

城市突发公共卫生疫情分析与决策系统的设计

李 琦, 郭玲玲, 甘杰夫

(北京大学数字地球工作室, 北京 100871)

摘 要: 在对突发公共卫生事件需求分析的基础上, 分析了城市突发公共卫生疫情分析与决策系统的基本功能, 阐述了突发公共卫生疫情分析与决策系统与数字城市之间的关系, 对其概念模型进行了设计, 并论述了系统的技术实现。

关键词: 突发公共卫生事件; 数字城市; 概念模型

Design of Urban Emergent Public Health Hazards Analysis and Decision System

LI Qi, GUO Lingling, GAN Jiefu

(Digital Earth Studio, Peking University, Beijing 100871)

【Abstract】 Based on the city's emergence public health hazards system (EPHHS) requirement analysis, this paper analyzes the basic emergence public health system functions and the relationship between the EPHHS and digital city. Then it gives the system conceptual model and describes the technology implementation of the system.

【Key words】 Emergence public health hazards system; Digital city; Conceptual model

城市突发公共卫生事件应急响应系统平台是在城市空间信息应用服务共享平台基础上开发的适合于各种公共卫生事件决策的辅助系统。不同类型的突发事件有不同的事故原因, 不同的监控渠道以及不同的处理方法。因而, 研究面向突发公共卫生事件的应急响应系统需要研究一个相对完整的信息化支撑体系, 包括事件监测、预警、事件信息采集、报送、基于专业模型的分析与处理、辅助决策与指挥调度等。

北京大学数字地球工作室国家“863”计划数字城市项目(基于 SIG 框架的数字城市应用服务系统与示范)项目组, 在数字城市总体设计的基础上, 进行了面向突发事件的数字城市应急指挥系统的总体设计, 并将此设计应用于数字城市突发公共卫生事件应急指挥决策支持系统中, 成功指导并实施运行了“北京市传染性非典型肺炎(SARS)分析决策支持系统”和“合肥地区非典防治决策支持系统”, 在北京与合肥两市的抗非典战斗中发挥了突出的作用。

1 突发公共卫生事件及其疫情决策系统基本功能

突发公共卫生事件是指突然发生、群体性的、造成或者可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病、重大食物和职业中毒以及其他严重影响公众健康的事件。主要包括^[1]:

(1)重大传染病疫情。指某种传染病在短时间内发生、波及范围广泛, 出现大量的病人或死亡病例, 其发病率远远超过常年的发病率水平。

(2)群体性不明原因疾病。指在短时间内, 某个相对集中的区域内同时或者相继出现具有共同临床表现患者, 且病例不断增加, 范围不断扩大, 又暂时不能明确诊断的疾病。

(3)重大食物和职业中毒。指由于食品污染和职业危害的原因而造成的人数众多或者伤亡较重的中毒事件。

(4)其他严重影响公众健康事件。指具有突发事件特征, 针对不特定的社会群体, 造成或者可能造成社会公众健康严

重损害, 影响社会稳定的重大事件。

城市突发公共卫生事件分析与决策支持体系的建立需要以各类已有城市应用系统为基础, 在基础信息系统和数学模拟系统支持下, 从各种不同角度处理突发卫生事件问题。同时分析与决策支持体系还应建立决策支持中心, 协调不同应用系统及不同层次的决策, 以信息可视化技术帮助城市疾病控制中心、卫生局、市政府实时了解非典型肺炎疫情动态传播态势。

整个疫情分析与决策系统面向 3 类用户: 公众, 系统管理和数据维护人员, 政府职能部门。

(1)公众: 利用 Web 方式、电话或移动设备获取和了解疫情信息。利用 Web 方式时, 可以查询访问到公众网上发布的疫情现状: 包括地图分布(如疫情医疗点分布、病例分布、高发区分布等)和统计数据(包括病例状况、医疗点状况、全国疫情统计等)。

(2)系统管理和数据生产维护人员: 数据生产维护人员从各部门(医疗卫生点、120 急救中心、疫情工作小组等)汇集数据, 加工数据; 并从地址信息中抽取点位信息生成若干点图层, 如病例患者的住所、工作地点等; 系统管理人员负责整理表单数据(空间和属性), 分类入库, 并负责维护系统的正常运行。

