

# 基于 PPGIS 的社会化震害信息获取模型研究<sup>\*</sup>

尹章才<sup>1,2</sup>, 章光<sup>1,2</sup>, 李井冈<sup>3</sup>, 李元初<sup>1</sup>

(1. 武汉理工大学 资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430070; 2. 武汉理工大学 矿物资源加工与环境重点实验室, 湖北 武汉 430070; 3. 中国地震局 地震研究所, 湖北 武汉 430071)

**摘要:** 从充分利用社会化信息资源的角度, 针对目前地震应急反应中灾情信息收集慢、费用大等问题, 研究提出基于 PPGIS 的社会化震害信息实时获取模型。以实现快速验证和修正基于灾害经验给出的地震影响和灾情评估结果, 为地震的应急指挥决策提供更可靠的基础信息。

**关键词:** 公众参与; GIS; 地震灾情汇集; 手机短信

**中图分类号:** P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)03-0135-05

震后应急反应是减轻震害的关键措施之一, 而应急反应的关键是震情数据的快速获取与处理。地震破坏性信息的时效性和准确性是地震应急指挥决策的重要基础。美国和日本在破坏性地震应急处置规划中, 十分重视灾害信息的收集与传递, 确保灾害发生后在最短时间内取得准确的灾害信息并保障流畅的信息传递渠道。我国城市破坏性地震应急反应目前仍存在不足<sup>[1]</sup>: ①灾情信息收集缺乏公众参与、速度慢, 这与地震应急对时间的紧迫性要求不相适应; ②灾情信息缺乏正确性与有效性评价体系与统一的衡量标准, 使得信息的可靠性和可比性大为降低; ③灾情信息缺乏有效的表达机制与分析模型, 基于震害经验的应急决策与现代化科学指挥决策体系相抵触。

随着 GIS 技术的发展, 空间数据在防震减灾领域的应用日益广泛<sup>[2,3]</sup>, 本文针对目前我国震害应急反应存在的不足, 从充分利用社会化信息资源的角度, 以手机定位、Internet、PPGIS 等技术支撑, 以手机短信、Web 问卷等通讯方式为手段, 研究基于 PPGIS 的震害现象获取系统, 以实现快速验证和修正基于灾害经验给出的地震影响和灾情评估结果, 为地震的应急指挥决策提供更可靠的基础, 并成为指挥部门了解灾情发展情况的有力工具和重要手段<sup>[4]</sup>。

## 1 公众参与震害信息收集的意义与方法

### 1.1 公众参与震害信息收集的意义

一场严重地震灾害的应急抢险, 实际上是动

员组织全社会力量应对地震灾害的战斗<sup>[5]</sup>。需要在短时间内动员巨大的人力、物力, 投入抢险救灾并获得成效, 快速、正确收集震害信息就成为高效、有序开展应急工作的基础。公众在震时既是地震的直接受害者与应急服务对象, 也是地震的直接感受者与灾情信息的传递者。公众参与可以节省时间和费用, 有助于得到公众的响应与更好地处理危机<sup>[6]</sup>。震害数据客观上的分布性和应用上的紧迫性导致震害数据的采集工作强烈需要公众的参与, 这样, 既能提高应急指挥决策的正确性与速度, 又能加快公众所需的应急服务。

### 1.2 手机短信为公众参与震害信息收集提供物质基础

地震发生后, 人们通常用抽象化的方式, 如文字、语言、图像等来表达在地震中的经验和理解, 并通过各种通信方式与外界进行交流与共享。这可能造成移动通信网络的负担突然放大数倍, 正常的语音通话可能无法进行, 而短信依然够使用。手机短信的精确的分众化传播——到达每个受众点, 同时每个受众都可以成为信息的传递者, 为公众在突发事件中提供重要的应急通讯手段。

