

倉庫管理システムにおけるエージェント間の交渉と協調について

4 G-2

榎野 憲克

新谷 虎松

名古屋工業大学知能情報システム学科

1 はじめに

本研究では、ソフトウェアエージェントに基づく倉庫管理システム [1] の構築のためのエージェント間の交渉と協調について考える。マルチエージェント環境を利用して倉庫管理を行う際、互いに協調することにより効果的な倉庫管理ができる可能性がある。倉庫管理における交渉プロトコルを提案することにより、効果的にエージェントが協調する方法を示す。

2 倉庫管理システム

本システムにおいて、倉庫は壁に囲まれた空間から形成され、その中に荷物が存在し、その収納場所が指定されている。倉庫管理とは、その倉庫内において荷物を収納場所に運ぶことである。本システムでは、倉庫管理エージェントというソフトウェアエージェントにより倉庫管理を行う。倉庫管理エージェントは単体で倉庫管理を行うことができるが、本システムでは複数の倉庫管理エージェントにより倉庫管理を行うことを考える。それにより、倉庫管理を単体で行うより短い時間で、できるかぎり多くの荷物を効果的に管理することを目的とする。倉庫管理エージェントに個体差はなく、同じ能力であるとする。エージェントは、荷物の場所やエージェントのいる場所など、倉庫の内部のすべての環境を観測でき、そのコストを考えないことにする。エージェントは他のどのエージェントとも通信ができ、通信のコストは考えないものとする。荷物を実際に運ぶ際、それにかかる時間をコストと呼び、1つのエージェントが地点 x から地点 y まで運ぶ時のコストを1とすると、それを2つのエージェントで運ぶ時には $1/2$ 、3つのエージェントで運ぶ時には $1/3$ のコストがかかるものとする。

3 システムの構成

本システムの構成を図1に示す。

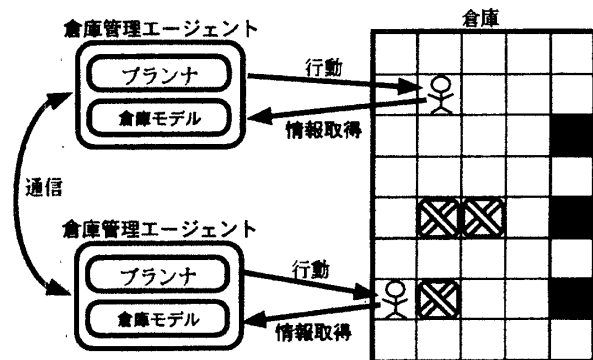


図1 システムの構成

倉庫管理エージェントは、環境や荷物の状態などの情報を取得し、エージェントにとって内部で操作可能な表現にし、内部に倉庫モデルとして蓄える。そして内部に持つ行動計画のための機構により、目標達成までの行動の系列を生成する。その機構をプランナといい、生成された行動の系列はプランと呼ばれる。エージェントは目標を達成するために、そのプランにしたがって実際に行動する。プランニングは協調を考慮にいたったものでなくてはならない。そこで、エージェントは他のエージェントと協調のための交渉を実現するために、通信機構を持つことにする。

図2にエージェントの動作の流れを示す。

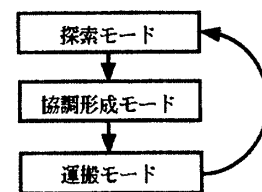


図2 エージェントの動作の流れ

1. 探索モード

自分の位置から最も近い荷物を探し、その収納のためのプランづくり、それにかかるコストを計算する。

2. 協調形成モード

他のエージェントと通信し、各エージェントのプランを実行するのにかかるコストや管理しようとしている荷物、収納場所などの情報を得る。運搬モードに移る前に、他のエージェントとの協調が

可能かどうか調べる。協調可能であれば、プランを生成する。

3. 運搬モード

協調可能であれば協調形成モードにより生成したプランに従い、協調不能であれば探索モードにより生成したプランに従って行動する。運搬モード中は、そのプランを変更しないものとする。

