

長井 隆行

電気通信大学大学院情報理工学研究科
教授

記号創発ロボティクスによる人間機械コラボレーション基盤創成

§ 1. 研究実施体制

(1) 概念班長井グループ

- ① 研究代表者: 長井 隆行 (電気通信大学大学院情報理工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・クラウド上に展開された階層ベイズによる概念の階層構造獲得モデルの創出

(2) 概念班谷口グループ

- ① 主たる共同研究者: 谷口 忠大 (立命館大学情報理工学部、准教授)
- ② 研究項目
 - ・空間・言語統合モデルの階層的知識獲得基盤創成

(3) 概念班尾形グループ

- ① 主たる共同研究者: 尾形 哲也 (早稲田大学理工学術院、教授)
- ② 研究項目
 - ・深層学習モデルおよび再起結合型神経回路モデルによるロボットの運動感覚, 言語の自己組織化・統合学習

(4) 信念班岩橋グループ

- ① 主たる共同研究者: 岩橋 直人 (岡山県立大学情報工学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・クラウドを用いた階層的相互信念モデルの創出と利活用

(5) 信念班杉浦グループ

① 主たる共同研究者:杉浦 孔明(情報通信研究機構ユニバーサルコミュニケーション研究所、主任研究員)

② 研究項目

・ヒト・モノ・コト知識の統合解析に基づく IoT コミュニケーション基盤の構築

(6) 応用班稲邑グループ

① 主たる共同研究者:稲邑 哲也(国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系、准教授)

② 研究項目

・概念獲得に向けた大規模長時間のマルチモーダル対話を可能とするクラウド型 VR プラットフォームの構築

(7) 応用班岡田グループ

① 主たる共同研究者:岡田 浩之(玉川大学工学部、教授)

② 研究項目

・人とのコラボレーションを通して家庭内タスクを実現するサービスロボットの構築およびロボカップ@ホーム競技に参加することによる成果の実践的評価

§ 2. 研究実施の概要

本研究課題では、ロボットの持つマルチモーダルなインタラクション機能と最新の人工知能・パターン認識技術、クラウドを中心とするインターネット環境を組み合わせることで、言葉の意味を真に理解し、人間と協働するロボットを実現することを目標としている。28年度の研究グループ全体およびグループ毎の研究実施内容は以下の通りである。

1. 研究グループ全体

平成 28 年度の本研究チーム全体の活動は、主に次の 3 つである。

(1) インプリメンテーション合宿開催

平成 29 年 2 月 21 日～26 日に湘南国際村センターにおいてシニア研究者と若手が一堂に会して(合計 26 名)インプリメンテーション合宿を行い、徹底的な勉強会・議論・実装を行った。「Serket アーキテクチャ」と命名した学習システム統合アーキテクチャ(認知アーキテクチャ)の理論的枠組みを議論し、実際に概念実証までを行った。

(2) HSR による生活支援タスク実現とロボカップ@ホームでの評価

本研究チームでは、トヨタ自動車が開発したホームサービスロボット HSR をプラットフォームの一つとして開発環境を整備し、ロボカップ@ホームでの開発技術評価を毎年実施している。また、ここで開発した開発環境は、実家庭における実証実験を実施する際にも利用することができる。

(3) ワークショップ等の開催

研究領域の活性化を狙い、ワークショップやオーガナイズドセッションを平成 28 年度合計 9 件(国際会議ワークショップ 1 件、国際会議オーガナイズドセッション 1 件、国内会議オーガナイズドセッション 3 件、研究会 3 件、講習会 1 件)を開催した。

2. 概念班

長井グループ

長井グループの課題は、1) 概念獲得技術開発、2) 家庭内タスク学習技術の開発、3) クラウドによる概念共有化技術開発、の 3 点であり、平成 28 年度はそれらを実現するためのコアとなるアルゴリズムの高精度化を行った。さらに、山口チームとの共同研究を推進した。これは、山口チームの推進する PRINTEPS において創発的な動作を取り入れることで、想定外の状況に対応することを目的としたものである。

谷口グループ

平成28年度の研究では、階層的な空間概念形成手法を開発した。階層的に汎化された知識は、新たな空間に既存の知識を汎化させ、ロボットに自らの状況を理解させることに活用することができる。また、これまで位置推定とのみ統合していた場所概念の生成手法を SLAM とも統合させた。

尾形グループ

尾形グループは、近年主に自然言語処理の分野で用いられる Seq2seq 学習を応用し、言語指示からロボット行動への変換学習を行うモデルを提案してきた。本年度は、これに“and”、“or”を加えたタスクを設計し、学習後のモデルが名詞や動詞などの接地を持つ語群と、論理語の双方の表

現が獲得可能であることを示した。

3. 信念班

岩橋グループ

実世界に関する階層的相互信念を創出・利活用するための手法を開発するため、物体操作を指示する発話の学習に関して研究を実施した。

杉浦グループ

平成28年度は、クラウドロボティクス基盤 **rospeex** の音声認識エンジンを大幅に強化し、**Rospeex3** として公開した。概念検証システムとして、トヨタ自動車製 **HSR** 上に応用対話アプリケーションを構築し、2016/11/10-12 に開催されたけいはんな情報通信フェアにて展示を行った。また、相互信念に基づく対話に向けた基礎的検討として、階層型評価構造を用いたユーザプロファイルリング手法およびドメインに特化した推薦対話手法を開発した。

4. 応用班

稲邑グループ

日常生活空間における知能ロボットと人間との間で交わされる対話経験を蓄積し、その経験から記号創発のための学習をオープンに行うための経験共有を実現するためのクラウド型バーチャルリアリティシステムの開発を前進させた。具体的には、従来までに開発したプロトタイプシステムの弱点を改善するため、知能ロボットのソフトウェア開発のためのミドルウェアである**ROS**と、バーチャルリアリティのアプリケーション開発のためのミドルウェアである **Unity** をシームレスに統合するアーキテクチャを考案し、実装した。

岡田グループ

平成 28 年度は、連続値を取る行動の生成を容易にしつつ、ノンパラメトリックな確率的方策を学習するための手法を提案した。また、平成 28 年 6 月 30 日から 7 月 4 日にドイツのライプチヒで開催された **RoboCup2016** に出場し、@ホームリーグにおいて総合 4 位、イノベーションアワード受賞という成果を挙げた。

代表的な論文 3 編

[1] Tatsuro Yamada, Shingo Murata, Hiroaki Arie, and Tetsuya Ogata, “Dynamical Integration of Language and Behavior in a Recurrent Neural Network for Human–Robot Interaction,” *Frontiers in Neurorobotics*, 15 July 2016.

DOI: 10.3389/fnbot.2016.00005

[2] Akira Taniguchi, Tadahiro Taniguchi, Tetsunari Inamura, "Spatial Concept Acquisition for a Mobile Robot that Integrates Self-Localization and Unsupervised Word Discovery from Spoken Sentences," *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, Vol.8, No.4, pp. 285-297, 2016

[3] Joe Nishihara, Tomoaki Nakamura, Takayuki Nagai, "Online Algorithm for Robots to Learn Object Concepts and Language Model," IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, vol.PP, issue:99, Apr.2016