

分散知識システムにおける一貫性保持機構について

4N-6

田中宏和, 新谷虎松, 伊藤英則

名古屋工業大学

1. はじめに

人工知能の分散化は現在盛んに行なわれており、管理、変更などの難しい大きなシステムを構築するかわりに、小さなシステム構築し、それらを有効に協調させて用いることが考えられている。この流れに沿って、知識ベースも分散化される傾向にあり、その知識ベース間の一貫性を保つことが必要である。

分散した知識ベースの数が少なければ、全ての知識ベースの知識を同じように扱って一貫性の維持をすればよいが、一貫性を維持すべき知識ベースの数が多くなると、このような方法では通信にかかるコストが大きくなり過ぎ、実用的ではない。

そこで本論文では、メタ機構を実現することにより分散した知識ベースの一貫性を維持する方法について考察する。

2. 分散知識システム

ある知識ベースと、そのデータを扱う何らかの機構を合わせたものを知識システムと呼び、このような知識システムが集まって構成されるものを分散知識システムと呼ぶ。（本論文では、分散知識システムを構成する知識システムをエージェントと書く）

エージェントは当然不均一でありえ、（即ち、エージェント毎に持っている機能が異なってもよい。）また、互いに通信しあえる。

2.1 エージェント

MTMS [1] では、マルチエージェント環境における一貫性維持についての研究がなされている。ここでは、「全てのエージェントの全てのデータの一貫性を保つのは計算コストなどの点で実用的でなくなり、不可能になる。そこで、一貫性の維持と実用性との間に何らかの妥協点を見いだす必要がでてくる。」

とされており、MTMS では、エージェントが共有したデータを元に、他のデータの信念を決定するという手法が用いられている。

この観点から本論文では2種類のエージェントを定義する。

1) リーフエージェント

自分が持つ知識の一貫性維持を目標とする。

2) ルートエージェント

リーフエージェントを管理することを目標とする。

本論文では、一つのルートエージェントと複数のリーフエージェントによって構成される分散知識システムにおける一貫性維持を目標とする。

2.2 知識

このシステムでは、ATMS [2] の手法を用いて一貫性の維持を行う。扱う知識は、

a, b, c ならば d

の様なルールにより導かれ、否定は扱わない。

自分自身のみを正当化として持つ知識を仮定と呼び、その知識を信じる、信じないという信念は自由に決定できる。その他の知識は、その正当化によってのみ信念が決定される。

このことにより、知識は一つのネットワークを構成することになるが、このネットワークにおいて、互いに正当化し合うループ状のデータはないものとする。

このネットワーク上の知識の信念は、仮定（即ち、ネットワークにおける最上位のデータ）の信念を決定することにより一意に決定することができる。

従ってそれぞれのデータに、どの仮定が成り立った場合にその知識が成り立つかという情報（ラベル）を与えておくことにより、知識を管理することができる。

3. 一貫性維持

3.1 リーフエージェント

リーフエージェントは知識を上記の手法を用いて管理し、ラベル計算機構と知識ベースによりなる。リーフエージェントには、ルールや矛盾などが伝えられる。それらはラベル計算機により知識を表すノード、矛盾を表すノードに変換され知識ベースに格納される。

Implementing a Truth Maintenance Mechanism in a Distribute Knowledge System.

Hirokazu Tanaka, Toramatsu Shintani, Hidenori Itoh.

Nagoya Institute of Technology.

