

基于多主体系统的集成通信服务器的研究

刘 滢, 陈 新, 王 勇, 崔洪刚
(广东工业大学 计算机学院, 广东 广州 510090)

摘要:针对目前通信服务器由于环境适应性差而存在性能瓶颈这个问题,提出了一种基于多主体系统的集成通信服务器系统模型,并分析了主要部分的功能及工作流程。该模型灵活、集成、扩充方便,有效地提高了系统的环境适应能力。利用 Zeus 开发平台开发了一个系统原型,验证了模型的可行性和有效性。

关键词:多主体;通信服务器;移动终端;基于规则推理

中图分类号:TP311.52

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)11-0076-05

Research of Integrated Communication Server Based on Multi-Agent

LIU Xi, CHEN Xin, WANG Yong, CUI Hong-gang
(Faculty of Computer, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract: The main reason why communication server in enterprise can not do well is that it can not feel the dynamic changes of communication environment and apply new strategy to solve this problem. In this paper, an integrated communication server based on MAS (multi-agent system) model is defined. The process flow and some important part are analyzed. This mechanism increases effectively the adaptive ability to communicate with large numbers of mobile terminals. Developed a system prototype using the Zeus agent building toolkit. It works very well.

Key words: multi-agent; integrated communication server; mobile terminal; rule-based reasoning

0 引言

随着越来越多的各类企业将业务向外扩张,其众多的下属单位分布在不同的地理区域,需要和企业总部随时保持信息沟通,企业也要随时监控其下属单位的业务运营情况^[1]。很多下属单位由于地理空间的限制或者位置会实时移动,有线通信不能圆满解决这些企业的通信问题,无线通信成为被广泛采用的技术方案。以物流企业为例,下属的众多仓库、运输车队、港口办等单位分布在不同的地理区域,企业总部一般都没有监控中心,它是物流企业的信息处理和业务调度中心,下属单位需要定期上传自己的业务数据;由它根据自身的商业逻辑下发控制指令给下属单位,从而监控整个的物流过程。企业的规模不断扩大,通信模式也会变化,通信设备的数量和型号不断增多,通信量和通信频度迅速增长,通信环境异常复杂,如何保证海量信息流动状况下信息的完整性和传递的正确性、快捷性,已经成为企业越来越突出的问题,为此人们提出了集成通信服务器的概念来解决这个问题。

集成通信服务器(Integrated Communication Server, ICS)负责与企业下属部门或关联单位的移动终端(Mobile

Terminal, MT)的数据通信,它是企业总部对外的通信门户,它可以将各种无线通信模式(GSM, CDMA等)各种通信方式(短消息、IP数据报等)集成在一起,屏蔽了底层通信的多样性和复杂性,使企业的应用系统不需要考虑底层通信的变化,提高了企业的信息处理能力。针对不同的行业应用,人们开发了各种 ICS,除了可以和固定终端通过 Internet 进行通信外,ICS还可以和各种 MT(比如:GPS终端、手提电脑、手机等)通信。软件实现上都是采用模块封装、Socket通信、多线程、消息排队等编程技术^[2]。

面对企业复杂的通信环境,ICS必须能够长时间为大量的MT提供通信服务,采用上述编程技术实现的ICS在实际应用中主要存在以下2个问题:

(1)单台通信服务器并发服务容量小,峰值时刻信息延时严重,信息丢失频发,存在性能瓶颈;如果配置多个通信服务器,采用路由器来进行负载均衡,势必提高硬件成本和系统的复杂性^[3];

(2)灵活性差,系统模型僵化,无法实现对环境变化的自适应。

总之,不能随通信环境的变化而改变处理策略,是导致企业通信服务器存在性能瓶颈的主要原因。主体(Agent)有自主推理、自主决策能力,由其组成的多主体系统(Multi Agent System, MAS)具有自适应、自组织和良好的协调性能,采用多主体技术来设计和开发ICS,可以较好地解决上述问题。

收稿日期:2006-03-10

作者简介:刘滢(1972-),男,湖南浏阳人,硕士研究生,研究方向为网络化监控与决策支持系统;陈新,教授,博导,研究方向为网络化制造、协同软件、企业信息化等。

1 企业通信模式及实现机理

1.1 通信模式

移动无线通信系统有多种分类方法。例如按信号性质分,可分为模拟、数字;按调制方式分,可分为调频、调相、调幅;按多址连接方式分,可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)。目前中国移动所使用的 GSM 移动电话网采用的便是 FDMA 和 TDMA 两种方式的结合。中国联通所使用的 CDMA 移

