

KQML 在电子商务物流一体化系统中的 应用研究^①

Applying KQML to an E-Commerce Integrated Logistics System

翁文勇 (浙江大学 城市学院 计算机与计算科学学院 浙江 杭州 310015)

何 晨 (中国移动深圳有限公司 广东 深圳 518048)

摘要: 电子商务物流一体化系统中,各种信息服务节点组成一个复杂的多 Agent 系统,这些服务节点的通信方式和内容协议是建构集群系统的核心问题之一。作为通用的 Agent 通信语言,KQML 可作为集群系统的通信语言基础,我们根据物流系统的特点,在一定程度上对 KQML 进行了扩充,并以此建立了电子商务物流一体化系统的通信语言。

关键词: 电子商务 物流一体化 多 Agent KQML 扩展

1 电子商务物流一体化系统

电子商务物流一体化系统是基于 ISPSIL 模型 (Information Services Provider Supported Integrated Logistics Model, 信息服务供应商支持的物流一体化模型)的电子商务集群系统。该集群系统实现了商品流通过程跟踪和追溯;并以 ISP 的形式,成为运行于因特网的公共服务。集群系统包括信息服务提供商注册中心(IR)、物流信息服务商(ISP)、物流运作实体等,构成了一个三层的异构多 Agent 系统。如图 1 所示,集群系统在各个物流节点和信息服务节点之间实现信息的交互、共享和处理,提供了防伪、货物追踪、商品流通过程优化等物流服务功能,进而可在该平台基础上,较为便捷地实现其他电子商务增值服务。

在系统结构上,IR 和 ISP 可采用基于 J2EE 架构/.net 架构等 B/S 结构,而企业端则可采用普通 C/S 结构,整个集群系统是异构的。而且,这些 Agent 采用混合式的控制方式,IR 和 ISP 都具有 Agent 协同的职责,具有很大的自主性。这就对整个 Agent 系统的通信机制提出较高要求:一方面,需要控制原语负责流程控制和状态协同,需要做到“精细化”;另一方面很可能在很短时间内传送大量业务数据,需要 Agent

通信能够满足传送大量数据的要求。因此,需要一套完整的信息传送机制,并实现以下特性:

- ① 异构性:需要设计一套机制,能够识别和协调各种异构资源。
- ② 扩展性:由于 ISP 和企业会不断的加入到物流一体化体系中,需要在节点数量不断增加的情况下,保证系统稳定高效。
- ③ 适应性:所有的 Agent 节点都通过 Internet 进行连接,无法保证所有节点同时畅通,因此在搜索分配资源时,需要考虑失效问题。
- ④ 自治性:节点能动态加入或退出系统。每个企业和 ISP 都能随时加入和退出电子商务物流一体化系统,系统要能够保证单个节点的动态加入和退出。
- ⑤ 安全性:信息的安全是非常重大的问题。尤其物流是每个企业运作的核心,需要在信息交互和共享的同时考虑到安全,例如数据加密、数字签名等。

KQML 是 KRPA KSE(Knowledge Sharing Effort) 外部接口小组 Finin 等提出的一种语言和协议,目的是支持在分布式的、异构的、动态的、含有大量自主节点环境下,实现知识的交互、重用和共享。目前它已成为 agent 通信语言的事实标准。因此,我们把 KQML 作为建立电子商务物流一体化系统的信息传送

① 收稿时间:2008-08-18

协议的基础。

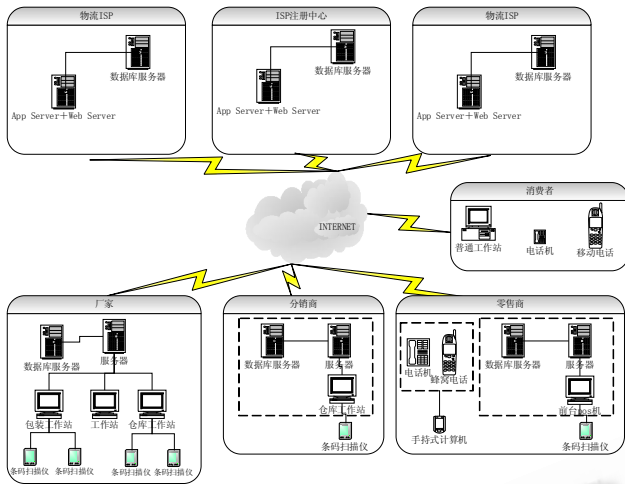


图 1 电子商务物流一体化系统的体系结构

2 KQML的结构

KQML 是一个高层的，面向消息的 Agent 通信语言和通信协议。它独立于下层的传输机制(如 TCP/IP, SOAP, IIOP 等)和 Agent 内容语言(如 SETP, SQL 和 KIF 等)以及 Agent 内容定义的本体。KQML 既是消息的格式，又是一种用于支持代理运行期间知识共享的消息处理的协议，它可以作为用户、应用程序以及其它的代理交互的语言，以支持消息的传递。KQML 可以分为三个层次：通信层、消息层、内容层。