(3)政府职能部门: 在政务内网, 访问面向政府职能部门的公共卫生应急响应系统, 不仅可以获得公众网发布的疫情信息(地图和统计报表), 还可以获得参与疫情工作的各职能部门的资源分配状况(救护车分布、警力分布、隔离点分布、

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目“基于 SIG 框架的数字城市应用服务系统与示范”(2002AA134030)

作者简介: 李 琦(1955—), 女, 教授、博导, 主研方向: 数字城市, 空间信息科学, WebGIS; 郭玲玲, 博士生; 甘杰夫, 博士后

收稿日期: 2005-01-12 **E-mail:** liqi@pku.edu.cn

疫情防治物资分布、居民生活物资储备分布等),任务执行状况汇总以及疫情动态发展预测等高级的分析功能,并在相关领域专家的协助下进行疫情发展预测。

疫情分析与决策系统基本功能分为以下4类^[2,3]:

(1)疫情动态分析,具体包括:

1)区域疫情:在地图上进行城市区或特定区的街道办事处病例数、发病率疫情颜色渐变渲染分析。

2)病例分布:进行城市区或特定区的街道办事处病例(疑似、确诊等)的住址地图定位并标示。

3)病例转归分布:进行城市区或特定区的街道办事处死亡病例、痊愈病例的住址地图定位并标示。

4)动态演变:在地图上进行城市区或特定区的街道办事处疫情颜色渐变动态演变渲染分析。

5)历史曲线:

当日新增态势图:进行当日新增疫情确诊、疑似、总体人数曲线变化图分析;

总体累加态势图:按日期进行确诊、疑似、总体人数曲线变化图分析;

年龄分布统计图:按年龄段进行疫情分析;

政区疫情排序图:按街道办事处进行疫情统计排序;

疫情上报点直方统计图:按上报点进行确诊、疑似、总体人数曲线变化图分析;

医院疫情排序图(按职业):按职业进行疫情统计排序;

上报病例职业统计图(饼图):按上报病例职业进行确诊、疑似、总体人数饼图分析。

6)疫情综合查询:包括政区疫情、隔离区查询、聚集密度分析、模糊查询与地址定位。

(2)医疗救治资源管理与分析

管理、统计、分析医疗救治资源情况,并及时、动态反映各医疗救治机构病人收治情况,按时间、区域职业等作统计、趋势分析。

(3)防治与隔离情况分析

为控制疫情蔓延而采取隔离措施的情况。及时、动态反映为控制疾病传染而采取的各种检查措施的实施情况。并对学校、公园、商场、宾馆饭店、写字楼等公共场及重点单位的疾病防治与疫情控制措施、情况统计、分析。

(4)物质保障情况分析

城市突发公共卫生事件中应急处理物质、生活保障物质、救济捐献物质的管理、控制。

2 突发公共卫生疫情分析与决策系统与数字城市

突发公共卫生事件应急系统是数字城市系统的一个重要组成部分,其总体设计思路与数字城市系统一致,是基于数字城市数据层、管理层和服务层之上的一个典型应用(如图1)。在数字城市的框架内与其他相关系统和信息资源实现互动,系统的建设和运行需要数字城市的一系列基础性资源的支持,包括遥感数据库、地图数据库等基础空间数据和人口库等经济社会数据库,以及相关的基础性服务,如GIS服务、安全服务等。如果一个事件的影响范围已经跨越了城市的边界,则该系统应该在数字中国甚至是数字地球的框架下实现地区之间的互动,以便共同应对突发事件。

