帅向华，郑向，刘钦，2011. 基于 SMS/GPS/GIS 地震灾情获取处理技术研究与实现. 震灾防御技术，**6**（2）：164—171.

基于 SMS/GPS/GIS 地震灾情获取处理技术研究与实现[1]

帅向华 [1)]　郑　向 [2)]　刘　钦 [1)]

1）中国地震台网中心，北京　100045
2）中国地震局地震预测研究所，北京 100036

摘要　本文研究了基于 Windows Mobile 的 SMS 与 GPS 的嵌入式集成开发技术，以智能移动终端作为地震现场灾情获取与传输的手段；同时还研究了 SMS 与 GIS 的无缝集成技术，实现灾情信息的可视化分析，借助 GIS 空间分析技术进行地震现场灾情空间分布研究。本文建立了基于 SMS、GPS 和 GIS 相结合的地震灾情获取处理模式，并基于 GSM 移动网关和信息机实现了该方法。该方法的模式可以应用于多种远程信息获取领域。

关键词：地震现场　灾情采集　GIS 技术　GPS 技术　空间分析

引言

地震发生之后，掌握地震现场情况是开展抗震救灾工作的关键，而地震灾情的快速获取又是掌握地震现场情况的一个核心环节。目前，我国的地震灾情获取主要依靠地震现场工作人员进行的灾情收集，而现场收集资料主要以文档和照片为主，这些资料在送达后方指挥部时，很难在短时间内整理出来并在震区地图上进行空间定位和灾情识别表达，难以从空间上直观反映灾区情况。这种现状严重影响到抗震救灾方案的部署工作。汶川地震后，研究人员开始研究利用遥感技术空间观察模式，来获取灾区灾情并进行灾情识别处理，但由于震后灾区云雾气象条件和卫星重访周期的交叉制约，难以及时获得高几何分辨率的卫星遥感影像。因此，主要利用低空遥感平台低高度、云下作业模式，来获取大比例尺真彩色遥感影像用于灾情判断（秦军等，2010）。即便如此，一般情况下利用低空遥感平台的获取时间是震后 6 小时。例如，青海玉树地震中，灾区第一批高分辨率遥感图像是中国科学院对地观测与数字地球科学中心的遥感飞机于 2010 年 4 月 14 日 15 时 30 分获取的，空间分辨率为 40cm，约为震后 8.5 小时。由此可见，震后 2 小时之内的灾情获取手段严重缺乏。随着 GSM、GPRS、CDMA、3G 等无线网络技术的不断发展和日趋成熟，以及 GIS、GPS 等在嵌入式技术方面的发展，使得将无线公网技术和 GIS、GPS 技术结合起来使用，实现信息无线传输与 GPS 定位识别成为

1 基金项目　国家科技支撑计划项目专题（2006BAC13B03-05）和（2006BAK01A28-01）资助
［收稿日期］　2011-04-12
［作者简介］　帅向华，女，生于 1973 年。硕士，副研究员。主要从事震害预测、地震灾害应急及 GIS 应用研究。E-mail: shuaixhua@sina.com

可能，可以在一定程度上基本实现震后 2 小时内的灾情获取。

为弥补地震灾情获取技术的不足，国家地震社会服务工程项目规划，到 2020 年要建立较为全面的、完善的、多手段结合的天地一体化国家地震灾情调查系统，形成集 2G/3G、小飞机、遥感、卫星等多手段定点和流动灾情采集、监控与处理系统，实现震后 0－12 小时内快速、实时灾情获取，并对后续次生灾害动态监测。本文介绍的采取短信息技术，结合 GPRS、GPS、GIS 技术实现灾情信息的快速获取，实现了震后 0—2 小时内的灾情获取和灾情识别处理。该项研究是国家地震社会服务工程项目的前期科学研究，为该工程项目的实施奠定了科学研究基础。

1　关键环节研究

实现基于短消息的地震灾情获取处理技术需要考虑的关键环节包括，灾情的分类与地图表达、灾情的采集方式和采集内容、灾情的传输方式和灾情送达后方后如何进行处理并在空间地图上进行定位。

