

基于移动 Agent 的工作流管理系统研究

肖世杰, 吉国力, 洪炳峰

(厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 在分析大多数工作流管理系统的现状以及移动 Agent 技术特点的基础上, 提出一种基于移动 Agent 的工作流系统架构, 并利用 IBM 的移动 Agent 系统——Aglet 实现原型系统。该架构采用移动 Agent 的安全机制, 同时通过 RSA 公开密钥加密算法保护移动 Agent 所携带的信息, 提高了安全性能。实践证明, 基于移动 Agent 的工作流管理系统是可行的和先进的, 能够有效地解决现有工作流管理系统中存在的效率问题和安全问题。

关键词: 工作流管理系统; 移动 Agent; Aglet

中图分类号: TP311 文献标识码: A 文章编号: 1009-3044(2007)06-11616-03

Research on Workflow Management System Based on Mobile Agents

XIAO Shi-jie, JI Guo-Li, HONG Bing-feng

(School of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: After analyzing the situation of most workflow management systems and the characteristic of mobile agent technology, a workflow system architecture based on mobile agents is presented, and a prototype system that is based on Aglet is implemented. This architecture adopts the safe mechanism of mobile agents, the data that is taken by mobile agents is guaranteed by RSA public key cryptographic algorithm. The result shows that building a workflow management system based on mobile agents is advanced and is viable, and it can improve the efficiency and security for the current workflow management system.

Key words: Workflow Management System; Mobile Agent; Aglet

1 引言

工作流是针对工作中具有固定程序的常规活动而提出的一个概念。通过将工作活动分解成定义良好的任务、角色、规则和过程来完成执行和监控, 达到提高生产组织水平和工作效率的目的。工作流技术为企业更好地实现经营目标提供了先进的手段 [1]。虽然工作流技术发展迅速, 但是目前大多数工作流管理系统还是存在以下不足之处:

1.1 效率问题

目前工作流管理系统大多基于客户端/服务器模型 (C/S 模型), 它可以分为两种管理方式: 集中式管理和分布式管理。无论采用何种管理方式, 客户端和服务器的通信一般都要依赖于远程过程调用 (RPC)。这样的通信模型是同步的, 也就是说, 客户端在向服务器发出请求后就挂起本地进程等待调用后的结果, 远程服务器上的调用进程按要求执行完命令后返回结果。这样, 客户端与服务器的实时连接和频繁交互势必造成网络拥塞和服务器的资源瓶颈, 而且有单点失败的可能性, 这就极大地影响了系统的效率。

1.2 安全问题

随着科技的发展以及电子商务的日渐盛行, 企业系统的信息化已成为企业生存的条件之一。但是, 由于组织机构的分散性以及业务流程的复杂性, 使得信息在传递过程中充满了变数与挑战; 与此同时, 业务流程的范围已从企业内部延伸至企业外部, 加上网络环境的复杂多变, 使得安全成为工作流管理系统不可或缺的功能。如何确保信息传递的安全及正确, 已成为工作流管理系统面临的一大挑战。

本文从工作流管理系统的效率问题和安全问题出发, 结合移动 Agent 技术, 对基于移动 Agent 的工作流管理系统进行研究。

2 移动 Agent 技术

2.1 移动 Agent 的概念

移动 Agent 的概念是上个世纪 90 年代初由 General Magic 公司在商业系统 Telescript 中提出的。移动 Agent 是一个活动的、自主的计算实体, 能在分布式的异构网络中从一个站点转移到另外一个站点执行, 并且在移动过程中携带运行的代码、数据, 同时表现出相应的状态。相对于传统的静态 Agent, 它具有对象移动、集中控制、自治性、本地交互和并行操作等优点。

2.2 移动 Agent 的工作机制

移动 Agent 在被派遣前驻扎在被派遣端, 通过与本地的信息源连接, 获取本地的相关信息; 当 Agent 被派遣时, 会将本地的相关信息和操作发送到目的主机, 在目的主机上执行相关操作, 并与目的主机的信息源连接以获取相关信息; 当操作完成以后, 其返回操作结果, 并终止目的主机上被派遣的移动 Agent 的运行 [2]。

3 基于移动 Agent 的工作流系统架构

在文献 [3] 中提出利用智能 Agent 管理业务流程的研究以及文献 [4] 提出利用 Agent 加强工作流的概念后, Agent 与工作流管理相关的研究曾在上个世纪 90 年代后期一度颇为盛行。但由于当时 Agent 的技术尚未成熟且工作流管理等相关架构尚未完备, 导致这方面的研究停滞不前。但随着 Internet 的发展及科技的进步, 移动 Agent 和分布式工作流模型都有长足的进步和发展, 同时也使得基于移动 Agent 的工作流管理系统更加容易开发及建立。

