

# 動的環境におけるエージェントの組織化に関する研究

3J-10

篠原 章夫      村山 隆彦      服部 文夫

NTT 情報通信研究所

## 1 はじめに

我々は複数のエージェントが協調して通信サービスを提供するシステムの実現を目指している [1]。このようなシステムは非常に大規模な開放型分散システムであり、実世界を対象とするため、環境が変化する動的なシステムであるという特徴がある。

本稿では、上で述べた特徴のうち、動的な環境に対応するための適応的なエージェントの組織化手法について検討する。まず、複数のエージェントが協調して問題を解く追跡問題を例題とし、動的要素を増やすように拡張する。この拡張追跡問題において、効率的な再編法を提案し、実験によってその有効性を評価する。

エージェントの周りを取り囲んで捕獲することを目的としている。

この追跡問題に動的な要素を付加するために以下のように拡張する。

- 獲物エージェントは複数個ランダムに出現 / 消滅する
  - 捕獲エージェントは4つよりも多く存在する
- この拡張により、捕獲エージェントはどのようにして獲物エージェントを囲い込むかを考えるだけでなく、どの獲物エージェントを追跡するのか、どの捕獲エージェントで追跡するのか、についても考える必要がある。

## 3 エージェントの組織再編法

前節で述べたような拡張追跡問題において、まず獲物エージェントを追い掛ける捕獲エージェントを決定して4つの捕獲エージェントから成る組織を形成しなければならない。このような組織形成法に契約ネット [3] が提案されている (図1)。契約ネットを本問題に適用した場合、タスクがマネージャに認識された時点で組織化が行われるため、一度形成された組織のタスクの達成が不可能になったり、効率が悪くなった場合でも、組織を変更することはできないため、初めから形成し直さなければならない。環境の動的要素が大きい場合、組織の形成のし直しが頻繁に生じ、問題解決の効率が落ちてしまう。

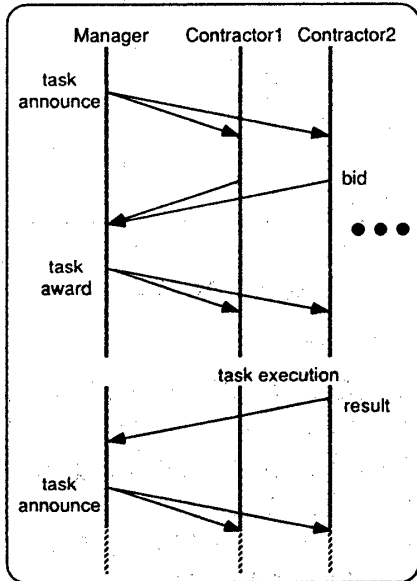


図1: 契約ネット

## 2 問題設定

複数のエージェントが協力して解決する問題として、分散人工知能の小問題の1つである追跡問題 [2] がある。この問題は2次元グリッド平面上を自由に動き回る1つの獲物エージェントと4つの捕獲エージェントが存在し、4つの捕獲エージェントが獲物

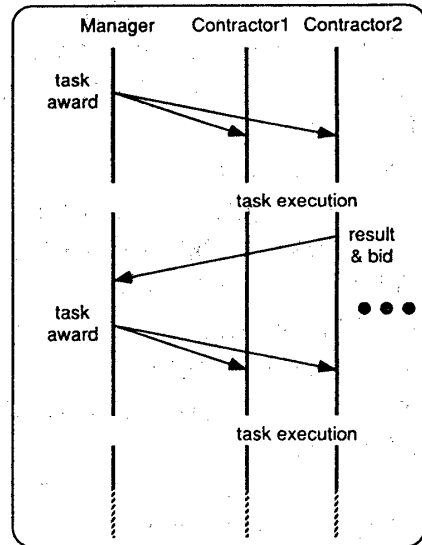


図2: 改良型契約ネット

このため、環境の変化に追従するために、組織の再編にかかるコストを小さくする必要がある。そこで、コントラクタからの最新の情報を得るコストを軽減するために、過去の組織の再編に使用した情報を利用する組織の再編法を提案する。