动电话网是在数字技术的分支——扩频通信技术上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术。目前这两种无线通信网络都能提供语音、短消息和数据业务。

短消息服务(Short Message Service, SMS)适合传输间断、简短的数据,但其存储转发方式使传输的延迟可能因负载变化而无法接受,其计费方式也不利于大规模系统的应用。通用分组无线服务(General Packet Radio Service, GPRS),是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术,提供端到端的、广域的无线 IP 连接。IP 协议传输数据使其易与 Internet 互连。按流量计费,接入时间短,传输速率高(在 19.2~170kbps 之间)。GPRS 通信模式得到越来越广泛的运用,但 GPRS 覆盖范围不如 SMS^[1,2]。为了达到理想的通信效果,企业通信需要采取 SMS 和 GPRS 两种模式相结合的办法,其 MT 支持 SMS 和 GPRS 两种数据传输方式并能自动切换^[1],以 GPRS 为主, SMS 短信方式只是在 GPRS 方式失常时才工作。

GSM 是以语音业务为主,以数据业务为辅;而 CDMA 是第三代移动通信系统所采用的主流技术,其最大的优点是保留了 GSM 语音业务,发展了数据业务,通过手机可以直接上网,CDMA 技术是先进的,GPRS 的最终发展目标也是 WCDMA,但目前市场规模、用户数量远不如 GSM 网络,因此主要以 SMS/GPRS 技术作为企业的无线通信模式,对于采用 CDMA 技术的 MT,通信服务器软件只添加相应的软件模块,可以很方便地进行集成。

1.2 实现机理

ICS 位于企业监控中心,它和监控中心数据库服务器、监控管理终端处于同一个内部局域网内,连通 Internet 且有一个固定的 IP 地址。它是各种 MT 与监控中心信息交换的枢纽,通过 Internet 与移动的 GPRS 网络的 GGSN(GPRS 网关支持节点)连接,通过串行口外接短信 Modem 以无线方式和短消息服务中心连接^[2]。按照功能划分,通信服务器一般需要有 GPRS 通信模块、SMS 通信模块、协议解析模块、安全管理模块组成,经过安全性检查、信息解码、数据保存接收等步骤上传信息,通过指令获取、协议封装、发送等步骤下发信息。如图 1 所示。

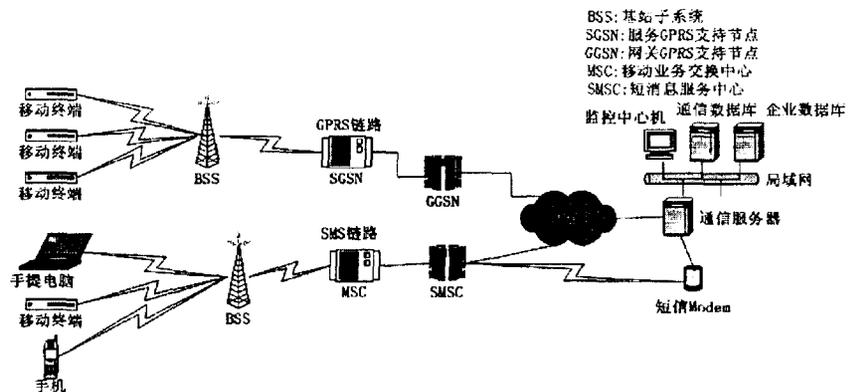


图 1 企业通信逻辑结构图

2 基于多主体系统的集成通信服务器模型

通信服务器出现性能问题一般由以下几个原因:

- (1)移动网关本身就会出现堵塞;
- (2)MT 没有通信信号;
- (3)不能对于 MT 短时间内反复连接又断开的情况而做出处理,导致通信服务器耗费大量系统资源;
- (4)不能随业务对象的变动而调整通信范围,盲目处理一些不需要处理的 MT 通信;
- (5)消息按排队顺序处理,没有考虑消息的紧急程度^[3]。