手机的拍照、录像、录音、文本编辑等多媒体信息采集与表达功能、以及手机的定位功能为突发事件灾情空间信息的全方位描述提供了基础; 手机短信的非强制及时获取、无连接服务等传播特点为灾情信息的快速收集和参与 PPGIS 提供了前提<sup>[7]</sup>。因此, 手机不仅能接收离心化的防灾预

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2007-11-14

基金项目: 湖北省自然科学基金(2006ABA322)

作者简介: 尹章才(1972-), 男, 湖北大冶人, 副教授, 博士, 从事开放式地理信息系统、时态 GIS 研究。E-mail: yinzhangcai@163.com

警短信服务,还能提供向心化的灾情信息收集服务,手机短信成了防灾减灾的一个重要手段<sup>[8]</sup>。

### 1.3 公众参与震害信息收集需要手机定位的支持

在大多数情况下,手机用户都无法准确报告他目前的位置<sup>[9]</sup>,往往采用所在地的地名、邮政地址、邮政编码或线性参考系统来描述位置。然而,地名是地理参考最简单的方法,但地名的含义不同人的理解不同,且含义会随着时间的逐渐消失,而且用户对地名的描述往往是不准确、不完备的,只能描述大致地点<sup>[10]</sup>。邮政地址为地球上每个处所都提供了惟一的标识,可以方便地对住所和办公室建立地理参考,但不能处理自然要素。线性参考系统利用网络中从指定参照点沿着指定路径的距离来描述位置,在围绕线性网络的应用中得到广泛的发展,但精确定义长度往往也有困难。因此,公众参与震害信息收集也迫切需要手机定位的支持。手机用户向合适的网络服务器发一个请求,利用手机定位技术服务器就能确定用户的位置,为信息收集提供地理定位。此外,应急反应是手机定位最大的驱动力之一,应急服务为手机定位提供了最强的动机之一。

## 2 基于 PPGIS 的震情信息获取处理模

基于 Web 地图的公众参与工具通常是指公众参与 GIS (PPGIS, Public Participation GIS)。PPGIS 是社会行为与 GIS 技术在某一地理空间上的结合,它通过网络实现地理信息系统数据的获取、分享和交互处理,体现个人、社会、非政府组织、学术机构、宗教组织、政府和私人机构之间的合作伙伴关系<sup>[6]</sup>。

### 2.1 基于 PPGIS 的震情信息收集研究现状

基于地震灾区的灾情地图制作属于 PPGIS 的概念范畴<sup>[11]</sup>。在地震烈度评估中,除了基于自动化的传感器方法外,一些基于人类感知的数据已经被应用于地震事件的研究过程中。由美国地质调查局研制的著名的系统“Did you feel it?”,通过 Web 收集由公众提供的关于烈度评价的数据,并制作成数字地图<sup>[12]</sup>,从而能快速计算地震发生的范围<sup>[13]</sup>。Dumfries 地震调查局也采用了由公众提供的数据<sup>[14]</sup>。德国正在研制基于公众参与的地震烈度地图,通过 PPGIS 收集基于公众参与的地震烈度评价数据<sup>[15]</sup>。在此基础上,董翔<sup>[4]</sup>研究了如何把基于地震应急基础数据库的灾情评估结果与基于社会网络资源的灾害信息调查结果有机地结

合的方法。

社会性行为研究应用中基于 PPGIS 的数据收集策略需要综合考虑社会性行为研究背景与数据收集方法<sup>[16]</sup>。PPGIS 的核心是允许用户通过多种形式管理和表达数据。手机短信是公众传播、分发、共享社会化信息的重要媒介,也是参与 PPGIS 及其收集社会化信息的基本方式。然而,上述系统都未能将手机短信作为社会化信息实时收集及参与 PPGIS 的工具。

