

文章编号:1001-9081(2006)07-1713-02

一种基于多 Agent 的双向智能自动匹配系统模型

周启海,张元新,吴红玉

(西南财经大学 经济信息工程学院,四川 成都 610074)

(gomu_waiting@163.com)

摘要:研究了信息在计算机网络中的双向智能匹配问题;给出了一种基于多 Agent 技术的双向智能自动匹配系统模型,阐述了其组成架构、工作原理及流程,提出了多 Agent 间协作机制和信息的模糊匹配;实现了信息搜索过程中信息高速精准的双向智能自动匹配,并指出了它并行性的发展方向。

关键词:双向智能自动匹配;代理;多 Agent 间协作机制;模糊匹配

中图分类号: TP311.52 **文献标识码:** A

A two-way automatic intellectual match system model based on multi-agent technology

ZHOU Qi-hai, ZHANG Yuan-xin, WU Hong-yu

(School of Economic Information Engineering, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu Sichuan 610074, China)

Abstract: The problem of two-way match of information in Internet was researched. A two-way automatic intellectual match model based on multi-agent technology was given. Its framework, principle and procession were expounded, and the mechanism of cooperation among different agents and their fuzzy match of information was discussed. The tow-way intellectual match was realized exactly in searching information, and the future direction of its parallel researching was pointed out.

Key words: two-way automatic intellectual match; agent; mechanism of cooperation among multi-agents; fuzzy match

双向匹配,是现实生活中常见现象(例如:商品买卖的供需匹配问题,人员招聘的求职匹配问题,婚介所的择偶匹配问题等)。虽然网络作为当今整合信息平台已可辅助人们获得尽可能多的自己所需资料,但即使在今天,双向匹配问题也常靠人工或半人工方式来完成:在我国,诸多提供匹配服务的网站只是为待匹配双方提供一个个人信息的发布空间和寻找对象的场所,人工匹配从业人员(例如网络猎头者)仍须阅读、了解、比对数据库中大量数据(包括网上海量数据),进行复杂的信息比较,才可获得较满意的匹配结果;国外的双向匹配系统虽在一定程度上优于我国的,但还没有实现智能化,对匹配程度缺乏一定的度量,且匹配对象多数仅限于本地数据库中的信息,成功率不高。人工或半人工的双向匹配存在工作量大、步骤繁琐、耗时甚长、难如人意的缺点。

Agent 技术和基于多 Agent 技术的系统近年来得到广泛关注,并成为计算机科学和人工智能领域研究的热点^[1]。Agent 的系统代表了一种新的软件开发方式,应用于不同的领域,如网络信息检索、过程控制 workflow 管理。但将 Agent 技术与双向匹配工作相结合的系统还并不多见。虽蔡俊^[2]和杨鹤标等^[1]分别在文中将 Agent 运用于网络教学系统和类库管理系统中,在一定程度上实现了自动匹配,可还只是一种单向匹配,且前者的匹配工作还停留在本地数据库。为此,本文拟探讨基于多 Agent 技术的双向智能自动匹配系统模型构建。

1 Agent 简介

Agent 技术具有自主性、主动性、持续性、社交性、反应性等特点和优点。一组 Agent 是驻留在复杂的动态环境中的计算机系统,它们能自发地感知环境、作用于环境,相互协作地实现预先设定的目标集或任务^[3]。

1.1 Agent 的形式描述

Agent 的形式描述一般可用五元组表示如下:

$$Agent_i = (ID_i, Mental_i, Rule_i, Action_i, Interface_i)$$

其中: $1 \leq i \leq n$, n 为 Agent 系统中的 Agent 总个数; ID_i 是 $Agent_i$ 的惟一标识符; $Mental_i$ 是 $Agent_i$ 的心态类,包含其能力、信念、承诺等精神状态(这里,能力是对自身完成工作能力的认识,信念是得到的对世界事实的认知,承诺是指它与其他 $Agent_j$ 间的关系,其中 $j \neq i$); $Rule_i$ 是 $Agent_i$ 的行动规划类; $Action_i$ 是 $Agent_i$ 的执行动作类(它体现了 $Agent_i$ 的实际能力); $Interface_i$ 类是 $Agent_i$ 与其环境(包括用户环境、Agent 环境即各 $Agent_j$ 共同体)的交互接口^[3,4]。