(1)和(2)是外部因素,无法控制,对于(3)、(4)和(5),可以通过 MAS 中主体知识库中的规则结合推理机制,做出优化处理,从而解决性能问题。

2.1 体系结构设计

1)体系结构。

多主体系统(MAS)其研究涉及主体的知识、目标、技能和规划及如何使主体协同地采取行动解决问题等。MAS 的目标是将一个大的复杂的系统建造成小的彼此相互通信及协调的系统,MAS 中的每个主体都是一个具有问题求解方法的自治系统,能利用局部信息进行自主规划并能通过规划推理解决局部冲突实现协作从而完成与自身相关的局部目标^[4]。

从软件的角度来看,ICS 各个功能模块的地位平等,并没有逻辑上的隶属关系,它们协作完成整体的共同目标,如果将各个功能模块看作是完全自治的主体,那么 ICS 可以看作是一个 MAS。这个 MAS 中主要包括:监视主体、通信主体、安全主体、接口主体、系统管理主体 5 类主体,如图 2 所示。主体之间采用 KQML 语言进行通信,主体以独立线程的形式存在,采用 Java 技术实现 MAS 即可使得 ICS 具有跨平台能力,能适用不同的应用环境^[5]。

该系统具有下述优点:

①灵活、集成、扩充方便,可以集成不同的 MT,对于新类型的设备,只要将通信协议写成文本,作为规则倒入相关主体的知识库即可,方便使用。

②对系统故障,如某些主体不能正常工作时,系统的

性能也不会显著下降或引起系统崩溃,因而系统具有很强的鲁棒性和可靠性^[6]。

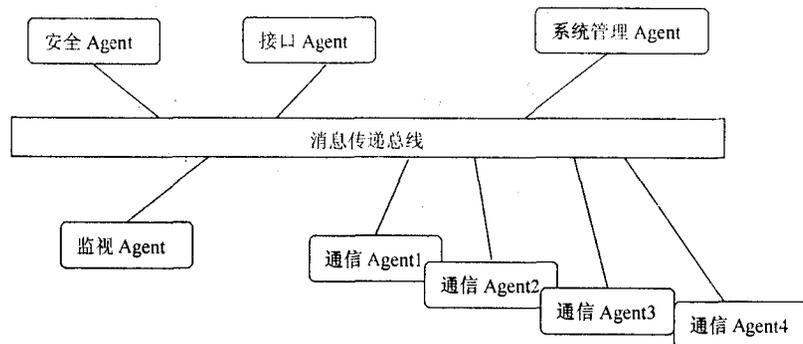


图 2 多主体系统集成通信服务器模型图

2) 关键数据结构。

· 数据库表结构。

主要有以下 5 个:

① 合法终端用户表 Usercheck(device-num, user-id, permituse);

② 接收原文表 Recmessage(device-num, message, used, storetime, gettime, id);

③ 发送原文表 Sendmessage(device-num, message, used, storetime, sendtime);

④ 业务数据表 Misproc(id, type, rors, contents, device-num, priority);

⑤ 在线用户表 communicationusers(socketid, username)。

· 接口主体处理的报文数据结构。

报文类型可分为警报报文、数据(文件)报文和监控报文 3 类,通过优先级来区分,通信主体和接口主体进行报文交换,根据目的地址/源地址(和设备有对应关系)以及知识库中的规则对数据进行解析或封装。其结构如图 3 所示。

目的地址	源地址	优先级	数据	校验
------	-----	-----	----	----

图 3 报文结构

3) 功能。

各主体的功能如下:

(1) 监视主体:感知 MT 的连接请求,提取此 MT 的身份特征和安全主体通信,判断此 MT 的合法性,验证后通知系统管理主体生成一个新通信主体,由此通信主体启动接收和发送线程,负责和此 MT 进行通信。

(2) 通信主体:负责和 MT 进行一对一通信,将接收到的数据按照结合规则进行推理,对信息解码,同时将下发指令按照规则进行协议封装,然后发送。当和 MT 的通信终止时,此通信主体通知系统管理主体进行注销。

(3) 安全主体:对外部 MT 的合法性进行判别,响应通信主体的查询消息,同时将此 MT 的合法性知识反馈给通信主体。

(4) 接口主体:是通信服务器和上层应用系统的接

口,它和通信主体以及上层应用系统之间的消息传递以报文的形式来进行,负责将应用系统的各类指令转换成通信主体可以理解的形式存放在数据库中,同时将收到的通信数据翻译成应用系统可以理解的形式存放。