### 2.2 基于 PPGIS 的震情信息体系

基于 PPGIS 的震情信息收集处理体系是以 PPGIS 对震害现象的快速获取系统与地震应急指挥系统的支撑为框架,以震情信息的有效传递为纽带,集成、整合、耦合震害现象快速获取系统、PPGIS 及地震应急指挥系统的基础上而形成的分布式松耦合的开放式系统,以实现社会化震情信息的实时收集、处理及其对基于震害经验的评估数据进行动态验证、修正,为应急辅助决策提供准实时的空间信息支持。在逻辑上,该体系由 3 个主要部分构成:基于手机短信的震害现象获取系统、PPGIS 系统与地震应急指挥系统(图 1)。

### 2.3 震情信息的有效传递机制

基于手机短信的震害现象获取系统主要负责将现场震情现象向灾情数据转化。公众通过手机短信、Web 问卷等方式数字化所感受的地震现象,并向 PPGIS 系统提交。另一方面,对应急指挥系统所反馈的个性化震害地图,公众通过参与 PPGIS 为震害地图的及时更新提供灾情数据。

PPGIS 系统主要负责将灾情数据向灾情信息转化。PPGIS 对多源震情数据进行集成、整合、分析的基础上,将震情数据转化为有用的震害现场数据,并向地震应急指挥系统发送。

地震应急指挥系统主要负责将灾情信息向地图信息转化。地震应急指挥系统利用准实时的震害现场数据验证和修正基于地震应急数据库给出的震害经验数据,包括地震影响和灾情评估结果,并将灾情信息转换为可视化的震害地图。地图是地理信息最直观、最恰当的表达,是地理信息的最终视觉结果。对于多数公众来说,他们对数字和表格并不感兴趣,而当一幅显示所在地的地图展现在人们面前时,人们就会觉得亲切和熟悉<sup>[6]</sup>。

地图信息优势向决策信息优势转化。地图是重要的交流和决策支持工具,能够更快速而直接地传达更多、更丰富以及更易于人们理解的知识 and 信息,从而能快速地说服决策制定者。通过向

