

# AI チャレンジ研究会の紹介

## Introduction to Sepecial Interests Group on AI Challenge

中臺 一博\*<sup>1</sup>      光永 法明\*<sup>2</sup>  
Kazuhiro Nakadai      Noriaki Mitsunaga

\*<sup>1</sup>(株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン  
Honda Research Institute Japan Co., Ltd.

\*<sup>2</sup>金沢工業大学  
Kanazawa Institute of Technology

This paper introduces special-interest group on AI Challenge. The aim of SIG AI Challenge is to establish real-time and real-world AI technologies which are applicable to robots. For this, we currently focus on two research topics, i.e., RoboCup and robot audition. On both topics, various kinds of studies have been reported including fundamental researches and applications. Issues, approaches, discussions and reports for each topic in SIG AI Challenge are briefly explained.

### 1. はじめに

AI チャレンジ研究会では、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2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、例年、春（5月頃）にロボカップ・ジャパンオープンに併催する形で開催している。本節では、ロボカップをテーマとする回について紹介する。

#### 2.1 ロボカップとは

ロボカップ (RoboCup) [1] 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作る」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、様々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、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るなど広がりを見せている（図1）。

#### 2.2 ロボカップ・サッカーと研究課題

ロボカップ・サッカーでは、複数の自律ロボットで構成するロボットのチームが実世界でサッカーをする。実世界での試合であるため、以下のような特徴がある [2]。第1にサッカーはスポーツであり、瞬時の判断が必要である。熟考して最適解を

求めるのではなく、すばやく準最適解を求めることが重要である。第2に複数対複数による試合であり、分散協調・競合システムとなっている。第3に情報（観測）に誤りが含まれ、また部分的にしか観測できない。第4に頭だけでなく体が必要であり、体は環境との相互作用して動作する。実験室で最適化しても、競技会場で最適であるとは限らない。第5に評価は試合に勝つ（得点する）ことで決まる。一方で、試合中の個々のプレーと勝利（得点）の関係は明らかではない。すなわち、プレーや状況判断から得点（報酬）にいたる過程が長く（報酬が遅れ）、どのプレー、プレーヤが貢献したとするべきか（報酬の分配）が明らかでない、という問題がある。まとめると、サッカーには、実時間認識・行動決定、分散協調、部分観測、非決定性、環境変化、報酬遅れ、報酬分配といった問題が含まれる。

こういった問題の解決のため、本研究会のロボカップ特集や RoboCup International Symposium では、以下のような研究トピックスが投稿されてきた。

1. 視覚センサによる実時間認識ならびに環境光変化に強い画像処理システム,
2. 複数エージェントの協調方策, 状態推定法,
3. 部分観測, ノイズによる乱れなどに強い, モンテカルロ法によるロボットの自己位置同定法,
4. 4脚歩行について, 方策勾配型強化学習や遺伝的アルゴリズムによる歩行獲得, それらの学習が可能な程度の精度と高速性をあわせ持つ力学シミュレータの開発,
5. 強化学習 (シミュレーション, 実機) や動的計画法による最適行動決定法について, 状態行動価値の表現方法, 学習時間の短縮, 共進化, 協調学習, 報酬遅れ, 報酬分配への対応

最近では学習時間の短縮のために、間引きを取り入れる手法を提案した研究が本研究会で発表され、人工知能学会論文誌に掲載されている [3]。

#### 2.3 研究会へのいざない

ロボカップの様子を知るには、国内で開催され、本研究会のロボカップ特集を併設する RoboCup JapanOpen を訪れるのが早い。研究者自らが参加しているので、研究会での議論や、

連絡先: 中臺 一博, (株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン, 〒351-0114 埼玉県和光市本町 8-1, Tel: 048-462-5219, Fax: 048-462-5221, nakadai@jp.honda-ri.com



図 1: ロボカップを特集した第 27 回研究会冊子の表紙．多くの競技が行われている．

図 2: 近年、ロボット聴覚をテーマとした回に発表されたロボットの一部．多くのロボットが発表されている．この他にも、ロボット搭載を目指した要素技術も多数報告されている．写真は AI-Challenge 過去の予稿集より抜粋した．

