

# XML 在多代理系统中的应用

周拥峰 焦 桢 夏宽理  
(复旦大学计算机系, 上海 200433)  
E-mail: zhouyfk@263.net

**摘 要** 随着软件系统复杂度的不断提高, 在软件开发应用中多代理系统越来越显示出重要的作用。多代理系统的通信语言的研究也就越来越迫切。该文讨论了多代理系统的通信语言, 提出以 XML 作为多代理系统的通信语言, 并对此做了探讨。

**关键词** 代理 多代理 通信语言 XML

文章编号 1002-8331-(2002)21-0093-02 文献标识码 A 中图分类号 TP31

## XML Apply in Multi-Agent System

Zhou Yongfeng Jiao Zhen Xia Kuanli

(Department of Computer Science, Fudan University, Shanghai 200433)

**Abstract:** With the increasing of the complexity in software system, multi-agent system plays an important role in the development of software. So it is necessary to research the communication language in the multi-agent system. This paper describes the communication language in the multi-agent system and suggests that XML can be used as it.

**Keywords:** Agent, Multi-agent, communication language, XML

### 1 引言

随着软件系统复杂度的不断提高, 软件开发技术也在不断变革。系统的复杂度的提高主要表现在规模的扩大以及环境的异构性与分布性, 信息处理的多样化, 以及对可靠性、准确性、及时性要求的提高。而这些要求是传统的软件系统以及软件开发方法所难以解决的。近年来发展十分迅速的代理(Agent)和多代理(Multi-Agent)的概念和基于代理的软件开发方法对整个软件开发方法学以及分布、实时等系统的有效开发起了极大的推动作用。

代理是一个自包容的自治问题求解实体, 具有与其他代理进行交互、对环境变化作出响应和基于目的采取行动的能力。多代理系统(MultiAgent-System, MAS)由代理组成, 通过代理自身的求解活动和相互之间的交互活动, 构成系统的群体活动, 从而实现系统整体功能或目的; 同时, 每个代理也在这种交互的过程中实现了自己的功能或目的<sup>[1]</sup>。该文就其通信语言方面提出以 XML 语言作为其通信语言。

### 2 代理及多代理系统

代理(Agent)技术来源于人工智能(AI: Artificial-Intelligence)。其概念在 60 年代就已经提出来了。关于代理的论述众说纷纭, 还没有一个统一的定义。

目前, 代理一般被用来指任何具有智能、有自治性、按用户的意愿接受和处理信息的软件系统。典型的软件代理结构如图 1 所示, 主要有能感知外部输入的感应器, 有确定的状态集, 另有由自身规则、方法、承诺组成的规则库, 以及推理机等部分组成。代理有自己的变量和推理规则, 推理机以感知到的内容作为输入, 将产生的结果输出到执行器。执行器根据推理机的结果执行相应的操作。

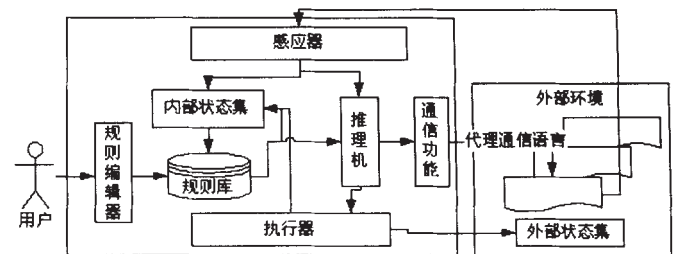


图 1 典型软件代理结构

多代理系统是从分布式人工智能(Distributed artificial agent, DAI)(Steeb et al, 1988)和分布式系统发展而来的。单个代理的智能是有限的, 可以以适当的体系结构把代理组织起来, 从而弥补各个代理的不足, 使得整个系统的能力超过任何单个代理的能力。

### 3 代理间通信语言

在 MAS 中要很好地组织代理协同工作, 就需要很好的规范代理间的通信语言, 使得代理间能够准确、有效地通信。这种语言不仅仅在代理间传递字节代码, 还要能够传递一种对于信息和知识内容的看法。这样的语言能描述以下功能: 询问、通知其它代理, 要求其它代理的服务来实现自己的任务; 寻找能帮助自己实现目的的代理等。

