な社会を体験する機会となりました。これを通じて、日本の最先端の科学技術を世界に発信する場ともなりました。

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)

■超個体内の情報流の解明超個体の創発メカニズムの情報理論的アプローチによる解明

K32研XXV第561号

土井 樹(東京大学 大学院総合文化研究科 特任研究員)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

生物集団が相互に作用し合い、まるで一つの個体のように振る舞う群れのことを「超個体」と呼びます。超個体の最たるものとして考えられるのが私たちの脳であり、単一ニューロンレベルでのミクロな振る舞い、ニューロン集団によるマクロな振る舞い、さらにはその上の階層に創発する意識との関係性については、これまで情報理論の観点から数多くの解析や議論が行われてきました。一方で、もう一つの超個体の代表として、人や鳥の群れ、社会性昆虫などが挙げられますが、これらを情報理論の観点から研究した事例はまだ少数にとどまっています。

本研究は、セイヨウミツバチの巣内における情報の流れを、巣内で観察される集団の同期現象(バースト現象)の側面から解析し、巣全体としてのグローバルな振る舞いとそれを構成する個々の要素の行動がどのように関係しあっているかを明らかにすることを目的として研究を行いました。本研究の成果は、群れに関する国際会議での口頭発表を経て、最終的に「Spontaneous and Information-Induced Bursting Activities in Honeybee Hives」と題した論文として『Scientific Reports』に掲載されました。

この研究では、約1000匹のミツバチ全個体を対象にした追跡データを用いて、巣内で観察される同期現象が自発的、または外部からの何かしらの「情報」によ

て誘発される二つのメカニズムを持つことを示唆する結果を得ました。特に、移動エントロピー(transfer entropy)を用いた解析により、特定のミツバチ(Pioneer Bee)が他のハチに情報を伝播し、巣全体の同期現象を促進する可能性を示しました。さらに、Pioneer Beeは餌場情報を伝えるwaggle danceや、そのダンスを観察する行動(dance following)を通じて情報を他のハチに伝播し、外部情報が巣内での同期行動を促進する一因となっている可能性が示唆されました。またPioneer Beeの行動を詳しく解析した結果、巣の中で外部情報を収集・伝達する役割を持つハチが存在する可能性が明らかになりました。これらのハチは、巣全体の同期行動を活性化させ、集団全体の効率的な行動統一に寄与していると考えられます。また、Pioneer Beeの行動や構成は、巣全体の状態を評価する指標として利用できる可能性があり、ミツバチコロニーの集団行動の動態について貴重な洞察を提供するかもしれません。

今後の課題としては、長期間にわたるデータの収集や、自然環境下での検証が挙げられます。また、同期行動が群体の役割分担や生産性にどのように影響を与えるかをより深く探る必要があります。本研究は、ミツバチを含む社会性昆虫の集団行動に関する理解を情報理論の観点から深める重要な一歩となると考えます。

■疾患判定のためのバイタルデータのリアルタイムAI解析システム

K32研XXV第575号

梅津 信二郎(早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 教授)

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:

本申請研究では、心電図(ECG)信号を活用して心血管疾患(CVDs)および閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSAS)の診断とモニタリングを実現するため、新たな「周期的スプリットアトラクター再構築法(PSAR)」を提案した。ECG信号を心拍周期に基づいて分割し、R-R分割、Q-R-S分割、S-TP-Q分割の3つの手法でアトラクターを再構築した後、生成した密度マップを特徴量として使用し、SE-ResNetモデルにより機械学習ベースの診断を行った。データは、CVDs診断用として12リードECGデータセット2つ、OSASモニタリング用としてPSG(多項目睡眠ポリグラフ)記録データを用いた。信

号前処理にはノイズ除去、ベースライン補正、ピーク検出を行い、得られた信号を基にアトラクターを構築。各分割手法の有効性を定量的に検証した。

成果:

提案手法のPSARによって、以下の成果が得られた:

1. 心血管疾患の診断: PSARは、6種類のCVDs(例:心房細動、右脚ブロック、洞性徐脈など)において、90%以上の診断精度を示した。特に、R-R分割は全体的な精度で優れ、特定疾患ではQ-R-S分割およびS-TP-Q分割がさらなる特徴抽出を可能にした。F1スコア、精度、再現率、特異度において全体的に高い結果を達成し、特定の病態に応じて分割手法を最適化することで、診断

精度が向上した。

2. OSASのモニタリング: OSASの3つのタイプ(閉塞性、中枢性、混合型)について、R-R分割およびS-TP-Q分割に基づくアプローチで、F1スコア1.0という高精度を達成。信号の周期的な特徴を捉えたことで、睡眠中の呼吸異常を正確に分類できた。
3. 診断速度の向上: 提案手法は、CPU環境で200ms以内、GPU環境では50ms以内で診断可能となり、手動診断と比較して大幅な時間短縮を実現した。

今後予想される効果:

本研究で提案されたPSARは、簡易なIリードECG信号を用いることで、ウェアラブルデバイスやポータブルデバイスに適用可能な新しい診断技術を提供する。この技術は以下の効果が期待される(予測される)。

1. 医療アクセスの改善: 患者が日常生活で簡単に使用できる診断技術として、早期発見やセルフモニタリングが可能となり、医療アクセスの格差を縮小する。
2. 医療コストの削減: 手軽なIリードECGと簡便な機器で高精度診断を可能にすることで、医療費負担を軽減し、ヘルスケアシステム全体の効率化を図る。
3. 応用範囲の拡大: 今後、PSARを基盤にした視覚的な診断ツールの開発が進められることで、スポーツ分野や個人の健康管理、慢性疾患のリスクモニタリングなど、幅広い応用が期待される。

これらにより、PSARは将来の個別化医療やデジタルヘルスケアの進展に寄与すると考えられる。

■海中ドローンと畳み込みニューラルネットワークを応用した海中生物調査システムの開発

K32研XXV第576号

中平 勝也(沖縄工業高等専門学校 情報通信システム工学科 教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

1 開発したシステムの概要

海中ドローンは海上ブイと通信ケーブル(将来的には光通信)で接続し、海上ブイと地上のセンター局は無線通信(5Gなど)で接続する。海上ブイのカメラから得た画像と、海中ドローンのカメラから得た画像はディープラーニングサーバーに送信する。ディープラーニングサーバーは、魚AIとサンゴAIを用いて、ドローンのカメラの画像から海中生物の情報として魚やサンゴの種類・数・密度を画像検出し、クラウドサーバに蓄積する。さらに、ディープラーニングサーバーは、海上ブイのカメラの画像からドローンの位置を推定しながら、海中ドローンを自動的にルートに沿って運行させる。

2 開発した魚を認識する画像AI

魚の種類ごとに数万枚の教師画像を取得するため、インターネットからのデータクロウリングや、シュノーケリングや水族館での魚の撮影で、最終的に、9525枚からなる独自のデータセットを収集した。機械学習時のデータセットは魚種ごとに学習用と評価用に約8:2の割合で分割し、79種類の魚をYolov3で機械学習させた。学習が収束した3500回の検出精度は、魚の種類ごとに数%~100%の幅があり、平均値mAPは約65%であった。検出精度が低い魚は今後、教師画像を増加させることで、検出精度を高くできる可能性が高い。ただし通常の30FPSの動画では1秒に30回の検出が行われるため、65%の検出精度でも、1秒間程度で認識は成功する場合がほとんどであることを補足しておく。画像に映る魚が複数い

