

基于 WebGIS 的台风信息服务系统研究及应用

郑晓阳, 高芳琴

(上海市防汛信息中心, 上海市 200050)

摘 要:我国是一个多台风的国家,国内在将信息技术应用于台风信息的管理和发布方面取得了显著成果。但随着防汛需求的不断提高和信息技术的飞速发展,使得原有研究存在一些局限性。该文建立了囊括 1921~1998 年间对上海有重要影响的台风以及 1999 年以来历次台风的数据库,并基于 WebGIS 构建了台风信息服务系统。系统具有路径自动生成、动态告警、距离量算、风圈半径影响分析、相关信息综合查询、相似路径智能查找等功能,能够为水情预报和防汛指挥部门提供科学决策依据。

关键词: WebGIS; 台风; 信息服务系统; Hausdorff 距离

中图分类号: TU998.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)04-0051-05

0 引言

我国是一个多台风的国家。台风登陆时常伴有狂风、巨浪、暴雨和高潮,形成一种破坏力很强的天气系统。风暴潮叠加天文潮特别是天文大潮能造成巨大灾害,是沿海地区引起高潮位增水的主要原因。

国内在将信息技术应用于台风信息的管理和发布方面取得了显著成果,如中国中央气象台网站、中国台湾网站、中国香港天文台网站、福建水利网站、广西气象台网站、四创公司“风影 2005”软件等。随着防汛需求的不断提高和信息技术的飞速发展,使得原有研究存在一些局限性:多未采用 WebGIS 技术,使得台风路径仅在一张静态地图上显示,地图数据的可扩充性差,距离量算、空间分析等难以实现;多分散建设且缺乏统一标准,导致系统多而凌乱,兼容性和扩展性较差等问题。

WebGIS 是 Internet/Intranet 环境下的一种兼容、存储、处理、分析、显示、应用地理信息的计算机信息系统,具有客户访问范围广泛、操作简单、平台独立性、有效降低开发和管理成本等优点。国内防汛水利领域应用 WebGIS 的成功案例尚不是很多,缺乏大量数据支撑,主要功能仅限于基础地

理信息的查询。本研究旨在基于 WebGIS 技术整合和集成数据资源,构建台风信息服务系统,为水情预报和防汛指挥决策提供科学依据。

1 系统总体设计

采用了三层体系架构,结构模式为“客户端+WebGIS 服务器/应用服务器+数据库”。客户端不直接与数据库进行交互,而是通过 COM/DCOM 通讯与中间层建立连接,再与数据库进行交互。三层体系架构强调系统的稳定性、延展性和执行效率,能有效减少网络负载。

WebGIS 软件开发平台的选型将决定系统整体的技术架构、应用深度和可扩展性,是总体设计中至关重要的一项内容。ArcIMS 作为 ESRI 公司的最新一代 WebGIS 软件,具有产品成熟、可伸缩的体系结构、基于向导的界面、强大的智能化客户端、方便的定制功能、高质量的制图功能等特点,对于需要管理海量数据和强大功能的防汛应用,是一个理想的开发平台软件。

本文基于 ArcIMS,应用 ArcXML、JavaScript 和 ASP 进行二次开发,数据库选择了 SQL Server。用户通过 Web 浏览器获取服务器端的地图服务,在 Web Server、Application Server 及 Database Server 之间通过 TCP/IP、ArcXML 进行通讯,实现 B/S 环境中的地图服务和数据共享。系统体系架构见图 1。

收稿日期:2007-03-05

作者简介:郑晓阳(1973-),男,河南项城人,工程师,博士。

主要从事水务信息化管理和 GIS 应用开发。

单位还在投入大量资金“各扫门前雪”。因此,必须尽早实现杭州湾全岸段治理的目标。

(3)从本次调查可以发现奉贤区岸线冲刷加剧主要原因为长江来沙减少。因此,南汇段进一步深水围垦应考虑对奉贤段岸线影响,须采取必要的防护措施,以制止目前加剧奉贤段滩地的剥蚀恶化现象。