作为代理间通信语言, 一般需要尽量满足以下几个方面, 有些方面可能有冲突, 应该尽量平衡<sup>[2]</sup>:

**形式:** 应该是陈述式的, 句法简单, 容易扩充, 可读性强, 容易处理。形式应该是被广大的团体所接受的。

**内容:** 应该分成几个层面来适应其他的系统。表达通信行

动的语言和表达领域事实的内容应该分开。

语义 :一个好的语义描述是有用的 ,这对不同类型系统间通信尤其有效。

应用 :应用在速度上和使用的广泛性上都应该是有有效率的。它应该适合现在的软件技术 ,能容易地被使用 ,底层应该对用户屏蔽。

网络 :应该适合现在的网络技术。

环境 :应该提供处理异构性和动态性要求的工具。

可靠性 :支持可靠和安全的通信。

### 3.1 流行的代理通信语言 ACL ( Agent Communication Language )

KQML 是当今比较广泛使用的多代理系统通信语言。KQML( Knowledge Query and Manipulation Language )是一种用于信息和知识交互的语言和协议<sup>[3]</sup>。它是美国 ARPA 项目的一个重要研究课题。作为一种信息格式和信息处理协议 ,目前 KQML 也被用于多代理系统。KQML 在 Agent 之间传递的不仅是用某种内容表达的语言信息 ,它还表示了所传递信息的性质 ,如一种请求或一种服务功能的公布等。Agent 应用程序可以利用 KQML 提供的通信原语( performative )来表达各种性质的通信行为。

虽然 KQML 技术已经比较成熟 ,但是它还有以下一些不足 :没有一个被广泛接受的固定规范 ;没有一个大家一致同意的语义体<sup>[4]</sup> ,扩展性较差 ,集成应用比较复杂。KQML 的发展也没有很好的适应互联网的技术和标准 ,这就使得多代理系统在这个重要领域的应用受到限制。而用 XML 作为 ACL 却可以克服这些缺点 ,还会带来其他不可思议的好处。

### 3.2 XML 概述

XML 是 Extensible Markup Language( 可扩展的置标语言 )的缩写 ,是 W3C 组织于 1998 年 2 月发布的标准。XML 基本上是 SGML 的一个子集 ,也是一种置标语言。XML 最重要的特征是 :被标记的各个数据是保持其含义的 ,因此系统间交换数据的可能性极大地提高。XML 最基本的概念是 :结构化标记数据 ,实现了“ 文档结构化 ”的语言规范 ,即采用 DTD( Document Type Definition )文档类型定义的语言标准。XML 文档是自描述的 ,结构和内容共存。

XML 标准系列中还提供对 XML 文档的直接操作接口 ,其核心概念是 DOM( Document Object Model ) ,即文档对象模型。DOM 是 XML 文档的应用程序接口。W3C 提供了精确的、语言无关的 DOM 接口规范 ,可以用任何语言来实现 DOM 接口 ,提供了对文档进行访问和操作的方法。

XML 以其良好的特性得到了广泛的应用 ,具有良好的数据存储格式、可扩展、高度结构化、较好的独立性、灵活性和可移植性等特性。

### 3.3 XML 作为 ACL 的优势分析

XML 在作为 ACL 时候可以吸收一些 KQML 的格式 ,把 KQML 的一些属性语加入其中作为属性 ,所以 XML 在应用时候可以是描述式的。可以把通信信息各部分在 XML 文档中用不同的标记来代表 ,实现内容分层。通信内容可以嵌入其中 ,作为标记 Content 的元素 ,可以不改动此元素的内容 ,所以传送的信息可以被不同系统接受。XML 语法比较简易 ,现在正被广泛应用 ,并得到很多大团体支持。DOM 使得对 XML 的操作变的更加的容易。XML 跟网络有着密切的联系 ,在网络应用中得到

广泛支持。XML 中还可以加入 Error 等标记来控制可靠性。

可见 ,作为 ACL ,XML 基本符合代理通信语言的要求 ,也基本具有 KQML 的特性。除此之外 ,跟 KQML 相比 ,还有一些优点 :