(5) 系统管理主体:主要管理系统中各主体的注册、生成、注销等,并负责提供系统正常工作所需的必要服务,如名字服务、安全服务、寻址服务等。

2.2 主体结构设计

(1) 内部结构。

主体是能持续自主运行、掌握一定的知识、有自己的目标和解决问题的能力个体软件,它通过传感器感知环境,通过效应器作用于环境。主体的主要特点是自主性、反应性、社会性、交互性、智能性。而自主性是其根本特征。可以根据知识库中的知识,分析现有状态信息,推导出隐含的知识信息,并将这些结论信息发送至相关主体进行协商讨论^[5]。如图 4 所示。

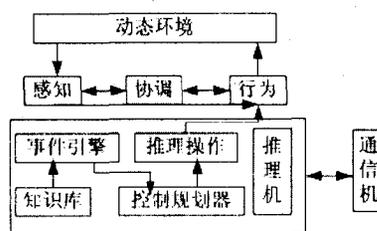


图 4 主体结构图

(2) 推理机制。

基于规则系统是人工智能的一个重要分支,可以模拟人类的思维过程,根据一组已定义的规则,对目前存在的事实进行推理,得出新的结论。文中设计的主体采用产生式规则作为基本的知识表达模式,采用正向推理(Forward Chaining)的工作模式。

采用 WHEN-IF-THEN 的代理规则格式:

```

{NANE rule name 规则名
WHEN
    Message Condition(s) //针对从外部环境接收到的消息设定的条件
IF
    Mental Condition(s) //针对主体的内部状态设定的条件
THEN
    Private Action(s) //条件满足时执行的私有方法列表
    Mental Change(s) //条件满足时改变内部状态的方法列表
    Message Action(s) //条件满足时向外发送消息的方法列表
    }
    
```

主体的工作过程描述如下:主体通过感应器接收外部消息,通过推理机对接收到的消息进行检查,判断其是否满足规则中 WHEN 项的条件,如果满足,则进一步检查代理自己的内部状态集,判断其是否满足规则中 IF 项的条件,如果满足,则执行规则中 THEN 项内容。只有 WHEN

和 IF 项中的条件都满足时,代理才执行 THEN 项中的内容^[7]。

以下是监视主体和通信主体的推理规则举例:

监视主体通过存放在其知识库中的“通信对象范围判别”规则(如图 5 所示)和“防死连”判别规则(防止同一 MT 短时间内反复连接的不正常现象,如图 6 所示)可以提高通信服务器的性能表现。避免因为处理和它们的通信而浪费系统资源,提高了系统的响应速度。

```
Rule Name: CheckCommScope //X 代表 MT 的对象
WHEN
    1. %X. longitude >= D1 AND %X. longitude <= D2 //D1, D2 是经度浮点数
    2. %X. latitude >= G1 AND %X. latitude <= G2 //G1, G2 是纬度浮点数
IF
    %X. id IN(ValidCommSet) //X. id 表示此设备的 SIM 卡号, 如果是有效通信对象
THEN
    1. DO CreateNewComm(%X) //通知系统管理 Agent 生成新的通信 Agent
    2. DO PassCommHandle(Ag. %X. handle) //通知新的通信 Agent(Ag)接受 X 的通信句柄
```

图 5 “通信对象范围判别”规则

```
Rule Name: AvoidFrequentComm //X 代表 MT 的对象
WHEN
    1. %X. commcount >= 3 //X 的累计连接次数达到 3 次, 3 是参数, 可调
IF //X 的累计连接时间为 t1, 上次连接时间为 time0, 3 分钟内达到 3 次以上连接的 MT 将被拒绝通信
    %X. id IN(ValidCommSet) AND GetTime() - %X. time0 + %X. t1 > 3
THEN //拒绝通信
    1. %X. time0 = GetTime(); %X. t1 = 0 //更新 Agent 内存中相关事实
ELSE //允许通信
    1. DO CreateNewComm(%X) //通知系统管理 Agent 生成新的通信 Agent
    2. DO PassCommHandle(Ag. %X. handle) //通知新的通信 Agent(Ag)接受 X 的通信句柄
```

