

マルチエージェントシステム環境下における群知能を用いた 協調行動獲得手法の評価

笹岡 久行[†]

旭川工業高等専門学校[†]

1. はじめに

近年、メタヒューリスティクスの一手法である群知能に関する研究が盛んに行われている[1-4]。これらは、例えば巡回セールスマン問題(TSP)のようなマルチエージェントシステム(MAS)における最適化問題の解決等に適用され、その有効性が確認されている。これらの群知能に関する研究の中で、アントコロニー最適化法(ACO)は Dorigo らにより提案され、蟻の採餌行動をヒントにした頑健な手法として知られている。実際の蟻の各個体はそれほど高度な知能を有するわけでも、各個体の行動を制御する監督者が存在するわけでもない。しかし、蟻の集団を一つのシステムと見なした場合、フェロモンと呼ばれる化学物質を媒介としたコミュニケーション活動を通して、その行動は非常に効率が高いものと観察されている。

我々は、このような単純な行動を行う各個体の創発に基づく協調行動により問題を解決するシステムの実現を目指している。

2. 基本的な考え方

2.1 RoboCup レスキューシミュレーションリーグ

MAS における研究の一つの分野として RoboCup レスキューシミュレーションリーグが提案されている[5,6]。このシステムでは、実際の都市あるいは架空の都市の地理情報に基づき生成された仮想的な都市で発生する火災や建物の倒壊等の大規模災害から一般市民を救助する。これらの消火活動、道路啓開や人命救助活動等を点数により状況を視覚化する。つまり、消防、道路啓開及び救急の3種のエージェントが人命救助や火災消火等の行動する。本研究は、研究ではこの中で消火活動を行うエージェント間の協調行動の実現のため、Max-Min Ant System(MM-AS)[7]をベースとし我々が既に提案した手法[8]を適用する。

2.2 アントコロニー最適化法における最適解への収束と解候補の多様性

ACO では各個体が散布するフェロモン量と時間毎に蒸発するフェロモン量により、その濃度が計算される。そして、その濃度に応じて確率的に解候補の探索が進められる。つまり、各個体が行う行動と周辺環境から生じる創発により、解が探索されるのである。

ACO は確率的に解の探索を行うために、最適解へ収束する速度と解候補の多様性のトレードオフの問題を抱えている。この問題の解決のため、Stützle らは経路探索問題において、全ての解候補に対してフェロモンを散布せず、その時点での最適な解候補のみにフェロモンの散布を行う MM-AS[7]を提案し、その有効性を報告した。また、筒井らは同じく経路探索問題において、解候補の一部分のみにフェロモンを散布するカーニング Ant system[9]を提案し、その有効性を報告した。一方、解候補の多様性を生み出し、さらには群れ全体での解探索能力の向上を目的とし、ACO と遺伝的アルゴリズムを融合した手法を下村らは提案した[10]。

マルチエージェント環境のテストベッドとして広く用いられる巡回セールスマン問題(TSP)では、予め経路に関する全情報が取得可能であり、それらが変化することはない。しかし、実際の社会で起こる種々の最適化問題では、予め全情報を知ることは不可能であり、しかも実時間で各状態は変化しうる。このため、従前の研究において適用された経路探索手法をそのまま適用することは困難である。

一方、生物学的な研究成果から1つの蟻の集団には、そのフェロモン分布に忠実に従って行動する謂わゆる「勤勉な蟻」とフェロモン分布にあまり忠実に従って行動しない謂わゆる「怠け者の蟻」が一定割合で含まれていることが報告されている。多様な蟻はそれぞれに役割を担い、それらが混在していることで巣の運営が効率的になされていることが明らかになっている[11]。この研究成果に基づいてフェロモンに対して異