る場合にも、それぞれの魚の形や細かい模様を判別し、魚の名前と画像内の魚の位置を正確に検出できた。

3 開発したサンゴを認識する画像AI

サンゴが海中に占める割合(サンゴ被度)を測定するため、画像内のサンゴの輪郭を検出できるセグメンテーション型のディープラーニングを用いてサンゴAIを開発した。沖縄県の本部町瀬底島と恩納村宜志富島のビーチで、海中ドローンを走行させ、1時間以上の海中の動画を取得した。取得した動画からサンゴが写っている画像をサンゴの種類ごとに100枚以上切り出して、機械学習を実施した。開発したサンゴAIを用いた結果、瀬底島には、サザナミサンゴ、ソフトコーラルの2種類のサンゴが多く生息し、宜志富島には、シコロサンゴが多く生息していた。検出精度は95%であった。

4 開発した海中ドローンの制御技術

一般的に、海中ドローンの操作はドローンに装備したカメラの海中画像を頼りに操縦者の勘で行われており、様々なドラブルが発生している。例えば、海中ドローンの場所が分からなくなりドローンがロストする、ドローンが岩礁に衝突してサンゴやドローン自体を傷つけるなどがある。そこで、陸上から安全なルート制御が行えるドローン制御方式の開発を行った。具体的には海中カメラで海中ドローンで上から撮影し、あらかじめ設定したルートに沿うように海中ドローンを走行させる。この時、画像からYolov3でドローンの前方部分と後方部分を検出し、ドローンの進行方向のベクトル(方向ベクトル)とドローンの中心座標を得

る。また、ドローンの中心座標と目標地点の座標からドローンが向かうべき目標方向のベクトル(目標ベクトル)を得ることで、目標地点に向けて海中ドローンを走行させることができる。ドローンの実位置と目標位置の差分(誤差)を求めた結果、誤差の平均は画像ピクセルで14[px]に収まり、精度よくドローンをルート制御できた。

■耳を開放したまま使える軟骨伝導アクティブノイズコントロールの開発

K34研XXVII第599号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

今回の課題で行ったシミュレーション実験の内容を報告する。今回はDXHSという正弦波を出力しその振幅(α_k, β_k)と位相(ϕ_k)を制御するアルゴリズムを採用した(図2)。今回は狭帯域雑音を除去するため、雑音の中心周波数を推定し、その周辺の周波数(ω_k)の逆位相に相当する複数の正弦波を軟骨伝導振動子(Transducer)から出力した。よって振動子から消音点までの二次経路は軟骨伝導となる。消音点では雑音だけに制御がかかり、同時に流れる音声は無加工のまま通過すると推測される。

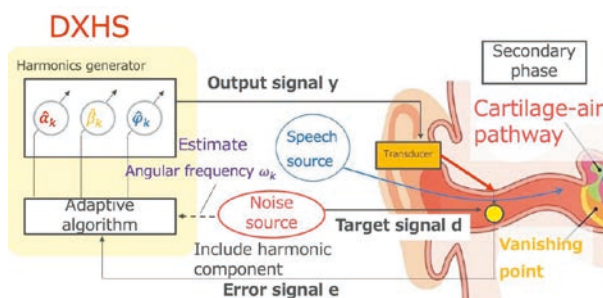


図2 軟骨伝導DXHSの概念図

これまでの研究により、軟骨伝導音を用いて上記DXHSで正弦波は消音されることを確認している(下倉ら, 2022)。今回は消音対象を狭帯域騒音(中心周波数:500Hz、帯域幅:1/3oct)へと拡張した。それに伴いステップサイズパラメータ(フィルタ更新の収束の安定性を定めるハイパーパラメータ)が誤差信号によって変化するよう工夫を加えた。具体的には狭帯域雑音のスペクトル包絡の形状に合わせて出力する正弦波の周波数を決定し、その振幅(E_k)に応じてステップサイズパラメータ(μ_k)を決定した(図3)。今回の実験では、狭帯域雑音の中心周波数に合わせて5つの正弦波を出力した。

重畳する音声は

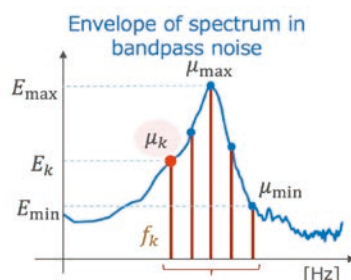


図3 スペクトル包絡応答ステップサイズ法

5 今後予想される効果

海中生物調査システムの実現に向けて、提案する水中ドローンの航行ルート自動制御の開発内容と性能評価について述べた。提案方式は、船上から見えない水中ドローンの位置を空中ドローンのカメラからCNNの物体検出を用いて推定し、推定情報からドローンを制御する。

下倉 良太(大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授)

女性話者スピーチとした。信号長は5秒程度である。狭帯域雑音と女性話者スピーチのSN比は-18dBとした。狭帯域雑音と女性話者スピーチの混合音を制御対象信号とした。サンプリング周波数は8000Hzで、二次経路となる軟骨伝導は事前にTime Stretched Pulse信号を用いて計測した。ここで得られたインパルス応答を出力信号に畳み込み、耳内音とした。本シミュレーション実験ではMatlabを使用した。

シミュレーション実験の結果を図4に示す。青線は制御対象信号(狭帯域雑音+スピーチ)、オレンジ線は誤差信号、黄色線はスピーチ信号を表す。アルゴリズムが完全に狭帯域雑音を除去すると、誤差信号はスピーチ信号と一致する。制御対象信号の出力から1秒後に消音を開始した。よって誤差信号は1秒以降に大きく雑音が減衰している。11.3dBの消音を確認することができた。

図4の下段には各信号のスペクトルを示す。制御対象信号の500Hz付近の大きなピークが、アルゴリズムの適応を受けることによって大きく減衰する様子を観察できた。またスペクトル包絡応答ステップサイズ法を導入することにより、狭帯域雑音のピークを滑らかに削るようにエネルギーを減衰することに成功している。スペクトル包絡応答ステップサイズ法を使用しない場合、つまりステップサイズパラメータを固定値にした場合には、狭帯域雑音の裾野を削るように消音が進み、結果的に純音性の雑音が生じてしまう。この雑音は高いピッチを有するので聞いていて不快感が強い。一方、スペクトル包絡応答ステップサイズ法ではエネルギーの大きい周波数(中心周波数に

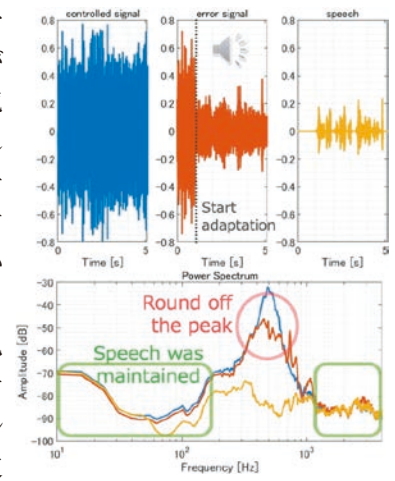


図4 制御対象信号(青)、誤差信号(オレンジ)、元音声(黄)の時間波形(上段)とスペクトル(下段)

より近い周波数)ほど更新幅が大きいので、ピーク付近の消音を優先させることができた。

またその他の帯域、つまり音声の帯域はオレンジ線と黄色線が重なるので、そのエネルギーを保持していることが分かる。DXHSを採用することにより、わずか5つの正弦波を出力して消音を行っているため、その他の周波数への影響を最小限にすることができた。本来の目的である選択的消音が達成され、音声を無加工のま

