

3H-1

二方向回覧板プロトコルと
最適問題割り当て北村泰彦 奥本隆昭
大阪市立大学 工学部

1. はじめに

疎結合、複数の知的エージェントによる問題解決を扱う分散型問題解決の課題の一つに問題割り当てがある。各エージェントは割り当てられた問題を解決するか、部分問題に分解し、他のエージェントに割り当てることにより問題解決を進める^[1]。分散型問題解決ではエージェントの能力が変化するので、大局ディレクトリではなく、コントラクトネットプロトコル(CNP)^[1]などメッセージパッシングによる問題割り当てが適している^[2]。しかし、CNPでは問題を割り当てる依頼エージェントが単一の場合の割り当て法であり、複数の依頼エージェントが存在する場合の最適問題割り当ては不可能であった。本稿では先に筆者らが提案した回覧板プロトコル^[2]を拡張した二方向回覧板プロトコルによる最適問題割り当て法について述べる。

2. 最適問題割り当て

最適問題割り当てを示す例題を以下に示す^[1]。

[例題] (最適問題割り当て)

4つのエージェントR1, R2, A1, A2が存在する。依頼エージェントR1, R2は同時に割り当てるべき問題p1, p2を持っており、受諾エージェントA1, A2はそれぞれの問題に対して、表1に示す見積り(数字が大きいほど良いとする)に従って実行可能であるとする。□

この場合、問題の割り当て方には2通りが考えられるが、大局的に見て、p1をA1に、p2をA2に割り当てる(見積りの合計1.1)よりも、p1をA2に、p2をA1に割り当てる(見積りの合計1.6)方が適している。従来のCNPでは割り当てが独立に行なわれるので、p1, p2ともにA1に割り当てようとして、最適な問題割り当てが不可能であった。

表1 見積り表

	A1	A2
p1	0.9	0.8
p2	0.8	0.2

3. 二方向回覧板プロトコル

3.1 定義

まず、二方向回覧板プロトコルに関する定義を与える。

[定義1] (二方向回覧板プロトコル)

(1) エージェントはリング状に結合されている。メッセージは両方向に送ることができる。

(2) メッセージは1個の主メッセージと可変個の副メッセージから構成されている。

(3) 主メッセージはあるエージェントから送信されると、隣のエージェントへ順番に送られてゆき、送信したエージェントに戻ってくる。

(4) 各エージェントでのメッセージの処理はFIFO

(First-In First-Out)である。すなわち、メッセージは他のメッセージを追い越さない。

(5) 主メッセージを受け取ったエージェントは、必要に応じて副メッセージを連結することができる。□

3.2 最適問題割り当て

最適問題割り当ては、表1に示すような同一の割り当て管理テーブルを各エージェントがメッセージのやり取りにより生成できれば実現できる。すなわち、全エージェントで同一の内容のテーブルが生成できれば、それを参照することにより、各々のエージェントは独立に最適な割り当てを決定することができる。そのために割り当て管理テーブルの同一性を保証するような割り当て方式でなければならない。

まず、問題割り当てに必要なメッセージとして以下のものを与える。

(1) 依頼メッセージ <REQUEST;problem>

問題(problem)の存在を各エージェントに伝える主メッセージである。

(2) 受諾メッセージ <ACCEPT;agent,estimation>

問題を実行可能な受諾エージェント(agent)が、その見積り(estimation)とともに依頼メッセージに連結する副メッセージである。

これらのメッセージを用いた問題割り当てプロトコルを示す。

[問題割り当てプロトコル]

ステップ1. 依頼エージェントは、両方向から依頼メッセージを送り出す。

ステップ2. 両方向から送られてくる依頼メッセージを受けとったエージェントは、その各々に対して以下の手続きを実行する。

ステップ2.1. 受諾エージェントであれば、受諾メッセージを連結し、隣のエージェントに送る。

ステップ2.2. 受諾エージェントでなければそのまま隣のエージェントに送る。□

次に、各エージェントが問題割り当てのための同期を取り、メッセージの受付を制限するための概念として、依頼可能/禁止状態に関する定義を与える。

[定義2] (依頼可能/禁止状態)

自ら依頼メッセージを送り出すと依頼禁止状態になり、両方向からの依頼メッセージを受け取ると依頼可能状態になる。いずれかのエージェントからの片方の依頼メッセージが通過すると依頼禁止状態になり、もう一方の依頼メッセージが通過すると依頼可能状態になる。複数の依頼メッセージが通過する場合は、両方向からの全ての対の依頼メッセージが通過した時点で依頼可能状態になる。各エージェントの初期状態は依頼可能状態である。□