1.2 Agent 的基本结构

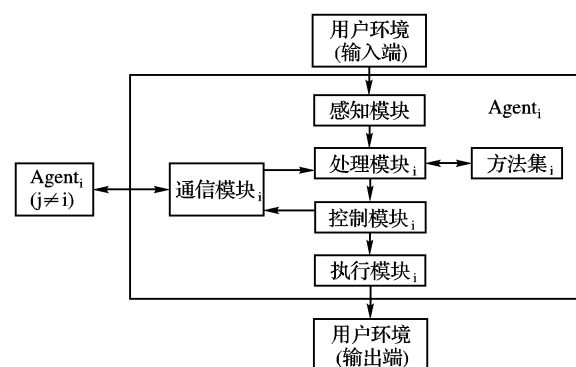


图 1 Agent 的基本结构模型

Agent 的基本结构模型如图 1 所示: $Agent_i$ 由其模块群(感知模块_i、处理模块_i、控制模块_i、执行模块_i、通信模块_i)与方法集_i构成; $Agent_i$ 的系统环境由系统环境的输入端、输出端构成,其中 $j \neq i, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n$; $Agent_i$ 的 Agent 环境由其

收稿日期:2006-01-17;修订日期:2006-03-07

作者简介:周启海(1947-),男,重庆人,教授,主要研究方向:财经计算、技术经济学;张元新(1982-),女,内蒙古呼和浩特人,硕士研究生,主要研究方向:信息管理、计算机应用;吴红玉(1982-),女,甘肃兰州人,硕士研究生,主要研究方向:计算机应用。

他 Agent_j 构成,其中 j≠i。

Agent_i 的感知、执行、通信模块负责与系统环境和其他的 Agent 交互;其处理模块负责对感知和接收到的信息进行初步的处理存储;其控制模块运用方法集对所接收到的处理模块处理后的信息和其他 Agent 的通信信息进行进一步分析、推理,为通信和执行模块的执行做决策^[1]。

2 双向智能自动匹配模型构建

图 1 表明:单 Agent 就能“控制自身,感知环境,做出反应,持续执行”,多 Agent 则能“相互通信,彼此呼应,各有分工,协同合作”,共同完成一些相互受益而单个 Agent 自身无法独立求解的复杂任务。因此基于多 Agent 技术,可构建能自动完成广泛、复杂匹配工作的人机交互双向智能自动匹配系统模型(以下简称双向匹配模型)。

2.1 双向匹配模型的基本框架

面向两个待匹配用户(以下简称待配用户)的双向匹配问题,可采用基于多 Agent(2 个感知 Agent,协调 Agent、匹配 Agent、通讯 Agent、提取 Agent 各 1 个)的双向匹配模型来解决,基本框架如图 2。其中,双向箭头表示本模型与环境间的接口。

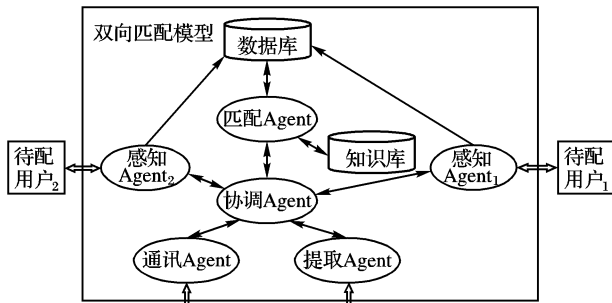


图 2 基于多 Agent 的双向智能自动匹配模型基本结构

各 Agent 的功能如下:

感知 Agent 1)负责与用户界面交互,接受来自用户的匹配请求,将用户的需求描述、个人信息提交给协调 Agent,并记录在本地数据库中。2)及时接收来自协调 Agent 的消息,将检索结果提交给用户,并反馈用户的决策结果。

