

基于 Agent 协同结构的巡检 GIS 研究与设计

孙敬杰, 杨军

(四川省基础地理信息中心, 成都 610081)

摘要:以巡检协同工作应用为背景,探讨了 GIS 平台下的 Agent 协同交互问题,提出了一种基于 Multi-Agent 的任务处理模型,定义了 Agent 层次关系、结构和权限定义规则。应用证明,该结构具有较强的灵活性和适用性,实现了分布式地理信息的高效处理机制。

关键词:Agent; 协同; GIS; 巡检

中图分类号:P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3177(2009)103-0078-04

目前国内很多部门均需要组织大量人员对社会进行日常巡检,维护社会秩序,保证正规环境,及时防止违法乱纪的情况发生。但现今大量日常巡检工作还局限在纸笔模式,巡检员与指挥中心的交流协作配合仍处于很低的水平,巡检力度无法得到进一步的加强^[2]。相关部门迫切希望利用 GIS 能实现对日常巡检工作的监督管理,从而进行分工合作,实时交互,提高巡检质量和工作效率,避免工作死角。

1 基于 Multi-Agent 交互模型

Agent 是指在一定环境中连续自主运行的实体,它具有自治性、交互性、反应性和主动性等特点。Agent 与对象很相似,但两者自治程度不同,自治的复杂性内涵也不一样。实际上,Agent 实现有很多地方要借助于对象思想。

多 Agent 系统(Multi-Agent)中单个的 Agent 的作用是很有限的,但把多个 Agent 组织起来形成的 Multi-Agent 系统,通过多个 Agent 之间的协作,可以完成很多复杂的任务。协作的方式有多种,包括独裁式、合同式、民主式和无政府式。独裁式由一个主 Agent 为其他 Agent 分配任务;合同式由一个 Agent 发布有关任务,通过协商等方式签订“合同”并完成任务;民主式中无主从之分,所有 Agent 决定任务和完成任务;无政府式中各 Agent 通过竞争完成任务^[6]。通过把复杂的任务划分成许多原子任务,按照一定的任务逻辑序列把这些原子任务再交

由各个的 Agent 执行,各 Agent 间协同工作,最终完成任务^[4]。在 GIS 中,最复杂的就是 GIS 分析功能的实现。以往的集中式 GIS 力求功能大而全,力图把所有 GIS 功能都包罗到一个单独的 GIS 系统中,结果不但系统臃肿庞大,操作困难,而且在功能上也往往不能满足需求。采用 Agent 技术,可把 GIS 功能原子化,形成独立的功能单元分布在网络上。使这些功能单元 Agent 迁移到各个功能端,相互协作完成任务的需求。巡检模型如图 1 所示:

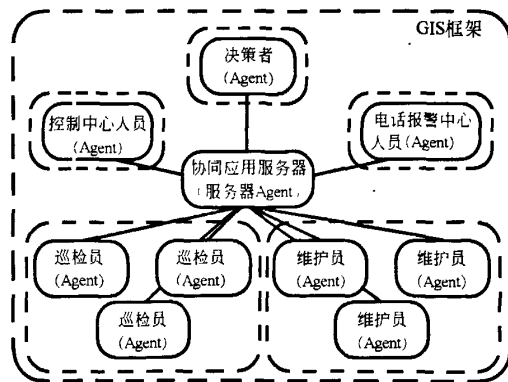


图 1 基于 Multi-Agent 的巡检模型

在巡检系统中,需要有巡检员、维护员、控制中心人员、电话报案中心人员和决策者多个 Agent 在 GIS 框架下交互、协同处理巡检任务,交互式协同 GIS 提供同步/异步信息交互环境,支持多 Agent 在协同环境下进行交互式空间信息处理,如协同巡检、

