

契約ネットプロトコルに基づいたマルチエージェントプランニング

3 N-5 藤原 一希 杉浦 巧純 加藤 昇平 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は、マネージャ(manager)と呼ばれるエージェントと、契約者(contractee)と呼ばれるエージェントが存在し、そのプロトコルに従って通信する複数のエージェント、および、問題に対応するタスクとその部分タスクの集まりによって構成される。契約ネットプロトコルの一つの特徴は相互選択性にある。契約を行う際に、マネージャと契約者が入札と落札に関して独立の価値基準を持つことが可能である。

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。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エージェントが環境の変化に、より瞬時に反応できるように拡張し、タイルワールドをベースにしたモデルで実験を行い、エージェントが目標を達成する効率について評価を行う。

2 モデルの定義

本研究が対象とする評価モデルの概要を図1に示す。2元格子上にエージェント、タイルおよび穴が配置された環境が用意される。

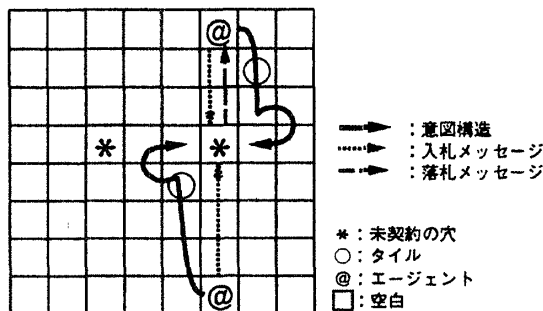


図 1: モデルの概要

エージェントは1つのタイルを押すことができ、穴の上にタイルが運ばれると、穴とタイルは消滅し空白に戻る。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、上下左右に動いてタイルを押し、

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、タイルは事前に設定されたパラメータ(平均寿命とする)に従って出現したり消滅したりする。このため、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。

2.1 IRMA をベースにしたエージェント

本研究では、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(プランと呼ぶ)を生成する。しかし、本モデルでは時間の経過と共に環境が変化していくため、作成したプランがいつまでも成立するとは限らない。このような動的な環境に対応するために、本研究のエージェントはIRMA[2]に基づいた行動戦略を採用している。図2にエージェントの動作の流れを示す。

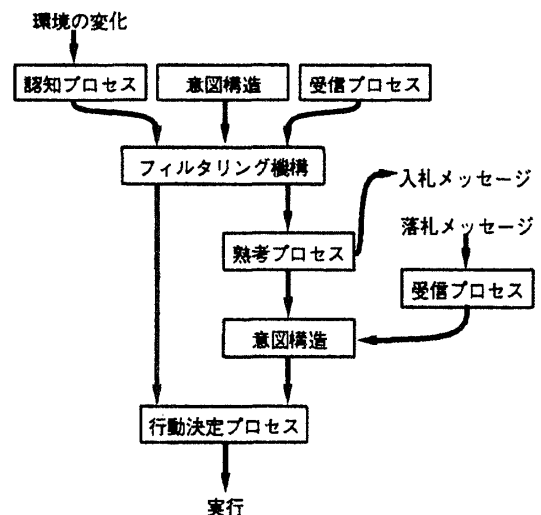


図 2: エージェント構成

本研究では、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、エージェントは、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。

$$\frac{f(\text{距離}_{\min}(\text{タイル}), \text{距離}_{\min}(\text{穴}))}{\text{プランを実行するのに必要な移動コスト}} \leq \text{閾値}$$

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。

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した。

(1) 入札 穴は出現してもエージェントに放送を行わず、エージェントが穴を見つける。エージェントは熟考が完了すると直ちに入札を行う。入札メッセージは各エージェントのプランとする。

(2) 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る。その際、穴は必要であればエージェントのプランを分解し、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。落札メッセージは、穴が各エージェントのプランを変更したものである。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熟考を行う。

(3) 契約破棄1 エージェントは、保持しているプランよりも移動コストが低いと思われる穴が出現すると、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、熟考を始める。穴は契約破棄のメッセージを受け取ると再び入札を待つ。

(4) 契約破棄2 エージェント(図3:①)は、他のエージェント(②)と契約が完了している穴に対して、自分の移動コストの方が現在実行されているプランの移動コストより低いと判断すると、その穴に対し契約破棄のメッセージを送り、熟考を始める。穴は契約破棄のメッセージを受け取ると再び入札を待ち、契約を破棄されたエージェントは熟考を始める。

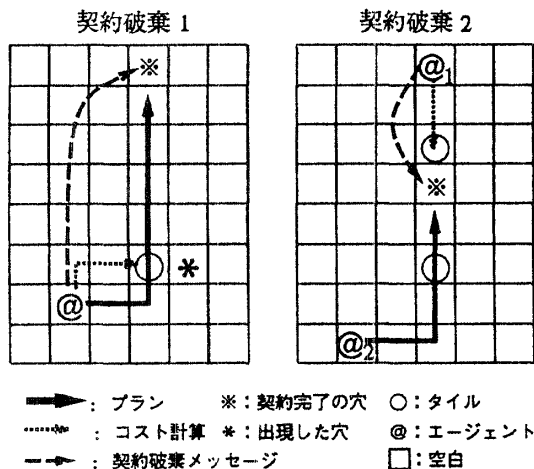


図3: 契約破棄

3 実験結果

図4は、パラメータを以下のように設定し、タイル、穴の数を変化させて、契約破棄1、契約破棄2を行うことにより得点がどう変化するか実験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。格子平面の大きさ 20×20 、閾値 1.5、エージェント数 10、平均寿命 20、実験時間 500 単位時間。ただし、1 単位時間にエージェントは 1 マスだけ移動できる。

図5は、パラメータを以下のように設定し、エージェント数を変化させて実験を行った。格子平面の大きさ 20×20 、閾値 1.5、タイル、穴の数 10、平均寿命 20、実験時間 500 単位時間。

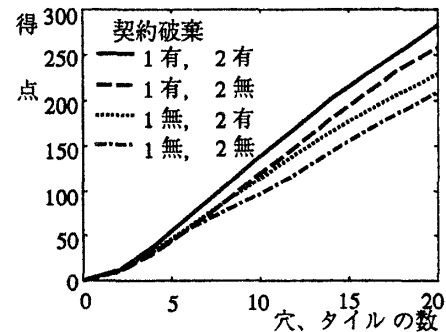


図4: タイル、穴の数を変化

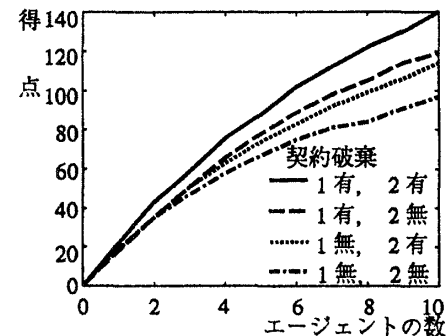


図5: エージェントの数を変化

図4、5ともに契約破棄1、2を行う場合の方が、契約破棄を行わない場合に比べて得点が高くなっている。このことから、契約破棄を行うことにより、より良いタスク割り当てが実現されていることがわかる。

4 おわりに

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、動的な環境でエージェントが目標を達成する効率について評価した。動的な環境であってもエージェントが効率的に目標を達成できることを確認した。

本研究では、エージェントのプランニングは単位時間内に完了することを前提としている。しかしながら、実際にはプランニングに要する時間を無視することはできない。今後、プランニングに要する時間を考慮に入れたエージェント間の競合解消プロトコルについて検討する予定である。

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.