匹配 Agent 1)接受协调 Agent 传交的检索请求,从知识库中提取相应的算法规则,对数据库中的需求描述记录进行相似性匹配计算。2)返回匹配结果,提交最优备选选项的信息。

通讯 Agent 1)接受协调 Agent 的检索请求,向其他匹配系统发送请求信息、要求搜索同源数据库,动态接受其他匹配系统中通讯 Agent 的响应信息及检索结果,将其返回给协调 Agent。2)接受外来匹配系统的检索请求,转述并提交协调 Agent,返回响应信息及检索结果。

提取 Agent 接受协调 Agent 提交的用户抉择,执行相应的匹配,并将已匹配的用户记录从数据库中删除。

协调 Agent 完成来自感知 Agent、匹配 Agent、通讯 Agent、提取 Agent 之间的信息传递及配合协调,跟踪用户请求在系统中的流向及完成情况。其内部存有 Agent 注册表,包括标识 Agent 的所有信息,除记录 Agent 的 ID、地址、名称等外,更重要的是记录 Agent 参与协作的服务功能和具体使用方法。协调 Agent 根据这些信息来创建 Agent 实例并使用它。

数据库 存放申请匹配双方各自的待匹配资料(例如:情况介绍、匹配要求等)。

知识库 存放匹配检索规则,包括描述匹配双方的情况规则、匹配算法和策略规则。

2.2 双向匹配系统的运作机理

以劳动力市场的招聘求职匹配模型为例,阐明双向匹配

模型的运作机理如下:

1)待配资料感知。一方面,作为待匹配用户的求职方,向感知 Agent₁ 提出求职匹配申请,并上交自己的待匹配资料(以下简称待配资料),包括求职方“个人简历,应聘条件,匹配方式(即精确匹配或模糊匹配,后者还应含其模糊条件)”等相关资料;另一方面,作为待匹配用户的招聘方,向感知 Agent₂ 提出招聘匹配申请,并上交自己的待匹配资料,包括招聘方“机构简介,招聘条件,匹配方式等”相关资料。

2)待配资料传输。感知 Agent 将所获求职方、招聘方、待配信息资料全部存入本地数据库中,并将其传给协调 Agent。

3)双向智能匹配。

本地双向匹配 协调 Agent 将所有待匹配资料描述信息传递给匹配 Agent,命令匹配 Agent 以知识库中的匹配计算原则,从本地数据库存放的招聘单位信息中按指定精度要求(例如模糊匹配下的某种模糊度)检索可能匹配项,并自动进行双向智能匹配——既要使该匹配项的招聘方简介满足求职方的应聘条件要求,同时要让求职方简历满足招聘方的招聘条件要求。如果有本地匹配结果(即本地存在符合双方要求的匹配项),则直接转 4)。否则执行异地双向匹配。

异地双向匹配 首先由匹配 Agent 通知协调 Agent 在本地匹配系统中无匹配结果,然后由协调 Agent 命令通讯 Agent 在异地同源数据库中搜索可能匹配项,如果有异地匹配结果就转 4),不然就通过感知 Agent 告知求职方、招聘方异地匹配失败,匹配过程暂告结束;并进入一直等待匹配状态(即“一旦有可与之匹配的招聘方或求职方提出其匹配申请,就再进行匹配”)。

4)匹配认同征询。协调 Agent 通知双方的感知 Agent 告知已初步匹配成功,并分别将招聘方机构简介、求职方个人简历以电子邮件的征询形式传交给求职方和招聘方的感知 Agent,令它们将此匹配结果信息转交给求职方和招聘方,并等待双方对该匹配结果的认同决策。

5)匹配结果善后。双方感知 Agent 将各自对该匹配结果的认同决策传输给协调 Agent,如果待匹配双方皆同意此匹配结果,协调 Agent 就通知提取 Agent 对决策进行进一步的结果认同善后处理,同时令匹配 Agent 将双方资料记录从数据库中删除。反之,若有一方不同意,则可启动多 Agent 间的协同机制,命令通讯 Agent 继续在本地或异地同源数据库中扩大检索面,进行新的主动双向匹配。

