

1 はじめに

近年、インターネット上でのe-marketplace, e-commerce等の出現に伴い、その実現技術としてのエージェント技術が注目されている。これらの上では、互いに知らないエージェント同士が協調する可能性があり、それらのエージェント間を引き合わせる仲介エージェントが必要となる。これまでに、各エージェントの持つ機能に基づいて仲介を行う仲介エージェントの概念や実装が発表されているが、取引実績のないエージェント間を仲介するには信用性の面で十分でない。そこで筆者らは、各エージェントの持つ信用情報を集め、この信用情報と機能の両方に基づいて仲介を行う仲介エージェントを提案する

2 これまでの仲介エージェントと問題点

これまでに、各エージェントの持つ機能を収集し、それに基づいてエージェント間の仲介を行うファシリテータの概念が提案されている[1]。この一般的な流れを図1に示す。ここでは、1)あらかじめ機能提供側のエージェントがファシリテータに自身の機能を登録しておき、2)要求側のエージェントがファシリテータに仲介要求を送ると、3)ファシリテータが所望の機能を持つエージェントのリストを要求エージェントへ返す。ところが、このような機能のみに基づく仲介では、取引実績がなかったり、優秀でないエージェントも候補に含まれる可能性があるため、エージェントに関する信用情報を考慮して仲介を行う必要がある。

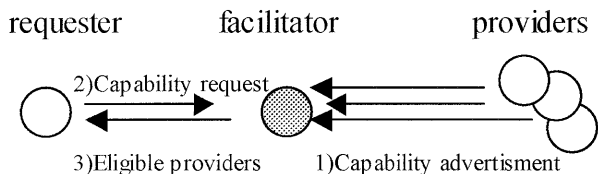


図1 ファシリテータの一般的仕組み

3 私的信用情報を利用した仲介エージェントの提案

3.1 インターネット上で扱われる信用情報の分類

仲介エージェントにおいて信用情報を、仲介するか否かを決定するための一要素として利用するために、エージェントに関する信用情報を以下の5つの観点で特徴付ける。

- 1) 対象エージェントに対する信用値の共通性：共通または、評価者により異なる(個別)
- 2) 対象エージェントの評価者：第3の信用機関または、各参加エージェント
- 3) 評価の客観性：共通の基準に基づく(客観)または、独自の基準に基づく(主観)
- 4) 値の複雑さ：質的、または量的

5) 値の公開性：公開または、非公開

上記に基づき既存の応用や手法を分類したものを図2に示す。BBB(Better Business Bureau)やD&B(Dan and Bradstreet)は企業の評価を行う機関である。ebayはオークションサイトを運営しているが、ここでは売主や買主に対する評価値が公表されており、各々が事前に潜在的な取引相手の評価値を確認することができる。個別の信用情報を扱う方法としては、クレジット会社による信用調査、各エージェントの持つ信用値を組み合わせる間接的な信用値を算出するManchara[2]やZacharia[3]等の方法、私的な信用情報(Word-of-mouth)を利用する方法等がある。

共通性	評価者	客観性	複雑さ	公開性	応用や手法
共通	信用機関	客観	質的	公開	BBB
			量的	公開	D&B
個別	参加者	客観	質的	公開	ebay
			量的	非公開	Credit reviews
		主観	量的	公開	Manchara, Zacharia
			質的	非公開	word-of-mouth

図2 信用情報を扱う応用や手法の分類

3.2 仲介エージェントによる私的信用情報の利用

既存の仲介エージェントの枠組みを有効活用するために、仲介エージェントにおいて、参加者エージェントから各々の持つ信用情報を機能と同時に収集し、それを利用して仲介を行うこととする。扱う信用情報については、これまでにオフライン社会での仲介システムにおいてWord-of-mouth(私的信用)情報の有効性が述べられているため[4]、これを扱うこととする。Word-of-mouth情報を前述の5つの観点に対応付けると以下ようになる。

- 1) 個別の信用情報を扱う。つまり agentA に対する agentB の評価と、同じ agentA に対する agentC の評価が異なり、agentB に対する agentA の評価も異なる。従って仲介エージェントは $n(n-1)$ 通りの値を保持する。
 - 2) 評価者は各参加エージェントとなる。
 - 3) 客観性は、評価が各エージェントに委ねられるため独自の基準となる。
 - 4) 複雑さは、仲介エージェントにて $n(n-1)$ 種類の情報を保持、随時更新可能なほど簡易なものとする。
 - 5) 公開性は、集めた値は各エージェントの個人的な意見であるため非公開とする。
- さらに[1]の議論に基づき、以下も要求条件に加える。
- 6) 値は伝播可能とする。つまり、agentA が agentB を信頼し、agentB が agentC を信頼するなら agentA は agentC を信頼できるとする。
 - 7) 信用値は機能ごとに別々に管理する。つまり、あるエ