依頼エージェントは依頼可能状態の間だけ依頼メッセージを送ることができる。また、各エージェントは依頼禁止状態の間に通過するすべての依頼メッセージと受諾メッセ

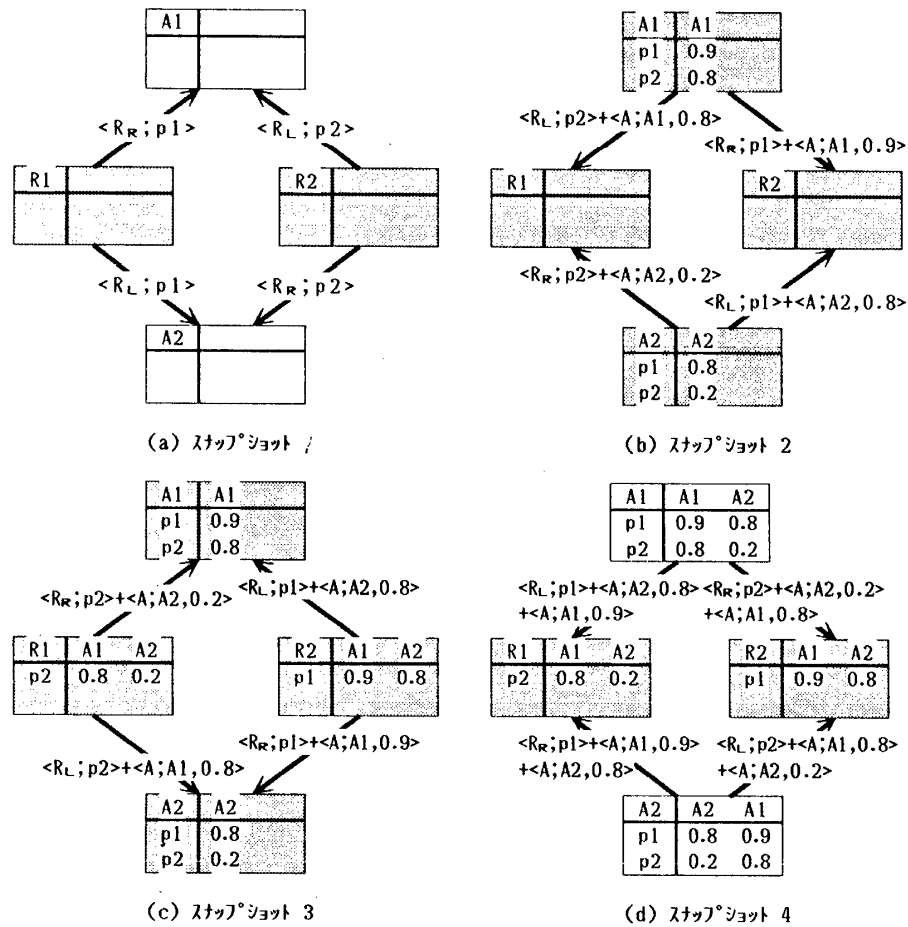


図 1 最適問題割り当て

ージから、問題と見積りを割り当て管理テーブルに登録する。そうすれば、各エージェントが依頼禁止状態から依頼可能状態に変化した時点で、全エージェント同一の割り当て管理テーブルを生成することができる。また、全エージェントが依頼可能状態において複数のエージェントから同時に依頼された問題はすべて、その割り当て管理テーブルに登録される^[3]。

4. 例題

二方向回覧板プロトコルによる最適問題割り当ての例を図1を用いて示す。エージェントは依頼エージェントR1, R2, 受諾エージェントのA1, A2が存在し、2. で述べたように、割り当てるべき問題とその見積りは表1に示すものとする。

スナップショット1. 依頼エージェントR1, R2は左右両方向に依頼メッセージ(それぞれをR_L, R_Rで表わす)を同時に送り出し、依頼禁止状態(網かけで表わす)になる。

スナップショット2. エージェントA1はR1, R2からの依頼メッセージを受け、各々の見積りをつけた受諾メッセージ(Aで表わす)を連結し、送り出す。エージェントA2も同様に。ともに依頼禁止状態になる。

スナップショット3. 依頼エージェントR1, R2は巡回してきた依頼、受諾メッセージによりそれぞれ他方の問題を存在を知り、その見積りとともに割り当て管理テーブルに登録する。

スナップショット4. エージェントA1, A2を依頼メッセージのすべての対が通過したので、依頼可能状態になり、割り当て管理テーブルが得られる。

さらに次のスナップショットで依頼エージェントに依頼メッセージが戻り、依頼可能状態となる。その時点で、全エージェント同一で、同時に発生した問題p1, p2を含む割り当て管理テーブルが得られる。

5. まとめ

本稿では、従来の手法では不可能であった最適問題割り当てを、二方向回覧板プロトコルにより実現する手法を述べた。

謝辞

本研究に関して共に議論していただいた大阪市立大学工学部藤原植質人助教授, ICOT-DICサブWG委員の方々に感謝する。

参考文献

[1] Davis, R. and Smith, R.G.: Negotiation as a Meta phor for Distributed Problem Solving. Artificial Intelligence, 20, pp.63-109(1983).
 [2] 北村泰彦, 小川均, 北橋忠宏: 分散型問題解決における問題割り当てのための一通信方式. 信学誌, J71-D(2), pp.439-447(1988).
 [3] 北村泰彦, 奥本隆昭: 二方向回覧板プロトコルによる最適問題割り当て. 人工知能学会誌, 4(2)採録予定.