

契約ネットプロトコルに基づいた

4C-3

マルチエージェントプランニングの一手法

杉浦 巧純

岡田 年且

世木 博久

伊藤 英則

名古屋工業大学

1 はじめに

エージェント間のタスク割り当てプロトコルとして、契約ネットプロトコル [1] が知られている。契約ネットプロトコルにはマネージャ(manager)と呼ばれるエージェントと、契約者(contracture)と呼ばれるエージェントが存在する。マネージャがタスクを提供し、契約者がタスクを引き受けてその処理を行う。

また、常に変動する動的な環境としてタイルワールド [2] が提案されている。タイルワールドは限られた時間でプランを構築し判断を下さねばならないエージェントを評価するための動的実験環境である。タイルワールドはエージェント、穴、タイル、障害物、空白によって構成されており、エージェントの目標は、穴を埋めることによって可能な限り多くの得点をあげることである。

エージェントがこのような動的な環境に即応しなければならない場合には、よりエージェントが瞬時的に反応し行動できる交渉プロトコルが必要である。

そこで本研究では、これまで発表されている契約ネットプロトコルを動的な環境において瞬時的に反応できるように拡張する。また、タイルワールドをベースにしたモデルで実験を行ない、動的な環境での動作を評価する。

2 モデルの定義

本研究の実験環境は図1のような2元格子上(1つ1つの格子をセルと呼ぶ)に、エージェント、タイルおよび穴を配置した、計算機上の仮想的な実験環境である。エージェントは1つのセル上にちょうど収まる大きさで、上下左右に単位時間あたり1セル動くことができる。タイルもセル上に位置し、エージェントに押されることによって、隣接するセルへと滑るように移動する。穴もセル上に位置し、タイルによって埋めることができる。即ち、穴と同じセル上にタイルが運ばれると、穴とタイルは消滅し空白のセルに戻る。穴が埋められると得点が1加算される。エージェントの目標は、穴を埋めることによって可能な限り多くの得点をあげることである。

穴、タイルはシミュレーションに先だって設定されたパラメータ(平均寿命)に従って現れたり消えたりするので、この中で動作するエージェントは、限られた時間でプランを構築し、判断を下さねばならない。

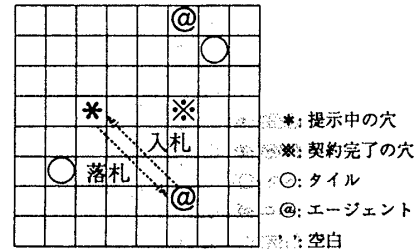


図1: 評価モデル

エージェントは変動する環境の中を動き回り、タイルを選び穴を埋めることが要求される。

2.1 IRMA をベースにしたエージェント

動的な環境に対応するためのエージェントとしてIRMA [2][3] がある。本研究のエージェントは、IRMAをベースにして図2のような構成をしている。

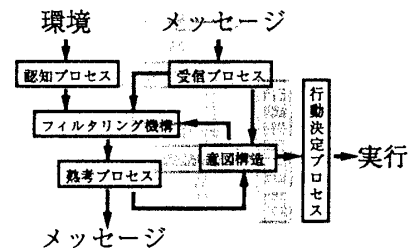


図2: エージェントの構造

エージェントは自分自身でタイルを穴に入れるまでの意図構造(プラン P)を生成する。ただし、プラン $P = [o_i]_{(i=1, \dots, n)}$ はオペレーション $o_i \in \{Rest, Move, Push, Filled.in\}$ の合成。

IRMAに基づいて行動するエージェントはフィルタリング機構を用いて環境の変化により即応するか熟考するかを判断する。本研究では即応とは現在のプランを継続して実行することとし、熟考とは現在のプランを破棄し再プランニングを行うこととした。

フィルタリング機構は、以下の式の条件を満たした時に熟考が必要であると判断する。

$$\frac{f(\text{距離}_{\min}(\text{タイル}), \text{距離}_{\min}(\text{穴}))}{\text{Cost}(P)} \leq \text{閾値}$$

