

Title	報酬に基づく創発的制御手法に関する研究 -計算生態学アプローチと強化学習の応用-
Author(s)	山崎, 達志
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1544
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	山崎達志
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第17910号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	報酬に基づく創発的制御手法に関する研究—計算生態学アプローチと強化学習の応用—
論文審査委員	(主査) 教授 潮 俊光 (副査) 教授 田村 坦之 教授 藤井 隆雄

論文内容の要旨

システムが大規模化複雑化していくに伴い、従来の制御手法をそのまま適用していったのでは、環境への適応性、柔軟性といった面で困難に直面する場合も少なくない。そのため、このようなシステムを扱う新たな手法が求められている。その一つとして、創発的手法を用いた様々な研究がなされている。本論文では、創発的手法の中から報酬に基づく二つの手法に着目した。

前半では、計算生態学アプローチに基づく制御手法と、ネットワークルーティングへの応用について述べる。共通の資源に対して競合するエージェント集団のマクロ的挙動を表す数理モデルとして、計算生態学モデルと、その拡張である Hogg-Huberman モデルが提案されている。本論文では、Hogg-Huberman モデルを複数のエージェント集団に拡張することで、マルチエージェントシステムにおける資源配分を表すモデルとしての定式化を行い、計算生態学モデルに基づく制御手法を提案する。そして、パケットをエージェント、次ノードへのリンクを資源とみなし、拡張した Hogg-Huberman モデルを適用することで、新たなネットワークルーティング方式を提案する。

後半では、強化学習を用いた離散事象システムの最適スーパーバイザ制御について述べる。スーパーバイザ制御では、仕様を満たすようにスーパーバイザが、システムに生起を許容する事象の集合を制御パターンとして提示する。本論文では、制御パターンの与え方をシステムから受け取る報酬をもとに強化学習を通じて行うことにより、不確かな環境や陽でない仕様のもとで、事象の生起/禁止コストおよび仕様を考慮した最適スーパーバイザを求める手法を提案する。最初にシステムの状態がスーパーバイザから完全に観測できる場合について述べ、次に事象の生起が部分的にしか観測できない場合へと拡張する。

以上のように、本論文は創発的手法の制御への応用に関し、それぞれ計算生態学アプローチと強化学習という二つの手法に基づいた、新たな方式を提案するものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は、創発的手法の中から報酬に基づく二つの手法に着目し、これらを用いた新たな制御手法に関する研究成

果をまとめたものであり、6章からなる。

前半では、計算生態学アプローチに基づく制御手法と、ネットワークルーティングへの応用について述べている。共通の資源に対して競合するエージェント集団のマクロ的挙動を表す数理モデルとして、計算生態学モデルと、その拡張である Hogg-Huberman モデルが提案されている。本論文では、Hogg-Huberman モデルを複数のエージェント集団に拡張することで、マルチエージェントシステムにおける資源配分を表すモデルとしての定式化を行い、計算生態学モデルに基づく制御手法を提案している。そして、ネットワーク上の各ノードについて、パケットをエージェント、次ノードへのリンクを資源とみなし、拡張した Hogg-Hubermann モデルを適用することで、新たなネットワークルーティング方式を提案している。また、シミュレーションにより、提案方式の有効性を確認している。

後半では、強化学習を用いた離散事象システムの最適スーパーバイザ制御について述べている。スーパーバイザ制御では、制御仕様を満たすようにスーパーバイザが、システムに生起を許容する事象の集合を制御パターンとして提示する。本論文では、制御パターンの与え方をシステムから受け取る報酬をもとに強化学習を通じて行うことにより、不確かな環境や陽でない仕様のもとで、事象の生起/禁止コストおよび仕様を考慮した最適スーパーバイザを求める手法を提案している。このとき、いくつかの仮定のもとで、学習速度の向上を図っている。最初にシステムの状態がスーパーバイザから完全に観測できる場合について述べ、次に事象の生起が部分的にしか観測できない場合へと拡張している。また、シミュレーションにより、提案方式の有効性を確認している。

以上のように、本論文では、計算生態学アプローチと強化学習という二つの手法に基づいた新たな創発的制御方式の提案を通して、創発システム理論の発展に貢献した。よって、博士(工学)の学位論文として価値があると認める。