1.1　灾情分类与表达

地震之后，后方人员最想了解的信息就是地震现场灾情，如何较为准确明晰地表达地震灾情信息，让现场人员能够快速填写灾情并发送给后方，而后方人员又能较为准确的把握传送到的信息内涵，为此，本文在对地震灾情的分类上，采用简单明确的 4 类分级方法。主要衡量指标为人的感觉、房屋破坏情况和人员伤亡情况。具体分类为无震感或震感轻；震感强，无破坏；有破坏，无伤亡；破坏重，有伤亡。对于上述 4 种分类采用数字代码进行表示，依次为 1、2、3、4。这种分类方法非常易于被灾情报送人员所掌握。在图形表达上，根据灾害严重程度的通常表达方式，分别采用绿色、黄色、橙色和红色来表达，以便于指挥人员能够从视觉感官上直观地理解灾情。

1.2　灾情采集与传输

灾情信息的采集与传送是本文研究的一个关键问题，其中灾情采集依托智能手机或智能终端（如 PDA 或其他终端），亦可以是普通手机，相应地，灾情采集存在两种方式，一是在智能手机或智能终端上部署自行开发嵌入式采集软件；二是使用普通手机按照预定的格式进行灾情短信的发送，该种方式是为了满足普通手机的灾情采集需求而设计，主要是规定了灾情短信的发送格式，短信中包含了灾情代码信息和地名点信息（乡镇或村或街道办事处名字）。嵌入式采集软件采用基于 Windows Mobile 的 GPS 和 SMS 研发。Windows Mobile 5.0 以后，引入了 GPS INTERMEDIATE DRIVER (GPSID) 作为 GPS 接口，对串口操作进行了封装，使得多个应用程序可以同时访问同一个 GPS 设备，通过 GPSID 解析 NMEA 183 信息。NMEA183 协议是 GPS 接收机应当遵守的标准协议，数据串所有字符均为 ASCII 文本字符。数据传输以“语句”方式进行。其常用语句有$GPGGA、$GPGSA、$GPGSV、$GPRMC、$GPVTG、$GPGLL 等（肖远亮，2003）。本文采用内置 GPS 进行数据采集，因此，采用通用的 Com9 串口和默认波特率 4800。如通过 OpenPort（“com9”，4800）打开端口，然后启用新线程获取 GPS 数据；根据从端口读出帧数据，根据协议 NMEA183 来解析出 GPS 所包含的信息。主要需要解析 GPS DOP and Active Satellites（GSA）当前卫星信息，GPS Satellites in View（GSV）可见卫星信息和 Global Positioning System Fix Data（GGA）GPS 定位信息。嵌入式采集软件主要记录的信息包括 GPS 位置信息、灾情代码信息和附加文本信息。

灾情传送则依托无线公网的 SMS 技术，SMS 短信服务是一种在 GSM（global systems for mobile communications）移动网络上传送简短信息的无线应用，也是一种信息在移动网络上储存和转寄的过程。本文中，灾情信息的传送路径为灾情 SMS—GSM 行业短信网关—企业信息机—控制中心。其中，GSM 行业短信网关传送速率可达 150 条/秒，企业信息机是移动运营商提供的移动数据业务行业端的接入网元。

1.3 灾情定位与分析处理

控制中心收到的灾情短信包括两种格式，一种格式为灾情代码+经纬度信息+附加文本信息，通过 GIS 直接将带有经纬度信息的灾情点在地图上定位；另外一种格式为灾情代码+地名点信息，由于地名点信息仅含有乡镇或村或街道办事处信息，因此，地名的定位采用按照震级限定搜索范围、地址匹配自动和人机交互方式实现。震级限定搜索范围按照地震的影响范围进行计算，根据中国地震烈度表对Ⅳ度的定义是“室内多数人、室外少数人有感觉、少数人梦中惊醒”，因此，本文考虑Ⅳ度以上地震所产生的影响范围。本文仅选取云南、福建及邻区 4.5—7.5 不同震级地震烈度等震线作为统计抽样（邓起东等，1979；国家地震局，1999；国家地震局，2001），定义 R 为震级限定搜索范围的半径，计算公式为：