应急指挥中心、公众发送个性化的多重表达地图,

为开展自救、互救、应急服务提供辅助决策信息。

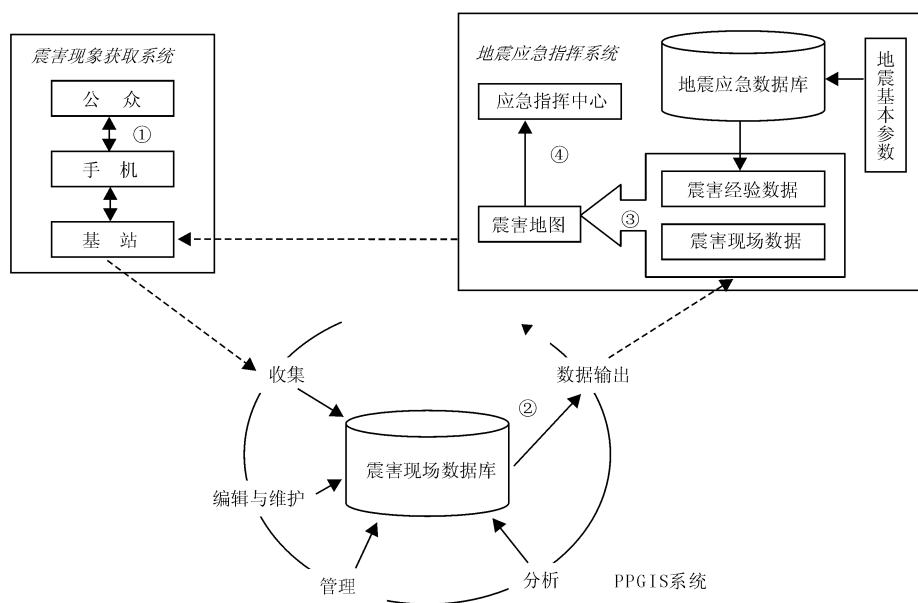


图1 基于 PPGIS 的震情信息系统模型

### 3 需要解决的关键问题

#### 3.1 基于 PPGIS 的社会化震情信息正确性分析

地震影响范围是一个连续的场,我们可以将其看成是一个样本空间;手机短信、新闻信息等多源离散的灾情信息可以看成是一种采样。由于不同楼层物体的运动受地震的影响不同,从而导致 PPGIS 在同一位置所获取的灾情信息不同,因而需要利用同一地点不同现象之间存在的相关性分析评价采样点的灾情信息的正确性。地理数据的另一个本质特征是空间的自相关性。通过点模式分析与空间插值方法,利用采样点之间的灾情信息的自相关性,构建地震影响场的地理数据统计模型,提高灾情数据的质量。

由于用户的不同文化、教育、年龄、心理等背景,文字表达本身的模糊性,以及手机短信字数的限制与输入的不方便等特点都直接影响灾情现象、位置的直接表达,从而产生了灾情信息的不确定性,因而需要进行震情数据的正确性分析<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 灾情数据结构转换模型

基于 PPGIS 的震情信息系统中,灾情数据按其结构化程度可以分成三种:①完全无结构的数据,在灾害现象获取系统中手机短信、图象、录像、声音等文件数据;②完全结构化的数据,在地震应急数据库中的关系型、面向对象型数据;

③半结构化数据,在震害现场数据库中的 Web 数据。在抽象层次上,无结构化数据是面向人的自然语言文本数据,便于人们阅读<sup>[17]</sup>,而结构化数据是面向计算机处理的数据结构,半结构化数据介于两者之间,具有一定自然语言与数据结构的特点,既面向计算机处理,又能便于人们阅读(图 2)。

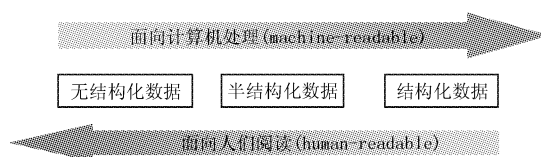


图2 数据的结构性分类

在灾害现象获取系统中,公众在没有专门培训的情况下,往往采用具有区域性的自然语言描述在地震中的感受,具有典型的无结构化语言特点。在 PPGIS 系统中,公众通过 Web 问卷、Web 留言、Web 讨论等形式参与 PPGIS,这些不同 Web 数据源不受同一模式约束,而且要求数据整合;需要与震区异构的基础地理数据库进行数据交换和转换;需要采用自描述模式辅助浏览结构化或半结构化数据。以上这些因素致使传统数据模型(关系模型和面向对象模型)不足以表达和处理半结构化数据集。在地震应急指挥系统中,空间属性数据存储通用关系数据库或关系对象数据库中,都遵循一个显式定义的、固定不变的数据库模式。

因此,基于 PPGIS 的震情信息系统包括无结

构化到半结构化、半结构化到结构化、结构化到无结构化等三种数据结构转换方式。其中,无结构化到半结构化的转换属于数据挖掘方面的范畴,抽取无结构化地震文本描述的震情信息,并采用半结构化方法描述,便于计算机处理,是该系统的关键环节,也是数据转换中最困难的部分。将结构化数据转化为无结构化数据,便于人们阅读。

### 3.3 基于 AJAX 的灾情信息异步交互

地震发生后,PPGIS 的 Web 问卷验证、Web 地图的连续更新具有突发性通信特点,且由于地图数据的海量性等需要占用大量的计算与网络资源。因而采用基于同步交互的传统的 Web 应用模式,可能造成基于 Web 的防震减灾信息系统的瘫痪。

AJAX 技术的无刷新更新页面、减轻服务器与网络负担并利用客户端闲置资源、减少客户实际和心理的等待时间等优势,为交互操作较多、数据读写频繁和数据分类良好的 Web 矢量地图连续更新等应用提供了一个很好的解决方案。因此,将 AJAX 的“按需取数据”理念应用于震情 Web 地图的增量更新中,不仅能增强用户体验,还能最大可能地减少冗余请求和响应对服务器、网络造成的负担。然而,AJAX 在基于 Web 的防震减灾信息系统中的应用还处于理论研究阶段。

