

F-032

マルチエージェントシステムにおける多段的な協調動作

Co-operative Behavior of Multi-stage Multi-agents System

戸笈 広大†

Koudai Toi

吉原 豪謙*

Hideyuki Yoshihara

大瀧 和哉††

Kazuyai Otaki

吉村 晋**

Susumu Yoshimura

1. まえがき

マルチエージェントシステムによる協調動作に関して、さまざまな研究がなされている^{1,2,3}。我々は、簡単なマルチエージェントシステムの協調動作の試みとして、協調して荷物を運ぶ例や、ドアを開ける行為を他のエージェントに助けを借りるなど協調して目標へ到達する試みを行っている。従来は、エージェント間に階層を設けないアプローチを行っていた。本報告では、協調動作を複数のレベルに分け、上位の協調プランニングが下位の協調プランニングを制御（命令）する仕組み（多段的な協調動作）を考え、この仕組みの有用性を検討する。

2. 考え方

複数のエージェントがある目標を目指している場合、夫々のエージェントに何のつながりもないと無駄な行動が増え、時間の効率が悪くなる。この無駄を減らすために、エージェントの協調動作が有効であると考ええる。

しかし多数のエージェントが水平的に協調動作を行なう

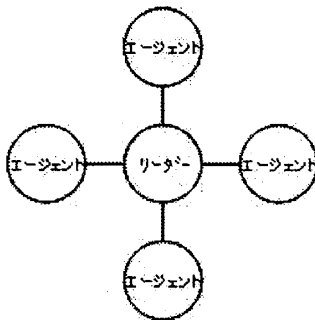


Fig.1 一段協調動作

場合、個々のエージェントにプラン生成が必要でプランニング量が膨大で、エージェントシステム全体として統一性が困難になる。そこで Fig.1 のようにプラン作成、および情報管理は全てリーダーのエージェントが統括する。

しかしこの場合エージェントの数が増えるにつれて管理情報量とプラン数が増し、リーダーに大きな負担がかかってしまう。そこで Fig.2 のよう少数のエージェントが協調動作を行うグループを作り、このグループを一つのエージェントとみなし、グループ同士でも協調動作を行なうシステムが必要となる。これにより外界からの入手情報、プランニングやエージェント情報の処理がグループに分散され、煩雑さを軽減できる。これは人間社会の仕組である。企業では、多くの部所で社員が協調的に仕事をこなし、部所同士も他の部所に対して命令や要求、情報交換を行い、協調的に振舞う。部所内（下位）の協調動作と部所間（上位）の協調動作が組み合わせられ、多段的な協調動作が実現される。

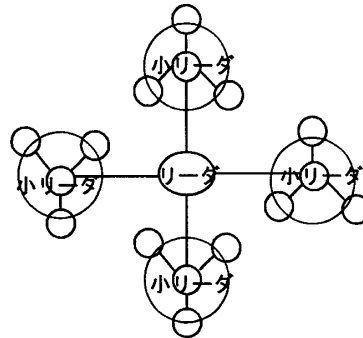


Fig.2 多段的な協調動作

3. シミュレーション実験

多数のエージェントが未知の迷路に遭遇するケース。

3.1 各エージェントの方針と環境設定

[方針]

- ・各エージェントは迷路からの脱出が目的とする。
- ・エージェントは迷路内の出口を探索し、発見すると他エージェントに連絡を取り脱出する。
- ・各エージェントはコミュニケーションをとり協調的に動作する。

[環境]

- ・マップ上は道のみが存在し、壁以外の障害物等はない。
- ・エージェントのスタート地点と迷路の出口が存在する。
(出口の位置はどのエージェントも知らない)

3.2 リーダエージェントと小リーダーエージェント

小リーダーはシミュレーション開始時自分が小リーダーであることを名乗り出る。その後、小リーダーの中から協調動作全体を仕切るリーダーが立候補し、他の小リーダーと協調動作を行なう準備をする。準備が完了し次第協調動作を開始する。同時に小リーダーは自分にアプローチしてきた部下エージェントに対して自分の配下に置くか否かの返答をする。判断基準は、配下の部下エージェント数が定員に達しているか否かで、定員に達しない場合は配下に置き、定員に達した場合は拒否する。

3.3 部下エージェント

部下エージェントはシミュレーション開始時に小リーダーに対して自分を配下に置くように要請をする。要請を承諾された時点で小リーダーをホストとした協調動作に加わる。これが下位の協調プランニングとなる。要請を拒否された場合は別のリーダーに対して同様の要請を行なう。

3.4 上位の協調プランニング

上位の協調プランニングは、リーダーを中心とした小リーダーが行う行動プランである。このプランはリーダーが生成す

† (株)コムニク, COMNIC

‡ ネクストウェア(株), NEXSTWARE

†† 都立航空工業高等専門学校, TMCA

‡‡ 都立産業技術高等専門学校, TMCIT

る。なお、下位の協調プランとの差を明確にするために、遠隔地のエージェントには移動先の指示しか行なえないという制限を課す。このプランにより

- ① リーダと小リーダー同士で情報の交換
- ② 小リーダーによる各エージェントの探索先と集合地点の決定
- ③ 各エージェントの探索地点への移動
- ④ 各エージェントの集合地点へ集合