この再編法は契約ネットをもとにしており、実行中にコントラクタは何らかの環境の変化やサブタスクの実行の途中結果をマネージャに報告する。マネージャはその報告と、他のコントラクタに関する過去の情報の履歴から現在の組織を評価し、必要ならば組織を再編する(図2)。この方法では、組織の再編の判断は全コントラクタから情報を集めることなく行われるため、評価の正確さは損なわれるが、マネージャとコントラクタ間の通信コストが抑えられると考えられる。

これにより、環境の変化に従って、組織を動的に再編することができるようになり、タスクの達成、及び問題解決効率の向上が期待できる。

#### 4 実験と評価

提案手法を評価するために、Sun Common Lisp / SPARC Station 10の上でMICE[4]を用いて実験を行った。各エージェントの動作は、以下の通りである。

- 捕獲エージェントは6つ存在し、視界は10、1ステップに1グリッド移動する
- 獲物エージェントはランダムに出現/消滅(ただし、捕獲されない限り最低30ステップは生存)、1ステップにランダムに1グリッド移動する

実験は30×30の2次元グリッド空間で、通信遅延が0、2の場合について、各50回試行して各時刻での平均捕獲数により評価した。組織化法として契約ネットを使用したものと、本稿で提案した改良法を使用したものを比較した。

組織の評価は、次のように行う。

1. コントラクタから報告が入った時点で、その報告をもとに追跡される獲物エージェントと追跡する捕獲エージェントを決める
2. 上の結果と現時点の獲物エージェントと捕獲エージェントと相違があるか比較する
3. 相違があれば、組織を再編し、なければそのまま問題解決を続行する

追跡される獲物エージェントと追跡する捕獲エージェントの決定法は、ある獲物エージェントから距離が近い順に4つの捕獲エージェントを選択し、そ

の合計が小さい獲物エージェントを追い掛けることとする。

図3に実験結果を示す。この結果から、提案した組織の再編法の方が捕獲数が良くなっていることがわかる。これは組織再編のコストを小さくしたことが、最新の情報を得られないことを上回ったものと考えられる。

また、通信遅延が0と2の場合を比較すると、提案した改良型再編法の方が差が少なくなっている。再編時に必要な通信コストの差が表れており、通信コストが大きい場合に、改良型再編法が有効であるといえる。

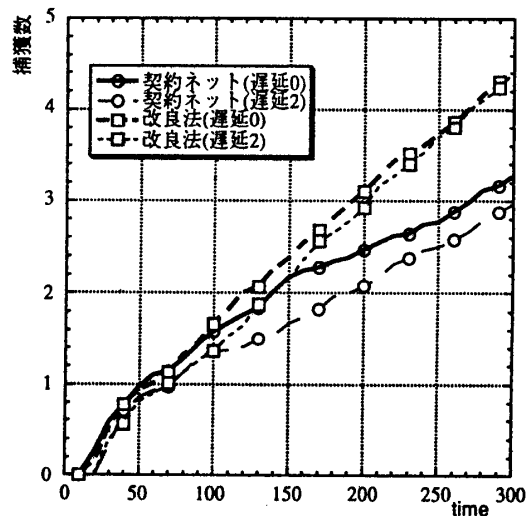


図3: 実験結果

#### 5 おわりに

本稿では、拡張追跡問題の様な動的な環境下を設定し、提案した組織の再編法の評価を行った。課題として、Lieb Configurationの達成度で組織を評価することや、環境の変化への感度などについての検討も考えられる。今後、現実問題を考慮して、本提案手法の適応/評価を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 服部 文夫: 知的コミュニケーションメディアとしてのAgent通信環境, 信学技報, CS94-214, 1995.
- [2] 大沢 英一, 沼岡 千里, 石田 亨: 分散人工知能における標準的小問題, コンピュータソフトウェア, Vol.10, No.3, 1993.
- [3] R. Davis and R. G. Smith: Negotiation as a Metapher for Distributed Problem Solving, *Artificial Intelligence*, Vol.20, 1983.
- [4] T. A. Montgomery, J. Lee, D. J. Musliner and E. H. Durfee, *MICE Users Guide*, 1992.