图 6 “防死连”判别规则

通信主体的知识库中已经存放各类 MT 的通信协议知识,以 GPS 终端为例,由于各类 MT 都将业务数据比如 GPS 定位、报警、呼叫、监听等进行了封装,比如上传的“* HQ...”串代表 MT 是华强公司 GPS 产品,“* HQ201AA...”代表劫警信息,有时候通信主体的接收缓冲区会同时包含上述信息,比如前两条是定位信息,后面是一条劫警信息,按照常规排队处理,需要先处理前两条,然后才处理劫警信息,显然会造成延时,不能令人满意。通信主体存放在其知识库中的“优先级判别”规则(如图 7 所示)可以更快地处理紧急情况下的报警类信息,提高服务器性能表现。

```
Rule Name: UrgencyInfoProc //X 代表 MT 的对象
WHEN
    1. %X. recordcount >= 1 //X 的待接受通信纪录多于 1 条
    2. %X. buffer. find('* HQ201AA') >= 1 //X 的缓冲区中有紧急纪录, X 是华强设备
    3. %X. buffer. find('* MP999') >= 1 //X 的缓冲区中有紧急纪录, X 是 MP 设备
    ... //如果有新设备,照样添加即可
IF
    //没有条件
THEN
    1. DO ProcessInfo(%X. GetSubStr(buff. str)) //取出警报子串, 进行信息解码, 忽略定位信息
```

图 7 “优先级判别”规则

还可以添加很多的规则用于提高主体的智能和环境适应能力,优化性能,限于篇幅,就不一一列举。

2.3 多主体协同

(1) 通信机制。

主体之间的通信很重要,单个主体需要经常与其它主体合作才能达到预期目的,通信是合作的基础。主要有 3 种通信机制:①基于 CORBA 的远程方法调用;②消息传递;③基于元组空间(Tuple Space)的通信。从本质上说,消息传递允许不同的主体之间对等地收发消息,摆脱了远程方法调用中客户/服务器模式的约束,适合异步、松耦合的主体系统。消息传递灵活、自由、受到的限制少,主体发送一条消息后,可继续执行其它任务,当收到返回的消息时再做相应的处理,所以这种通信机制已被当前大多数主体系统所采用^[8]。

文中设计的 MAS 通信服务器系统采用消息传递的通信机制,采用基于 Socket 的 Knowledge Query and Manipulation Language (KQML)作为主体之间的通信语言,自定义通信语言中的行为原语作为消息头,具体的通信内容作为消息体,利用本体来理解消息的语义,以便采取正确的动作处理消息。需要增加额外的服务设施,通过集中式服务来解决主体通信中的定位问题。集中式服务主要由系统管理主体负责。主体创建时,会得到一个全局唯一的标识符,并向它注册其名字、能力和位置等信息。当主体之间需要合作时,可把消息发给系统管理主体由它充当消息缓冲区,找到相应的主体并把消息传递过去或由系统管理主体提供另一方主体的当前地址,双方主体直接通信^[8]。如图 8 所示。

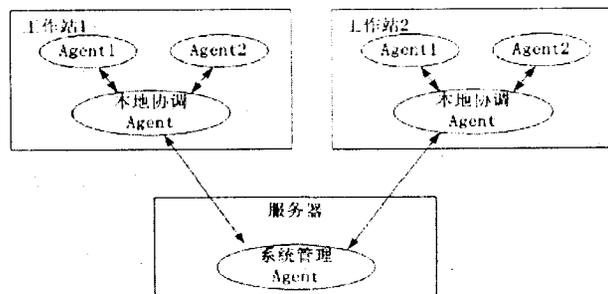


图 8 Agent 基于消息传递的通信机制

如果 MAS 系统只部署在一台机器上,上述方法是很有有效的,如果需要部署在多台机器上,可以再设计一类本地协调主体,运行在每台机器上,各台机器上的主体都向本地协调主体注册,主服务器上运行全局唯一的系统管理主体,当主体之间需要合作时,先查找本地协调主体,看是否有中意的合作伙伴,若有则在本地通信,若没有则本地协调主体通过 Socket 通信向系统管理主体查询。由于本地协调主体承担了本地主体的管理,减轻了全局管理的压力,而且本地主体的通信不必查询系统管理主体,加快了本地主体通信的速度^[9]。

(2) 任务协调。

主体内部的任务触发机制是源于一个目标(Goal)的生成。一个 Goal 生成之后,主体自动检查自身是否能够完成该任务以及是否占有完成该任务所需的全部资源,若否,把所缺少的资源,以子目标(SubGoal)的形式向相关主体发出询问,寻求合作。模型中任意两个主体的 A 和 B 之间的交互行为执行算法为:①A 向 B 发送“请求服务”的消息;②B 收到之后向 A 发送 accept 消息,并在自己的任务集中寻找与之相吻合的操作;③如果没有相吻合的计划,则向 A 发送一个 reject 消息,否则执行其操作。完成之后,用 result 操作将结果信息发送给 A。因此,在确定 Agent 内部的任务处理之后,要描述整合以本体为信息流的任务之间的相互关系,明确子目标,从而反映出代理之间的任务协调关系。

