

あめとむちだけでどこまで賢くなれるのか？

- 強化学習による知能創発の説明の試み -

大分大学工学部電気電子工学科 柴田克成 shibata@cc.oita-u.ac.jp

ヒューマノイドやペットロボットをあちこちで見かけるようになり、その滑らかな動きやロボット間での協調行動などを見ていると、非常に知的な存在であると感じられる。しかし、実際に間近で長時間にわたって接してみると、環境への適応、会話、思考といった高次の機能になればなるほど、見た目とのギャップの大きさに落胆してしまうことが多い。従来、賢いロボットを作るためには、図(a)のように、認識、記憶、思考、プランニング、制御などの機能モジュールに分割し、(各機能の高度化)=(ロボットの知能化)と捉え、各機能を高度化することが第一とされてきた。そして、それを実現するために、緻密で巧みなプログラムが人間によって書かれてきた。

これに対し、筆者は、プログラムを書いて、人間の持っている知識を与えることによってロボットを賢くする場合、本当に賢いのは人間であってロボットではないこと、そして、各機能モジュールに分割することで柔軟性を大きく失うことを指摘してきた。特に、記憶や思考といった高次機能においては、認識や制御といったロボットの入出力に近い部分と比較し、何を入出力とするべきかを始め、何を記憶し、何を思考すべきかについても、ロボットの目的や身体性なども絡んでくるため、人間が予め明確に記述することは困難である。

これらのことを考えていくと、「機能モジュール分割」というガチガチな拘束を排除して、センサからモータまでをシームレスに構成し、全体を自律的、合目的、調和的に学習させることで、諸機能を発現させるべきであると考えられる。それを実現するのが「強化学習」と「ニューラルネット」である。

「強化学習」は、報酬や罰という最小限の情報から学習する「自律学習能力」のために大きく注目されてきたが、「行動のための学習」として捉えられてきた。つまり、センサ信号に画像認識等の処理を予め行うことで作られた「状態」から「行動」へのマッピングの学習に使われてきた。しかし、認識も思考も記憶も、広い意味では、何らかの目的を達成するための「行動」の一種と考えれば、原理的に「強化学習」であらゆる機能を学習できるはずである。

その能力を引き出すためには、「機能モジュール」の枠をはずし、全体を「ニューラルネット」で構成することが有効となる。「ニューラルネット」は、従来、非線形関数近似器として捉えられてきており、必要に応じた内部での機能分化がそれを支えてきた。しかし、「教師あり学習」であるため、いかに教師信号を作り出すかが問題となっていた。そこで、図(b)のように、「強化学習」で「ニューラルネット」を用いることにより、「強化学習」が自律的に教師信号を作り出して提供し、「ニューラルネット」の内部で、必要に応じて諸機能が創発する。そして、その一環として高次機能も創発すると期待できる。

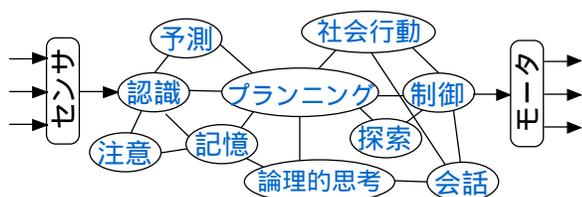
筆者は、これと同じような状況が「脳研究」においても起こっているのではないかと考えている。従来の脳研究では、各部位ごとにその働きを特定することに重点が置かれており、全体として何がなされているか、そして、なぜ創発するのかといった観点あまり重要視されて来なかったように感じる。「強化学習」が大脳基底核で行われているという説があるが、筆者は、脳全体の学習に「強化学習」が大きく関わっているのではないかと考えている。

「強化学習」と「ニューラルネット」だけで「知能」を説明しようとするなんて馬鹿げていると感じることは当然である。実際、生物は「遺伝」により大きな知識を得ており、全く0から学習しているわけではないし、複雑なシステムの獲得には、身体や情報処理部分の物理的な「成長」も大きな役割を果たしているだろう。しかし、「遺伝」は学習の初期状態を決めていると考えれば、初期状態が多少ばらについても学習できる能力が求められる。また「成長」の導入は今後の課題であるが、とにかく、従来と全く逆の考え方でどこまでできるかを知ることは、ブレークスルーの可能性を考えると非常に重要である。

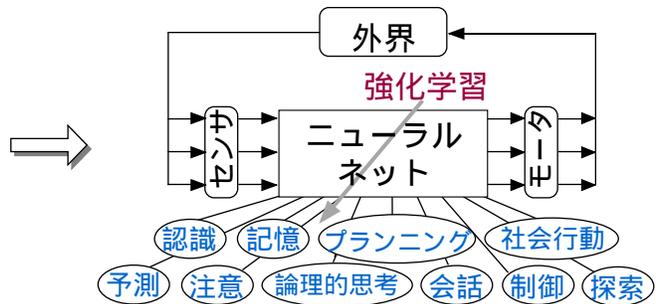
本セミナーでは、このような立場から、「強化学習」と「ニューラルネット」だけで、どこまで「知能」の創発が説明できるのかについて、今まで積み重ねてきた研究の一端をご紹介します。

<文献リスト>

<http://shws.cc.oita-u.ac.jp/~shibata/publication.html>



(a) 機能モジュール分割



(b) 諸機能の調和的創発学習