

多 Agent 通信

BICC

计算机科学 2000 Vol. 27 No. 10

通信行为

基于 BICC 的多 Agent 通信

Multi-Agent Communication Based on BICC

97-98158

张君雁¹周明天²邱玉辉¹

TP18

(西南师范大学计算机与信息科学学院 重庆400715)¹(电子科技大学计算机学院 成都610054)²

Abstract Because of the limitation of the resources in the multi-agent system, it is necessary that Agents must cooperate with each other, and then, communication is an important characteristics of the co-operation. In this paper, three kinds of communication methods are defined, and a BICC system architecture is presented. This structure supports not only communication among individual agents, but also communication among agent groups. Therefore, BICC system structure helps us fulfil the cooperation better in multi-agent system.

Keywords Multi-agent system, BICC system architecture, Communication, Intentional system

一、引言

Agent 是计算机科学领域中一个新兴概念,它是指在特定环境下具有自主性、社会性和主动性等特征的智能主体。多 Agent 系统是由一组具有一定资源和能力、相对独立且相互作用的 Agent 组成的。多 Agent 通信是分布人工智能和多 Agent 系统研究的核心。在多 Agent 环境中, Agent 不仅要具有个体智能,还要具有自主的群体交互能力。信念(Belief)、意图(Intention)、能力(Capability)、承诺(Commitment)(简称 BICC)构成的意向系统即 Agent 用于通信的 BICC 体系框架。

在多 Agent 系统中,由于资源的有限性和分布性,合作是多 Agent 系统的一个重要特征,而 Agent 之间合作的基础是交互,通信则是实现 Agent 交互的一种重要方式和手段。当前,随着 Internet, Intranet 技术的迅速发展,以往的 Agent 通信理论研究(如:Konolige 和 Pollack 对 Agent 个体^[1]的研究,以及 Haddadi 分析的多 Agent 联合承诺问题等),在面临新的应用问题时,显示出以下两方面的不足:

①不能充分体现多 Agent 的社会承诺和联合意图。如:无法实现多 Agent 通信过程中的信息同步更新;

②无法明确个体 Agent 的相应责任。如:通信完成,接收到重要信息的 Agent 无法发回确认信息。

针对这两方面的问题,本文给出一个支持多 Agent 通信的 BICC 体系,并对相关概念以及 BICC 之间的关系进行解释,然后得出形式化定义,并说明 BICC 在多 Agent 交互过程中起的作用。

二、设置 Agent 通信行为

Agent 间的通信行为是一类特殊的行为,因为它将对交互双方 Agent 的内部状态产生影响:如信念、愿望等 Agent 在认知、情感和意动方面的思维状态都将受到影响。根据当前的通信理论和多 Agent 系统的规范和协调问题的研究分析,在已有研究成果的基础上,本文提出以下三种新的 Agent 通信行为,其中,我们设 Agent_i 为信息的发送方, Agent_j 为信息的接收方 (Agent_i 和 Agent_j 均为 Agent 个体或多 Agent 群体):

1) 条件请求(request): Agent_i 要求在条件满足的情况下, Agent_j 主动为它提供相应的服务,服务完成不等价于合作终止,一旦条件再度满足,仍旧发生合作。

2) 条件应允(promise): 如果条件满足,无论 Agent_i 是否提出要求, Agent_j 应允将为 Agent_i 主动提供服务,服务完成不等价于 Agent_i 实现了应允,一旦条件再度满足, Agent_j 将继续提供服务。

3) 接受回复(accept): Agent_i 通过 accept 的通信行为把已经接受了信息的相关消息通知给发送信息的

张君雁 硕士生,周明天、邱玉辉 教授,博士生导师,

Agent_i。

设 S 为 Agent 的通信行为集合: $S = \{request, promise, accept\}$ 。下面我们来描述一下多 Agent 系统机遇上通信行为的通信过程, 其中, 我们设 Agent_i 为信息的发送方, Agent_j 为信息的接收方 (Agent_i 和 Agent_j 均可为 Agent 个体或多 Agent 群体)。

首先, Agent_i 通过条件请求 request 向 Agent_j 提出服务请求, 要求 Agent_j 在条件满足的情况下, 主动为它提供服务; 然后, Agent_j 在接到条件请求后, 向 Agent_i 做出条件应允 promise, 应允一旦条件满足, 它将为 Agent_i 主动提供服务; 同时, 并通过发送接受回复语言行为 accept 将结果告诉 Agent_i, 如图1所示。