ま通過させることに成功した。

今後は実用化を目指した実機実験を行なっていく。そのためには軟骨伝導振動子を耳に固定するための治具を設計する必要がある。振動子が適切に耳軟骨に触れるよう形状の最適化を行う。3Dプリンターで成型し、数種類の候補を作成することができたので、今後は外耳道内音圧を計測しながら評価実験を行なっていく。

■人間を対象とする人工知能技術とアフーマティブアクション

K34研XXVII第600号

得能 想平(奈良先端大学 デジタルグリーンイノベーションセンター 助教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では、人工知能技術への導入のためのアフーマティブアクションの再定義に向けて、人間を対象とするAI使用についての調査を行った。その成果としては、AIの公平な使用の条件、AIの不公平な使用の条件、AI使用を論じるための基盤理論としての現象学的な着想という三つの観点からまとめることができる。

AIの公平な使用を考えるにあたっては、同様に統計的データを用いているにも関わらず、問題になっていない事例との比較が有用である。そのような事例として厚生労働省の公開資料に焦点をあて、統計的事実を公表する際にその目的が社会において理解されているかどうかが目すべき条件であることを論じた。

AIの不公平な使用を考えるにあたっては、人種からくる偏りがあることを告発されたAIを用いた再犯リスク診断プログラム、通称COMPASと呼ばれる事例を、被害を受けたPaul Zillyの観点から考えることで、不服申し立てのコストが異常なまでに高い状況において、構造上誤りを避けることができない機械学習のテストを個人にさせる状況を作り出す点が注目すべき条件であることを論じた。

AI使用を論じるための基盤理論としては、メルロ=ポンティの「意味」の理論を取り上げた。一人称視点における事物や人間の現れは、それぞれ今行っている世界とは異なる別の世界の可能性を示唆する「意味」として記述できる。メルロ=ポンティのこのような着想は、AIの使用を、別の世界の可能性の示唆として記述することを可能にするものであり、AIの公平性の議論は、示唆される別の世界の可能性のデザインの問題として位置づけることができる。

これらの成果は、近年進むAI規制の文脈において、AIの事前規制のあり方を考える際に活かされることが見込まれる。AIに関しては、プライバシーや著作権などの問題だけでなく、「AIアライメント」と呼ばれる人間の価値観や倫理観との調整の課題が今後の重要な課題として取り上げられている。本研究の成果は、AI使用が社会に与える影響を事例の哲学的な分析によって記述することで、数理的な公平性基準によって調整されるAI自身の公平性と、そのような数理的基準ではとらえることが難しい価値観や倫理観の問題を架橋するものとして位置づけられる。

■運動特性が異なるユーザー毎に最適な操作をリアルタイムに教示するヒト機械相互学習型のT字杖歩行訓練システムの開発

K34研XXVII第601号

中島 康貴(九州大学 工学研究院 准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

転倒を予防する方法の一つとして歩行補助具の使用が挙げられる。その中でも、T字杖(以下、杖)は高齢者が使用する最も一般的な歩行補助具とされている。しかし、ユーザーの身体特徴に応じた杖の選定(杖の長さの調整など)やユーザーの運動特性に応じた杖操作の指導(杖を突く位置やタイミングなどの技術的指導)が不足した場合、ユーザーが杖に期待する効果(例えば、転倒防止など)が十分に発揮されない。そこで、本研究ではヒト側の学習を促すためにユーザーが杖操作方法を習得し、動作の再現性を高めることができる

新たな杖操作訓練支援システムを構築する。杖歩行訓練システム開発の第一段階として、動的な杖使用条件下における杖操作の工学的解明を行った。具体的には、杖歩行中の動的安定性を示す評価指標の一つである MoS(Margin of Stability)を構成する BoS(Base of Support)内の杖の接地位置(以降、杖先位置と呼ぶ)と、杖にかかる荷重(以降、杖荷重)に着目し、どちらのパラメータが、動的安定性を増加させる効果が大きいのか理論と実験の両方から解析を行った。また、この際に動的安定性だけでなく、身体負担についても考慮するために、肩関節トルクが過大にならないような

操作であることも踏まえた解析を実施した。その結果、理論と実験のいずれとも、杖荷重と比べ杖先位置を増加させる杖操作の方が、肩関節トルクの増大を抑えながら、動的安定性を上昇させる杖操作であることが確認された。転倒予防に寄与する力学現象の理解に基づいた杖操作力学モデルによる杖歩行の評価実験を行った。理想的な杖使用法が明らかになっても、その通りに杖を操作することは容易ではない。そこで、周囲の環境を知的に制御することで、杖使用法の学習を促す杖操作訓練システムを開発した。本システムでは、適切な杖先位置を教示するために、赤外線レーザが平面上で移動可能なシステムを開発した。この赤外線レーザの照射によって杖先位置を教示するシステムでは、直交したリニアガイドで構成される平面上を高速かつ精確に移動可能なレーザの制御を実装している。構築したシステムを用いた杖歩行訓練により、赤外線レーザで指定した杖先位置に杖を接地することで、MoSが向上することを確認した。本研究で得られた成果を活用することで、理学療法士の経験による指導と使用者の感覚に基づく回答のフィードバック形式による定性的な手法で決定されていた従来の杖操作指導の限界を突破し、病院内のリハビリでは免荷、屋外の散歩では歩行速度を重視するなど、使用者ごとに異なる身

体特徴や運動特性の違いで生じる力学現象の理解に基づく工学的な手法により、杖の使用法を決定することができる。そのため、今後は、身長や体格などの身体特徴が異なる若年健常者の間や、関節の可動域や下肢の荷重能力などの運動特性が異なる高齢者や片麻痺患者間においても、提案する杖歩行モデルに基づいて杖を操作することで、それぞれのユーザーが杖に期待する役割(左右の不均等な動きを補正し、バランスの調整、ひいては転倒を防ぐ)を高めることができるか検証を引き続き行い、それぞれのユーザーに応じた独自の杖の製作に取り組む



第601研UDX奨励賞

■電力のパケット化伝送にもとづく物理コンピューティングの研究

K34研XXVII第602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】我々のグループでは、電力伝送をデジタル化し情報のタグを付与することでパケット化する、電力パケット伝送システムの研究開発を行ってきた。本研究では電力のパケット化技術にもとづく電力と情報の処理の統合的な取り扱いについて検討した。特に、生体模倣ロボット駆動への適用という具体的なアプリケーションを設定し、ロボットの運動を規定する情報系と、それを実現するためのエネルギー管理を行う電源系との融合技術の実現に取り組んだ。

【成果】主要な成果として、負荷制御に関わるセンシングと情報処理を、電力パケット伝送システムにおける物理量の応答から行うとともに、その結果を用いた電力パケット伝送のフィードバック制御を行うシステムを実現した。電力パケット伝送システムにおいては、デジタル化された電力供給を構成するパルス電力それぞれに識別可能なタグを付けて伝送する。これにより、電力パケットを伝送するルータのネットワーク上に空間的に分布する電力の時間変化をパケット単位でトレースすることが可能となる。提案システムでは、まず、この分布の変化から、ネットワークに接続される各負荷の状態を推

持山 志宇(京都大学大学院工学研究科 助教授)