Evaluation of acquiring method for cooperation actions using swarm intelligence

[†]Hisayuki Sasaoka, Asahikawa National College of Technology

なる対応をするエージェントを用意し、今回、その有効性について考察した。

3. 評価実験

3.1 実験方法

本実験では、消火活動を行うための下記の3種類のエージェントとそのエージェントから構成される Team A (Agent A のみで構成)、B (Agent B のみで構成) 及び C (Agent C のみで構成) を用意した。

表 1: 用意したエージェント

Agent A	ランダムに行動するエージェント
Agent B	提案手法[8]に基づき行動するエージェント
Agent C	経路選択に関する処理は Agent B と同様に処理するが、フェロモンの散布は各時点の最適経路にしか行わないエージェント

これらを用いて、RoboCup レスキューシミュレーションにおいて予め用意された Kobe マップ [5] を用い、各 300 ステップずつの計 5 回の実験を実施した。利用したマップの開始時のスコアは 117.000 であるが、火災による建物の消失や市民の救命失敗により、時間の経過とともに減点方式によりスコアは計算される。

3.2 実験結果

実験結果を表 2 に示す。

表 2: 評価実験の結果

Sets of simulation	Team A	Team B	Team C
1 st	18.172	17.351	20.326
2 nd	16.795	17.509	19.320
3 rd	13.521	17.743	18.591
4 th	16.521	18.126	21.968
5 th	17.950	20.508	18.372
Averages	16.592	18.247	19.715

この結果から、Agent C を有する Team C が最も効率的に動作していたことが確認される。また、Team B と Team C とともに Team A よりもスコアが良かったことから、ランダムに行動するよりも提案手法に基づき行動した方が効率的に行動したことが確認された。

4. おわりに

本稿では、本研究の基本的な考え方と評価実験の結果について述べた。

上述したように、実際の蟻の群れではフェロモン濃度への感度が異なる蟻が混在し、状況に応じて、動的に振る舞いを適用させている。これを実現することができれば、システムが動的に環境に適用することが可能となる。つまり、解候補の多様性が必要とされる状況ではフェロモンに鈍感な蟻 (例えば、上述の Agent A) が群れの中で多数存在した方が望ましい。逆に、解の収束を早めたい状況ではフェロモンに敏感なエージェントが多数存在した方が望ましい。これを動的に実現する手法を今後検討する予定である。

参考文献

- [1] M. Dorigo and T. Stuzle : Ant Colony Optimization, The MIT Press, (2004).
- [2] J.F. Kennedy, R. Eberhart and Y. Shi : Swarm Intelligence, Morgan Kaufmann Pub., (2001).
- [3] 大内, 山本, 川村 : マルチエージェントシステムの基礎と応用, コロナ社, (2002).
- [4] 中道, 有田: ACO におけるランダム選択に基づく多様性調節の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.9, pp.2939-2946, (2004).
- [5] RoboCup Rescue Simulation Project ホームページ : <http://sourceforge.net/projects/roborescue/>
- [6] RoboCup Rescue Simulation リーグホームページ : <http://rc-oz.sourceforge.jp/pukiwiki/>
- [7] T. Stützle and H.H. Hoos, MAX-MIN ant system. Future Generation Computer System 16(8), pp.889-914, (2000).
- [8] H.Sasaoka: Evaluation for Method for Agents' Action Using Pheromone Communication in Multi-agent system, J. of Machine Learning and Computing, Vol.3, No1, IACSIT Press, pp. 103- 106, (2013).
- [9] 筒井 : cAS:カニングアントを用いた ACO の提案, 人工知能学会論文誌, Vol.22, No.1, pp29-36, (2007).
- [10] 下村, 松下, 西尾 : 遺伝情報を用いるアントコロニー最適化の巡回セールスマン問題への適用, 電子情報通信学会非線形問題研究会 技術報告, NLP2011-23, pp.111-115, (2011).
- [11] Y. Ishii, E Hasgeawa, :The mechanism underlying the regulation of work-related behaviors in the monomorphic ant, Myrmica kotokui, Journal of Ethology January 2013, Vol. 31, Issue 1, pp 61-69, (2013).