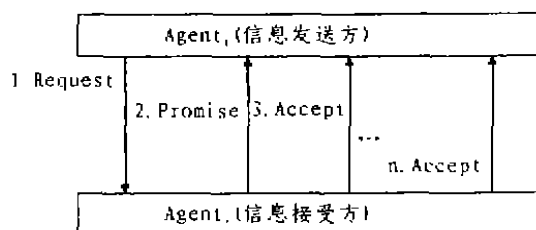


图1 一种多 Agent 系统通信示意图

三、BICC 理论框架

Agent 之间由于进行通信而导致了交互, 这种交互性不仅要求关注通信行为的发生, 而且应该关注信息发送方所传达的意图 (例如, 请求、应允等), 以及信息接收方和发送方可能采取的动作和这些动作所产生的相应的效果。多 Agent 之间的通信行为是一种有意图的智能行为, 产生的效果主要作用于通信双方的 Agent 的内部状态, 对周围的客观世界并不产生影响。

这一部分里, 我们将提出多 Agent 系统基于通信的 BICC 理论框架, 即由信念、意图、能力、承诺构成的意向系统。信念: 是 Agent 进行通信的基础, 它代表 Agent 对自身及外界环境的认识; 意图: 是 Agent 之间进行通信的原因, 它与 Agent 的任务 (task) 和目标 (goal) 相对应; 能力: 是 Agent 进行通信的前提, 也是 Agent 得以成功实现其意图的重要条件; 承诺: 是 Agent 通信本身的一种体现, 它描述了 Agent 对其未来行为的决策。下面我们定义 Agent 通信的基本行为语义:

我们设 Agent_i 为信息的发送方, Agent_j 为信息的接收方 (Agent_i 和 Agent_j 均可为 Agent 个体或多 Agent 群体)。

定义1 (Request 通信行为的语义) 一个条件请求通信行为 request 得到完全满足, 如果: ① Agent_i 成功地完成了 request 通信行为; ② Agent_j 在 request 动

作完成之后, 将在将来的某一时刻作出条件应允 promise, 而且 Agent_j 能完全履行其应允。

Completely content (request) IFF

Agent_i say - request - to Agent_j has been done successfully;

Agent_j gives promise to Agent_i AND will perform it EndIFF.

可见, promise 通信行为是 request 通信行为的伴随动作。

定义2 (Promise 通信行为的语义) 一个条件应允通信行为 promise 得到完全满足, 如果: ① Agent_j 成功地完成了 promise 通信行为; ② promise 发生之后, 对于任意时刻 T , 如果条件在 T 时刻得以满足, 则 T 时刻 Agent_j 应允采用某种策略来实现其应允, 而且 Agent_j 有能力执行这种策略; ③ 在将来的某个时刻 t , Agent_j 将成功地履行其应允, 并将结果告知 Agent_i。

Completely content (promise) IFF

Agent_j has done promise successfully;

At T , content (condition), Agent_j (T) with capability performs (method) to finish (promise);

At t , Agent_j (t) informs (accept) to Agent_i after performing (promise)

EndIFF.

可见, accept 通信行为是 promise 通信行为的伴随动作。

定义3 (Accept 通信行为的语义) 一个接受回复通信行为 accept 得到完全满足, 如果: ① Agent_j 成功地完成 accept 通信行为; ② 在 accept 动作完成的时候, Agent_j 的策略得以实现。

Completely content (accept) IFF

Agent_j performs (accept) successfully;

AND fulfil (Agent_j (method))

EndIFF.

综上所述, 我们构建一个基于 BICC 的多 Agent 通信体系:

定义4 一个基于 BICC 的多 Agent 通信体系模型为:

① 多 Agent 之间的通信行为只能有三种形式, 即条件请求、条件应允、接受回复:

$\text{commitment}(\text{Agent}_i, \text{Agent}_j) \in \{\text{request}, \text{promise}, \text{accept}\}$

② 在某一时刻 T_1 , Agent_i 与 Agent_j 进行条件请求通信:

$\text{Communication}_{T_1}(\text{request}) \models \text{Intention}(\text{Agent}_i, (\text{request})) \wedge (\text{Belief}, \text{Capability})(\text{Agent}_j, (\text{method}))$

③ 在某一时刻 T_2 , Agent_j 与 Agent_i 进行条件应允通信:

$\text{Communication}_{T_2}(\text{promise}) \models \text{content}(\text{condition}) \wedge \text{Intention}(\text{Agent}_j, (\text{promise})) \wedge (\text{Belief}, \text{Capability})(\text{Agent}_i, (\text{method}))$

(下转第58页)

(即符合 B1 安全级的系统)称为可信(或安全)操作系统(Trusted OS):①主体、客体及主客体分离;②身份鉴别;③数据完整性;④自主访问控制;⑤审计;⑥强制访问控制。