定する。さらに、その結果をもとにルータにおける電力演算動作を変化させることで、目標動作に対して事前に与えられた負荷への供給パケット系列を修正する。これにより、ロボットの未知環境下での動作において事前に予測した負荷動作にずれが生じた場合にも、適応的にそれを修正して電力パケット伝送を行うことにより目標動作の達成が可能である。以上のシステムの有効性は、電力パケットにより駆動されるロボットハンドを用いたモーションコントロール実験により検証された。

【今後予想される効果】情報系と物理系の融合、いわゆるサイバーフィジカルシステムの重要性が社会・産業のあらゆる分野で明らかとなっている。そこで課題となるのはサイバー空間と物理空間の整合である。整合がとれなくなったとき、システムが目的を達成できないばかりでなく、現実世界に多大な損害を与える場合があることが指摘されている。本研究が提案する手法は、情報と電力(物理量)の取り扱いを電力パケットという一つのメディアによって統合するものであり、上記の課題を本質的に解決するプラットフォームとして(ロボットのみならず)電気をエネルギー源とする幅広い対象への適用が期待される。

■安価なスマートデバイスを活用した広域被害度情報即時推定システムの開発と社会実装

K34研XXⅦ第603号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究は、広域地震被害における面的分布情報の即時推定を目標とし、①スマートデバイスとクラウドコンピューティング技術を併用した安価かつ簡便な高密度地震観測網の構築と、②GIS_250mメッシュ単位の高解像度地震被害分布情報の推定・共有システムの開発を目標とする。研究課題①では、南海トラフ地震において広範囲で震度6強～7の揺れが想定される愛知県豊橋市(人口36万人の中核市)を対象とし、市内の小学校15校に地震観測用スマホアプリ:クラウド地震計(申請者らの研究グループが開発し、現在はGoogle Playで無料公開中、https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.hayashi_lab-jishin01)をインストールしたスマートフォンを設置し、常時地震観測を実施している。研究期間においては、2024年1月1日の能登半島地震において震度3相当の地震記録を取得し、クラウドストレージに当該データを集約したうえで、汎用クラウドコンピューティングサービスAWSを用いて自動的に分析・共有がなされた。研究課題②では、全国の基礎自治体で取りまとめの進む都

林 和宏(千葉大学 大学院工学研究院 准教授)

市計画基礎調査情報(対象地域の建物群の位置(緯度経度)、用途、築年数、構造種別、建築面積、階数など)を取りまとめたGISデータ)に基づいて、対象地域の地震被害分布を即時推定する手法を提案検討した。当該手法に基づく分析では、旧市街区の建物群に重大な損傷や倒壊などの被害が集中する一方で、平均築年数が浅くなる新市街区や地盤が堅剛な地域では被害がそれほどひどくならないなど、市内における被災度の濃淡を地理空間情報(GIS)として表現できる。これは、発災後に人的・物資リソースを重点的に投入すべき被害甚大地区が、機械的に即時推定可能であることを示している。さらに、2016年に発生した熊本地震を対象として、2度の震度7の揺れが発生した熊本県益城町の被害を提案手法を用いて検証し、被害分布を概ね妥当に評価可能であることを示した。今後は、豊橋市を含む愛知県東三河地域の5市2町1村が参加する東三河防災協議会と連携して、提案システムの普及・運用を進めるとともに、発災後の自治体対応に提案システムの分析結果を効率的に活用する方策を検討してゆく。

■物理的な道具立てを用いるゼロ知識証明プロトコル

K34研XXⅥ第604号

宮原 大輝(電気通信大学大学院 情報理工学研究科 助教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本助成では、トランプカードのような物理的なカード組を用いる暗号プロトコルを対象とし、特にゼロ知識証明を実現するカードベースプロトコルに関する研究を行った。ゼロ知識証明とは、ある問題について答えが存在することを、答えに関する情報を一切漏らさずに証明する暗号プロトコルである。数独のようなペンシルパズルの解に対するカードベースゼロ知識証明プロトコルの構成が、近年盛んに研究されている。この分野に対して本助成によって、査読付き学術論文3件、査読付き国際会議予稿論文1件の成果を得ることができた(謝辞に本助成による成果であることを記載済み)。これらでは、ニコリ社が出版している有名なペンシルパズルの解に対するカードベースゼロ知識証明プロトコルの具体的な構成とセキュリティ証明を公表している。特に本助成によって実施した海外研究打ち合わせによって、「スリザーリンク」や「月か太陽」といったペンシルパズルに共通するルールである一つの輪を描くパズルに対し、従来よりも効率的な方式を考案することができ、その成果をNew Generation Computing誌にて公表した。

この方式は、単一のパズルではなく広い範囲のパズルの解に対するゼロ知識証明プロトコルに組み込むことができ、汎用性が高い。また、この成果が記載された学術論文の著者5人の内訳は、本報告者以外の4人全てが海外機関所属であり、国際共著論文としても非常に特色がある。他の学術論文についても全て国際共著論文となっている。また、「ウソワン」といったパズルに関する論文が掲載されたTsinghua Science and Technology誌については、Impact Factorが5.2と情報科学分野において突出し、Elsevier社が提供する評価ツールであるSciValにおいてTop10%ジャーナルに選ばれている。すなわちこれは、本成果の学術的意義が評価されていることを意味する。以上示したように、本助成によって学術的に評価される国際共著論文を複数公表することができ、国際協調の基盤を形成することができた。これにより今後は、本分野を超え、情報科学分野において特色ある国際共同研究としての発展が期待できる。実際に、これらの研究の発展に関して研究計画書を共同で執筆し、JSPSの2国間交流事業(2025年度開始)に採択されている。

■深層学習を用いた新規タンパク質設計法の開発

K34研XXVI第605号

新井 宗仁(東京大学 大学院総合文化研究科 物理学専攻 教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では、深層学習と物理学に基づく手法を組み合わせて、有用なタンパク質の新規設計とタンパク質のフォールディング反応過程の予測を可能とする新規手法の開発を目指した。タンパク質の結合能や触媒活性の強化は、医薬品開発や産業において重要な課題である。特に、深層学習を活用したタンパク質設計法が注目されているが、これらを物理学ベースの手法と組み合わせることにより、設計の成功率が向上することが示唆された。

具体的には、まずタンパク質間相互作用(PPI)を阻害する小型タンパク質の理論的設計を行った。深層学習ツールと物理学的手法を駆使して、白血病に関与するPPIや血圧上昇に関わるPPIを阻害するペプチドを設計し、実験によりその効果を確認した。これにより、PPI阻害剤の開発における新たなアプローチを提案した。また、がんやアレルギー、ウイルス感染に関するPPI阻害剤の設計等も行った。さらに、バイオ燃料などのように産業に有用な物質の生産効率を向上させることを目指して、多段階反応で作用する酵素間の相互作用を強化させた変異体の設計を行った。

多くのタンパク質は特定の立体構造へとフォールディ

ングしてから機能を発揮するため、フォールディング反応過程を解明することは基礎生命科学において重要であるだけでなく、産業や医療において有用なタンパク質を製造するうえでも重要である。本研究では、多様なタンパク質のフォールディング反応過程を予測できる画期的な物理学理論(WSME-Lモデル)を開発することに成功した。この理論は、複雑な構造をもつタンパク質に対しても、フォールディング反応経路を示す地図である自由エネルギー地形を予測することができ、ノーベル化学賞が授与されたタンパク質の構造予測ツールAlphaFold2を補完する技術である。これにより、深層学習ツールと物理学ツールを組み合わせ、理想的なフォールディング反応過程を持つタンパク質を設計することも可能となる。また、多様なタンパク質のフォールディング反応過程をWSME-Lモデルで予測し、それらのデータを深層学習すれば、AlphaFold2の次に登場が期待されている「フォールディング反応過程を予測するAI」を開発できるだろう。