$$R=\sum_{i=1}^{n} b_i \Big/ 2, \quad n=4,5,\cdots,12 \tag{1}$$

式中，b_i 为不同烈度等震线长轴距离。

对于 4.5—6 级历史地震，仅选取具有Ⅳ度历史等震线记录数据；对于 6—7.5 级历史地震，烈度等震线记录只有Ⅵ度以上等震线，因此，对于这些地震的Ⅴ度、Ⅳ度等震线长轴，通过地震烈度衰减关系进行外推计算得到。并按照一阶指数增长函数进行回归分析得到：

$$R=1.388\times\exp\left(M/0.984\right)-120, \quad 4.5<M\leqslant<7.5 \tag{2}$$

对于下面两种情况，则采用式（3）计算：

$$\begin{cases} R=2700,\ M>7.5 \\ R=\left(M/4.5\right)\times 50,\ 3\leqslant M\leqslant 4.5 \end{cases} \tag{3}$$

灾情短信定位后形成一系列离散的灾情点，通过对这些灾情点信息进行插值拟合可以计算出离散点覆盖区域的灾情基本分布。运用泰森多边形和 GIS 空间分析方法，对离散点进行面插值分析和边界修正处理，形成适合计算离散灾情采样点的模型和算法，并借助 GIS 技术和 WebService 技术实现该模型和算法（帅向华等，2009）。灾情分析处理是一个随时间变化的二维结果，它动态反映了灾情的分布变化。

2 总体技术思路

地震灾情获取处理的总体技术思路是将手机或其他无线通讯终端用户定义为灾情速报人员，地震发生后，短信控制中心首先发出地震灾情收集的邀请下行短信，灾情速报人员收到该短信后按照约定的格式将所在地区的灾情状况上报给控制中心，控制中心接收到该信息后进行解析，并在全国地图上进行空间定位，通过对这些点进行拟合分析实现灾情的空间区域分布模拟。为满足上述总体功能要求，系统设计包括 3 个部分，它们分别为控制中心、远程访问和终端采集，如图 1 所示。控制中心完成通讯控制、数据处理和数据分析应用服务；远程访问完成对控制中心的交互操作；终端采集完成灾情数据的采集与传输。系统的体系结

构设计为多层混合体系结构，分别为终端/应用服务端和客户端/应用服务端/数据库服务端，其中前者主要是完成手机或其他无线通讯终端和后台应用服务的信息传递功能，为 C/S 架构；后者主要是完成客户端向后台应用服务端所发出的各种请求的处理，为 B/S 架构。