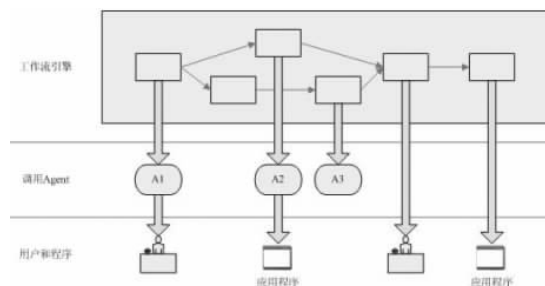


图 1 基于移动 Agent 的工作流系统架构

收稿日期: 2007-03-13

作者简介: 肖世杰 (1983-), 男, 福建泉州人, 硕士研究生, 研究方向: 管理信息系统的设计与开发。

基于移动 Agent 的工作流系统架构如图一所示。它拥有一个统一的工作流引擎, 负责业务流程的控制和管理。当业务流程中的一个业务活动被启动时, 工作流引擎从数据库中取出过程定义, 同时启动一个移动 Agent, 并给该 Agent 设定运行时所需要的参数, 此时该 Agent 便开始准备移动并执行这个具体的业务活动。在本架构中, 移动 Agent 包含处理企业实际系统中业务活动的的能力, 同时扮演信息传递的角色, 能够加速业务流程的运行。

3.1 效率方面

从技术层面来说, 移动 Agent 具备良好的自主性和移动性, 因此在网络连接的问题上, 比起传统的 RPC 连接来得更为可靠且更能有效节约网络带宽; 同时, 移动 Agent 具有异步计算能力, 这样可以在一定程度上缓解集中式管理中的资源瓶颈问题且解决了分布式管理中缺乏全局监控的弊病。

从管理层面来看, 企业组织机构的分散和业务流程的多变, 也使得基于移动 Agent 的工作流管理系统相较于传统的工作流管理系统, 拥有更高的弹性和更佳效率。

3.2 安全方面

基于移动 Agent 的工作流管理系统能很好地解决工作流管理中的效率问题, 但是由于其建立在分布式网络环境之上, 可能会受到以下三个方面的信息安全威胁: 网络传输方面、移动 Agent 系统方面以及数据保密方面。

3.2.1 网络传输方面

目前大多数企业使用防火墙技术以及入侵检测技术对企业信息系统进行保护。同时在 TCP/IP 通信协议的基础上, 有 PPTP、L2F、L2TP、IPSec、VPN 等多种网络传输安全协议的研究与运用 [5], 确保信息在广域网中传输的安全。因此在本文中, 这部分内容不在我们的重点讨论范围之内。

3.2.2 移动 Agent 系统方面

这方面的内容包括如何对自身及外来的移动 Agent 进行身份认证, 同时维护系统的安全性, 防止有恶意的移动 Agent 入侵和破坏。对于这些安全需求, 我们将透过移动 Agent 系统本身所具备的安全机制来满足。一个安全的移动 Agent 系统应该具备下列几项安全服务:

3.2.2.1 身份认证

移动 Agent 必须使用公开密钥或者用户密码才被允许进入系统服务器。

3.2.2.2 主机认证

主机认证的作用包括两个方面: 使当前主机确认会将移动 Agent 实例发送至一个可信站点; 使目的主机确信移动 Agent 实例来自一个可信站点, 从而拒绝任何来历不明的 Agent。

3.2.2.3 完整性验证

在执行一个移动 Agent 前, 必须确认该 Agent 的程序代码及状态是否有被恶意或者非法地修改。

3.2.2.4 授权机制

授权机制可以规定移动 Agent 按照某种规则存取被授权的资源, 限制恶意 Agent 的非法访问。

3.2.2.5 日志服务

日志服务记录移动 Agent 及其主机安全性相关的活动, 提供作为日后安全检查的依据。

通过移动 Agent 系统的安全机制, 可以防止恶意 Agent 的攻击, 有效地保护了移动 Agent。但是, 由于移动 Agent 本身没有对数据进行加密的机制, 如果移动 Agent 遭到恶意的拦截或破坏, 其所携带的流程信息将不可避免地遭到窃取。因此, 我们必须在数据保密方面采取相应的措施。

3.2.3 数据保密方面

我们利用加密算法对移动 Agent 所携带的信息进行加密, 希望借由数据加密来减小数据外流的风险。目前应用比较广泛的加密算法是 RSA 加密算法。它是由 Ron Rivest、Adi Shamir 和 Leonard Adleman 于 1978 年在美国麻省理工学院研究出来的, 是一种用数论构造的公开密钥加密算法。RSA 加密算法是第一个既能用于数据加密又能用于数据签名的算法, 它易于理解和操作, 是迄今为止在理论上最为成熟完善的公开密钥加密机制 [5]。

