

多 Agent 的旅游突发事件预警系统

李汝亮, 杜军平

(北京邮电大学 智能通信软件与多媒体北京市重点实验室, 北京 100876)

摘要:实现了一个基于多 Agent 的旅游突发事件预警系统. 采用分级管理的结构框架, 对 Agent 进行有效的管理. 将计算量分散到各个 Agent, 实现了高效的计算效率和较强的系统健壮性. 用 J2EE 技术对 Agent 框架进行了部署, 通过资源承载算法的实现, 验证了框架的可行性和实用性.

关键词:旅游; 突发事件; 预警系统; 多 Agent

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4785(2009)05-0441-05

A tourist emergency alert system based on multi-Agents

LI Ru-liang, DU Jun-ping

(Beijing Key Laboratory of Intelligent Telecommunication Software and Multimedia, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: An architecture and implementation methods were evolved for a multi-Agent based tourist emergency alert system. A multi-layer architecture was applied in the system to manage the Agents efficiently. Computing tasks were distributed to each agent, greatly improving computing efficiency as well as the reliability of the whole system. Java platform, enterprise edition (Java EE) technology was used in the implementation of the agent architecture. Testing with a source capacity algorithm verified the feasibility and practicality of the architecture.

Keywords: tourism; emergency event; prediction system; multi-Agent

随着国民经济的发展和居民收入的提高,我国的旅游业得到了迅速的发展.但是旅游涉及面广、不确定因素多,因此存在很多问题.旅游中的突发事件对整个旅游业的健康发展产生了极大的损害,引起了旅游行业和管理部门对旅游突发事件的高度重视^[1].本文利用 Agent 的反应性、自治性、面向目标性等^[2-3]构建了基于多 Agent 的旅游突发事件预警系统,并对其实现方法进行了研究.

1 旅游突发事件预警分析

本系统收集了历年的突发事件数据,把具有相同或者相似特征的一类旅游突发事件信息称为旅游突发事件信息模式.根据旅游信息的参数属性,例如突发事件类型、突发事件发展速度、涉及人员数量、

突发事件征兆等,将旅游数据进行分类存储.各地方旅游局通过浏览器登陆预警系统,输入当天的旅游数据.系统接收到用户的输入数据后进行分析,与历年数据进行比较,得出预测结果,并给出预警报告.

由于旅游突发事件预警系统需要大范围的数据收集,而且各个地方旅游局的网络情况有很大差异,因此采用 B/S 体系结构,利用多 Agent 技术和 J2EE 技术构建系统.旅游突发事件具有明显的地方特色,而且突发事件的产生和游客的流动数量、当地旅游资源的承载能力等密切相关,因此需要对各地的旅游数据各自进行分析.利用 Agent 的自主性^[4-6]、独立性、目的性等特点^[7],可实现对各地突发事件的准确预警.

2 Agent 的分级模型的构建

采用分级多 Agent 体系结构构建预警系统.将 Agent 划分为地方 Agent、省级 Agent 和国家级 Agent.地方 Agent 独自维护属于自己的数据,对当地

收稿日期:2009-02-03.

基金项目:国家“863”计划重大资助项目(2008AA01A308);北京市自然科学基金资助项目(4082021);北京市教育委员会共建项目专项资助.

通信作者:杜军平. E-mail: junpingdu@126.com.

的旅游数据进行分析. 各个 Agent 通过分级的管理机制和相邻的 Agent 进行交互, 获取相邻地区的 Agent 的数据. 它们共同分析数据、分配计算量、共享计算结果, 并协商给出预警决策.

2.1 Agent 等级划分

根据旅游突发事件有较大的区域性特点, 将 Agent 分为 3 个等级: 地方 Agent、省级 Agent、国家级 Agent. 所有 Agent 都存在一个 Agent 容器中, 容器负责实现各个 Agent 的加载和撤销的管理. 在 Agent 容器中, 地方 Agent、省级 Agent、国家级 Agent 分别对应为 Agent 端点 ALP (Agent local point)、Agent 汇接中心 AMC (Agent merge center)、Agent 总控制中心 ACC (Agent control center).