收稿日期:2008-07-31 修订日期:2008-09-01

基金项目:国家测绘局 2007 年基础测绘科技项目。

作者简介:孙敬杰(1982~),男,四川成都人,硕士,主要从事 GIS 软件开发等研究。

E-mail:Sun_JingJie@126.com

通讯作者:杨军(1963~),男,四川乐山人,高级工程师,主要从事分布式 GIS 研究。

协同报案、协同处理等。协同交互模型是对客观世界中巡检协同交互对象及行为相互关系的逻辑抽象,针对协同巡检地理空间的数据处理既有同步处理操作,又有异步处理行为,通信方式既存在同一网络中协同端间相互通信,又存在不同网络中协同端之间有选择的协同消息传递。结合 Multi-Agent 技术,本文提出基于 Multi-Agent 的混合巡检协同交流模型 MAPCIM(Multi-Agent Patrol Cooperative Intercommunion Model)。

2 协同语义设计

基于 Multi-Agent 技术的交互模型以现有的人员、任务等 Agent 为基础,着眼于巡检中协同交互这一基本问题,引入 Agent 语义概念,并定义相应的处理规则进行权限定义^[1],使巡检的协同行为变得更加简单、明了。

2.1 语义关系

考虑到 Agent 的自治性和协同性,结合协同 Agent 应满足的特性和协同 GIS 应用需求,本文将巡检协同 Multi-Agent 简单定义为一个五元组:识别(Discernment);任务(Task);通信(Communication);组织(Organize);行为(Action)。

(Organize);行为(Action)。语义定义可表示为:

<巡检协同 Multi-Agent> ::= <识别>
<任务> <行为>

<通信> ::= <GPRS (General Packet Radio Service)>

<识别> ::= <数据库监听> <身份识别>
<动态 GPS 定位>

<任务> ::= <固定流程任务> <临时派单任务>

<行为> ::= <巡检> <报案> <维护>
<监控> <处理> <决策>

<通信> ::= <通信原语> <多媒体通信内容>

<组织> ::= <调配>

每个协同 Agent 都是具有巡检任务目标的实体,在整个系统中担任不同角色,通过组织和识别方式获取环境变化和其他 Agent 的请求;通过行为划分,决定 Agent 以什么行为对整个巡检事件进行响应;通过通信机制,实现与其他 Agent 的信息交互,达到协同的目的^[3]。依据上述语义定义,协同 Multi-Agent 类结构图如图 2 所示:

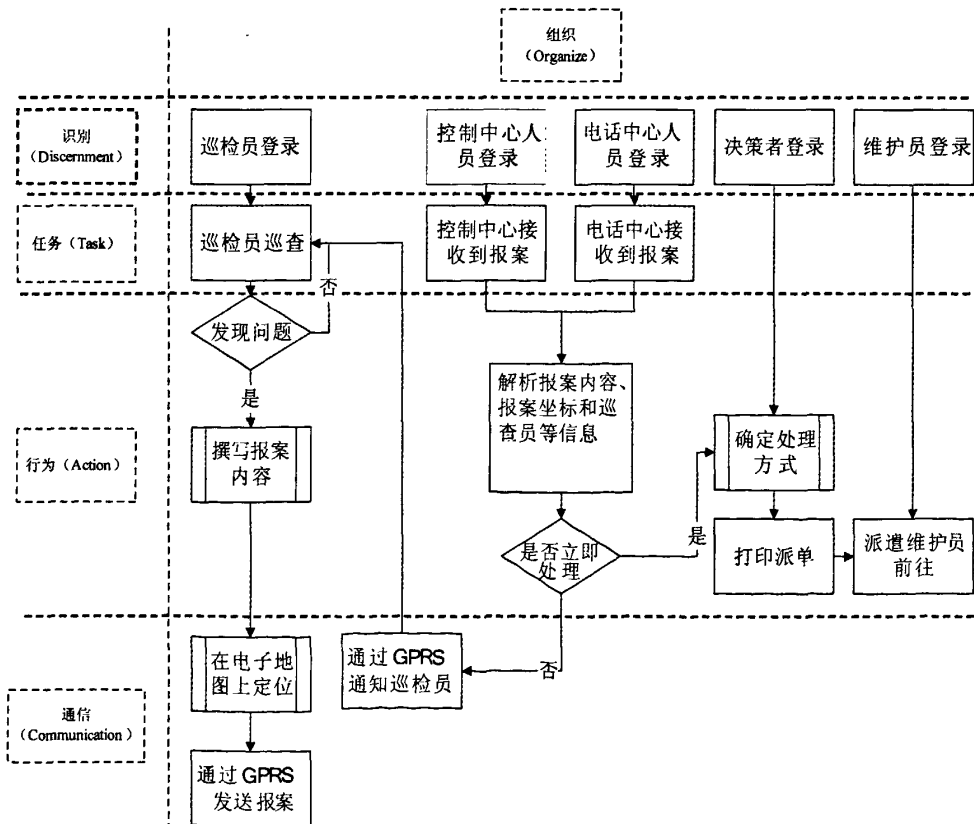


图 2 协同 Multi-Agent 类结构图

2.2 权限定义

Multi-Agent 应按照任务元组进行细分, 依据具体协同任务角色功能职责界定, 赋予合适的权限, 在行为元组上得以体现^[1]。假设 P 为权限集合, OP 为操作集合, 则给出定义如下:

定义 1: 假设 $p_1, p_2 \in P, op \in OP, p_1 \leq p_2$, 则 $(p_2, op) \Rightarrow (p_1, op)$ 。其中 \Rightarrow 表示推导关系; \leq 表示偏序关系, 例如 $p_1 \leq p_2$ 表示在 Multi-Agent 的权限结构中, p_1 位于 p_2 的包含内。则可知在同一标准下, 拥有偏序关系的不同对象同样具有推导关系。

定义 2: 假设 $p \in P, op_1, op_2 \in OP, op_1 \leq op_2$, 则 $(p, op_2) \Rightarrow (p, op_1)$ 。则可知在具有偏序关系下的不同标准中的同一对象也具有推导关系。

在 Agent 的结构树中, 任何 Agent 自动继承其父对象所具有的权限。所以对成都地区 1: 25 万数据、成都市 1: 1 万数据和成都市 1: 2000 地名库等多个空间地理信息数据对象均可以抽象为 1: 2000 数据, 以保证操作权限的完全兼容。定义 1 说明只需赋予一个权限 p_2 (1: 2000 数据, Read) 于起始 Agent 就可以达到 Multi-Agent 权限继承所能达到的 p_1 (1: 1 万数据, Read) 效果。定义 2 表示在 Multi-Agent 操作结构中, 操作类型自动包含在其祖先的权限定义中。所以只需定义权限 p_2 的操作类型 (成都市 1: 2000 数据, Write), Agent 就自动具有该数据 “Write” 和 “Read” 的操作权限, 无需另外定义权限 p_3 (成都市 1: 2000 数据, Read)。

3 巡检 GIS 中的 Agent 设计

本文从成都市质量技术监督局 “食品安全电子监管系统项目” 实际巡检工作流程出发, 设计各个 Agent 操作集合如表 1 所示:

4 系统分析

系统在协同应用服务器上采用 SQL Sever 2005 统一管理数据, 利用 Visual Studio 2005 开发任务和行为功能; 在 eSuperMap 平台上使用 Embedded Visual C++ 开发移动终端嵌入式巡查系统, 并利用 SQL Server CE 同步获取、编辑协同应用服务器; 使用 ArcMap 9.2 制作、融合空间地理数据。系统结构示意图如图 3 所示:

该系统实现了 Multi-Agent 工作流执行过程中

表 1 Agent 操作集合表

	行为
决策者	决策处理方式行为
控制中心人员	登录与用户管理
	成都市食品企业分布电子地图操作行为 (放大、缩小、平移、全屏、地理要素查询、测距、测面积、图层管理)
	成都市电子地图鸟瞰、图层分类行为
	成都市食品企业按模糊或精确方式查询、显示统计行为
	成都市食品企业建档、编辑档案和删除档案行为报警接收行为, 能接收移动终端包含有照片、声音和文字报警信息, 按到达时间先后顺序列表显示, 并在电子地图上实时显示报警点
	按模糊或精确方式查询当前报警和报警日志详情
	与移动终端实时交互行为
	实时监控、跟踪巡查员位置信息和移动轨迹行为
	按模糊或精确方式查询巡查日志详情
	维护员
巡检员	嵌入式电子地图系统操作行为
	GPS 定位、导航行为
	新增食品企业照片、属性采集行为
	突发事件报警行为
	食品企业按流程日常巡查行为
	基于无线网络的多媒体数据传输行为
电话报案中心人员	电话报警接收行为