以上のように、本研究はタンパク質設計における新しいアプローチを提供し、今後、産業や医療における有用タンパク質の開発に貢献することが期待される。

■「未知ドメインおよび未知クラスに対処可能な物体検出」

K34研XXVI第606号

古田 諒佑(東京大学 生産技術研究所 助教授)

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、物体検出器を未知のドメインに対して頑健に学習させる新たな方法を提案した。物体検出における「ドメイン」とは、画像の色味やスタイル、天候や撮影条件などのデータ分布の違いを指し、学習時とテスト時にドメインが異なると性能が低下する問題がある。従来の「ドメイン汎化」では、複数のドメインからラベル付きデータを収集して学習するが、物体検出では物体の位置もバウンディングボックスで出力する必要があり、データ収集が高コストとなる。そのため、本研究では「半教師ありドメイン汎化」と「弱教師ありドメイン汎化」の設定を提案し、コストを抑えつつ未知のドメインに頑健な物体検出器を学習する方法を示した。

「半教師ありドメイン汎化」では、1つのドメインからラベル付きデータと複数のドメインからのラベルなしデータを使用し、「弱教師ありドメイン汎化」ではラベル付きデータと物体位置情報のない弱いラベル付きデータを使用する。この設定で、データ収集コストを低減し、未知のドメインに強いモデルを学習できる。

本研究の重要な特徴は、「Mean Teacher」と呼ばれる半教師あり学習フレームワークの活用である。これにより、少量のラベル付きデータと大量のラベルなしデータや弱いラベル付きデータを使用しても、未知のドメインに対してロバストな物体検出モデルを学習可能にする。

さらに、「平坦な解」の重要性に注目し、Mean Teacherフレームワークが平坦な解に収束する理由を解析した。平坦な解とは、損失関数の最小値が広い領域にわたり、ロバストなモデルがこうした解に収束しやすいことが知られている。本研究では、教師と生徒の出力を一致させる正則化手法を導入し、これにより学習が安定し、より平坦な解に収束させることが可能になる。

実験には芸術的スタイルの画像データセットと車載カメラ画像データセットを使用し、提案手法の効果を確認した。実験結果では、Mean Teacherフレームワークに正則化手法を加えることで、物体検出モデルが半教師ありドメイン汎化や弱教師ありドメイン汎化において性能向上を示し、従来の方法やベースラインと比較し

て優れた結果を得た。

このアプローチは、ラベル付きデータが収集困難な現実世界の物体検出タスクに効果的である。具体的には、ドメインの違いは画像のスタイル（画風）の違いや、屋外撮影での日時や天候の違い、撮影した機器や

患者の異なる医療用画像など様々な場面で発生する。物体検出は自動運転や医療部位検知など現実的な応用と直結しており、未知のドメインに低コストで頑健な検出器を学習させる方法として期待される。

■エクサスケール環境のための自動チューニング専用言語の機能開発

K34研XXⅦ第607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、本格的なエクサフロップス時代に突入した現在、計算機アーキテクチャの爆発的な多様化が進むことによる種々の未解決課題の解決を試みた。エクサスケール時代の計算機環境は「非均質計算機構成」が主流となっている。現在のスーパーコンピュータセンターの動向を見ると、機械学習（AI）など多様なユーザ要求がある。すなわち、センター内の計算機環境は高度に「非均質」で多様化している。非均質構成をなす計算機システムでは、利便性を向上させ、大規模データの特徴に追従し、非均質化した計算機構成でも高性能を達成する仕組みが極めて重要となる。そこで計算機アーキテクチャ特性に加え、アルゴリズム選択に至る「動的な」チューニング要因を自動最適化する要求がますます増大する。この要求を解決するため、本研究ではソフトウェア自動チューニング（AT）技術の研究を行った。

現在の最新CPUや演算アクセラレータとして使われているGPU（Graphics Processing Unit）は倍精度演算よりも単精度／半精度演算のほうが高速であり、双方を組み合わせた「混合精度演算」がなされている。またディープラーニング（DL）に代表されるAI処理も計算の「非均質性」になる。さらに現在、量子コン

片桐 孝洋（名古屋大学 情報基盤センター 教授）

ピュータ開発に期待が寄せられている。特にスーパーコンピュータの演算アクセラレータへの量子コンピュータ活用が期待されている。この量子コンピュータの利用も計算の「非均質性」となる。

本研究の成果は以下の3つにまとめられる。（1）混合精度演算の最適化方式の開発：プログラム上のユーザが指定した箇所に対して、使われている変数の型を倍精度／単精度に変更し、その演算組合せを最適化することで高速となる混合精度演算を実現する新しいAT方式を開発した。（2）説明可能AI（XAI）への展開：GPUを活用するAIとして代表的なDLを用いたAT方式について、数値計算の典型処理に適用する事例に対するXAIの適用を世界で初めて行った。（3）疑似量子アニーリングの解の精度高速化：量子関連計算として注目されている疑似量子アニーラ上に現れる性能パラメータをチューニングするAT方式を開発した。このことで、解の高精度化を実現した。

以上の（1）～（3）の成果は、「非均質性」を考慮したエクサスケール環境での性能向上に資する。現在開発されているスーパーコンピュータ「富岳NEXT」などの次期システム上におけるアプリケーション高速化への展開が期待できる。

■テスト実行時情報とソースコードの差分を用いた効率的なテストケース選択手法の提案

K34研XXⅦ第609号

嶋利 一真（奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 助教）

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

近年、ソフトウェアは大規模・複雑化しており、実行されるソフトウェアテストの量や頻度も大きくテスト実行には膨大な時間を要する。そこで、本研究ではソースコードの更新時に実行されるソフトウェアテストについて、ソースコードの差分とテストケースの行単位の実行時情報を用いて選択する手法を提案し、そのツールを開発した。ソースコードの変更が行われた際に前回と挙動に変更がないテストケースは実行しないことで、実行するテストケース数を削減し実行コストを削減できる。

提案手法の有用性の評価として、実プロジェクトにおいて動的なテスト選択手法を適用した場合の解析コ

ストとテスト実行時間削減とのトレードオフの関係を分析した。対象は依存関係の粒度がファイル単位を選択手法と行単位のテスト選択手法とし、それぞれについてプロジェクトのメトリクスと有用性との関係性を分析する。分析の結果、行単位の手法はより粒度の大きいファイル単位の手法よりもテスト数を多く減らせる一方、実行時間については半数のプロジェクトでのみ行単位の手法が上回ることが明らかとなった。原因を明らかにするためにプロジェクトのメトリクスと有用性を分析したところ、元々のテスト実行時間が長いほどテスト選択手法が有用に働くことが明らかとなった。一方、テストクラス数が少ないプロジェクトでは行単位の手法が、バイト

コード命令の実行回数が少ないプロジェクトではファイル単位の手法が、それぞれ有用に働く傾向にあることが明らかとなった。本研究の成果は国際ワークショップ WIRES 2024で発表を行い、Distinguished Presentation Awardを受賞している。