2.2 Agent 等级关系

Agent 端点 (ALP) 负责收集各区域范围内的旅游相关数据, 将数据存储到数据库, 从历史数据中建立突发事件和旅游历史数据之间的关联算法模型, 并将所有算法模型存储在算法模型库. 当 APL 从当地旅游局接收到旅游突发事件数据后, 对数据进行分析, 并与过去的数据进行比较, 从算法模型库中找出一个最优的匹配算法对数据进行计算, 最终得出对突发事件的预警结果. Agent 端点 (ALP) 以当地的旅游数据为依据对地方区域的旅游数据进行预警分析. 当 Agent 端点 (ALP) 不能仅根据各级地方的数据进行判断时, 例如此地区从未发生过某种突发事件, 它就向邻近的 Agent 进行询问协商, 询问附近的 Agent 是否有类似的情况发生.

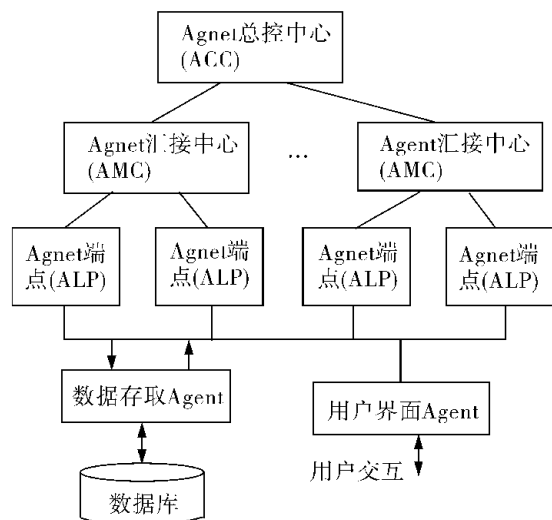


图1 Agent 分层框架

Fig.1 Agent multi-layer framework

图1在Agent端点之上建立了一个Agent汇接中心AMC. 在各个Agent汇接中心之上建立Agent

总控制中心ACC. Agent汇接中心负责对Agent端点的管理, Agent总控制中心负责对AMC的管理.

2.3 Agent 等级管理机制

在ACC和AMC中, 都有一个Agent Register模块, 当某个Agent无法对接收到数据进行分析处理时, 它会向距离自己所负责区域最近的Agent发出合作信号, 则此Agent通知其直属的AMC的Agent Register, 由Agent Register负责发送相应区域的Agent地址, 然后两地或者多地区的Agent进行交互. 汇接中心AMC的Agent Register负责保存各个端点Agent的注册信息和必要的信息, 并实现对端点Agent的邻近位置的判断和接线功能. AMC负责监视各个Agent的交互, 进行必要的公平决策, 确保各个Agent的交互正常进行. 如果Agent端点ALP之间产生了冲突, 则在关键时刻切断ALP之间的交互. 当Agent端点之间协商完毕, 得出预测结果后, AMC记录此次的交互协商的信息, 作为一个范例, 以指导下一次ALP之间的联系. 图2是Agent等级管理机制.

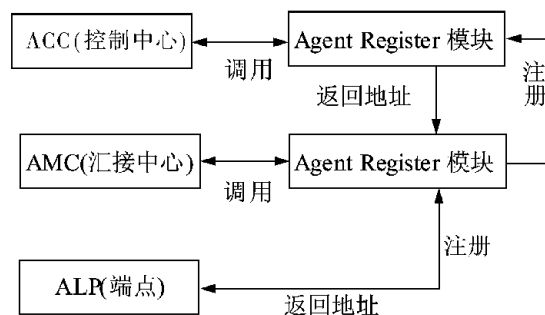


图2 Agent 管理机制

Fig.2 Agent management mechanism

Agent控制中心的Agent Register保管各个汇接中心AMC的注册信息和相关数据. Agent总控制中心统一管理各个Agent的位置和收集必要的信息, 进行大范围的管理和整体规划.