(4)杭州湾奉贤岸滩可开发利用的滩涂资源已十分有限,0 m 线以上滩涂仅剩 694.3 hm²,即使在 -1 m 线围垦,也只有 1 840 hm²,且分布呈狭带状。今后的开发应认真规划、反复论证。同时应采用工程措施、生物促淤措施进行保护,特别要增强中港~青年河段的顺坝、丁坝群岁修工程。

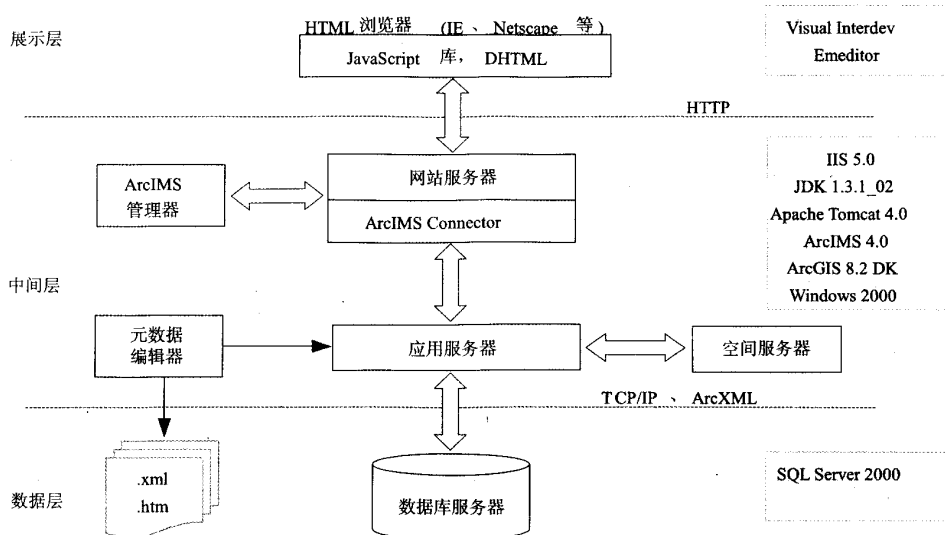


图 1 系统三层体系架构设计

2 数据

收集的数据包括基础地理数据、台风数据及相关的水文气象数据。

基础地理数据包括行政区划、铁路、公路、水系、全球 TM 卫星遥感影像、经纬网格等。采用 WGS 1984 大地坐标系, 矢量数据均转换为 Shp 格式, 遥感影像则经过切割、压缩和空间配准后与矢量数据进行叠加。

按照统一的分类编码和库结构标准进行台风数据库设计, 目前包括 5 个表:

(1) 表一为上海中心气象台通过光纤网络, 自动转储到市防汛信息中心的数据。由于完全自动化, 有时因网络故障而造成数据不能及时导入, 故汛期同时采用了传真方式。

(2) 表二为汛期上海中心气象台传真过来的数据, 由市防汛信息中心的值班人员录入。以上数据通常 6 h 更新 1 次, 登陆前后每 1~3 h 加报一次。还包括网上搜索的美国、日本、中国台湾、中国香港的台风位置预报。

(3) 表三为 1921~1998 年对上海有重要影响的 74 场台风数据。

(4) 表四对台风的起止时间、发展过程、登陆时间和地点等进行描述, 重要台风则配以详细的水雨情和灾情文档。

(5) 表五对台风的中英文名称、名称来源和表示意义进行描述。此外, 还包括台风期间的天气预报、气象报告、灾害性天气警报、卫星云图、地面天气图、多普勒雷达图、水位、雨量、等雨量线