#### 3.3.1 有很好的扩展性

XML 允许各个组织、个人建立适合他们自己需要的标记库 ,并且 ,这个标记库可以迅速地投入使用。这就使得代理间通信格式可以灵活自由。

#### 3.3.2 遵循严格的语法要求

XML 不但要求标记配对、嵌套 ,而且还要求严格遵守 DTD 的规定。具有良好语法结构的信息可以提供较好的可读性和可维护性 ,它使得代理间信息的理解更为准确方便。

#### 3.3.3 便于不同系统之间信息的传输

当今的计算机世界中 ,不同企业、不同部门中存在着许多不同的系统。要想在不同平台上的代理之间传递信息 ,不得不使用一些特殊的软件 ,非常不方便。

现在以 XML 作为 ACL ,不同系统的代理间可以采用 XML 作为交流媒介。XML 不但简单易读 ,还可以标注各种文字、图像甚至二进制文件 ,只要有 XML 处理工具 ,就能轻松读取利用这些数据 ,使得 XML 成为一种非常理想的通信语言。

#### 3.3.4 与系统集成方便

传统的 ACL 比如 KQML ,要集成到代理系统中 ,通常规模较大 ,集成难度高 ,而 XML 的集成相对容易许多。目前一些大的公司 ,如 Microsoft、IBM 等 ,都开发了自己的 XML 分析器 ,是以 Java 写的 ,这使得有 Java 虚拟机( 解释器 )支持的平台都支持 XML ,包括大到 IBM 的 AS/400 ,小到 Palm Pilot 的掌上笔记本。

#### 3.3.5 发展前景好

许多软件开发商正在将其自身的数据转向 XML ,因为 XML 有很好的性能和被广泛支持的格式 ,可以用便宜甚至免费的工具加以处理。正是由于 XML 的巨大优势 ,各大公司在自己的产品中纷纷加入对 XML 的支持 ,这样 ,使用 XML 作为多代理系统的 ACL 可以增强与市场流行软件的互操作性。而且 ,由于 XML 在网络应用上的特性 ,使用 XML 作为多代理系统的 ACL 在互联网领域也可以有很好的前景。

### 3.4 XACL

用 XML 作为多代理系统的 ACL 称之为 XACL。多代理系统的交互包括两个处理流程 :对 XACL 的分析 ,生成系统的内部应用数据 ;对要传输的应用数据进行封装 ,生成符合 XACL 规范的字符流。

因为 XACL 符合 XML 语法规则 ,因此对它的解析和封装就比较简单、可靠。在所开发的一个出版社系统中就应用了 XML 来做通信语言 ,使得系统处理信息得到简化而且效率高。下面结合该项目说明对 XACL 进行规则定义 ,即用 DTD 来表示 XACL 的语法规则。

```
<!DOCTYPE XACL[
<!ELEMENT XACL( Sender ,Receiver Intent ,Content )>
<!ATTLIST XACL Type( propose | accept | reject )>
<!ELEMENT Sender ( #PCDATA )>
<!ELEMENT Receiver ( #PCDATA )>
<!ELEMENT Intent ( #PCDATA )>
<!ELEMENT Content ANY>
]>
```

( 下转 136 页 )

况 ,需要根据具体的组合方式用多个决策树各自给出置信度来综合衡量。

5 结论

根据系统的功能和结构设计 ,笔者实现了一个通用 OCR 开发工具的实验系统。这个实验系统可以在开发人员的干预下自动完成识别器的设计 ,识别软件在装载了设计完成的识别器后就能够识别对应的文字 ,由此验证文章的理论与设计的可能性。

随着系统结构的完善和功能的增强 ,相信以这种方式开发识别软件与传统的方式相比具有一系列优点。如开发速度快 ,成本低 ;具备很强的扩展能力 ;能够很方便地建立多方案识别系统。

当然 ,实验系统也还有很多问题有待解决。例如设计出来

识别器识别率还不够高 ,抗干扰能力也不是很强 ,离实用还有很大的距离。( 收稿日期 :2001 年 11 月 )