当Agent汇接中心AMC在协商ALP的过程中, 难以得出高可信度的决策, 或者Agent端点总是频繁出现冲突时, AMC向ACC总控制中心提出与临近AMC的交互请求, 询问临近的AMC是否有类似情况, 并寻求解决办法. ACC的Agent Register负责接线功能. 汇接中心AMC根据情况提出相应的交互策略, 包括将各自管理的Agent端点和另一个AMC管理的Agent端点直接相连, 如果产生了冲突, 则由ACC来进行解决. 如果问题还是得不到解决, 则由ACC记录相关数据, 并向管理员发出警告, 由管理员参与决策处理. 此体系结构的优点是: 系统健壮性强、容易找到故障源头、计算量分散、实现速度快以

及响应及时。

3 系统实现

3.1 Agent 的实现框架

图3是端点 Agent 的实现框架。单个 Agent 的核心部分为推理核心以及自主学习系统模块,它们对算法库和知识库进行调用。当 Agent 进行了多次的决策或者与其他的 Agent 进行了多次的交互时,核心模块记录每次的过程信息,并与反馈的信息进行比较。如果发现可以改进的地方,就对知识库或者算法库进行必要的修改。最终的结果由决策系统呈现给用户界面。如果用户对最终的决策不满意,可以进行人工干预。

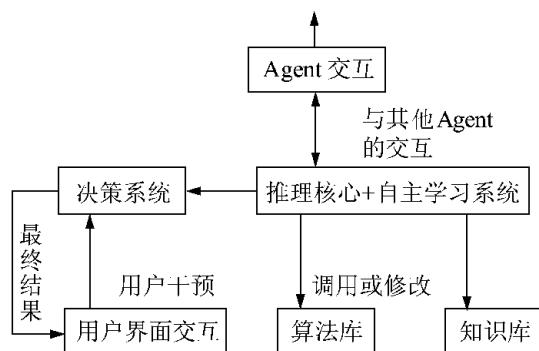


图3 单个 Agent 实现框架

Fig.3 Single Agent implementation framework

3.2 系统功能实现

图4是系统的功能实现。采用 J2EE 的分层结构,各层的分布功能和部署如图4所示。

实验环境: WinXp、JDK、JBOSS、MYSQL。由 JSP 页面实现用户输入数据的接收,进行分析记录后分配给相应的 Agent,即 EJB。Agent 利用自身的预警算法进行分析,在数据库中 with 历史数据进行比较,得出结果后返回客户端。本文提出一个针对游客人员拥挤突发事件的预警模型算法,称为资源承载算法。

由于人员拥挤突发事件是因为当地游客人数超过了现有旅游资源所能够承载的游客人数所致,因此用下面的参数 Q 作为人员拥挤和车祸事件的预警指标:

$$Q = \frac{T}{N} \quad (1)$$

式中: T 是预计游客人数, N 是最大资源承载人数, Q 为预警指标。

预计游客人数以预测之日的前一个星期的游客人数走向为依据。如果此一个星期内为旅游旺季,则游客人数不断增加。假设每天的增加比率为 a_1, a_2, \dots, a_7 , 预测之日的前一天游客人数为 Y , 则预测之