## 4 结语

公众参与是 PPGIS 的重心,PPGIS 为公众参与提供了网络平台。震情信息、公众、网络客户端与手机的分布式特征,公众在主观上要求通过手机、Web 等工具参与 PPGIS 以实现震害现象的提交、交流与共享。在客观上,公众所反馈的震害现象为地震应急指挥系统提供了实时的震情信息。因此,将社会化的震情信息收集系统与地震应急指挥系统通过 PPGIS 进行有机结合是本文研究的出发点。研究提出基于 PPGIS 的社会化震害现象获取系统,为地震的应急指挥决策提供更可靠的基础信息,为公众开展地震自救、互救提供灵活的空间信息支持,也为面向公众的社会化信息的收集提供了参考。然而,PPGIS 技术发展的不成熟、及其在社会化信息收集中的应用还处于起步阶段等因素,给基于手机短信的震情信息收集、转化等研究带来了很多困难,有关这方面的理论分析和实际应用还有待进一步发展。

## 参考文献:

- [1] 邢海灵,蒋通,李文艺.城市破坏性地震应急预案修订要点探讨[J].地震,2005,25(3):115-121.
- [2] 耿国梁,朱晓华.地理信息系统技术在防灾减灾中的应用与前瞻[J].灾害学,2000,15(4):73-77.
- [3] 邹逸江.城市应急联动系统的研究[J].灾害学,2007,22(4):128-133.
- [4] 董翔,肖兰喜,杜宪宋,等.基于网络的山东地震灾情收集分析处理系统[J].华北地震科学,2007,25(3):6-10.
- [5] 张毓丰,邓民宪.地震现场应急救援的通信系统设计[J].灾害学,2005,20(4):111-115.
- [6] 何宗宜,刘政荣.公众参与地理信息系统在我国的发展初探[J].测绘通报,2006,(8):33-37.
- [7] Clark A, Bridge C. A Community Mapping Project: The exploration of mobile phone cameras linked to GPS positioning, to document the built environment, as facilitator or negator of community participation by people with disabilities, Communities and Action: Prato CIRN Conference 2007 [EB/OL]. <http://www.confcool.net/prato2007>.
- [8] 王万瑞,王媛.陕西手机短信气象服务发展问题思考[J].陕西气象,2006,(1):49-50.
- [9] Longley P A, Goodchild M F, Maguire D J, Rhind D W. Geographic Information Systems and Science [M]. SECOND EDITION, John Wiley and Sons, Ltd, 2005.
- [10] 曾文,鄢军霞.城市 GIS 地名定位工具的设计及应用[J].中国地质大学学报:地球科学,2006,31(5):725-728.
- [11] PPgis, PPgis. net-Open Forum on Participatory Geographic Information Systems and Technologies [EB/OL]. URL: <http://ppgis.iapad.org/>, 2007.
- [12] USGS, Did You Feel It? -Community Internet Intensity Maps [EB/OL]. URL: <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/dyfi.php>, 2007.
- [13] USGS, Did You Feel It? Citizens Contribute to Earthquake Science [EB/OL]. <http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3016/>, 2005.
- [14] BGS. Dumfries Earthquake Survey Results [EB/OL]. URL: [http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/earthquakes/reports/dumfries\\_26122006/dumfries\\_macro\\_results.htm](http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/earthquakes/reports/dumfries_26122006/dumfries_macro_results.htm).
- [15] Haubrock S, Wittkopf T, Grünthal G, Dransch D. Community-made Earthquake Intensity Maps using Google's API [C]//10th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Aalborg University, Denmark, 2007: 1-5.
- [16] NYERGES T, JANKOWSKI P, DREW C, Data - gathering strategies for social - behavioural research about participatory geographical information system use [J]. Int. J. geographical information science, 2002, 16(1): 1-22.
- [17] 尹章才.地图表达机制及其基于可扩展标记语言的描述[D].武汉:武汉大学,2005.

