

道具使用から考える身体表現の獲得と階層的情報処理モデル

¹荻野 正樹, ¹疋田 麻衣, ¹福家 佐和, ^{1,2} 浅田 稔

¹大阪大学大学院工学研究科, ²浅田共創知能システム創成プロジェクト

ヒトの高次な能力のひとつに道具を使用する能力がある。我々は様々な道具を、それがたとえ新らしい道具であっても適応し、まるで道具が自身の手の一部であるかのように巧みに扱えることができる。状況に応じて物体を道具として扱い、適応的に道具を使用するためには、まず(1)環境から道具となる効果器を自律的に発見し、感覚を統合して道具を自身の手のように扱えるようになること(効果器の自律的抽出と感覚統合)が重要である。そして更に、(2)状況に合わせて複数の効果器を組み合わせることで適切な運動の手順を計画し、その手順に従って運動を生成すること(運動の手順の計画と生成)が必要である。我々のグループでは、これらの問題についてロボットでの学習可能性を考えて獲得モデルの提案を行ってきた。

視覚的注意に基づく手先の感覚統合による身体表現の獲得

視覚情報の中から自己の身体を発見することは身体表象の最も基本的な機能の一つである。脳科学においては、ニホンザルを使った実験において頭頂間溝において自己の身体部位に視覚的に注意したときに活動するニューロンが発見されており、道具使用の訓練後は、道具に注意したときにも同じニューロンが活動するようになることが知られている [1]。そこで、このニューロン活動を説明するために、注意のボトムアップな要素に焦点を当て、顕著性に基づいた視覚的注意により視覚受容野を発見し、触覚情報を契機に視覚受容野と体性感覚情報を統合しクロスモーダルな身体表現を獲得するシステムを提案した。さらに、本モデルを赤ちゃんロボットへ適用し、ニホンザルでの実験結果と相同な結果を再現した。

道具使用における入れ子的処理を可能にする階層的想起型ニューラルネットワークモデル

「手で道具をとり、手にとった道具でエサをとる」という場合、最初は効果器は手であり、目標物は道具であるが、道具を手にした後は、効果器は道具となり、目標物はエサとなる。このとき、現在の効果器が何であるかによって、関節角度は上位からの修飾を受けて調節される必要がある。マ

カクザルの知見においても、同一のニューロンの視覚受容野の反応が意図によって切り替えられていることが発見されており、脳科学的にも上位の情報によって下位の情報を再帰的に処理している構造の重要性が示唆されている。このような入れ子構造的な情報処理は言語情報の処理との関連でも注目されている [2]。このような道具使用時の再帰的処理に着目し「効果器を対象物の組み合わせ」の入れ子構造によって記述するモデルを提案する。提案モデルは階層的な想起型ネットワークによって構成される。提案モデルは環境の状況に応じて適切な入れ子構造を判断し、その入れ子構造にしたがって効果器と関節角度を算出することで、状況に応じた腕の運動を実現することができる。入れ子構造の階層がさまざまな状況において学習を行い、学習後ロボットをさまざまな環境においたとき、その状況に応じて適切な入れ子構造を判断し、入れ子構造にしたがって腕関節角度を算出することで、適切な腕の運動を生成できるようになることを示した。

[1] A. Iriki et al. Neuroreport, vol. 7, pp. 2325-2330, 1996.

[2] P. Greenfield, Behavioral and Brain Sciences, vol. 14, pp. 531-595, 1991.

[3] M.Hikita et al. Proc. of Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.2041-2046, 2008.