日的预测游客人数为

$$T = Y \cdot (1 + \max(a_i)), i \in [1, 7]. \quad (2)$$

如果此季节为旅游淡季,则游客人数下降。假设每天的减少的人数比率为 a_1, a_2, \dots, a_7 , 则

$$T = Y \cdot (1 - \min(a_i)), i \in [1, 7]. \quad (3)$$

如果是一般的时间,则游客人数平稳。 a 代表前一天的游人增减数量, $f = 0$ 表示游人增加, $f = 1$ 表示游人减少, 即:

$$T = Y \cdot (1 + (-1)^f \cdot a), f = 0, 1. \quad (4)$$

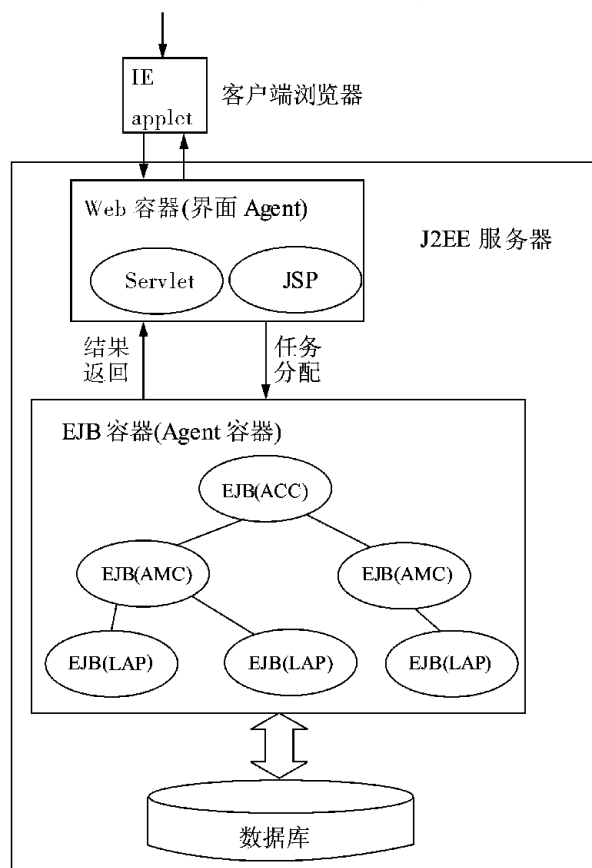


图4 J2EE 实现结构

Fig.4 Architecture of J2EE implementation

游客人数还受到气温的影响。通过对历年数据观察,如果当天气温在 20°C 左右,则旅游人数会比预期人数增加 5% 左右,过高和过低都会对游客人数产生影响。设温度为 C , 则温度对旅游人数的影响为

$$T' = T \cdot (1 + 5\% - (\frac{C - 20}{100})^2). \quad (5)$$

当天的天气状况也是旅游人数的影响因素。将天气状况的好坏情况分成 10 个等级, 为 $-5 \sim 5$, 等级越高, 则天气状况越好。将天气状况预报等级 W 添加到对 T 的影响中:

$$T' = T \cdot (1 + \frac{W}{50}), W \in [-5, 5]. \quad (6)$$

预测日期当天的节日气氛也会影响到旅游人

数. 设节日气氛指数为 P , 分为 10 个等级, 每个等级会增加 1% 的旅游人数, 则

$$T' = T \cdot (1 + \frac{P}{100}), P \in [0, 10]. \quad (7)$$

考虑了温度、天气状况、节日气氛指数因素, 得出最终的预测游客人数为

$$T = (1 + 5\% - (\frac{C - 20}{100})^2 + \frac{W}{50} + \frac{P}{100}) \cdot \begin{cases} Y \cdot (1 + \max(a_i)), i \in [1, 7]; \\ Y \cdot (1 - \min(a_i)), i \in [1, 7]; \\ Y \cdot (1 + (-1)^f \cdot a), f = 0, 1. \end{cases} \quad (8)$$

还有其他的因素也会对游客人数产生影响, 但不会产生太大的影响. 对于预计资源承载人数, 根据本地区的资源状况, 包括水源、交通、环境等综合指

标, 并结合对此地区历年游客数量的分析, 得出每月的最大旅游资源承载人数 N , 这个值一般变化不大.