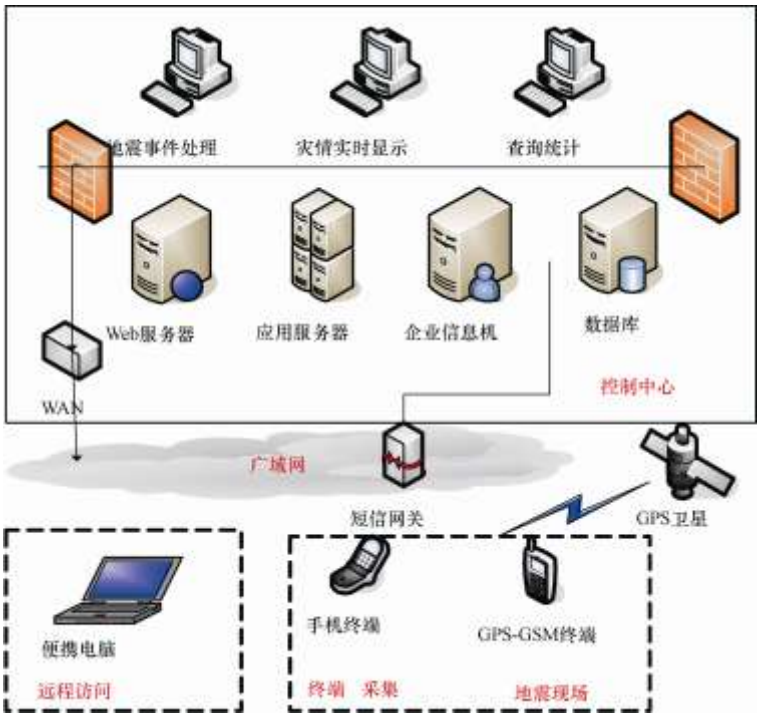

图 1　地震灾情获取与处理的基本结构

Fig. 1　Basic framework of earthquake disaster data collection and processing

图 2 说明了 1 次地震事件地震灾情获取处理的技术流程。其中，图 2（a）为短信下行流程；图 2（b）为短信上行及处理流程。具体说明如下：

（1）对于地震灾情数据通过建立地震事件索引进行管理，地震事件索引定义采用发震日期+发震时刻+震中位置，如 200805121428 四川汶川。

（2）根据震级计算短信发送范围，实际上就是按照震级限定搜索范围的计算方法求出本次地震需要发送短信的区域范围，并自动定位该范围内的灾情速报人员。

（3）GPS 手机定位、输入灾情代码和转化为 SMS 发送灾情信息是移动智能终端软件的功能。

（4）甄别短信息，根据短信息预定格式来区别哪些短信息是（或否）符合要求的灾情短信息，对于符合要求的短信息直接提交给灾情定位处理模块，不论何种格式短信息，在通过进行关键字过滤处理后都保存到灾情数据库。用户可以通过访问与此地震事件相关的灾情短信来人工提取一些有效灾情信息。

（5）地名匹配定位按照省、地市、县、乡镇和村庄层次，在震级限定搜索范围内将短信地名信息与不同行政级别的地名点进行逐级匹配，如果只有一个与之匹配的地名点，则直接在地图上将灾情点采用 GIS 定位；如果出现多个与之匹配的地名，则将这些地名以列表形式

