

特集 「研究会紹介」

AI チャレンジ研究会 (Challenge)

JSAI SIG on AI Challenge

光永 法明 Noriaki Mitsunaga	大阪教育大学 Osaka Kyoiku University. mitsunaga@cc.osaka-kyoiku.ac.jp, https://n.mtng.org/
植村 渉 Wataru Uemura	龍谷大学 Ryukoku University. wataru@rins.ryukoku.ac.jp, https://friede.elec.ryukoku.ac.jp/~wataru
鈴木 麗璽 Reiji Suzuki	名古屋大学 Nagoya University. reiji@nagoya-u.jp, http://www.alife.cs.i.nagoya-u.ac.jp/~reiji/
干場 功太郎 Kotaro Hoshiba	神奈川大学 Kanagawa University. hoshiba@kanagawa-u.ac.jp, https://sites.google.com/site/kotaruhoshiba/
中臺 一博 Kazuhiro Nakadai	(株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン, 東京工業大学 Honda Research Institute Japan Co., Ltd./Tokyo Institute of Technology. nakadai@jp.honda-ri.com, http://www.ra.sc.e.titech.ac.jp/

Keywords: RoboCup, robot audition.

1. はじめに

AI チャレンジ研究会 (SIG-Challenge) (<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~challenge/>, 主査: 光永法明, 主幹事: 鈴木麗璽) では, ロボットを題材に, 実環境・実時間での動作を可能とする人工知能技術の確立を目指し, ロボカップ, ロボット聴覚・音環境理解の二つのテーマを中心に議論を行っている. ロボカップをテーマとした回では, 実際にロボカップの大会で用いられている最新の人工知能技術に対する研究発表を中心に, また, ロボット聴覚をテーマとした回では, ロボットが自らの耳で音を聞き分ける技術を確認することを目的に基礎からアプリケーションまで幅広い人工知能に関する研究発表, 議論が活発に行われている. 本稿では, このような特色ある研究会について, テーマ別に紹介する.

2. テーマ: ロボカップ

本研究会では, 「ロボカップ特集」として, ロボカップと関連とした話題を中心とする回をロボカップ・ジャパンオープン (5月開催が多いが, 2019年は8月開催) と併催している. また日本ロボット学会インテリジェントホームロボティクス研究会^{*1}との連続開催をしている.

2.1 ロボカップとは

ロボカップ (RoboCup) [Kitano 97] は, 2050年までに「サッカーの世界チャンピオンチームに勝てる, 自律型ロボットのチームをつくる」ことをランドマークとしたプロジェクトとして, 日本の研究者らによって提唱された. その過程において, 人工知能やロボット工学などの研究を推進し, さまざまな分野の基礎技術として波及させることを目的としている. 現在は, サッカー (ロボカップ・サッカー) だけでなく, 大規模災害へのロボットの応用としてのレスキュー, 家庭環境での応用を目指した @Home (アットホーム), 工場内での搬送などを模擬したロジスティクスリーグがある. さらに, 次世代の技術の担い手を育てるジュニアの大会も開かれている.

2.2 ロボカップに関する話題

ロボカップ特集では, サッカーシミュレーション 2D (選手やボールの動き, 視界などを水平面に限った二次元世界でのサッカーシミュレーション, 動きを水平面に限らない 3D のシミュレーションリーグが別にある) に関する論文が継続して投稿されており, 近年は相手チームの戦略を読み, 自チームの戦略を変えていくためのアプローチの提案が増えている. また同一のハードウェア

*1 <http://intelligentthomerobotics.org/>



図1 ロジスティクスリーグの様子。
円形の移動台車が無人搬送車で直方体が工場内の工作機械に相当する

を用いてサッカーの試合をするサッカー標準プラットフォームリーグ（同一ハードウェアのヒューマノイドを使う）、@Home リーグ、ロジスティクスリーグの話題が多い。@Home リーグの研究課題は自己位置同定、画像処理、音声認識、個人識別、自然言語処理、物体の把持や操作と多岐にわたるが、家庭で使用するロボットであるため人との対話が必要になる。関連して、最近では単語のベクトル表現の応用について投稿があった[矢野 19]。

ロジスティクスリーグ (RCLL) は工場内で生産の自由度を高めるために無人搬送車が利用されていくことを想定し、工場での搬送計画などを競技としたリーグである (図 1)。世界大会がすでに行われているが、日本では 2019 年のジャパンオープンで初のデモが行われる予定である。このように新しい RCLL についても本研究会では議論がある [山北 19]。

日本発の取組みとしてはサッカー小型ロボットリーグにヒューマノイドによる試合を行うリーグを追加する提案が本研究会でされた [升谷 09]。これは環境設置型カメラ、外部計算機と車輪型ロボットを用いる小型ロボットリーグで、ロボットをヒューマノイドとする提案である。これにより豊富な計算機資源と環境カメラが利用できる環境下で重量が軽いヒューマノイドによるサッカーの試合が可能になり、技術の発展を待たずに実環境でヒューマノイドの試合をテーマとした人工知能部分の研究に集中できると期待され、ジャパンオープンでも競技が行われている。