可信操作系统的六个条件中前三个是基本的条件,第四、五个条件给出了传统操作系统(单用户/多用户)的安全性,而第五、六两个条件则给出了网络下的安全性要求。

6 实用的安全数据库管理系统与安全操作系统

目前国内外流行的数据库管理系统如 Oracle、Sybase、Informix、SQL server 等均仅符合 C₁级或 C₂级标准,流行的操作系统如 Windows 系列(包括 Win 97、Win98、WinNT 等)、UNIX 系列(如 SUN 的 Solaris、IBM 的 AIX、SGI 的 IRIX 等)也均仅符合 C₁级或 C₂级标准。目前仅有少量的系统如 Oracle、WinNT 有符合 B₁级的军用版本或安全版本,但在我国很少见到。符合 B₁、B₂标准的实用系统在国内外均未见有报导。

我国正在开展数据库管理系统与操作系统的安全版本(符合 B₁级)的开发与研究,如基于 Linux 的安全操作系统的研究,如我国自主开发的 DBMS 上的安全版本有 DM2、Cobase 以及由南京大学开发研制的 SOFTBASE 安全版等。

由南京大学研制开发的 SOFTBASE 是一个具有 B₁级安全的 DBMS,它不仅具有身份鉴别自主访问控制等 C₁级安全的能力,还有审计及强制访问控制能

力,同时 SOFTBASE(SECURE)建立在南京大学研制开发的安全 Linux 上,这两者的结合构成了一个完整的信息安全体系,同时 SOFTBASE(SECURE)有了安全的 Linux 支撑,其安全性能及非法通道防止能力都有了极大的提高,有关 SOFTBASE(SECURE)的详细介绍及建立在安全 Linux 上的 SOFTBASE(SECURE)的介绍可参考文献[5,6]。

小结 本文主要介绍网络环境下的数据安全问题,特别是数据存取安全,重点介绍:数据安全理论、标准与实现,且对网络环境下数据存储存取的安全性作了全面的探讨与研究,它可为我国开展计算机安全研究提供帮助。

参考文献

- 1 Bell-La padula L. Secure computer system: Mathematical Foundations and Model. M74-244, Bodford, Mass.: The MITRE Corp, 1973
- 2 Lampson B W. A Note on the confinement problem. Communication of the ACM, 1973, 16, 613~615
- 3 Department of Defense. Trusted computer system Evaluation Criteria. 1985
- 4 Sandhu R S. Role-Based Access Control Models. IEEE Computer. 1996, 29
- 5 Smuts K. Entity Modeling in the MLS Relational Model. In: Proc of VLDB'92, 1992
- 6 刘启源,等.数据库与信息系统的安全.科学出版社,1999
- 7 徐洁磐,等. Softbase(Secure)数据安全子系统的设计与实现.南京大学学报《自然科学》,1999(4)
- 8 徐洁磐,等.基于安全 Linux 的 Softbase(Secure)的设计方案探讨,南京大学学报《自然科学》,1999(4)

(上接第98页)

④在某一时刻 T₃, Agent_i 与 Agent_j 进行接受回复通信:

Communication_{T₃} (accept) | = Capability (Agent_i, (method)) ∧ Accept (Agent_j, =)reply (Agent_i, ∧ Agent_j, (method))

结论 本文提出了适用于多 Agent 系统进行通信的 BICC 结构体系,这种体系是基于最新的通信理论和多 Agent 意向系统理论得出的,具有广泛的使用价值,尤其是在当今运用广泛的大型数据库的更新、维护方面(比如:数据库的同步更新,预防过多冗余等)更显示了巨大的先进性。

参考文献

- 1 Konolige K, Pollack M E. A representationalist theory of intention. In: Bajcsy R, ed. Proc of the 13th Intl. Joint Conf. on Artificial Intelligence. California: Morgan Kaufman Publishers, 1999. 390~395
- 2 Bratman M E. Intentions, Plans and Practical Reason. Cambridge MA: Harvard University Press, 1987
- 3 Haddadi A S. Communication and Cooperation in Agent Systems. Berlin: Springer, 1996
- 4 Rao A S, Georgeff M P. Modeling rational agents within a BDI-architecture. In: Proc KR-91, San Mateo, CA: Morgan Kaufman Publishers, 1991. 473~484
- 5 Rao A S, Georgeff M P. The semantics of intention maintenance for rational agent. In: Mellish C S, ed. Proc of the 14th Intl. Joint Conf. on Artificial Intelligence. California: Morgan Kaufman Publishers, 1995. 704~710