今後の発展として、今回の分析結果を基にしたプロ

ジェクト毎に最適なテスト選択の粒度の自動決定手法が挙げられる。プロジェクト毎のメトリクスをもとに粒度選択を行うことで、ソフトウェアの実行トレース収集コストとテストの削減率のトレードオフを考慮したテスト選択が期待できる。

■ バイオDXによるゲノム編集ターゲット遺伝子選定の情報科学的研究

K34研XXVII第610号

坊農 秀雅(広島大学大学院統合生命科学研究科 教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では、JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)のプロジェクトである「バイオDX産学共創拠点」のもと、ゲノム配列情報とそれにかかわる実験情報を統合し、ゲノム編集でノックアウトすべき遺伝子の順位づけを行う手法を開発した。

まず、ゲノム編集ターゲット遺伝子選定に関して、以前の研究で注目した低酸素や酸化ストレスに加えて新たなストレス刺激に対して遺伝子発現変動する遺伝子群を公共データベースに蓄積された大規模な遺伝子発現データからメタ解析を行った。それらのうち代表的なものの一つが(1)地球温暖化により社会問題になっている高温ストレスであり、もう一つが(2)植物の非生物学的ストレスである。それぞれ(1)ヒトおよびマウスの培養細胞における高温ストレス、(2)環境ストレス下で合成が促進され気孔の閉鎖や遺伝子発現の変化を通じて植物のストレスに対する適応を促す植物ホルモンのアブシジン酸(ABA)およびABAと関連する塩、乾燥、浸透圧、低温のストレスによる遺伝子発現変動のデータを多数集めてメタ解析を行った。その結果、多数の発現変動遺伝子をゲノム編集ターゲット遺伝子の候補としてリストアップすることができた。それらの成果は以下の査読済み論文として公表されている。

- 1.Yonezawa S, Bono H. Meta-Analysis of Heat-Stressed Transcriptomes Using the Public Gene Expression Database from Human and Mouse Samples. International Journal of Molecular Sciences, 2023-08-30, DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms241713444>
- 2.Shintani M, Tamura K, Bono H. Meta-Analysis of Public RNA Sequencing Data of Abscissic Acid-Related Abiotic Stresses in Arabi-

dopsis thaliana. Frontiers in Plant Science, 2024-03-22, DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1343787>

特に生命システムにとって重要な機能を担っていることがこれまでの研究から知られている代謝パスウェイを構成する酵素タンパク質をコードする遺伝子をターゲットにすべきであると 2023年に行われたバイオハッカソンでそれに必要なシステムについて集中的に議論した。その成果を以下の2本のプレプリント論文として公表した。

- 3.Pico, A., Ono, H., Nozu, R., Oec, N., & Bono, H. (2023, July 12). BioHackJP 2023 Report R3: Expand the pathway analysis environment to non-model organisms. DOI: <https://doi.org/10.37044/osf.io/4uskb>
- 4.Oec, N., Hirota, T., Nozu, R., & Bono, H. (2023, October 25). Efforts to analyze pathways in non-model organisms. DOI: <https://doi.org/10.37044/osf.io/spf3q>

構築したシステムはQuest for Pathways with eXpression(QPX)と名付けられている。パスウェイダイアグラム中の遺伝子に対応する発現強度がJupyter notebook上で可視化することできる。すなわち、パスウェイダイアグラム、そのアノテーション情報と遺伝子発現データを入力として、ウェブブラウザ上での可視化手段が提供される仕組みとなっている。QPXは、GitHubレポジトリ <https://github.com/bonohu/qpx> で公開されている。

今後、このシステムを使った新規モデル生物における遺伝子発現の可視化が行われることが予想される。その可視化によってゲノム編集ターゲット遺伝子の選定が加速することが期待される。

■ 感覚フィードバックによる「リアルタイムな感覚共有機能」を備えた効果的な技術習得支援手法に関する研究

K34研XXVII第611号

小野 重遥(北陸先端科学技術大学院大学)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究でははじめに、スキーシミュレータを用いた2つ

の遠隔環境におけるリアルタイムな身体データの視覚的な共有手法について検討した。従来の遠隔学習の

手法である実動画を用いた提示手法と提案システムによるVR空間上での提示手法のそれぞれについて、システムの有用性を教師役被験者と学生役被験者から取得した姿勢・足圧データの類似度による客観的評価とNASA-TLX・System Usability Scale等による主観的評価から検証した。ユーザ実験の結果、提案手法はユーザのライントレース技術の向上に有意に寄与し、有意に少ない作業負荷でロールモデルの模倣が可能であることが示唆された。

次の段階として、遠隔環境における技術伝達に有効な触覚フィードバックを検討した。第一に、スキーより単純な動作例としてスクワットトレーニングを取り上げ、膝に対して膝の角度に応じたマイクロモータによる振動提示とペルチェ素子による冷感提示を行った。その結果、両手法で有意な姿勢の改善がみられたが、特にユーザが特定の姿勢を長く維持する必要がある動作に対して触覚提示を行う場合、冷感提示は姿勢を修正しようとする動作の個人差を軽減させる効果が見られた。

■画像キャプション課題と視覚・言語融合モデルを用いた自閉スペクトラム症における二重共感問題の研究 K34研XXVII第614号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder; 以下、ASD) は、社会相互性やコミュニケーションの困難さを特徴とする神経発達症の一種である。ASDが呈する社会相互性・コミュニケーションの困難さは、ASD自身に起因すると考えられてきた。近年、ASD者間ではコミュニケーションの困難さが生じず、非ASD者はASD者とのコミュニケーションに困難さを感じることが報告されている。このASD者と非ASD者間の双方向に生じる現象は、二重共感問題 (Double empathy problem) として知られている。しかしながら、この双方向性の現象が何に起因しているかは明らかになっていない。

本研究では、二重共感問題は、ASD者・非ASD者の「言語的・非言語的な情報表現形式」および「情報表現形式に対する選好性」に起因すると仮定し、心理実験を用いた検証を実施した。両者の言語的表現および非言語的表現を検証するため、それぞれ画像キャプション課題と描画課題を成人のASD者・非ASD者に対して実施した。覚えやすさのスコアが付された自然画像で構成されるLarge-scale Image Memorabilityデータセットから、覚えやすい画像と覚えにくい画像を含めて、合計60枚を選択し、両課題の呈示刺激として使用した。ASD者21名 (男性:12名、女性:9名、平均年齢:27.24歳) および定型発達者21名 (男性:12

第二に、より直感的に身体動作を伝達するためのインソール型空気圧フィードバックデバイスを開発し、その初期的検討を行った。本デバイスは荷重移動時に目標とする荷重位置の周囲に空気圧フィードバックを用いて膨らみを生じさせることで足裏に傾斜を作り、ユーザに身体を傾ける感覚を体感させることで、初学者が熟達者の荷重移動における身体動作をより直感的に理解し、動作を追体験可能にすることを目指したものである。ユーザ実験の結果、特定の位置へと荷重を移動させるタスクにおいて、目標荷重位置への移動が多く、被験者で正確に行われていたことが分かった。

今後は、様々な運動タスクに対して上記の触覚提示の知見を活かした技術伝達手法を適用し、遠隔での技術習得支援に有効な運動タスクと触覚提示の組み合わせを検証する。現時点では一方向 (教師→学習者) の技能伝達であるが、将来的には双方向での技能伝達が実現されることで、指導者についても学習者の動きを追体験することによる「コーチング方法に対する気づき」を得ることが可能になる。

板橋 貴史 (昭和医科大学発達障害医療研究所 講師)