因此, 我们采用 RSA 公开密钥加密算法加密移动 Agent 所携带的信息, 确保数据在传输过程中的安全。通过流程服务主机所产生的公钥 (Public Key) 及私钥 (Private Key), 使得流程信息只能在服务主机的两端被解读, 借此来保障流程信息的安全。

4 基于移动 Agent 的工作流管理实例

为了进一步证实上述架构的先进性与可行性, 本文利用 IBM 东京实验室开发的移动 Agent 系统——Aglet, 采用 Master-Slave 设计样式 [6], 构建了如图 2 所示的实例。

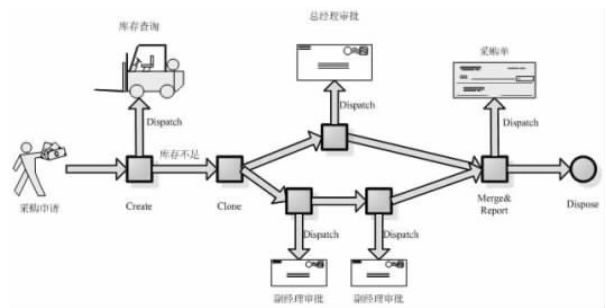


图 2 基于移动 Agent 的工作流管理实例

Aglet 程序的框架结构如下:

```
public class tab extends Aglet{
doJob();
public Boolean handleMessage(Message msg){
doGetMsg();}
public void onCreate(Object args){
doOnCreation();}
public void run(){
doRun();}}
```

应用程序的主类继承 Aglet2.0.2 包中的 Aglet 类, doJob() 是 Aglet 在移动到目的主机时所执行的事件处理函数, handleMessage() 是 Agent 在收到各种消息时的处理函数, onCreate() 方法是在 Agent 创建时所处理的事件, run() 是程序的入口函数。

Aglet 具有如下的安全特征, 确保系统在程序设计时的安全, 包括 对用户和域的认证; 数据完整性检查; 另外还有类似于 JDK1.5 安全模型的授权。目前, Aglet 已经提供了一个可以容忍 (reasonable) 的安全层次, 并且随着 JDK 安全模型的发展而不断得到改善。

实践证明, 基于移动 Agent 的工作流系统架构是可行的和先进的, 能够有效地解决现有工作流管理系统中存在的问题。

5 结论

本文从工作流管理系统的现状出发, 提出了一种基于移动 Agent 的工作流系统架构。该架构不仅解决了以往工作流管理系统中资源瓶颈和缺乏全局监控的问题, 而且从移动 Agent 系统方面和数据保密方面加强了安全性能。下一步的研究工作中, 我们仍致力于移动 Agent 与工作流技术的结合运用, 希望在增强工作流管理系统的效率和安全性外, 同时能够加强系统的自处理能力和灵活性。

参考文献:

[1]范玉顺. workflow管理技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 施普林格出版社, 2001.
 [2]周光辉, 江平宇, 丘礼平. 基于工作流和移动 Agent 的多 Web 应用系统的集成研究[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(9): 933- 937.
 [3]N. R. Jennings, P. Faratin, P. O'Brien et al. Using Intelligent Agents to Manage Business Processes [DB]. http://www.springerlink.com.

[4]D W Judge, B R Odgers, Z Cui et al. Agent-enhanced workflow[DB]. http://citeseer.ist.psu.edu.
 [5]杨远红, 刘飞, 王旭等. 通信网络安全技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
 [6]刘锦德, 张云勇. 一个实用的移动 Agent 系统(Aglet)的综述[J]. 计算机应用, 2001, 21(8): 1- 3.

(上接第 1605 页)

3 交通灯控制系统的设计实现

由上述分析, 可以得到系统框图如图 3 所示, 系统由传感器、时钟电路控制器、定时器和 6 个交通管理灯组成。

3.1 传感器和时钟电路

在主干道和支干道设传感器, 可检测到主、支干道上是否有车辆要求通过十字路口。主干道上的传感器发出的信号分别用 Sa 和 Sb 表示, Sa 和 Sb 若为 '1', 表示有车辆要求通行, 否则表示无车辆要求通行。

时钟电路用来产生一个稳定的 clk 秒脉冲信号, 以供计时和系统的同步控制。秒脉冲信号可以由晶体振荡器输出信号经过分频后产生; 当精度和稳定性要求不高时, 可以采用 RC 环形振荡器、555 定时器或其它振荡电路产生。

