

## OS-12 「記号創発ロボティクス」

オーガナイザ： 谷口 忠大(立命館大学情報理工学部)  
 岩橋 直人(岡山県立大学情報工学部)  
 岡田 浩之(玉川大学脳科学研究所)  
 長井 隆行(電気通信大学情報理工学  
 研究科)  
 稲邑 哲也(国立情報学研究所, 総合  
 研究大学院大学)

人間の知能は身体的な環境との相互作用に基づきながらボトムアップに形成されていく。私達人間が利用する言語や記号も人間の適応的な知能の一部として捉えられ、記述され、表現されていく必要がある。言語の獲得のためには、行動の自律的獲得、環境の認識、概念の獲得、自律的な計画生成、能動学習なども重要であるが、これらの問題は、ロボットが人間や環境との相互作用を通して、コミュニケーションに必要な知識や実世界での行動に必要な知識を発見・理解・学習・運用する過程の研究として、統一的に捉えることができる。本セッションでは、このような記号を生み出し、記号を操る知能への構成論的アプローチとしての新領域「記号創発ロボティクス」に関して研究成果を報告し合い、議論を行うことを目的に開催した。上記のような趣旨のもと講演を一般からも募集したところ合計 18 件もの応募があった。これらのうち、10 件は本 OS 内での発表とし、8 件は一般セッション「ロボットの学習」において発表されることとなった(注：うち 1 件は講演辞退)。

セッションにおいてはまず、オーガナイザを代表して立命館大学の谷口忠大から趣旨説明を行った。記号創発ロボティクスという名を冠したセッションは 2011 年に初めて人工知能学会全国大会においてもたれたこと、そこから、2012 年に特集号が生まれ、2014 年には書籍「記号創発ロボティクス」の出版が行われたなどの、当該領域の活動経緯などおよび国際展開を目指したいという今後の方向について説明があった。また、記号創発ロボティクスの分野の特徴としてロボットや人間の「内部視点」に立つことの重要性が語られ、また、それが旧来の認知科学との共通した視点であることが語られた。また、人工知能研究における便利なツールをつくる「道具知」探求と人間の認知を理解する「自律知」探求という二つの視点について語り、記号創発ロボティクスが基本的には「自律知」の探求を重視するという視点が語られた。

セッション全体の発表としては、やはり言語獲得や概念獲得を扱ったものは多かったが、半数には満たなかった。動作生成や、模倣学習における視点の獲得、自己位置推定や情動推定の手法など、多様な研究テーマについての発表がなされた。その中でも印象的なものをいくつか示したい。

慶應義塾大学の今井むつみ氏からは「記号の意味はシステムの中で生まれる」と題して、語彙獲得がけっして単語と対象の対一関係ではなく、システムとしての差異の体系の中にあること、また、それを幼児がどのようなタイミングで学習できるかについて、色の名前の学習を題材に心理実験データを示しながら発達心理学の立場からの発表があった。電気通信大学の中村友昭氏はそのようなシステムとしての物体概念と語彙をボトムアップに形成する新たな機械学習モデルとして混合マルチモーダル HDP を提案し、その有効性を示された。物体概念は触覚や視覚、聴覚といったさまざまなモダリティと関連付けられながら形成されるが、これまでのモデルでは、どのモダリティに注目して概念形成するかは、人手によって与えざるを得なかった。提案手法ではこれらがモデルの混合という形で表現され、色覚のモダリティに紐付いた「青」などの色概念と触覚、視覚、聴覚などの複合的なモダリティ情報に支えられる「ガラガラ」や「ぬいぐるみ」などの物体概念が異なる概念クラスのものとして学習されることが示された。近年、Deep Learning が注目されているが、本セッションでは引き続きノンパラメトリックベイズなどの確率モデルの活用が目立った。大阪大学の堀井隆斗氏は HDP-HMM を用いた生理データからの情動変化の推定について講演し、立命館大学の谷口 彰氏は自己位置推定のための MCL と空間のクラスタリング、発話文の教師なし形態素解析の結果をグラフィカルモデルとして結合し場所の名前と意味をロボットに学習させるモデルと実ロボットを用いた学習実験について示した。

もちろん Deep Learning や RNN などの分散表現手法の活用も見られた。早稲田大学の中條亨一氏は RNN を模倣学習の視点獲得に、お茶の水女子大学の濱園侑美氏は word2vec を動作と語彙を結び付ける手法の要素技術として、立命館大学の石伏 智氏は CNN を自己位置推定の MCL を統合し自己位置推定のために用いていた。Deep Learning はベイズモデルと同じく、けっして新しい手法ではないがこれらの道具をしがらみなく積極的に活用しながら実世界情報からの自律知形成のためのモデルを構築していくことが本領域にとっては重要であろう。

全体を通して概念形成や語彙獲得といったチャレンジに一定の成果を上げ、記号創発ロボティクスの研究フェーズも動作、統語論、実環境での行動、情動、インタラクションといった世界を認識する主体というよりは、世界に行為する主体のための知能形成により取り組むべきフェーズに進みつつあるのだろうと感じた。さらなる貪欲なチャレンジが期待される。

〔谷口 忠大(立命館大学情報理工学部)〕