2.3 Agent 间的协作机制

对异地同源数据库间的分布式信息匹配共享问题,本双向匹配 Agent 模型系统是采用前述“多 Agent 间的协作机制”来解决。其协同机制模型架构如图 3 所示。

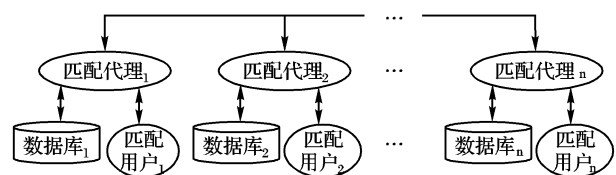


图 3 多 Agent 间的协作机制模型架构

图 3 中,每个匹配代理只负责一个匹配模型系统中的匹配工作。当用户₁ 向所在的本地匹配系统发出申请后,匹配代理₁ 的协调 Agent 先向匹配 Agent 提交匹配请求,在数据库₁ 中匹配,当出现本地匹配得到的结果无法达到模糊匹配的下限值,或匹配得到的结果提交给用户后得不到用户认同时,多匹配 Agent 协作机制就会自行启动。此时,协调 Agent 就向通

(下转第 1729 页)

Flash 中 image 的信息。每一个 image 的描述信息都在其对应的结构 struct image_desc 中, Image Directory 就是由一个个数据类型 struct image_desc 构成。

```
struct image_desc {
    T_UBYTE name[16];           //the name of image
    T_UWORD flash_base;        //the addr of the image
    T_UWORD ram_base;
    T_UWORD size;               //the size of image (byte)
    T_UWORD entry_point;       //the entry point of image,
    T_UBYTE image_type;        //the type of image,
    T_UWORD datetime;          //the date and time of image
    T_UWORD desc_cksum;        //the checksum of name[16],
};
```

只要系统内固化了 Bootloader, 并且 Bootloader 启动过, Flash 中至少有两个 image。一个是固化在 Flash 上的 Boot image; 另外一个 Image Directory。对应这两个 image, 在 Image Directory 内就会有 image_desc。一个用来描述 Bootloader, 一个用来描述 Image Directory。当通过 Bootloader 在 Flash 中固化了多个 image 时, Image Directory 内就会有多个 image_desc。

2.2.4 通信协议

Bootloader 可通过串口和网络同运行于主机的 GDB 建立连接。笔者在实现通信协议(串口协议或网络协议)的时候做了相应的简化。如要接受一个字符 'a' 时, 其 ASCII 码值为 97(0x61)。则无论在宿主机还是在目标机上都是以二进制串 01100001 保存。但是在通讯传送时, 则将 'a' 转化成 0x6 和 0x1, 而 0x6 和 0x1 对应的 ASCII 码值分别是 54(00110110) 和 49(00110001)。然后把这两个 ASCII 码分别传送。这样, 所有的数据的 ASCII 码值就肯定在 0x0 到 0xf 之间。其他的

字符就可以作为控制字符, 从而简化通信协议。当然, 付出的代价是传送的数据量增大了一倍。

3 Bootloader 性能分析

3.1 可移植性

通过修改初始化代码、通讯驱动程序和 Flash 硬件编程代码, Bootloader 可以移到各种类型的处理器和目标板上, 具有良好的可移植性。

3.2 时间性能

在交互方式下, Bootloader 的固化程序的速度主要受限于两个方面。一方面受限于通讯的速度: 在使用串口通讯时, 受限于串口的波特率; 在使用网络通讯时, 受限于当前的网络阻塞状态以及主机端、目标机端网口的通讯能力。另一方面, 固化程序的速度还受限于 Flash 芯片的硬件编程响应速度。与编程所使用的缓冲区的大小基本上没有关系。

4 结语

笔者设计的 Bootloader 具有良好的可移植性和健壮性, 只须有针对性地修改部分代码, 该 Bootloader 就可轻松地移植到各种类似的嵌入式平台上。硬件平台资源的任何变动和异常, 程序都会通过串口或人机界面通知用户。该 Bootloader 已应用在一款手持导航设备中, 运行稳定。

参考文献:

- [1] 马学文, 朱明日, 程小辉. 嵌入式系统中 Bootloader 的设计与实现[J]. 计算机工程, 2005, 31(7): 96-98.
- [2] 田泽. 嵌入式系统开发与应用教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005. 14-15.
- [3] SamSung electronics. Arms3c44b0x datasheet[Z], 2001.