4 实验验证和分析

下面以一个有 100 万人口的城市为例进行分析. 设本月最大旅游资源承载人数 N 为 20 万人, 当天的游客人数为 10 万人, 目前属于旅游旺季, 预测该城市近期发生游人拥挤事件的概率. 当地旅游局通过浏览器界面输入数据: 当天游客人数 Y 为 10 万人、旅游旺季、明天预计温度 22 ℃、天气晴朗、指数为 $W = 3$ 、明天节日气氛指数为 $P = 2$. 通过数据库查询, 该市旅游景点历史上共发生游人拥挤事件 4 起. 根据前 3 次的数据进行分析, 结果见表 1.

表 1 前 3 次旅游拥挤事件分析

Table 1 Tourism crowd event analysis for 3 times

	前一天游客 人数 Y /万人	前 7 天 增长率/%	温度/ ℃	天气晴朗 指数 W	节日气氛 P	最大旅游资源 承载人数/万人	预计游客人数 T /万人	预警指标 Q /%
第 1 次	16	8(旺季)	12	3	6	20	18.928	0.946 4
第 2 次	18	7(旺季)	25	2	7	20	21.114	1.055 7
第 3 次	17	6(旺季)	0	3	10	20	18.870	0.943 5

从分析数据可知, 当预警指标 Q 在 0.943 5 和 1.055 7 之间, 或者高于 1.055 7 时, 发生人员拥挤的概率是比较大的.

编写一个 EJB 来实现这个算法. 将参数 (Y 、 C 、 W 、 P 、是否为旅游旺季) 通过 JSP 网页收集给界面 Agent, 然后调用端点 Agent (EJB 实现), 端点 Agent

调用资源承载算法库, 输入参数, 得出预警指标. 端点 Agent 从数据库中对过去的同类型的人员拥挤事故的 Q 值进行计算并且比较, 当预测 Q 值大于 0.946 4 时, 发出预警信息, 反馈给界面 Agent. 将第 4 次发生人员拥挤的数据输入浏览器界面, 计算得出的 Q 值如表 2 所示.

表 2 第 4 次旅游拥挤事件分析

Table 2 Tourism crowd event analysis for the fourth time

	前一天游客 人数 Y /万人	前 7 天 增长率/%	温度/ ℃	天气晴朗 指数 W	节日气氛 P	最大旅游资源 承载人数/万人	预计游客人数 T /万人	预警指标 Q /%
第 4 次	18	5(旺季)	-5	5	10	20	19.440	0.972 0

根据对 Q 值的比较, 发出人员拥挤预警报告. 上面的算法存储在端点 Agent 的算法库中, 是针对旅游人员拥挤意外事故的一个模型算法. 针对其他的意外事故也都设置了相应的模型算法. 用 J2EE 技术实现了这个资源承载算法, 对游客拥挤突发事件进行预测, 验证了本文提出的 Agent 框架的可行性和实用性.

5 结束语

本文利用 Agent 的反应性、自治性、面向目标性等构建了基于多 Agent 的旅游突发事件预警系统, 实现对各地突发事件的准确预警. 根据旅游信息的

参数属性对旅游数据进行分类存储. 预警系统接收到用户的输入数据后进行分析, 与对历年数据进行比较, 得出预测结果, 并给出预警报告. 利用获得的信息, 对可能发生的旅游突发事件进行预警, 以及早通知旅游活动组织方、活动人群、现场管理者等; 并且采取必要措施, 尽量减小突发事件的冲击, 将损失降到最低.

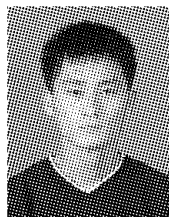
参考文献:

- [1] 梁留科, 周二黑, 王惠玲. 旅游系统预警机制与构建研究[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(3): 72-76.
LIANG Liuke, ZHOU Erhei, WANG Huiling. A research