名、女性:9名、平均年齢:26.69歳) をリクルートし、画像キャプション課題と描画課題を実施した。

研究協力者から得られた描画課題のデータは、600dpiで画像を読み込み、ニューラルネットワークモデルによる埋め込み表現を抽出した。低次層から高次層までの各層において埋め込み表現を抽出した。対応する呈示された刺激画像の埋め込み表現とのコサイン類似度を計算し、群間比較を実施した。その結果、非ASD者と比較して、ASD者は低次層におけるコサイン類似度が高く、高次層においてコサイン類似度が低いことが示された。加えて、ASD女性では低次層ではコサイン類似度が高く、高次層では低いというパターンは保持されるが、ASD男性では低次層のコサイン類似度の亢進のみが見られた。これらの結果から、描画課題においてASD者はエッジやパターンなどの低次特徴を表現する傾向が強く、家や道路といったコンセプトを表現する傾向が低いことが明らかとなった。また、この傾向はASD女性で強くみられることが示された。このような情報表現形式の偏りが、ASD者・非ASD者間のコミュニケーションの困難さに寄与している可能性が考えられる。今後、同様の解析を画像キャプション課題でも行い、言語的表現についても同様の傾向が見られるか検討を行う。また、描画課題および画像キャプション課題で得られたデータを用いて、odd-one-outによる選好性課題を用いることでASD者・非ASD者の言語

的・非言語的表現に対する選好性を検討する。これらのことにより、ASD者・非ASD者特異的な情報表現形式を明らかにするとともに、その翻訳機の開発を行うこ

とで双方向的なコミュニケーションの困難さを解消する一助とする。

■情報セキュリティシステムへの展開を考慮した確率分布近似法に関する基礎的研究

K34研XXVII第616号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

情報通信分野の基礎理論である情報理論に基づき、確率分布の近似方法に関する研究を行った。特に情報セキュリティへの展開を考慮し、f-divergenceと呼ばれる確率分布間の一般的な距離尺度を用いた理論展開を行った点が本研究の特色である。研究の主対象であるIntrinsic Randomness (IR) 問題は確率分布近似問題の一種であり、一様乱数と生成された確率分布間の近似誤差(距離)を一定値以下にしたもとでなるべく大きなサイズの一様乱数を構成する問題である。

本研究では、この最適レートをsmooth最大エントロピーと呼ばれる情報量を用いて特徴付けることに成功した。さらに、もう一つの代表的な乱数生成問題であるResolvability問題における最適レートはsmooth最小エントロピーを用いて特徴付けられることも明らかにし、二つの問題の間にこれらの情報量を介した新たな双対性が存在することを発見した。導出した一般公式を用いて、変動距離、Kullback Leiblerダイバージェンス、Hellinger距離など、重要な確率分布間の距離尺

野村 亮(早稲田大学 データ科学センター 教授)

度に対する最適レートを具体的に導出することにも成功し、我々の理論の有効性を確認することができた。

また、本研究の成果をRate Distortion Perception (RDP)問題へ応用し、f-divergenceを知覚品質の尺度として用いたRDP関数の一般的な下界を導出することにも成功した。RDP問題は機械学習分野でも注目されている問題であり、これは、データ圧縮のみならず機械学習分野における知覚品質の理論的な解析への重要な貢献となっている。さらに、本研究で得られた1対1の確率分布近似問題に対する結果を、2対1の問題、すなわち相関のある二つの確率分布を用いた問題へ拡張することが可能であることが明らかになっている。この問題は情報セキュリティにおける秘匿性増強問題と関連していることが知られており、本研究の成果が、より現実的な情報セキュリティシステムの設計に有用な知見を与えることが期待される。これらの研究成果により、確率分布の近似問題に対する理解が大きく進展し、情報セキュリティやデータ圧縮、機械学習など、様々な応用分野への理論的基盤を提供することができると考えている。

■自由度の高い多角形詰込み問題を対象とした階層型共進化アルゴリズムの開発

K34研XXVII第617号

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本申請研究では、任意の枠サイズ・形状を考慮した自由回転を許す多角形詰込み問題を対象とし、ピース(個体)が統合・分裂を繰り返しながら解を探索する階層型共進化アルゴリズムを開発することを目的とした。最終的な結果として個体の統合は実装され、多様性のある解の導出が可能となったが、分裂(廃合)については、効果的な実装ができなかった。個体の廃合について、どの段階でどの程度廃合するべきかという規則についての検証が未実装であり、今後突き詰めていく必要がある。

実施内容として、1年目は予定通り個体の統合・再定義について、2年目は配置結果についての検証とアルゴリズムの改良を行った。個体の統合・再定義について、ファジ理論を用いて、ピースの大きさ、頂点数、中心から辺までの距離、図形の形状をルール化した。ファジ理論を個体の選択に利用したことで、長方形だ

石川 秀大(大分工業高等専門学校 情報工学科 准教授)

けでなく、任意の枠に対するピースの配置が可能となった。しかしながら、ファジ理論による選択では、データセットに対して毎回同じ個体を選出されることが分かり、解の多様性が失われることが分かった。解の多様性維持のために、初期位置をランダムとし、周辺個体からGraham scanによる近似多角形の面積(凸包面積)が最も小さいものを選択する規則を考案した。つまり、複雑な統合規則を設定せず、統合後の凸包面積によってのみ統合後の個体を決める。個体の統合結果の例を図に示す。図より、統合初期の段階で形状が似ているものが統合され、複雑な形状(十字型など)は避けられていることが確認できる。形状が似ている個体は、隙間なく統合できるため、選択されやすい。結果として、ボトムレフト法と比較して、約26.5%面積が削減された。しかし、初期配置は乱数によって決まるので、初期値依存がなくなるわけではなく、廃合の実装や並列化による同時探索を実装することで、もっと良い解が見つ

かる可能性は高い。

今後は、廃合の実装、詰込み問題以外の問題(スケジューリング問題、巡回セールスマン問題など)への適用、人物再同定における特徴量選択アルゴリズムへの適用を検討している。特に、人物再同定においては、セキュリティやマーケティングに与える影響が大きいので

すでに別のプロジェクトで実データ解析などを進めている。各動画における人物がもつ特徴をベクトル化して個体とし、複数のカメラから得られる情報の統廃合によって、最終的な個人が持つ特徴ベクトルを決定する。本助成研究の結果は、データセットやベンチマーク問題だけでなく、実問題への応用に十分期待できる。