ここで使用する閾値は外部から与えられる定数であり、閾値が大きいくほど環境の変化に敏感に反応するようになる。逆に閾値が小さいほど熟考を行わなくなる。

2.2 エージェント間の競合解消プロトコル

穴をマネージャ、エージェントを契約者、タイルを穴に入れることをタスクとして契約ネットプロトコルを拡張する。

1. 提示

穴は出現すると直ちに穴自身を提示する。この時、熟考を完了したエージェントが直ちに入札をする。

2. 入札

エージェントは熟考が完了すると直ちに入札を行う。ただし、提示されている穴がなければ、エージェントはそれ以降提示される最初の穴が出現するまで熟考をしない。ただし、入札メッセージは各エージェントの意図構造とする。

3. 落札

穴は最初の入札が行われてから、一定時間内に入札されたものの中で効用の高いエージェントに落札メッセージを送り、提示をやめる。その際、入札してきたエージェントの中に協調できるものがあればそのエージェントにも落札メッセージを送る。ただし、落札メッセージは、穴が各エージェントの意図構造を変更したものとする。落札されなかったエージェントは失敗と判断して直ちに入札をやり直す。

4. 契約破棄

エージェントは、保持しているタスクよりも効用が大きいと思われるタスクの穴が出現すると、直ちに契約を結んでいた穴に契約破棄のメッセージを送り、直ちに再熟考をはじめめる。穴は、契約破棄のメッセージを受けると再び自分を提示して入札を待つ。

3 結果

図3は以下の条件でシミュレーションを行ったものである。ただし値は100回の実験の平均値を用いた。

共通の設定

格子平面の大きさ	10 × 10
エージェント数	5
穴、タイルの数	1 ~ 10
実験時間	500 単位時間

個別の設定

実験モデル	フィルタの閾値	穴、タイルの平均寿命
type10-5	1.0	5
type10-10	1.0	10
type10-15	1.0	15
type00-10	0.0	10
type20-10	2.0	10

この実験では、平均寿命が短いほどタイルと穴の消滅が速いので環境の変化が激しく、逆に平均寿命が長いほど環境の変化が緩やかとなる。

図3のグラフの type10-5, type10-10, type10-15 は、平均寿命が長い時には穴やタイルの数がエージェント

数に比べて少ないほうが得点が高く、逆に短い時には穴やタイルの数がエージェント数よりも多いほうが得点が高いことを示している。タイルと穴の寿命が短くて数が多い時に得点が高くなる理由として、次のことが考えられる。穴やタイルの寿命が短く数が多い時には、エージェントが保持しているタスクよりも効用の高いタスクが出現する割合が高くなるからであると思われる。

図3のグラフの type00-10, type10-10, type20-10 は、閾値が大きいほど得点が高く、小さいほど得点が低いことを示している。

これらのことから、環境に敏感に反応する一すなわち熟考の回数が増える方が得点が高く動的な環境に適応できるといえる。

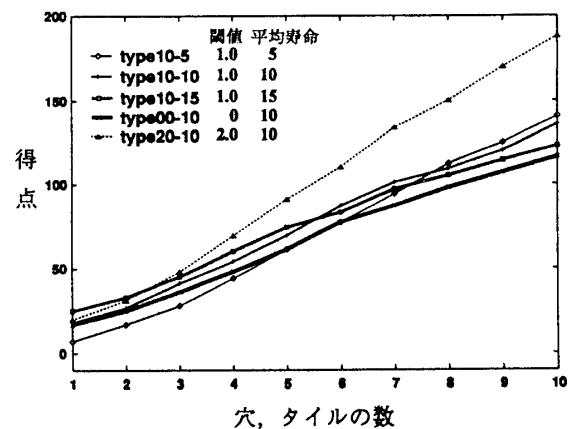


図3: 環境設定別：得点

4 おわりに

本研究では、契約ネットプロトコルを拡張して、動的な環境で有効な複数エージェントのプランニングの一手法を提案し実験を行い、その評価を行った。今後、このモデルを並列計算機上にインプリメントし、シミュレーションを行っていく予定である。

参考文献

- [1] R.G.Smith, "The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver," *IEEE Trans. on Computers*, Vol.29, No.12, pp.1104-1113, 1980.
- [2] Martha Pollack and Marc Ringuette, Introducing the Tileworld: Experimentally Evaluating Agent Architectures, In *Proceedings of The Eighth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-90)*, pp.183-189, 1990.
- [3] 岡田年且, 通信が制約された複数エージェントの動作モデルとその評価, 情報処理学会第50回全国大会, pp.2-165, 1995.
- [4] 大沢英一, マルチエージェント環境における交渉のモデル, 人工知能学会誌, Vol.10, No.5, pp.690-696, 1995.