对空间、属性数据的访问控制。在语义关系中, 根据 Agent 的任务定义行为和通信机制, 利用已定义的访问权限定义表进行 Agent 的访问控制。

实际应用证明, “食品安全电子监管系统” 在成都市质量技术监督局投入使用后, 大大提高了工作效率, 实现了成都市食品企业监督工作信息化、流程化, 按每月对成都市所有食品加工企业进行一次的巡查统计表明, 系统提高工作效率约 30%, 整体提高成都市的食品质量安全状况。

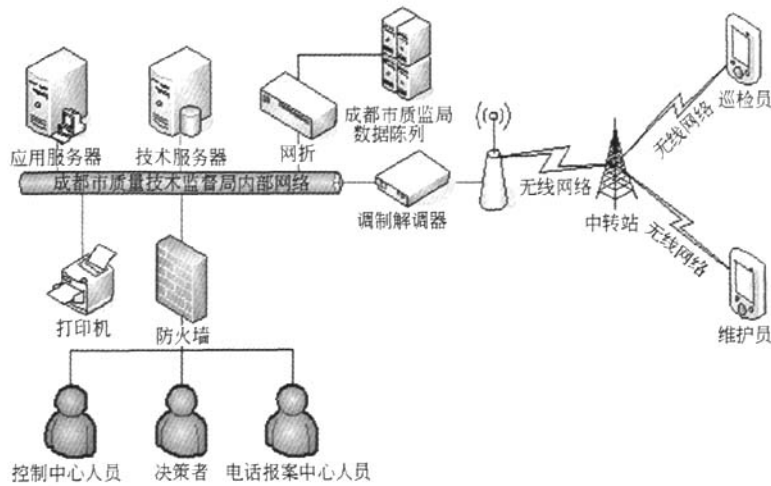


图3 “食品安全电子监管系统”结构示意图

5 结束语

考虑到当前分布式 GIS 所面临的问题, 本文从成都市质量技术监督局“食品安全电子监管系统项目”实际巡检工作流程出发, 引入 Multi-Agent 技术, 为此类应用问题找到一种结构清晰的一体化解决方案。基于 Multi-Agent 技术的分布式 GIS 具有

建立使用简单、模块层次清晰等特点, 具有很高的实用性。它支持地理信息和地理应用的互操作、地理空间信息的智能搜索、Multi-Agent 信息实时交互、动态空间跟踪定位、资源的有效管理、GIS 应用领域之间的协同工作等^[6], 在空间智能决策中有着无可比拟的优势, 具有良好的发展前景。

参考文献

- 1 何超英. 基于角色和任务的层次对象访问控制模型[J]. 武汉大学学报, 2006, 8(31): 716~719.
- 2 杨军, 甘泉, 杨卫华, 等. 交互式 GIS 系统及其在食品企业监管中的应用[J]. 地理信息世界, 2007, 1(1): 79~83.
- 3 李伟. 基于多智能体混合协同交流模型的协同 GIS 研究与设计[J]. 上海交通大学学报, 2005, 8(39): 1383~1388.
- 4 李谦. 基于 Agent 技术的分布式虚拟地理信息系统研究[J]. 测绘科学, 2006, 6(31): 121~122.
- 5 胡雪莲. 协同 GIS_CoGIS 概念初探[J]. 中国图象图形学报, 2003, 6(8): 715~720.
- 6 兰孝奇. 基于 Agent 技术的多层分布式 GIS 研究[J]. 河海大学学报, 2003, 5(31): 581~584.

Research and Design of a Patrol System Based on the Collaborative Agent GIS

SUN Jing-jie, YANG Jun

(The National Geometrics Center of SiChuan Province, Chengdu 610081)

Abstract: Based on collaborative patrol program, this paper discusses an agent collaborative geographic information system (Co GIS), and brings a model forward based on the multi-agent processing mission, and defines the hierarchical relationship, the construction and decision rules of agent priority. The application of this system has proved that it has a good flexibility and applicability, and has realized an effective distributed processing mechanism for the geo-information.

Key Words: agent; collaborative; GIS; patrol