- ① 通信层描述了通信底层参数，包括消息接收者和发送者的标识等。
- ② 消息层定义了发送消息的协议和内容层消息所要体现的语义动作，以决定 Agent 需对消息反应而采取的行为，同时还可对内容层的消息内容描述有关属性，如内容层所用语言、术语集等
- ③ 内容层描述了 Agent 所传递消息的实际内容，这些消息内容可以使用实现 Agent 的编程语言表达，即意味着 KQML 可以携带任何一种语言表示的信息，KQML 内容层的语言无关行为为异构 Agent 间互操作性提供了支持基础。

KQML 消息的基本格式如下：

```
(performative
:sender <word> :receiver <word>
:in_reply_to <word> :reply_with <word>
:from <word> :to <word>
:language <word> :ontology <word>
```

:content <word>)

performative 为 KQML 消息的行为原语，sender 表示消息的发送者，receiver 表示消息的接收者；in_reply_to 表示和本消息关联的上一消息的标识为；reply_with 表示和本消息关联的下一消息的标识；from 为消息的最初发送方；to 为消息的最终目的；language 表示消息内容使用语言的名称，ontology 表示消息内容使用的实体集的名称；content 表示消息的具体内容。content 为内容层，language 和 ontology 为消息层，sender, receiver, in-reply-to 和 reply-with 则构成了通信层。

3 电子商务物流一体化系统对KQML通信原语的扩充

我们采用 KQML 作为电子商务物流一体化系统中的异构 Agent 间的标准通信语言和格式，来保证信息在不同节点间都能得到正确的解析。在各个 Agent 节点间既有系统信息和控制信息的共享，也有物流业务信息的交互，而系统信息和业务信息无论在结构上、数据量和频繁程度上，都存在显著差异。另外，每个企业都随时需要获取其他节点的状态，需要请求其他节点进行业务操作；而且，在 KQML 中只有 ACHIEVE 原语用来实现任务，任何一个 Agent 节点在 ACHIEVE 之前，必须先 ADVERTISE 相对应的 ACHIEVE 原语，其他 Agent 才能请求该节点完成 ACHIEVE 原语内指定的内容，并且没有任务是否完成的应答。这种机制，在复杂的、分层次电子商务物流一体化系统中，无法完全支持多 Agent 间的关于目标、任务的高层次需求。因此，需要对基本 KQML 原语进行扩展，来完成复杂的业务功能。

为了保证原语的有效性和鲁棒性，并保证系统的健壮性，我们需要对扩充后的原语进行语义分析。Labrou 提出了一个通信原语语义描述框架，它用表达式指明控制每一条原语用法的最小通信前、后的状态条件(Precondition 和 Postcondition)集和会话发起方在会话成功结束时预期要达到的状态条件(Completion)集。这些表达式通过一组特定谓词的逻辑组合来描述每个会话 Agent 的心智状态及其变化。表达式使用了四种特殊谓词(BEL,KNOW,WANT,INT)和两种动作 (PROC 和 SENDMSG) 来描述 Agent 之间通信的状态。具体含义为：BEL, BEL (A, S) 表示

agent A 认为表达式 S 为真, 或者可以证明为真。S 是 Agent A 所使用的语言的表达式。

- ① KNOW, KNOW(A,S)表明 agent A 知道有关 S 的知识。
- ② WANT, WANT(A,S),即 A 期望 S 代表的状态或者动作能够实现
- ③ INT, INT (A,S) 表明 Agent A 意图使得 S 代表的状态或者动作能实现, 并承诺尽力实现。
- ④ PROC (A, M), PROC (A, M) 指 Agent A 在收到消息 M 后所采取的处理动作。
- ⑤ SENDMSG (A, B, M), SENDMSG 指 Agent A 向 Agent B 发送 KQML 消息 M 的动作。