## A Collection Model of Earthquake Damage Information based on PPGIS

Yin Zhangcai<sup>1,2</sup>, Zhang Guang<sup>1,2</sup>, Li Jinggang<sup>3</sup> and Li Yuanchu<sup>1</sup>

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;

2. Key Laboratory of Minerals Resource Processing and Environment of Hubei Province, Wuhan 430070, China;

3. Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071, China)

**Abstract:** Considering that, in process of earthquake emergency response, collection of disaster information is slow and cost is high, a new earthquake damage information collection model based on PPGIS is worked out in the light of taking full use of socialized information resources about earthquake. It can verify and revise the results of earthquake influence and damage evaluation, so as to lay a reliable foundation for earthquake emergency decision-making.

**Key words:** public participation; GIS; earthquake damage collection; mobile phone short message

### 下期要目

沙尘暴中的能量反馈 .....	于长水, 王静爱, 史培军, 等
矿山灾害系统的脆性关联分析 .....	刘辉, 吴超
华北地区断层形变异常强度与地震的关系 .....	郭良迁
污水灌溉风险概率分布的研究 .....	黄鑫, 李洪良, 邵孝侯, 等
集中式饮用水水源地安全预警系统框架的研建 .....	于凤存, 方国华, 肖秋英
安徽省地质灾害气象预警预报研究 .....	吴跃东, 向钊, 马玲
黑龙江省低温冷害发生规律及预测研究 .....	李文亮, 张冬有, 张丽娟
陕西未来 15 年地震灾害损失预测研究 .....	邵辉成, 刘春, 刘华峰
城市生命线系统暴雪冰冻灾害链分析 .....	周靖, 马石城, 赵卫锋
福建省热带气旋暴雨型地质灾害特征分析 .....	刘爱鸣, 黄志刚, 高珊, 等
陕西省雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划 .....	李彩莲, 赵西社, 赵东, 等
影响灾后恢复期的因素分析——基于水灾灾民的调查 .....	苏筠, 林晓梅, 李娜
基于营养系统的灾害避难所规划的概念模型 .....	徐伟, 冈田宪夫, 徐小黎, 等
劳动力外出务工对承灾体恢复力的影响——以河北省邢台县旱灾调查为例 .....	万金红, 王静爱, 李睿, 等
区域减灾能力信任与公众水灾风险认知——基于社会调查及分析 .....	张美华, 苏筠, 钟景鼎
建筑火灾风险评价及保险费率厘定的探讨 .....	田玉敏, 蔡晶菁
四川汶川 8.0 级地震典型遗址遗迹综合评估 .....	彭晋川, 陈维锋
公路隧道事故分级及其应急救援研究 .....	姜学鹏, 徐志胜
长大隧道消防安全评估的新思路 .....	杨高尚, 彭立敏, 安永林
人工燃气爆炸与中毒事故危害定量比较分析 .....	崔辉, 徐志胜, 宋文华
城市社区应急文化体系构建研究 .....	张华文, 陈国华, 颜伟文
林业生物灾害的监测调查技术研究进展 .....	武红敢, 曾庆伟
酸雨的危害及其防治综述 .....	牛建刚, 牛荻涛, 周浩爽
干旱遥感监测方法研究应用进展 .....	闫娜, 杜继稳, 李登科, 等
基于复杂网络的灾害信息传播特征研究 .....	陈长坤, 李智, 孙云凤
四川汶川 8.0 级地震间接经济损失评估方法 .....	都吉夔, 张勤, 宋立军, 等
地震现场数据共享标准化研究及其标准起草 .....	黄宏生, 王晓青, 孙柏涛, 等
苏南地区新农村水系规划防洪安全校核 .....	张超, 徐向阳, 刘俊, 等