が行なわれる。

3.5 下位の協調プラン

下位の協調プランは小リーダー中心に部下エージェントが協調動作するプランを生成する。上位の協調プランと異なり、エージェント間の距離に関係なく情報共有を行なう。部下エージェントは小リーダーから一定距離以上はなれた場合は小リーダーのもとに戻るよう制限する。

このプランにより、①プランに参加するエージェント同士の情報の共有、②小リーダーより部下エージェントへの移動先の指示、③小リーダーへの追従、が行なわれる。

4. 評価実験

いくつかのマップで2段の協調動作を行うケースと、一人のリーダーのみの場合でどの程度の違いが出るかを検証する。例として、エージェント数を25とした時の一度に生成するプラン数は普通の協調動作の場合と多段的な協調動作の場合の違いを検討する。

4.1 マップ

①簡単なマップ Fig.3, ②等距離のマップ Fig.4, ③距離階層マップ Fig.5 の3種類のマップで検討評価を行った。

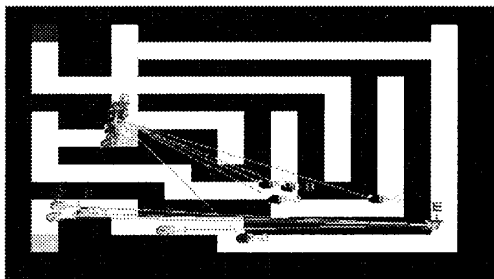


Fig.3 マップ①の実行画面

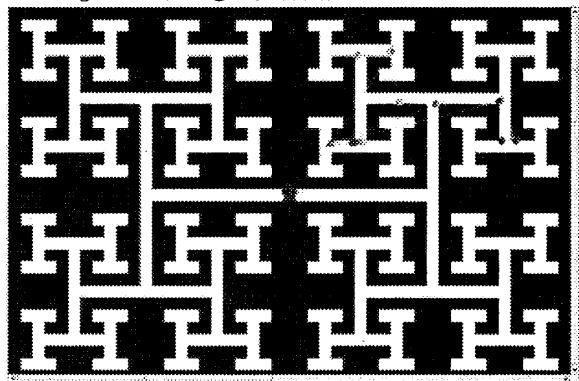


Fig.4 マップ②の実行画面

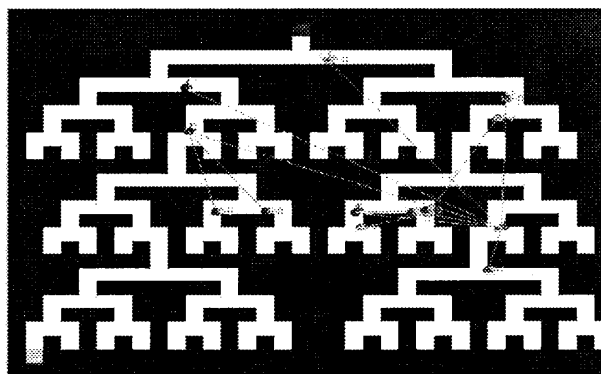


Fig.5 マップ③の実行画面

5. 考察

リーダーがいないケースは、迷路脱出率は低下する。リーダーが一人の場合、リーダーの負担が非常に大きくなる。Table.6に25エージェントでリーダーが行動プランを立てる場合を示す。リーダーは4名のサブリーダーと4名の部下を持つ、各サブリーダーは4名の部下エージェントを持つ。

Table.6 単位行動での単体(1段協調)プラン数と2段協調のプラン数

	人数	リーダーのプラン	部下のプラン
普通の協調動作の一度に生成するプラン数			
リーダー	1	25	0
小リーダー	0	0	0
エージェント	24	0	0
多段的な協調動作の一度に生成するプラン数			
リーダー	1	5	4
小リーダー	4	0	4
エージェント	4	0	0

簡単なモデルでは2段協調動作でリーダーの負担は大きく減少する。2段協調モデルが有効であることが確かめられた。問題点として、1) 複雑な形の道では道の形を抜き出せずにエージェントが迷子になる可能性がある。2) マップ内に周回可能な箇所ルートがある場合、エージェントのルート検索時に無限ループに陥る可能性がある。

6. あとがき

多数のエージェントが多段的に協調動作を行う仕組みを検討し、簡単なシミュレーションを行った。今後、基準を設け定量的評価を行うとともに、エージェントに老人や他の個性を持たせ、現実の地下街などの緊急時の全員脱出等の模擬シミュレーションへの利用を検討する。

[謝辞]

本研究は科研費交付金「20500662」の補助を受けている。関係者各位に深く感謝する。

[参考文献]

1. 木下哲男, 菅原研次: エージェント指向コンピューティング, SRC, 1955
2. 山影進, 服部正太編: "コンピュータの中の人工社会", 共立出版, 2002
3. 西田豊明, 木下哲男, 北村泰彦, 間瀬健二: エージェント工学, オーム社, 2002