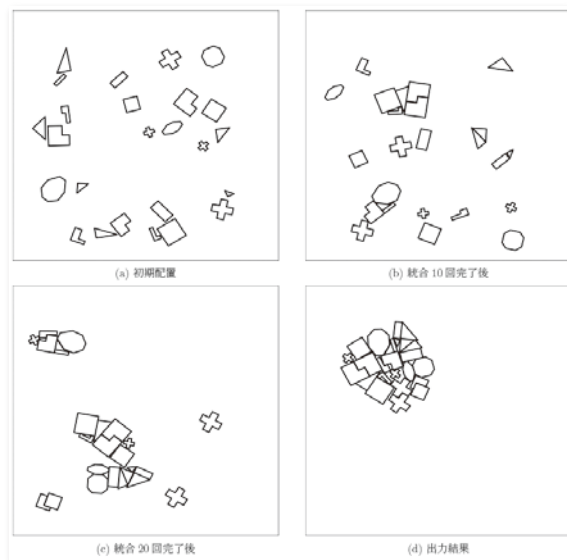


図 提案手法における個体の統合過程の例

■ 受講者の視線領域と感情を推定することで実現する遠隔授業におけるノンバーバルコミュニケーション

K34研XXVI第618号

柴里 弘毅(熊本高等専門学校 制御情報システム工学科 教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究では、視線領域と感情を推定することで遠隔授業におけるノンバーバルコミュニケーションを実現することを目的としたシステムの開発を行った。そのために、PC内蔵程度の性能のWebカメラを用い、画面のどの領域を注視しているかを専用の機器を用いずに推定する新しい視線領域推定アルゴリズムを考案した。推定にはConvolutional Neural Network (CNN)モデルを適用している。CNNモデルは、畳み込み層により画像の特徴を抽出し、プーリング層によりその位置感度を低下させるため、画像内の局所的なパターンや形状を捉えることから、画像認識のタスクにおいて優れた性能を発揮する。提案システムは、汎用WebカメラとPCにより構成されており、2つのCNNモデルを直列に結合することでさらに精度向上を図った。1段目のAIではカメラで撮影されたユーザの顔画像を入力し、領域ごとの推定確率を出力する。2段目のAIでは、注視領域の推定確率の分布を学習させることで、検出誤りパターンの補正を行う。学習には、画面を縦7×横11の計77の領域に分割した約3万枚の顔画像を用いた。テストデータを用いて評価した結果、推定確率上位5点以内に正しい注視領域が含まれる確率は83.42%という結果が得られた。また、推定結果を中

心とする3×3の領域に正しい注視領域が含まれる確率は92.50%という成果が得られた。これにより、注視領域をヒートマップ状に表示するアプリケーションにおいて十分な性能が得られることを確認した。

また、本研究では表情に関する情報を視線推定結果に付加するための手法として、顔の表情を可視化するツールであるPy-Featを用いることを検討し、試行的な評価を実施した。無表情、幸せ、嫌悪の特徴的な3種類の表情画像を使用し推定を行った結果、無表情99.35%、幸せ98.13%、嫌悪89.20%の確率が示された。この結果から、人が画像から受ける表情の印象と高い確率で一致していることが確認された。

今後は、2つのアプリケーションを統合し、注視領域を表すヒートマップのカラーマップを感情に応じて動的に変更する手法を検討している。例えば、幸せでは暖色系を基調としたカラーマップを、嫌悪では黒を基調としたカラーマップを適用するなど、注視領域と感情を同時に可視化することを目指している。この手法により、遠隔授業やWeb会議などのようにノンバーバルコミュニケーションを取れない状況下において、これを可能にすることから、ICTを活用した円滑なコミュニケーションの実現に寄与することが期待される。

■視覚に基づくスキル・トランスファー・インターフェースの開発

K34研XXVII第619号

高井 飛鳥(株式会社国際電気通信基礎技術研究所 客員研究員)

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、視線トラッキング技術および仮想現実(VR)技術を応用することで、熟練者のスキルを視覚情報を用いて教示する運動観察訓練機器(スキル・トランスファー・インタフェース)を開発することである。

本助成により、以下の3つのテーマに取り組むことができた。テーマI: 空手形競技を対象に、熟練者(師範)の注目箇所を視線データやコメント文で教示して、非熟練者の眼球運動に与える影響を調査した。また、素早く繰り出される技を瞬時に評価するには熟練技能が必要とされるため、視線データやコメント文で教示することで、非熟練者に対してこのような熟練技能の伝達効果も見込めるか検証した。演武動画を熟練者に観察してもらい、その際に得られた視線データとコメント文を用いて教示用スライドショーを作成した。非熟練者は、視線データのみ教示される視線群、コメント文のみ教示されるアノテーション群、何も教示されないコントロール群の3群に分けられ、教示前後に演武動画4本の順位を付けた。アノテーション群では、提示した注目箇所へ視線が誘導される効果が見られ、注視部位数も増加する傾向が確認された。一方、視線群では複数箇所へ注視を促す効果は見られなかったものの、周辺視の活用を促す可能性が示された。また、視線群が順位付けスキルの向上傾向を示し、他の群よりも評価能力が高くなる傾向が確認された。本成果は、プレプリントサーバーに公開済みであり、国際オープンアクセス誌にて査読中である。テーマII: 近年注目を集めているVRを用い

たスポーツトレーニングやリハビリテーションでは、高負荷な処理により入力遅延や視覚遅延が生じる問題があるが、遅延に因らず運動成績を向上させることが望まれる。そこで本研究では人工的に遅延を付与し、遅延が運動成績にどのような影響を及ぼすか調査した。遅延を付与したVR環境下で横投げの的あてを行ってもらい、的中心を原点としたボール到達位置を成績として評価した。遅延によりの的あての成績が悪くなる傾向があり、特に横方向への位置ずれが有意にあった。また、モデルベースの解析により、遅延によりヒトの運動に関わるコントローラとアウトカムフォワードモデルが変化していることを示唆され、この変化が運動成績の悪化を引き起こしている可能性が示された。本成果は、日本機械学会シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2023にて発表した。テーマIII: テーマIIと同じVR環境下で、手本動作など他者運動を観察した場合の自身の運動成績への影響とヒトの運動に関わるコントローラおよびアウトカムフォワードモデルへの影響を調査した。現在成果を取りまとめている。

視覚情報を活用した運動観察訓練法や教示法は汎用的で、空手形競技やスポーツ分野に限らず、熟練工の加工技術や熟練看護師の注射技術など他分野への応用も期待される。今回得られた視覚情報に対する運動成績および判定能力などのスキルの変化や、ヒトの運動制御モデルの変化をさらに検証することで、より効率的な熟練技能伝承が多様な分野で実現できると考えられる。

動 き

☆事務局日誌より☆

2024.12.27

第一回30周年記念事業実行委員会を開催しました。



2025.2.20

白井支朗理事のご逝去の報がご家族よりありました。白井理事には第7回Kフォーラムへのご参加に続き、10周年記念フォーラム「情報科学のニューチャレンジ」でのご講演、そして2018年からは理事としてご活躍いただくなど財団に多大なご協力と御指導を賜りました。

2025.2.27

第30回理事会 書面決議にて決議しました。

2025.3.13

第30回評議員会、第18回臨時理事会、第19回臨時理事会を開催しました。評議員会、理事会前の時間に、田村評議員、稲垣選考委員のお声がけで財団役員、委員対象の「Chat GPTに関する談話会」(自主意見交換会)が開催され、多くの役員の方がご出席されました。

2025.3.30

内閣府へ事業計画書等を提出しました。

2025.3.29～30

財団が特別後援をしているロボカップジュニア・ジャパンオープン2025名古屋大会が開催され、

開会式には理事長も出席し参加チームの応援をしました。

2025.4.1

公式HPに事業計画書、予算書を掲示しました。

2025.5.1

公式HPに2025年度応募要領を掲示しました。

2025.6.1

研究助成・フォーラムシンポジウム助成・特別研究助成の応募受付を開始しました。

2025.6.2

高校生・高専生論文公募を受付開始しました。



Chat GPTに関する談話会

CONTENTS

◇ 2025年度 助成金交付について	1
◇ 応募要領	2～5
◇ ロボカップJr.ジャパンオープン2025名古屋大会に特別後援	6
◇ 会議開催報告	7
◇ フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告	8～10
◇ 研究助成完了報告概要	11～23