(上接第 1714 页)

讯 Agent 发出请求异地库协作匹配指令, 并传递相应的目标匹配对象的描述信息, 通讯 Agent 负责向其他同源数据库发出协作匹配请求, 所有符合条件的匹配代理都会收到请求, 匹配代理₂ 到匹配代理_n 的通讯 Agent 在响应请求后, 分别在数据库₂ 到数据库_n 中进行匹配, 并向匹配代理₁ 返回结果, 通讯 Agent 选择匹配等级最高的匹配信息提交用户作选择。

2.4 模糊匹配的处理

一般说来, 模型系统双向匹配过程中, 往往难得到精确匹配解(即完全满足用户所列全部要求的解), 而实际上人们往往只想要模糊匹配解(只要在某种程度上能满足用户所列主要要求的解, 即可满足用户大多数的匹配要求)。对此, 可引入关键匹配项和匹配等级的概念来解决。

关键匹配项 它是用户在提出申请时对匹配对象所列出的最基本要求条件。显然, 只要该项不满足时, 就可拒绝与之匹配。

匹配等级 它是将用户要求的双向匹配条件的符合程度, 按照双方相互满足要求的个数占全部满足要求个数的比例而分为匹配等级数 10%~100%。若匹配等级数为 100% 时, 则表明当前匹配是最精确匹配(即双方均可彼此百分之百地吻合对方的匹配条件); 若匹配等级为 10%, 则表明当前匹配是最粗略匹配(即“对方只能满足本方匹配要求条件的十分之一”)。

双向匹配模型系统通过感知 Agent 获得用户对模糊匹配的接受程度信息(即关键匹配项和匹配等级等), 传给给协调 Agent 并存入数据库, 用以指导后续匹配处理。自然, 在匹配过程中, 匹配等级高的包容了匹配等级低的。在求解过程中, 要力求匹配等级最高的解(注意: 等级的设定不会影响最优解的求得)。

3 结语

首先, 本文基于多 Agent 技术的双向智能自动匹配系统模型, 进行网络信息整合与模糊匹配, 克服传统人工或半人工双向匹配的缺点, 实现双向匹配的自动智能处理。其次, 它可应用于多数存在双向选择的问题中, 典型的有求职招聘匹配、男女择偶匹配和研究生与导师的选择匹配等。笔者正在利用 AgentBuilder^[5,6] 集成开发平台研究如何用高效并行算法实现一个以该模型为基础的求职招聘匹配系统, 并将利用 KQML 表示各 Agent 间的通讯原语, 以实现它们之间的通讯^[7]。从实验初期看, 此模型是可行的。

参考文献:

- [1] 杨鹤标, 陈华, 徐向英. 基于 Agent 的智能检索技术在类库管理系统中的应用研究[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(3): 74-76.
- [2] 蔡俊. 多 Agent 技术在网络教学交互模型设计中的研究[J]. 计算机科学, 2004, 31(增刊): 324-327.
- [3] 李陶深. 人工智能[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2002.
- [4] 彭志平, 李绍平. 面向 Agent 与面向对象的软件技术[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(3): 77-79.
- [5] User-guideraboutagentbuilder[EB/OL]. <http://www.agentbuilder.com>, 2005.
- [6] Reference-manual about agentbuilder[EB/OL]. <http://www.agentbuilder.com>, 2005.
- [7] 张谦, 俞集辉. Agent 技术在 Web 数据仓库结构中的应用研究[J]. 计算机科学, 2005, 32(6): 79-81.
- [8] 高刚毅, 金勤, 陈海波. 基于多 Agent 结构地理信息服务研究[J]. 计算机应用与软件, 2005, 22(8): 60-62.