参考文献

1.V K Govindan ,A P Shivaoprasad.Character Recognition—A Review[J]. Pattern Recognition ,1990 ,23( 7 ) :671~683  
2.张 中.汉字识别技术[M].北京 :清华大学出版社 ,1992  
3.吴佑寿 ,丁晓青.树分类器性能分析[J].电子学报 ,1991 ( 4 ) :1~7  
4.边肇祺.模式识别[M].北京 :清华大学出版社 ,1987  
5.郭军 ,马跃 ,盛立东等.发展中的文字识别理论与技术[J].电子学报 ,1995 ( 10 ) :184~187  
6.林晓帆 ,丁晓青.字符识别的置信度分析[J].清华大学学报( 自然科学版 ) ,1998 ,38( 9 ) :47~50  
7.杜燕平.关于模式识别可信度的研究[D].硕士学位论文.北京 :清华大学自动化系 ,1998

( 上接 94 页 )

从上面这段 DTD 来看 ,对于 XACL 的语法规则定义非常简单 ,代理间每一次传输的信息包括 Sender ,Receiver ,Intent 和 Content 等几部分内容。Sender 是源代理 ,Receive 是目标代理。因为 XACL 也是遵循语言行为学的理论 ,因此用 Intent 来表示这段语言所表达的行为。其中 Intent 的主要几种类型是从 KQML 借鉴而来 ,包括 propose ,accept ,reject 等。Content 代表具体的通信内容 ,它与具体的应用有关。在此出版社发行系统中 ,客户代理向订单代理发送一个订单请求时 ,其具体内容 ,即 Content ,应该是一个订单 ,那么整个 XACL 的 DTD 就要结合下面一段 :

```
<!ELEMENT Order( Customer ,OrderDetail )>
<!ELEMENT Customer( #PCDATA )>
<!ELEMENT OrderDetail ( Item )*>
<!ELEMENT Item ( BookName ,Number ,Price )>
<!ATTLIST Item BookId ID #REQUIRED>
<!ELEMENT BookName( #PCDATA )>
<!ELEMENT Number( #PCDATA )>
<!ELEMENT Price( #PCDATA )>
```

依据这两段 DTD ,就可以对该出版社系统中的 XACL 形式的通信信息进行解析和封装。下面首先给出一段合法的订单请求 XACL。

```
<XACL type= "propose ">
<Sender> custom_agent </Sender>
<Receiver> order_agent </Receiver>
<Intent> Customer Order Input </Intent>
<Content>
<Order>
<Customer> 周拥峰 </Customer>
<OrderDetail>
<Item BookId="23_002">
<BookName> 多代理系统 </BookName>
<Number> 2 </Number>
<Price> 20.50 </Price>
```

```
</Item>
<Item BookId="45_028">
<BookName> 代理通信语言 </BookName>
<Number> 5 </Number>
<Price> 18.00 </Price>
</Item>
</OrderDetail>
</Order>
</Content>
</XACL>
```

4 结论

传统的多代理系统通信语言 KQML 在扩展性、集成等问题上存在一定的限制。该文提出的 XACL ,结合了 XML 这一具有良好特性和广阔应用前景的语言 ,不仅基本满足了代理间通信语言的要求 ,而且较好地解决了 KQML 存在的一些问题 ,并具有其他一些很好的特性。因此 ,XACL 具有很好的应用前景。( 收稿日期 :2001 年 10 月 )

参考文献

1.Michael R G ,Steven P K.Software agents[J].Communications of the ACM ,1994  
2.James Mayfield ,Yannis Labrou ,Tim Finin.Evaluation of KQML as an Agent Communication Language[J].Intelligent Agents ,1995 2  
3.Tim Finin.Specification of the KQML Agent—Communication Language[S]  
4.Yannis Labrou ,Tim Finin.Yun Pen ,The current landscape of Agent Communication Language[J].IEEE Intelligent Systems  
5.M Wooldridge.Intelligent Agents :Theory and Practice[J].Knowledge Engineering  
6.Steven Ritter.Communication Cooperation and Competition among Multiple Tutor Agents[C].In :Proceedings of AI-ED97  
7.姚郑 ,高文.面向 Agent 的程序设计风格[J].计算机科学 ,1995 ,22( 6 ) :7~11