- on the tourism precaution and construction[J]. Areal Research and Development, 2006, 25(3): 72-76.
- [2] YANG Kun, LIU Dayou. Agents: properties and classifications[J]. Computer Science, 1999, 26(9): 30-34.
- [3] BUI T, LEE J. An agent-based framework for building decision support systems[J]. Decision Support Systems, 1999, 25(3): 225-237.
- [4] 刘大有, 杨 鲲, 陈建中. Agent 研究现状与发展趋势[J]. 软件学报, 2000, 11(3): 315-321.
- LIU Dayou, YANG Kun, CHEN Jianzhong. Agents: present status and trends[J]. Journal of Software, 2000, 11(3): 315-321.
- [5] JENNINGS N R, SYCARA K, WOOLDRIDGE M. A roadmap of Agent research and development[J]. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 1998, 1(1): 275-306.
- [6] 罗 娜, 钱 峰, 涂善东. 多 Agent 环境下过程设备的分布式智能决策支持[J]. 自动化技术与应用, 2007, 26(2): 20-22.
- LUO Na, QIAN Feng, TU Shandong. Multi-Agent based distributed intelligent decision-making support system for process equipments[J]. Techniques of Automation Applications, 2007, 26(2): 20-22.
- [7] 方 义, 熊 璋, 王剑昆. 智能控制中的多 Agent 系统[J]. 控制理论与应用, 2006, 23(5): 127-129.
- FANG Yi, XIONG Zhang, WANG Jiankun. Multi-Agent

system in intelligent control[J]. Control Theory & Applications, 2006, 23(5): 127-129.

作者简介:



李汝亮,男,1982年生,硕士研究生,主要研究方向为智能信息处理、计算机网络等。



杜军平,女,1963年生,教授、博士生导师,中国人工智能学会常务理事、副秘书长,中国自动化学会智能自动化专业委员会副主任,中国人工智能学会智能空天专业委员会副主任,中国旅游信息标准技术委员会主任,世界工程组织联合会信息与通信委员会委员,联合国信息咨商委员会委员。主要研究方向为数据挖掘、Agent 理论与技术、智能信息处理、旅游智能信息系统等。近年来主持和完成了 20 多项国家级、省部级科研课题,其中国家自然科学基金项目 3 项,“863”计划重大项目 1 项,北京市自然科学基金项目 3 项,国家旅游局金旅工程项目 9 项,主持制订旅游信息化国家标准 2 项、行业标准 1 项。主持开发的“中国旅游目的地营销系统平台”获 2005 年度北京市科学技术二等奖。发表学术论文 130 余篇,其中被 SCI、EI 和 ISTP 等检索 50 余篇。

欢迎订阅《控制工程》期刊

★跟踪国际自动化最新动态 ★发布自动化领域最新研究成果 ★展示自动化领域最新产品

国际刊号:ISSN1671-7848 国内刊号:CN21-1476/TP

邮发代号:8-216 国内定价 15 元/期(全年 90 元)

《控制工程》期刊系国家教育部主管,东北大学主办国内外发行的国家级学术期刊。被《中国核心期刊(遴选)数据库》、“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)收录,被“中国学术期刊综合评价数据库”、“中国科学引文数据库(CSCD)”和“中国科协科技导报社”《中国学术期刊文摘》(英文版)收录为来源期刊。从 2002 年起,被俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)、英国《科学文摘》(SA, INSPEC)三大著名检索机构全文检索,

本刊是自动控制学科的学术期刊,主要刊登反映自动化技术及产品的研究开发及应用方面最新成果的研究报告,以及学术研讨和自动化高技术及其产品的介绍。

主要栏目:综述与评论、过程控制技术及应用、智能控制技术及应用、优化控制技术及应用、计算机控制系统及软件、机电一体化、电气自动化、检测装置及仪表、企业资源与管理系统、综合自动化系统、故障诊断、典型自动化工程、模式识别及图像处理等。

地址:沈阳东北大学 310 信箱

邮编:110004

电话:024-23883498、024-83687509

传真:024-23883498

E-mail:kzgcjb@mail.neu.edu.cn

网址: <http://www.kzgc.com.cn>