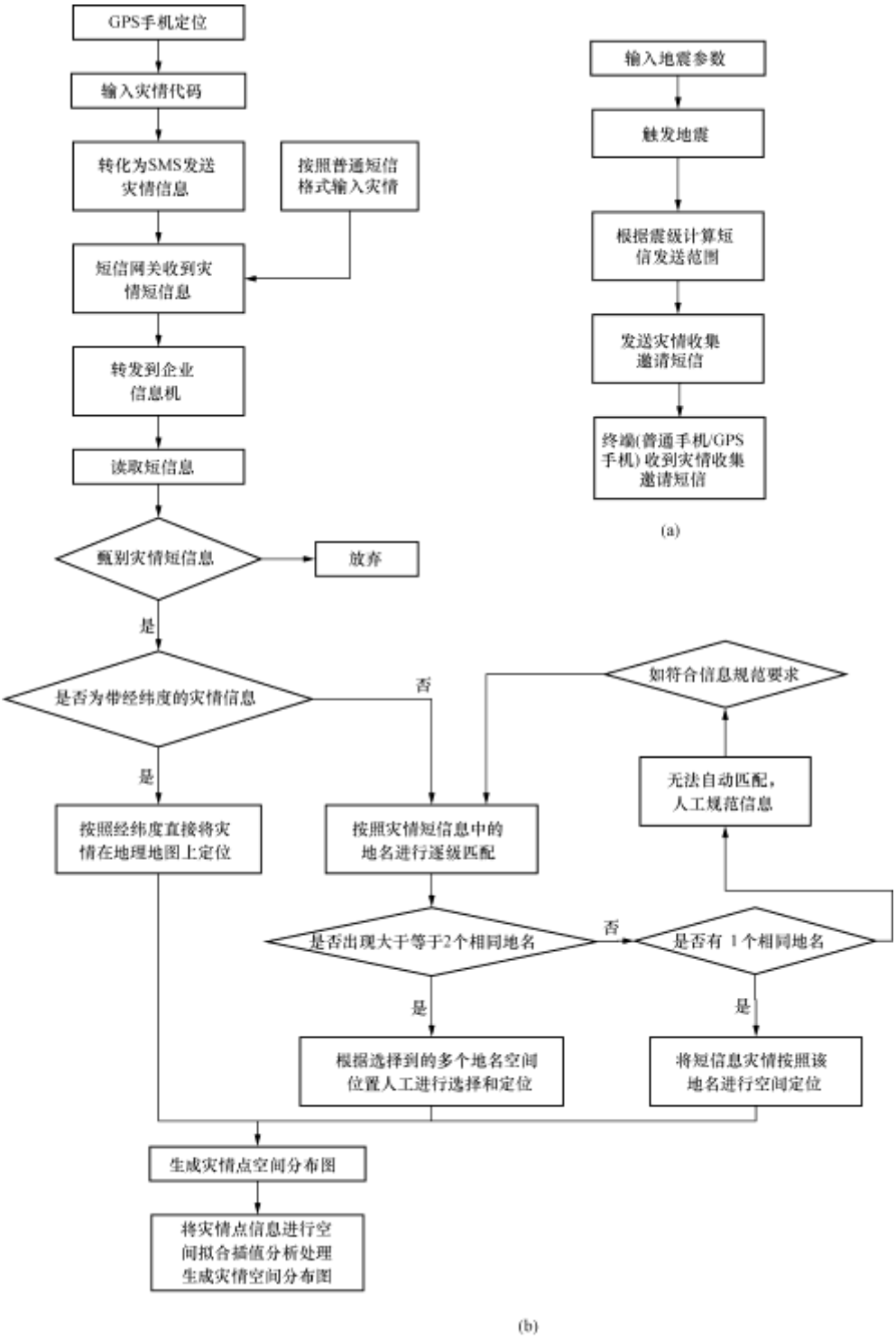

图 2　地震灾情获取处理流程

Fig. 2 Flowchart of earthquake disaster data collection and processing

显示出来，其中包含每个地名的经纬度信息，用户通过点选列表中的地名在地图上进行显示，通过人工判断来选定灾情点位置。

（6）生成灾情点空间分布图：按照上行短信的位置和灾情分类代码在地图上以点图层表示，各点以灾情分类的地图表达颜色显示。

（7）当灾情点达到一定数量时，就可以根据系统提供的插值拟合算法进行插值计算。这个计算过程是一个动态过程，随着灾情点数量的变化，计算结果也随之动态变化，及时反应灾情的变化。理论上，当点数为大于等于 1 时，就可以进行计算。

3　系统软件功能实现

目前，该项研究已经应用于国务院抗震救灾指挥部和示范区域中心，建成了 12322 地震灾情短信息速报平台。当地震发生时，根据地震灾害应急响应级别，国家中心或区域中心系统确定地震位置和震级后，通过该平台发送灾情收集邀请短信至地震现场的灾情速报人员，地震灾情速报人员通过手机或部署终端软件的移动灾情上报终端，上报灾情代码及位置信息到控制中心。这样可使国家中心和区域中心能够及时了解地震现场震情、灾情变化，为应急指挥提供初步的基础数据和信息，同时为灾情统计、分析、专题图显示提供辅助参考数据。

该系统可实现短信速报控制中心和移动灾情上报终端系统的功能。

（1）短信控制中心功能

地震事件管理：地震触发；自动定位短信发送范围及人员；短信下发；灾情短信接收、定位；灾情分布插值计算（每个插值计算结果以 1 个视图保存并展示，对于 1 次地震，可以在不同时段生成不同的灾情分布结果）；灾情短信收发统计；通讯状态统计。

历史地震事件管理：地震事件时间戳管理；地震事件相关灾情短信息查询（包含上行短信和下行短信）及地图浏览。

图表统计分析：灾情分布图表统计（如饼图、直方图等）。

灾情速报数据库管理：三网一员及业余灾情上报员编辑管理；人员分组管理；短信发送分组；地震事件编辑；发送短信管理；接收短信管理。

系统管理：用户管理；版面功能灵活设置。

数据同步：国家中心向区域中心同步数据；区域中心向国家中心同步数据。

地图操作功能：地图基本操作、专题图自动生成、地图打印。

如图 3 为国务院抗震救灾指挥部 12322 地震灾情短信息速报平台的主界面之一。该界面是在 IE 浏览器中打开，分别划分为 3 个区域：菜单区、列表区、地图区。其中，菜单区列出常用操作菜单；列表区分别列出各个地震事件（以震中位置和地震编号表达）、短信回复比率（表示某个选中地震时间的收发短信比率）、某个地震事件的短信回复人员姓名和电话号码等；地图区最上面分别显示当前地震信息和系统常用功能工具条。