3. テーマ：ロボット聴覚・音環境理解

ロボット聴覚・音環境理解をテーマとした研究会は、例年秋 (11 月頃) に開催している。

3.1 ロボット聴覚・音環境理解とは

音環境理解 (Computational Auditory Scene Analysis) は、音声に限らない、一般的な音の理解を工学的に実現する問題を扱う基盤技術である。また、ロボット聴覚 (Robot Audition) は、音環境理解をロボット向けの技術



図2 ドローンによる地上の音源探査。
先端に取り付けてある白い球の一つが 16 ch のマイクロホンアレイとなっている ([公文 18] より)

としてさらに発展させた、Nakadai らによって提唱された研究領域である [Nakadai 00]。実環境でロボットが自らの耳 (マイクロホン) を用いて、周囲の音環境理解技術の構築、および技術の実世界への適用を扱う。

本テーマでは、ロボット自身から発生する雑音、周囲雑音、同時発話、音声に限らないさまざまな音源からの混合音を扱う必要がある。こうした問題を解決するために、人間や動物にヒントを得た両耳聴、視聴覚統合、マイクロホンの本数にこだわらないマイクロホンアレイの利用、ロボットならではの積極的な動作利用 (アクティブオーディション) などさまざまなアプローチから、音源定位、音源追跡、音源分離、音声認識といった技術を中心に研究報告があり、毎回アクティブな議論が行われている。近年、大きな進展があった深層学習のロボット聴覚・音環境理解への適用も活発に議論されている。また、ロボットでの聴覚実現には、ロボティクスだけでなく、制御、信号処理といった工学から、心理学、脳科学といった理学まで、横断的に広く知見を取り入れる必要があり、関連のある異分野の方から基調講演をいただいたり、他研究会との併催も積極的に行っている点も特色である。

成果の一例として、ロボット聴覚用オープンソースソフトウェア HARK^{*2} が公開されている。2018 年 12 月現在のダウンロード数は 13 万件を超えており、多くのロボット系・音響系の研究者に利用されている。また、国内では毎年冬 (12 月頃)、国外では不定期 (最近では 2018 年 10 月に開催されたロボット分野の主要国際会議 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) にて) で講習会・ハッカソンを開催し、初歩的な使い方から応用例までを実際に体験してもらっている。講習会の開催情報は上記 HARK のホームページにて随時公開しているので、ぜひチェックされたい。

3.2 実世界への応用

これまでに発表された研究報告の中から、実際に実世

*2 <https://www.hark.jp/>

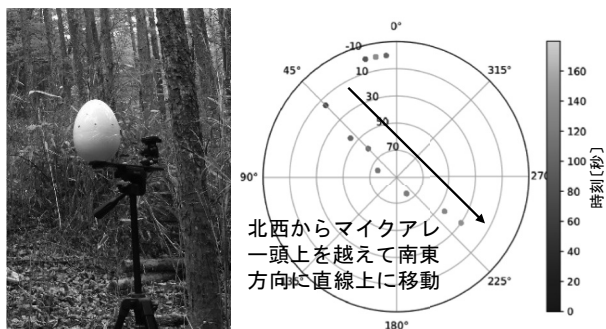


図3 屋外設置型 16 ch マイクロホンアレー DACHO (左) を用いた夜間に鳴くトラツグミの歌の到来方向定位 (右). 偏角はマイクから見た方位, 動径は仰角 (真上が 90 度) ([松林 18] より)

界への応用を行っている報告を紹介する。公文らは、災害現場などにおける救助活動支援の一環として、ドローンによる地上の音源探査に関する報告を行っている [公文 18]。人が到達できない、あるいはカメラで発見できない要救助者を、ドローンに搭載したマイクロホンアレーを用い (図 2), 上空から人由来の音を探査することで位置を特定する試みである。ロボット聴覚技術を、ノイズ耐性向上や三次元化などの観点から発展させ、ドローンの騒音下での上空からの音源探査を実現している。このような極限環境への対応により、ロボット聴覚技術のさらなる発展が期待できる。

また、関連技術の野生生物の生態観測への応用も試みられている。例えば、鳴き声を光に変換する音声可視化システム「カエルホテル」によるカエルの合唱の観測と分析 [合原 14] や、ロボット聴覚技術を活用した森林性鳥類の歌行動観測 (プレイバック実験での歌の方向分布 [炭谷 16], 空間情報を用いた鳥の歌分析 [小島 16], 夜に鳴く鳥の観測 [松林 18] (図 3)) などが議論されている。これらの観測手法は生物に直接触れない非侵襲性であるため、長期・広範囲の行動観測と親和性が高く、環境調査や生態音響学への応用が期待される。また、基調講演においても、コウモリの生物ソナーなど生物の行動についてお話しいただいている [飛龍 18]。人と人工物を取り巻く自然全体の音環境理解に向けて、AI 関連分野からの貢献が期待される。

4. おわりに

AI チャレンジ研究会について紹介した。さまざまなテーマ (現状では、ロボカップおよびロボット聴覚・音環境理解) を扱い、実環境・実時間での動作を可能な人工知能技術を確立するというチャレンジングな目標をもって活動を行っている。予稿集は完全電子化しており、過去分も含め Web サイトで公開している*3。