这里没有对 BEL 定义任何公理, 各种谓词各自代表知道, 期望, 意图等心智状态。Labrou 还规定 BEL 只能以 Agent 的本地语言的命题为参数, 并且命题也只能出现在 BEL 内, BEL, KNOW, WANT, INT 和动作可以作为 KNOW 的参数, WANT, INT 只能用 KNOW 和动作参数。基于这些规则, 在分析了电子商务物流一体化体系和需求后, 我们给出了扩充原语及其语义。

3.1 Enquire_All

群发消息, 要求所有接收到的 Agent 返回 KQML 的 content 中的内容做出正确与否的判断, 并给出详细答复。Enquire_All(A, _, S) 表示 A 并不知道需要把消息发送给哪个 Agent, 所以采取广播。

- ① 自然语言解释: Agent A 想知道关于 S 的知识。但是 A 并不知道 S 拥有者确切的位置。
- ② 形式化表示: WANT (A, KNOW (A, S))
- ③ 发送者和接收者的前提: Pre(A): WANT(A, KNOW(A, S))
- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:
Post (A): INT (A, KNOW (A, S))
Post (B): KNOW (B, INT (A, KNOW (A, S)))
- ⑤ 该消息已实现的条件:
Completion: KNOW(A, S):KNOW(?B, INT(A, KNOW (A, S)))

3.2 Enquire

发送方 Agent 向接收方 Agent 询问相关信息。Enquire(A,B,S)。

- ① 自然语言解释: Agent A 想知道关于 S 的知识。但是 A 并不知道知识 S 拥有者确切的位置。但是 A 向它的另一个 Agent B (一般为它的上级, 或

是通过询问上级 Agent, 已经或者具体哪个 Agent 拥有关于 S 的只是) 询问关于 S 的知识, 并且希望得到答复。

- ② 形式化表示: WANT (A, KNOW (A, S))
- ③ 发送者和接收者的前提:
Pre(A):WANT(A,KNOW(A,S))^Bel(A,KNOW(B,S
))
Pre(B): INT(B,WANT(A,KNOW(A, S)))
- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:
Post(A):INT(A,KNOW(A,S))
Post(B):KNOW(B,INT(A,KNOW(A,S)))
- ⑤ 该消息已实现的条件:
Completion: KNOW(A,S)

3.3 Reply

发送方 Agent 对接收方进行回复, 并给出具体的信息。Reply(A,B,S)。

- ① 自然语言解释: Agent A 回复 Agent B, 告知关于 S 的知识。
- ② 形式化表示: WANT(A, KNOW(B, X))
- ③ 发送者和接收者的前提:
Pre(A):WANT(A,KNOW(B,X))^KNOW(A,X)^KNOW(A,WANT(B,KNOW(B,X)))
Pre(B): INT(B, KNOW(B, X))
- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:
Post(A): KNOW(A, KNOW(B, X))
Post(B): KNOW (B, X)
- ⑤ 该消息已实现的条件:
Completion: KNOW(A, KNOW(B, X))

3.4 Report

发送方 Agent 向接收方 Agent 传递有关状态信息。Report (A, B, X)。

- ① 自然语言解释:A 想让 B 知道任务 X 的当前状态 S。
- ② 形式化表示:WANT(A, KNOW(B,S))
- ③ 发送者和接收者的前提:
Pre(A):WANT(A,KNOW(B,S)^INT(A,X)^KNOW(A,KNOW(B,INT(A,X)))
Pre(B):KNOW(B,INT(A,X))^WANT(B,KNOW(B,S
))
- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:
Post(A): KNOW(A,KNOW(B,S))
Post(B): KNOW(B,S)

- ⑤ 该消息已实现的条件:

Completion: KNOW(B, EOF)

3.5 Commit

发送方 Agent 要求接收方 Agent 执行 content 内相关动作。Commit (A, B, P)。

- ① 自然语言解释: A 想让 B 进行物流操作 P。

② 形式化表示: WANT(A, INT(B,P))

- ③ 发送者和接收者的前提:

Pre(A):WANT(A,INT(B,P))^WANT(A,INT(B,P))^INT(B,P)

Pre(B):INT(B,P)

- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:

Post(A):KNOW(A, INT(B, P))

Post(B):INT(B,P)

- ⑤ 该消息已实现的条件:

Completion:INT(B,P)

3.6 Terminate

发送方 Agent 要求接收方 Agent 停止执行 content 内相关动作。Terminate(A,B,X)。

- ① 自然语言解释: A 想让 B 知道 B 没有意图 X, 即让 B 停止操作 x。

② 形式化表示: WANT(A,KNOW(B,INT(B,X)))

- ③ 发送者和接收者的前提:

Pre(A):WANT(A,KNOW(B,INT(B,X)))KNOW(A,INT(B,X)) WANT(A,KNOW(A,S))

Pre(B):INT(B,X)KNOW(B,KNOW(A,INT(B,X)))KNOW(B,WANT(A,KNOW(A,S)))

- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:

Post(A):KNOW(A,KNOW(B,INT(B,X)))KNOW(A,EOF)

Post(B): KNOW(B,INT(B,X))

- ⑤ 该消息已实现的条件:

Completion:KNOW(A,KNOW(B,INT(B,X)))KNOW(A,EOF)

3.7 RollBack

发送方 Agent 要求接收方 Agent 撤销某项操作。RollBack(A,B,X)。

- ① 自然语言解释: A 想让 B 知道 B 没有意图 X, 即让 B 停止操作 x,并回复到执行 x 前的状态。

② 形式化表示: WANT(A,KNOW(B, INT(B, X)))

- ③ 发送者和接收者的前提:

Pre(A):WANT(A,KNOW(B,INT(B,X)))KNOW(A,INT(B,X))WANT(A,KNOW(A,S))

Pre(B):INT(B,X)KNOW(B,KNOW(A,INT(B,X)))KNOW(B,WANT(A,KNOW(A,S)))

- ④ 成功发送及接收该休息的后继状态:

Post(A):KNOW(A,KNOW(B,INT(B,X)))KNOW(A,EOF)

Post(B): KNOW(B, INT(B, X))

- ⑤ 该消息已实现的条件:

Completion: KNOW(A,KNOW(B, INT(B, X)))KNOW(A,EOF)

4 电子商务物流一体化系统中Agent通信实例

利用扩展后的 KQML, 我们希望在具体的物流业务中, 通过如下形式的会话, 从查询、协商到执行, 完成最终的信息交互。

- ① Agent 寻找其他合适的 Agent, 报告当前信息:

Enquire_All - Reply (可有多个) - Report

- ② Agent 寻找其他合适的 Agent, 执行相关操作:

Enquirer_All - Reply (可有多个) - Commit - Report

- ③ 在操作过程中, 可以要求停止操作: Commit - Terminate

- ④ 或是撤销相关操作: Commit - RollBack

在物流业务中, 企业 A(托管 ISP 为 C)向企业 B 出售商品(托管 ISP 为 D)x。下面给出用 KQML 的扩充原语完成 Agent 之间一个交互实例的整个对话过程:

①企业 A 向 ISP C 申请向企业 B 出售商品 x (Report

```
: sender      A      : receiver    C
: in_reply_to 000    : from       A
: to         C      : language   XML
: ontology   ISPSIL : content    Sell(B, x)
```

)

②ISP C 通过知识库查询, 判断这一交易符合业务逻辑, 同意这一交易, 并回复企业 A。

(Reply

```
: sender      C      : receiver    A
: in_reply_to 001    : from       C
: to         A      : language   XML
```

(下转第 175 页)

```
: ontology ISPSIL : content Sell(B, x)
)
```

③企业 A 收到 ISP B 的通知,进行物流交易。A 向 B 发送具体的交易信息(这条信息会经过 ISP C 和 D 转发,最终到达企业 B)。

(Commit

```
: sender A : receiver C
: in_reply_to 001 : from A
: to B : language XML
: ontology ISPSIL : content Sell(B, x)
)
```

5 总结

KQML 作为一种最为常用的 Agent 通信语言,具有适应性、扩展性等特点。本文对 KQML 原语进行扩充,以实现电子商务物流一体化系统中各 Agent 之间的通信,使 Agent 间能更好地进行信息交互,协作完

成物流一体化业务。

参考文献

- 1 Maja J Mmaric. Design and understanding adaptive group behavior. Adaptive Behavior, 1995,4(1):51 - 80.
- 2 Labrou Y, Finin T. A proposal for a new KQML specification Tech Rep,CS-97-03, Computer Science and Electrical Engineering Department, University of Maryland Baltimore County, 1997:1 - 46.
- 3 陈武华.扩充 KQML 以实现合同网.计算机工程与应用,2004.
- 4 陈冠岭.Agent 通信语言——KQML. 计算机科学,1998,25(6):75 - 78.
- 5 刘向军,刘世平,张洁,李培根.多 Agent 系统通信与协作机制构造.机械设计与制造工程,2002,31(2):40 - 42.
- 6 石纯一,张伟.多 Agent 系统引论.北京:电子工业出版社,2003:115 - 133.