图 9 是监视主体接到一个 MT 的连接请求时所作的任务协调过程。

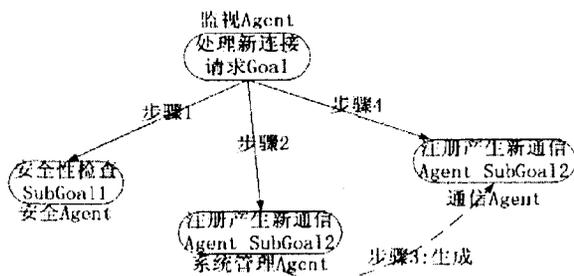


图 9 新通信连接的任务协调过程

(上接第 75 页)

3 结果及结论

通过检验,编制的搜索引擎基本可以实现使用要求。在使用的过程中,更新问题及搜索效率都可以很好地保证,当然这也体现了 Lucene.Net 的高效性,搜索结果如图 4 所示,为了方便观看总体效果,图 4 是采用一个搜索词并采样最后一页得出的效果图。

搜索引擎的设计已经全部结束了,不过也有不足之处需要进一步的改进和加强,比如说搜索引擎的切词问题,如何做到最优,还有排序问题,如何才能做到最合理,都需要进一步的研究。

3 结束语

为了印证基于 MAS 的集成通信服务器的可行性与有效性,文中使用 Zeus 开发平台,构建了一个系统原型,把以上系统中的几类主体,部署在多台服务器与工作站上,用来模拟通信服务器的运行,经过五矿货运广东公司的反复测试,在 GPS 终端数量达到 100 台的运行条件下,和原有软件对比,丢包率由原来的 15~20% 减为 3~5%,处理一条消息的平均延时由原来的 386ms 缩短为平均 117ms,特别是对报警类紧急信息,系统响应时间大幅度缩短,取得了良好的运行效果。

参考文献:

- [1] 原仓周,柳重堪,张其善.大规模车辆监控通信服务器的设计与实现[J].北京航空航天大学学报,2004,30:232-235.
- [2] 陈斌,李德华,姚迅.一种基于 GPRS 技术的可扩展车辆监控系统的设计与实现[J].计算机应用研究,2005(6):175-178.
- [3] 原仓周,柳重堪,张其善.大规模车辆监控 SMSGPRS 通信服务器参数分析[J].小型微型计算机系统,2005,26(5):775-778.
- [4] 刘小明,王飞跃.基于 Agent 的单路口交通流控制的研究[J].系统仿真学报,2004,16:853-855.
- [5] Wooldridge M. 多 Agent 系统引论[M].石纯一,等译.北京:电子工业出版社,2003.
- [6] Manvi S S, Venkataram P. Application of agent technology in communications: a review[J]. Computer Communications, 2004,27:1493-1508.
- [7] 高国军,段永强,张申生.基于 CORBA 和多代理技术的可重构企业信息系统[J].计算机集成制造系统-CIMS,2000(3):26-30.
- [8] 郭中,王惠芳,黄永忠,等.软件 Agent 的通信模型[J].计算机工程与设计,2002,23(11):9-11.
- [9] Gaspari M. Concurrency and Knowledge-level communication in agent language[J]. Artificial Intelligence, 1998,105:1-45.

参考文献:

- [1] 赵汀,孟祥武.基于 Lucene API 的中文全文数据库的设计与实现[J].计算机工程与应用,2003(20):179-183.
- [2] 李晓明,刘建国.搜索引擎技术及趋势[EB/OL].2003-04. <http://www.se-express.com/se/se07.htm>.
- [3] 张校乾,金玉玲,侯玉波.一种基于 Lucene 检索系统的一种全文数据库的设计与实现[J].现代图书情报技术,2005(2):40-44.
- [4] 车东.在应用中加入全文检索功能——基于 Java 的全文索引引擎 Lucene 简介[EB/OL].2002-08. <http://www.chedong.com/tech/lucene.html>.
- [5] 郭辉,苏中义,王文,等.一种改进的 MM 分词算法[J].微型电脑应用,2002,18(1):13-15.