（2）移动灾情上报终端系统功能

该终端软件可以运行在具有 GPS 模块的智能手机上，或部署在其他智能信息采集终端上。当地震发生后，灾情速报人员或其他应急人员会收到短信速报控制中心发布的灾情收集指令信息，灾情速报人员或其他应急人员利用终端软件获取所在位置的空间坐标，并根据预先设置的灾情代码类别向短信速报控制中心上报灾情。图 4（a）和图 4（b）分别为终端收到短信速报控制中心灾情收集信息界面和灾情采集界面。

图 3　国务院抗震救灾指挥部 12322 地震灾情短信息速报平台的主界面

Fig. 3　Main interface of 12322 earthquake disaster short message report platform for the state earthquake disaster mitigation headquarter

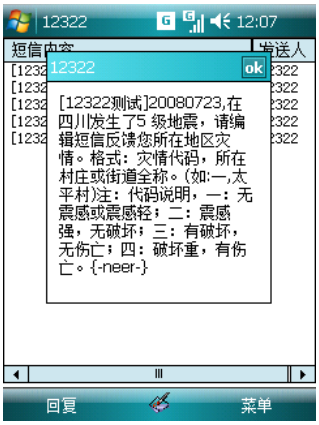

图 4（a）收到短信速报控制中心灾情收集信息界面

Fig. 4 (a)　Interface of receiving disaster data collection message from the control center

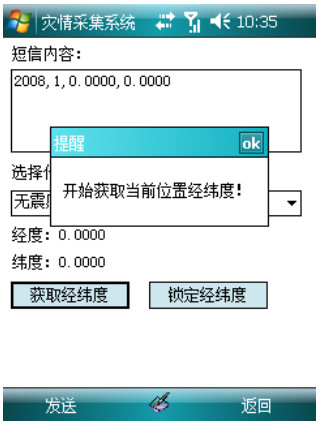

图 4（b）灾情采集界面

Fig. 4 (b) Interface of disaster data collection

4　结语

在我国地震灾情信息的快速获取是防震减灾领域的重点难题，尤其是地震后 0—2 小时

内的灾情信息获取，基本处于空白阶段。本文提出了采用无线公网，利用广泛的手机资源来实现地震现场灾情的及时传输、定位和处理等工作，可以作为地震灾情信息快速获取的一个手段。同样，该项研究中的关键环节、处理技术和实现流程，也可以应用于其它行业的无线传输和信息实时获取。

参考文献

邓起东，张裕明，环文林等，1979. 中国地震烈度等震线图集. 北京：地震出版社.

国家地震局，1999．中国近代地震目录（公元 1912—1990 年 $M_S \geqslant 4.7$）．北京：中国科学技术出版社.

国家地震局，2001．中国大陆地震灾害损失评估汇编（1996—2000）．北京：地震出版社.

秦军，曹云刚，耿娟，2010. 汶川地震灾区道路损毁度遥感评估模型. 西南交通大学学报，**45**（5）：768—774.

帅向华，侯建盛，刘钦，2009. 基于地震现场离散点灾情报告的灾害空间分析模拟研究. 地震地质，**31**（2)：321—332.

肖远亮，2003. NMEA-183 数据标准在 GPS 技术中的应用. 物探装备，**13**（2）：127—133.

Reality and Study of Earthquake Disaster Data Collection and Processing Based on SMS/GPS/GIS

Shuai Xianghua[1)], Zhen Xiang[2)] and Liu Qin[1)]

1) China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China

2) Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration, Beijing 100036, China

Abstract　Embedded integrated development technology of SMS and GPS based on windows mobile was studied in this paper. In this technology, intelligent mobile terminal was utilized as a means of acquisition and transmission of earthquake disaster. Seamless integration technology of SMS and GIS was also utilized in order to realize the visualized analysis of disaster information. With the help of spatial analysis in GIS, spatial distribution of the earthquake disaster is studied. Finally, mode of earthquake disaster data acquisition and transmission based on SMS, GPS and GIS was built and realized by the Mobile gateway and information machine. This method can be applied to many fields of acquiring remote information.

Key words: Earthquake site; Disaster data collection; GIS; GPS; Spatial analysis