◇ 参考文献 ◇

- [合原 14] 合原一究, 粟野皓光, 水本武志, 坂東宜昭, 大塚琢馬, 柳楽浩平, 奥乃 博: 振動子モデルと音声可視化システムを用いたアマガエルの合唱法則の解析, 第 39 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-B303-09, pp. 50-56 (2014)
- [飛龍 18] 飛龍志津子: コウモリの生物ソナーに学ぶセンシング技術, 第 52 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-052-3, pp. 11-14 (2018)
- [Kitano 97] Kitano, H., et al.: RoboCup: A Challenge Problem for AI, *AI Magazine*, Vol. 18, No. 1, pp. 73-85 (1997)
- [小島 16] 小島諒介, 杉山 治, 干場功太郎, 鈴木麗壘, 中臺一博: 空間情報を用いた鳥の歌分析, 第 46 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-046-05, pp. 25-31 (2016)
- [公文 19] 公文 誠, 中臺一博, 干場功太郎, 奥乃 博, 加川敏規, 三浦龍: 地上音源の位置推定を行うドローン聴覚システムのための分散処理環境の開発, 第 52 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-052-2, pp. 5-10 (2018)
- [升谷 09] 升谷保博, 成瀬 正, 長坂保典, 藤井隆司, 渡辺正人, 光永法明, 中川友紀子, 内藤 理: 外部カメラを用いたヒト型ロボットによるサッカー競技, 第 29 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-A901-8, pp. 39-44 (2009)
- [松林 18] 松林志保, 斎藤史之, 林晃一郎, 鈴木麗壘, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃 博: ロボットが聴く夜の鳥, 第 52 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-052-4, pp. 15-20 (2018)
- [Nakadai 00] Nakadai, K., Lourens, T., Okuno, H. G. and Kitano, H.: Active audition for humanoid, *Proc. 17th National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-2000)*, pp. 832-839 (2000)
- [炭谷 16] 炭谷晋司, 松林志保, 鈴木麗壘: ウグイスに対するプレイバック実験におけるマイクロホンアレーを用いたさえずりの方向分布分析, 第 46 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-046-04, pp. 18-24 (2016)
- [山北 19] 山北善輝, 辻和輝, 植村 渉: RoboCup Logistics League 用通信プログラムを搭載した組込機器の作成と評価, 第 53 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-053-3, pp. 14-17 (2019)
- [矢野 19] 矢野達也, 林 豊洋, 大橋 健: 単語のベクトル表現を用いたレシビ推薦システム, 第 53 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会予稿集, SIG-Challenge-053-4, pp. 18-24 (2019)

2019 年 7 月 10 日 受理

*3 <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~challeng/>

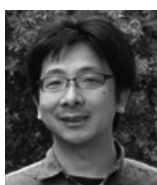
 著 者 紹 介


光永 法明 (正会員)

2002年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程単位取得済み退学。2003年同修了。博士(工学)。大阪大学大学院工学研究科助手、ATR 知能ロボティクス研究所研究員、金沢工業大学機械系ロボティクス学科講師を経て、2011年より大阪教育大学教員養成課程技術教育講座准教授。日本ロボット学会、情報処理学会、日本産業技術教育学会各会員。ロボカップ日本委員会理事。


植村 渉 (正会員)

2005年大阪市立大学大学院工学研究科電子情報系専攻博士課程修了。同年、龍谷大学理工学部助手、助教を経て、現在同講師。博士(工学)。2009年計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会奨励賞受賞。電子情報通信学会、IEEEなどの会員。WRSものづくり競技委員、ロボカップ日本委員会理事。


鈴木 麗壘 (正会員)

2003年名古屋大学大学院人間情報学研究科博士後期課程修了(博士)。現在、名古屋大学大学院情報学研究科准教授(情報学部兼務)。人工生命モデルや複雑系としての歌う鳥の集団の生態分析などに興味をもつ。ISAL、情報処理学会、日本鳥学会などの各会員。


干場 功太郎 (正会員)

2016年東京工業大学大学院理工学研究科機械制御システム専攻博士課程修了。博士(工学)。2016～18年東京工業大学工学院システム制御系研究員。2018年より神奈川大学工学部電気電子情報工学科助教。IEEE、日本音響学会、日本ロボット学会、海洋音響学会、電子情報通信学会各会員。


中臺 一博 (正会員)

1993年東京大学工学部電気工学科卒業。1995年同大学院工学系研究科情報工学専攻修士課程修了。NTT、NTTコムウェア、JST ERATO 北野プロジェクトを経て、2003年より株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン勤務。プリンシパルサイエンティスト。博士(工学)。2006～15年まで、東京工業大学大学院情報理工学研究科客員准教授、連携准教授、連携教授兼務。2016年より、東京工業大学工学院システム制御系特定教授、2017年より同特任教授兼務。2011～18年、早稲田大学理工学術院創造理工学研究科客員教授兼務。2015～16年本学会理事、2017～18年日本ロボット学会理事、情報処理学会、日本音響学会、ヒューマンインタフェース学会、IEEE 各会員。