知識は、次の様に表される。

node (Level, Datum, Label, Just, Effect)

Level : 仮定から、何回の推論でこのデータを導けるか

Datum : 知識の識別子

Label : この知識がどの仮定により導かれるか

Just : この知識がどの知識により導かれるか

Effect : この知識によりどの知識が導かれるか

矛盾は次の様に表される。

const ([a, b], [c, d])

これは、知識 c と d が同時に信じられることが矛盾であることを示し、それが、仮定 a と b が同時に信じられる場合に起こることを示す。

受け取った知識の正当化に自分が保持していない知識が含まれていた場合、保持していないデータを仮定としてラベルの計算を行う。

リーフエージェントでは仮定の信念によって、全ての知識の信念が一意に定まる。即ち、仮定のみ管理すればこのエージェントの知識が管理できる。そこで、どの知識が仮定であるかという事と、(矛盾が存在すれば) 矛盾を引き起こす原因となった仮定の組み合わせをルートエージェントに送信する。

3.2 ルートエージェント

ルートエージェントは、システム全体の仮定の集合を保持している。ルートエージェントは、どのリーフエージェントがどの仮定を持っているかの情報も保持する。

あるリーフエージェントにおいて仮定であるデータも、他のリーフエージェントにとっては仮定ではない場合がある。従って、ルートエージェントは、リーフエージェントが送信してきた仮定を他のリーフエージェントに通知し、もしそれが仮定でないデータとして存在したならば、そのラベルを通知させ、記憶しておく。この例を次に示す。

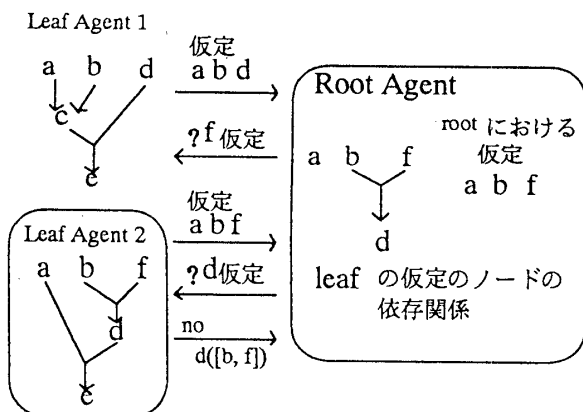


図1 ルートにおける仮定の管理

図1の例では、リーフエージェント1が仮定 a, b, dを、リーフエージェント2が a, b, fを持っており、それぞれルートエージェントに通知する。これをうけたルートエージェントは、fを仮定としないリーフ1にfについて仮定かどうか尋ね、同様にリーフ2にdについて尋ねる。

すると、リーフ2はdが仮定でないこと、dがどの仮定により導かれるかをルートに返答する。これをうけ、ルートはシステム全体の仮定を a, b, f とし、dについてはどの仮定に依存するかを記憶しておく。

ルートにおける仮定に関しては、その信念のとりえる全ての組み合わせを計算する。このとき、リーフエージェントにおいて矛盾を生じた仮定の信念の組み合わせは削除しておく。

上記の計算によってえられた仮定の信念の組み合わせの一つを選択することにより、全てのリーフエージェントの仮定の一貫性が完全に保たれ、同時にシステム全体の知識の信念が決定する。

システム全体の知識の一貫性が維持されない事は、エージェントが全てのルールを知らないことによるのみ生ずる。

4. おわりに

今回は、複数のエージェント間の一貫性維持の一つの方法について考察してみた。これを MTMS [1] と比較すると、一貫性の維持については MTMS が、そのエージェントの他のデータに対する影響に関係なく他のエージェントと共有したデータを元に知識の一貫性を維持するのに対し、本論文では、他の知識に大きな影響を与える仮定を元に一貫性維持を行う。従って、一貫性維持の面では MTMS より優れていると考えられる。

しかし、エージェントの自律性について考えると MTMS とは異なり、エージェントが自ら必要に応じてこういった組織を構成するといったことが考えられていない。従って、今後はエージェントが自律的に組織を構成し、互いに協調する様にする事が必要であると考えられる。

5. 参考文献

- [1] Micheal N. Huhns and David M. Bridgeland, Multiagent Truth Maintenance, IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, vol 21, no 6. 1991.
- [2] J. De Kleer, An Assumption-based TMS, Artificial Intelligence, vol 28, 1986.
- [3] J. De Kleer, Extending the ATMS Artificial Intelligence, vol 28, 1986.