4 エージェント間の協調

マルチエージェント環境において協調を考慮にいたれたプランニングの研究が進んでいる [2]。複数のエージェントがそれぞれ独立な目標を持ち、それらのエージェントが各自の目標を同時に達成しようと試みる場合、それらの目標の内容によっては、いくつかの目標の一部が同時には成り立たないような場合があり得る。また、単体のエージェントでは問題が解決できなくなることもある。そのような場合、複数のエージェントが協調するための交渉モデルの研究 [3] が進んでいる。

本研究における倉庫管理システムでは、そのような状況は起こらない。本システムでは、運搬モードにおいて複数のエージェントにより運ぶという協調について考えることにする。

エージェントの行動における協調形成モードでは、他のエージェントと協調できるかどうかをすべてのエージェントに対して調べる。図3を例にとって以下に流れを示す。

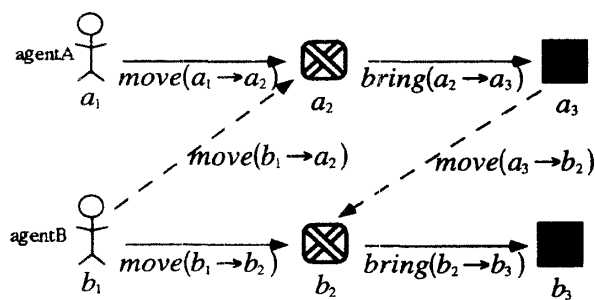


図3 協調の例

今 agentA が、自分のプランに対して協調可能なエージェントを探しているとする。そこですべてのエージェントと交渉し、協調可能かどうかを調べるのが協調形成モードであるが、図3では agentB が agentA のプランに対して協調可能かどうかを調べるために必要な情報を示している。

a_1 から a_2 に移動し、荷物を a_2 から a_3 に運ぶというのが agentA のプランであり、 b_1 から b_2 に移動し、荷

物を b_2 から b_3 に運ぶというのが agentB のプランである。 $move(x \rightarrow y)$ は x から y への移動にかかるコストとし、 $bring(x \rightarrow y)$ は x から y へ荷物を運ぶのにかかるコストである。協調せず agentA, agentB が独立にそれぞれのプランを実行した場合、agentA のコスト $Cost_A$ と agentB のコスト $Cost_B$ を

$$Cost_A = move(a_1 \rightarrow a_2) + bring(a_2 \rightarrow a_3)$$

$$Cost_B = move(b_1 \rightarrow b_2) + bring(b_2 \rightarrow b_3)$$

とすると、agentA と agentB の両方のプランの実行にかかるコスト (時間) は

$$\max(Cost_A, Cost_B)$$

となる。つぎに協調した場合のコストは、

$$\begin{aligned} &\max(move(a_1 \rightarrow a_2), move(b_1 \rightarrow a_2)) \\ &+ \frac{1}{2}bring(a_2 \rightarrow a_3) + move(a_3 \rightarrow b_2) \\ &+ \frac{1}{2}bring(b_2 \rightarrow b_3) \end{aligned}$$

となる。このコストの値が先の協調しない場合のコストより小さければ、協調が可能であり管理にかかる時間が少なくなるので実際に協調を行うことになる。ここで、エージェントの効用を考えゲーム理論の合意形成の可能性については考えないことにする。協調は2つ以上のエージェントでも可能である。

5 おわりに

本研究では、倉庫管理システムにおけるエージェント間の交渉についての方法を提案し、効果的に協調する方法を示した。今後の課題として、エージェントの行動の収束性について考えたい。またプランに従って行動しているエージェントとの交渉を考えて、よりよい行動に移る方法や、形状の異なる荷物や倉庫など柔軟な環境にも対応できるようにしたい。

参考文献

- [1] 伊藤巨貴, 新谷虎松: ソフトウェアエージェントに基づく倉庫管理システムの試作, 情報処理学会第52回全国大会大会論文集 (2), pp.17-18, 1996
- [2] Avron Barr, Paul R. Cohen, and Edward A. Feigenbaum: 人工知能ハンドブック 第IV巻, 共立出版, pp.97-178
- [3] 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.30-36, 1995