試合の観戦のみならず研究の立ち話もできる．アカデミックでありながらエンターテインメントの場、研究者だけでなく一般の来場者がいる場というロボカップ特有の雰囲気を感じ、研究テーマを見つけていただき、本研究会に参加していただければ幸いです．

行われている両耳聴アプローチも報告されている (図 2 i と j)．その他、音声を用いた対話技術研究 (図 2 k)、発声技術の研究 (図 2 l) も報告されている．この他にも、ロボットへの搭載を目指した要素技術が、ハードウェア、ソフトウェア、理論研究の面から多数報告されている．企業からの発表も多く、日頃、話を聞く機会の少ない企業のロボットの技術詳細を知ることができるという意味でも興味深い．

### 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．本節では、ロボット聴覚・音環境理解をテーマとする回について紹介する．

昨年度は、こうした分野横断的な活動の一つのアウトプットとして、ロボット聴覚用のオープンソースソフトウェア HARK が公開された．また、HARK の公開に合わせて開催された HARK 講習会と本研究会の連続開催を行った．研究会では、ロボット用のマルチチャンネル A/D などを開発している企業の展示も行われ、活況であった．

#### 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．ロボット聴覚 (Robot Audition) は、音環境理解をさらに発展させ、実環境でロボットが自らの耳 (マイクロホン) を用いて、如何に音を聞き分け、音環境理解を実現するか、またその技術を如何に応用するかという問題を扱う研究領域である [4]．

### 4. おわりに

AI チャレンジ研究会について、解説した．様々なテーマにフォーカス (現状では、ロボカップおよびロボット聴覚・音環境理解) し、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持って活動を行っている．ここ数年は、上記の 2 つのテーマに対応して年 2 回の開催が続いているが、今年度から予稿集の印刷を廃止し、予稿集電子化へ完全移行を行うことに伴い、年 3 回の開催を視野に入れて活動を行っていく予定である．なお、過去の研究会の予稿集は、<http://winnie.kuis.kyoto-u.a.jp/SIG-Challenge/>にて、順次公開している．詳細を知りたい方はこちらを参照されたい．

ロボット聴覚では、ロボット自身から発生する雑音、周囲雑音、同時発話、音声に限らない様々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拘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) など様々なアプローチから、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発表が行われている．また、こうした技術、および対話・表出を始めとしたロボット聴覚の周辺技術との統合システムについても盛んに議論が行われている．

ロボットの知能化など AI のロボットへの応用に興味のある方は、是非一度 AI チャレンジ研究会にいらしていただき、聴講、発表をしていただければ幸いです．

#### 3.2 特色

両耳聴では、心理学、脳科学とのかかわりが深く、マイクロホンアレイでは、信号処理との関連が密接である．このように、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る．このため、毎回、こうした関連のある異分野の方から基調講演を頂いている．また、他の研究会やイベントとの併催も積極的に行っている点も、この回における大きな特色である．

### 参考文献

これまでに実際に発表された研究報告の一部を図 2 に示す．実際にロボットへの搭載までを行った報告を中心に抜粋した．それらの研究では、ロボットにマイクロホンアレイを搭載することが多く音源の定位・分離、音声認識を中心に報告が行われている (図 2 a から h)．また、ヨーロッパを中心に盛んに

- [1] H. Kitano, M. Asada, Y. Kuniyoshi, I. Noda, E. Osawa, H. Matsubara: RoboCup: A Challenge Problem for AI, AI Magazine, vol.18, no.1, pp.73-85 (1997).
- [2] 松原 仁, 浅田 稔, 北野 宏明: ロボカップの歴史と 2002 年への展望, 日本ロボット学会誌, vol.20, no.1, pp.2-6 (2002).
- [3] 小林 隼人, 畑埜 晃平, 石野 明, 篠原 歩: 間引き: ロボットのスキル発見における評価の削減手法, 人工知能学会論文誌, vol.24, no.1, pp.191-202 (2009).
- [4] 奥乃 博, 中臺 一博: ロボット聴覚の課題と現状 (< 特集 > 知能ロボットの技術:人工知能からのアプローチ (前編)), 情報処理, vol.44, no.11, pp.1138-1144 (2003).