3 突发公共卫生疫情分析与决策系统概念模型

突发公共卫生疫情分析与决策系统围绕城市应急响应中心构建,其概念模型如图2所示,分为基础数据层、资源管理层、服务支撑层和应用层4层。

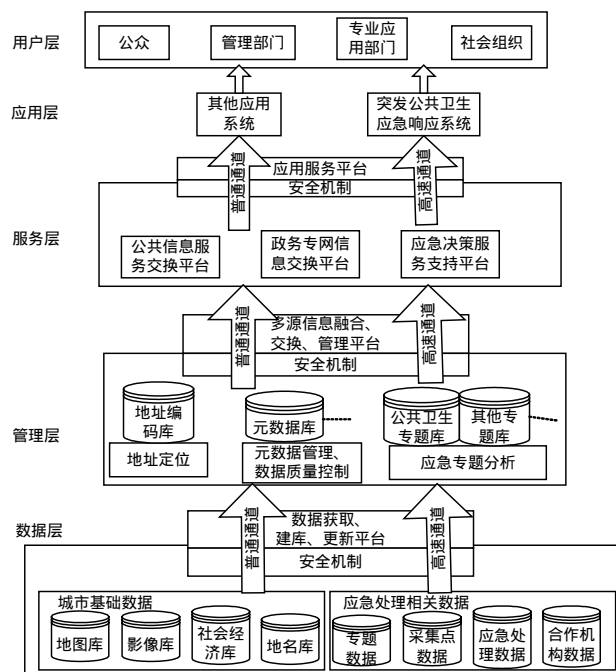


图1 应急响应系统与数字城市的关系

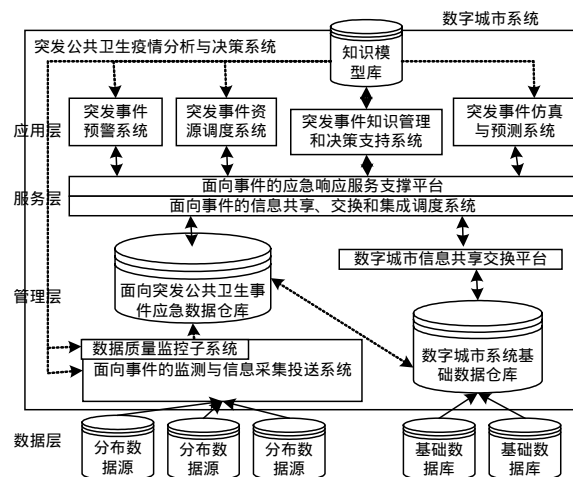


图2 系统概念模型

在数据层,面向事件的监测和信息采集报送系统通过监测网络实时获取公共卫生危机源的相关数据,经过数据质量监控系统核查后,报送公共卫生数据仓库系统。

在资源管理层进行面向公共卫生事件的信息共享、交换与集成调度。

服务支撑层实现城市突发事件的应急响应过程中所需的各种基础性服务及平台支撑,在这个服务支撑平台上,可以方便地构建应用系统,实现基础性服务的高效重用。

在应用层,突发事件预警系统根据报送的数据和公共卫生领域知识进行定期检查提醒;突发事件仿真和预测系统根据历史的经验以及专家的知识对相关突发事件的危害程度进行仿真预测和预测,为领导提供辅助决策;面向事件的资源调度系统实现跨部门分散资源的统一集成调度;突发事件知识管理与数据挖掘服务系统实现知识库和分析模型库的管理,并在知识库和模型库的支撑下,为面向公共卫生事件的应急响应服务支撑平台提供一系列数据挖掘服务;数据挖掘获得的规则和知识将被保存在知识库中;知识库中的知识将被运用到面向事件的监测与信息采集报送、数据质量监控、突发事件预警、突发事件仿真与预测等各系统中。

4 突发公共卫生疫情分析与决策系统共享与服务互操作平台

突发公共卫生疫情分析与决策系统作为城市电子政务系统重要的一部分,需要与市政府相关部门各不同应用系统进行整合,达成各相关系统在面对处理突发公共卫生疫情时的实时信息共享与协作,以实现决策指挥一体化信息平台。主要包括以下几方面工作:

(1)业务整合:从业务逻辑上对系统进行整合,使被接口系统与本系统成为一个有机的整体。

(2)数据整合:从业务发生的信息层进行整合,包括语义整合、语法整合、存储整合。

(3)功能整合:其中功能整合与被接口系统相互通过应用接口进行整合,是一种较先进的整合方式,可能遇到的困难是被接口系统目前没有足够的数据访问应用接口,因此需要被接口系统增加这些功能。

(4)界面整合:将被接口系统的功能选项嵌入到本系统的决策指挥一体化信息平台之中,从而进行远程功能调用。

具体包括各行业数据模型分析,在此基础上进行行业数据查询与格式转换;行业数据和信息定义、描述和索引;行业数据和信息服务登记、存储和搜索机制;行业数据和信息服务信息代理和动态连接;行业数据和信息服务监督、质量保证和安全保护机制。