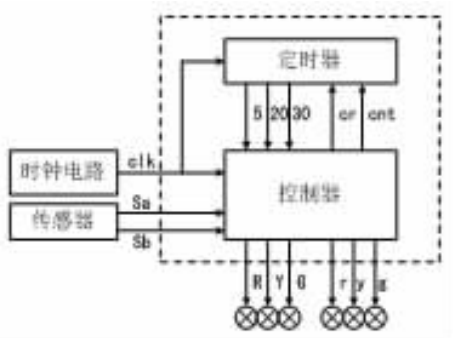


图 3 交通灯控制系统框图

3.2 定时器

定时器在控制器提供的计时信号 cnt 和清零信号 cr 的作用下完成定时功能, 并向控制器提供 5s、20s、30s 的计时信号。

3.3 控制器

控制器设计是本系统的核心, 它的作用是根据传感器和定时器提供的信号, 判断、调整和控制整个系统的状态, 并控制定时电路工作, 提供适当的灯光控制信号。其中控制主、支干道上的红、黄、绿灯的信号分别用 R、Y、G 和 r、y、g 表示: 其值为 '1' 表示灯亮, 为 '0' 表示灯灭。

由于本系统的规模较小, 因此可选用一片 CPLD 或 FPGA 器件来实现, 现在利用 MAX+PLUS II 开发系统, 采用分层次描述方式来完成设计, 且用图形输入和文本输入混合方式建立描述文件, 其中顶层设计采用图形输入法, 它用图形表明系统的组成, 在顶层图中, clk、Sa 和 Sb 为输入信号; R、Y、G、r、y、g 为输出信号; cr 和 cnt 为节点信号(节点信号属于内部信号, 对外无引脚)。底层采用 VHDL 文本输入方式。由图 2 所示的 ASM 图, 可以导出系统控制电路的 MDS 图, 如图 4 所示。1 个完整的 VHDL 语言程序通常包含实体(Entity)、构造体(Architecture)、配置、包集合(Package)和库(Library)5 个部分。根据 MDS 图就可以设计出相应的 VHDL 源文件。

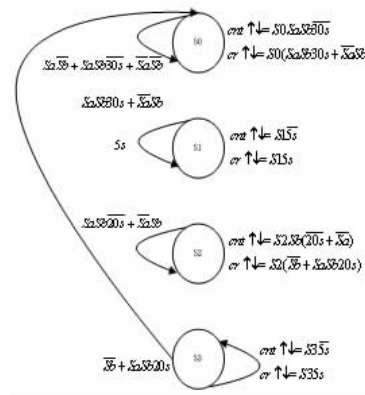


图 4 交通控制系统的 MDS 图

4 编译、仿真与器件编程

在 MAX+PLUS II 的文本编辑器中完成源程序的设计, 接着就是对其进行编译, 编译的目的是为了生成可以进行仿真、定时分析以及下载到可编程器件的相关文件。选 MAX+PLUS II 菜单下的 Compiler Netlist Extractor、Logic Synthesizer、Partitioner、Fitter、Timing SNF Extractor、Assembler 共七个模块, 包括了综合、布线到生成下载文件的整个过程。本设计的源程序顺利地通过了编译, 但这只能说明源文件没有语法错误, 要检验是否能完成预定的功能, 可对其进行仿真。在时序仿真阶段, 还可以做一个延时分析。例如: 在选用 FLEK 系列的 EPF10K10LC84- 3 的情况下, 进行建立/保持时间分析, 也可以给出片内所用寄存器的性能, 近似表示此器件正常工作的最高频率。当时序仿真得到正确的结果后, 最后把编译的 ".pdf" 文件或 ".sof" 文件下载到具体的 CPLD/FPGA 器件中。本设计已下载到 CPLD 器件(EPF10K10LC84- 3)中, 通过实验系统得到验证。

5 结束语

本系统借助 CPLD/FPGA 器件及其支撑软件, 快速、明确地完成了对交通灯的控制功能, 而且可以看到 VHDL 对设计的描述具有相对独立性, 毋需通过门级原理图描述电路, 而是针对目标进行功能描述。这种设计方法使设计人员摆脱了电路细节的束缚, 效率高、可靠性好、成本低。这些都体现了 EDA 技术的优越性和广阔的应用前景。

参考文献:

[1]陈意军. 基于 VHDL 的 FPGA 开发[J]. 电子与封装, 2006.3 : 9- 11.
 [2]平均芬. 硬件描述语言 VHDL 在数字系统设计中的应用[J]. 浙江工业大学学报, 2006.2: 20- 21.
 [3]高书莉, 罗朝霞. 可编程逻辑设计技术及应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.9.
 [4]蒋璇, 臧春华. 数字系统设计与 PLD 应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.1.
 [5]徐志军. CPLD/FPGA 的开发与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.1.