エージェントを車の販売者としては信用しても車の修理者として信用できるとは限らない。

3.3 信用値の表現方法と間接的信用値の算出

信用情報には、対象エージェントを直接評価する値と、間接的に評価する値がある。Manchara や Zacharia による方法では、信用値を 0.1~1.0 等の連続的な数値で表しているが、仲介エージェントでは仲介するか否かの決定要素としてのみ使うため、次の 5 つの質的な値で表現することとする。DP(Direct Positive), DN(Direct Negative)は対象エージェントを直接信用するか否かで、IP (Indirect Positive), IN(Indirect Negative)は対象エージェントを間接的に信用するか否かである。また、いずれでもない場合は UN(Unknown)とする。例を図 3 に示す。これは、AgentA が機能 F について AgentB, E を直接信用し、AgentC, D を間接的に信用していることを表している。

Trust Table for capability F						
	AA	AB	AC	AD	AE	AF
AgentA		DP	IP	IP	DP	UN
AgentB	DP		DP	UN	DP	UN
AgentC	IN	DN		DN	DP	UN
AgentD	IP	DP	IP		IP	DP
AgentE	DN	IP	DP	DP		UN
AgentF	UN	IP	UN	DP	UN	

図 3 信用テーブルの例

また仲介エージェントでは、信用情報を即時にフィルタリングに利用可能とするために、あらかじめ間接的な信用値を全て算出し、常に最新の状態に維持する。エージェント X1 からエージェント Xn までの間接的な信用情報の導出を以下の 2 ステップで行う。

[ステップ 1] X1 から Xn までのパスを探す

[ステップ 2] 複数のパスが見つければタイプブレークを行う。ステップ 1 の方針は以下のとおりとする。

- エージェントは他のエージェントの直接の信用情報のみをパスの対象とする
- Xj から Xj+1 (1<j<n-2) までは、DP のみを使用する
- Xn-1 から Xn までは、DP または DN を使用する

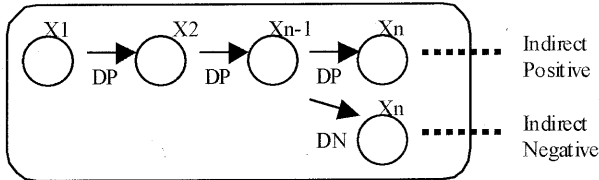


図 4 間接的信用値の算出方法

また、値の更新については、新しい値が入力されるたびに信用テーブル中の UN, IP, IN の全てを一括更新することにより、最新情報を維持する。

3.4 既存の仲介プロトコルへのマッピング例

仲介プロトコルについては、エージェント用通信プロトコル KQML[5]で定義されている 4 種類の仲介プロトコル (broker, recruit, recommend, subscribe) を利用する。KQML における仲介プロトコルでは、参加エージェントが content パラメータに自分の機能を記述して仲介エージェントへ登録するが、同時に信用情報を登録可能とする。メッセージの例を図 5 に示す。a) では、agentA が仲介エー

ジェントに対して自分が car_sales であることを登録しているが、同時に agentB を信用し、agentC を信用していない事実も登録している。b) は問い合わせ、c) は応答例である。

```

a) advertise
:sender agentA :receiver facilitator1
:reply -with label1
:content (REGISTRATION(car_sales(X(X))
((agentBP)(agentC N)))

b) broker-all
:sender agentB :receiver facilitator1 :reply -with label1
:content (QUESTION(car_sales(>year 1997)(<price
9000))(MakePrice())(POSITIVE (agentC P)))

c) tell
:sender facilitator1 :receiver agentB :in -reply -to label1
:content (ANSWER(car_sales())
((Toyota 8000)(FORD 7050)))
  
```

図 5 KQML メッセージの例

4 考察

現在、上記仲介エージェントを、スタンフォード大学で開発された JATLite[6]ベースのマルチエージェントシステム上に実装中である。本稿では、間接的な信用情報の計算に簡易な手法を利用したが、これまでに信用情報の伝播については特に一貫性、妥当性、簡便性の観点から様々な議論が各所で行われており、さらなる検討が必要である。また、スケーラビリティ向上のために更新の高速化についても検討が必要である。さらに、悪意のあるエージェントによる誤った信用情報の登録に対しても対処が必要である。

5 おわりに

本稿では、インターネット上の e-marketplace 等で利用されるエージェント群のための、機能と信用情報に基づく仲介エージェントを提案した。最後に、様々な助言を頂いたスタンフォード大学 Dr. Charles Petrie 氏、Keesoo Kim 氏、日頃ご指導頂く(株)KDD 研究所秋葉所長、小花取締役様に感謝します。

参考文献

[1]: Sycara K. et al. Matchmaking among Heterogeneous Agents on the Internet. in Proceedings AAAI Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace, Stanford, USA, 1999

[2]: Manchara D.W. E-Commerce Trust Metrics and Models. IEEE Internet Computing, 4(2), 36-44, 2000

[3]: Zacharia, G., Maes, P. Collaborative Reputation Mechanisms in Electronic Marketplace. Proc of HICSS-32

[4]: Cafferky M. Free Word-of-mouth Marketing Tips Home Page <http://www.geocities.com/WallStreet/6246/quote6.html>

[5]: Labrou, Y. et al. A Proposal for a new KQML Specification, TR CS-97-03, Computer Science and Electrical Engineering Department, 1997

[6]: Jeon, H., Petrie, C., and Cutkosky, M. R. JATLite: A Java Agent Infrastructure with Message Routing. Internet Computing, March-April, 2000.