5 突发公共卫生疫情分析与决策系统技术实现

作为基于空间信息网格(SIG)框架的数字城市应用服务系统与示范项目的典型应用,北京市传染性非典型肺炎分析决策支持系统利用项目关键技术研究 and 系统研发的系列成果,作为一个实际运转的应用系统为北京市预防和应对 SARS 事件提供了良好的分析与决策支持服务。该系统依托数字北京空间信息平台,结合每天北京市各个区县、乡镇街道、定点医院、发热门诊医院、数百个防“非典”小分队的调查数据,通过电子地图进行实时动态数据显示,并根据时间段、地域范围等条件,对各类专题信息进行查询、统计和分析,提供常规分析手段无法具备的空间关联分析能力和各种数据挖掘服务,以服务于预防和应对 SARS 事件的决策过程。北京市传染性非典型肺炎分析决策支持系统的总体结构如图 3 所示,主要内容包括:

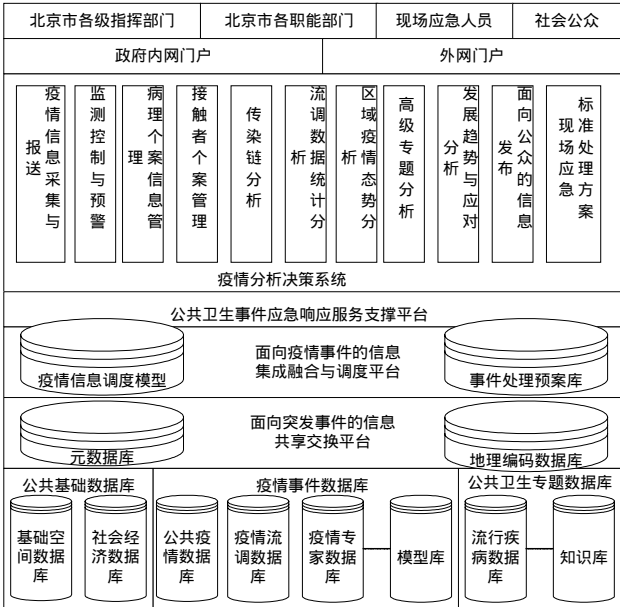


图 3 系统软件体系结构

(1)SARS 监测网络体系、疫情报告体系、预警预测体系及 SARS 事件相关数据库的建设。

(2)针对北京市的特点和地理编码关键技术,构建了北京市地理编码数据库。

(3)建立系列基础知识库。包括病人危险度评价和分级分类管理;SARS 的识别、分析、诊断、治疗、评价、预防控制及其管理防治;SARS 个体防护用品、环境安全防护设施及其配置标准及其正确的使用说明;北京市、国家和国际相关安全、健康、环保规则及其标准防护知识。

(4)构建面向 SARS 事件的信息调度模型和处理预案。

(5)基于系列知识库,构建面向 SARS 事件的数据挖掘模型。包括疫情信息采集与报送系统、病理个案信息管理系统、接触者个案管理系统、流调数据统计分析与传染链分析系统、区域疫情态势分析系统、高级专题分析系统、发展趋势与应对分析系统、面向公众的信息发布系统、标准处理方案(现场应急)管理系统、建立北京市传染性非典型肺炎分析决策支持系统。系统运行界面如图 4 所示。



图 4 系统界面

6 总结

城市突发公共卫生疫情分析与决策系统需要根据突发公共卫生事件预防与应对的需求,本文在研究突发公共卫生事件应急指挥体系和信息技术支撑体系的基础上,建设城市信息资源共享交换平台和以突发公共卫生事件为主线的多源信息集成与调度平台,实现事件相关信息资源之间的互联互通和融合,最终形成能够服务于政府和公众的突发公共卫生事件应急系统整体解决方案和可重用、易移植、可定制的一系列基础软件产品,促进信息化技术在突发公共卫生事件预防与处理过程中的深入应用,为科学的决策提供强有力的支撑,以尽可能地降低和减少突发公共卫生事件给社会带来的危害和造成的损失。

参考文献

1 国务院. 突发公共卫生事件应急条例[M]. 北京: 中国法制出版社, 2003-05.
2 李 琦, 刘纯波, 李 斌. 城市突发公共卫生事件应急指挥系统空间数据模型设计[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(1).
3 突发公共卫生事件应急系统平台及关键技术研究文档[Z]. 北京市信息资源管理中心, 2003-05.
4 Ang M L, Peers K, Kersting E, et al. The Development and Demonstration of Integrated Models for the Evaluation of Severe Accident Management Strategies——SAMEM[J]. Nuclear Engineering and Design, 2001, 209(1-3): 223-231.