图等。

3 系统实现

3.1 基于动态图层的台风路径自动生成

如何将台风中心坐标准确、自动、快速地在 WebGIS 中绘制, 产生可以地图浏览和空间操作的动态图层, 是研究的关键技术问题之一。

动态图层的实现可分为客户端和服务端两种方式。前种方式是 WebGIS 的一种松散结合方式, 即在客户端和服务端分别实现不同的图层绘制, 两者通过同步刷新来完成地图的平移缩放, 常见方法有 DHTML、ActiveX 控件和 Java 小应用程序等, 缺点在于地图输出时不能包含动态图层, 刷新时会出现不同步现象。本文采用了后种方式, 通过 ArcIMS 的 Acetate layer 技术实现台风中心位置标绘、路径动态显示和相关资料的动态标注。

ArcIMS 通过处理客户端请求返回结果地图, 其中数据处理请求所使用的标识语言为 ArcXML。因此, 通过 ASP+ADO 访问数据库后, 将获取的数据写入到 ArcXML 请求, 即可完成动态图层。这里给出一段使用 Acetate layer 绘制点和线的 ArcXML 代码:

```
<LAYER type="acetate" name="mypoint" id="200509 麦莎">
  <OBJECT units="database">
    <SIMPLEMARKERSYMBOL color="0,0,0"
      width="6"/>
    <MULTIPOINT>
```

```

<POINT x= "123.2" y= "26.6" /> <POINT x=
"122.3" y= "27.4" />
<POINT x= "121.5" y= "27.9" />
</MULTIPOINT>
</OBJECT>
</LAYER>
<LAYER type= "acetate" name= "myline" id=
"200509 麦莎">
<OBJECT units="database">
<LINE coords="122.2 26.6,122.3 27.4,121.5 27.9">
<SIMPLELINESYMBOL type= "solid" color=
"255,0,0" width= "2" />
</LINE>
</OBJECT>
</LAYER>

```

在 Acetate layer 中, LAYER 元素的 type 属性必须设置为 acetate。在 LAYER 元素里有一个或多个 OBJECT 子元素, 都有一个 units 属性, 其值可以是 pixel 或 database。被设置为 pixel 时, 对象将使用以地图左下角坐标为原点的像素坐标; 被设置为 database 时, 对象将使用地图服务的地图坐标。本文除了指北针和比例尺使用 pixel 外, 其它要素如台风中心位置、路径、名称标注等, 都使用 database 作为动态层的坐标, 即经纬度坐标。

3.2 基于 Hausdorff 距离的台风相似路径查找

借助历史上相似台风路径及影响期间的气象、水情和灾情, 可为水情预报和防汛指挥决策提供科学依据。研究中应用了计算机模式识别技术中的 Hausdorff 距离算法。

3.2.1 Hausdorff 距离

Hausdorff 距离 (以下简称 HD) 是描述两组点集间相似程度的一种量度, 它度量了两个点集间的最大不匹配程度。假设有两组点集合 $A = \{a_i | i=1, \dots, p\}$, $B = \{b_j | j=1, \dots, q\}$, 则其 HD 定义为:

$$H(A, B) = \max (h(A, B), h(B, A)) \quad (1)$$

$$\text{其中: } h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \quad (2)$$

$$h(B, A) = \max_{b \in B} \min_{a \in A} \|b - a\| \quad (3)$$

$\|*\|$ 为点集 A 和 B 的距离范数。式 (1) 称为双向 HD, 是 HD 的最基本形式; 式 (2) 和 (3) 分别称为从集合 A 到 B 和从集合 B 到 A 的单向 HD。即 $h(A, B)$ 实际上是对点集 A 中的每个点 a_i 到距离点 a_i 距离最近的 B 集中的 b_j 之间的距离 $\|a_i - b_j\|$ 进行排序, 取距离中的最大值。 $h(B, A)$ 同理可得。

由式 (1) 知, $H(A, B)$ 是单向距离 $h(A, B)$ 和

$h(B, A)$ 中的较大者, 它定义了两个点集间的最大不匹配程度。考虑到 HD 易受突发噪声的影响, 或待识别物体本身只是部分可见, 此时若使用 HD 必将使计算结果产生较大的偏差, 进而影响整体匹配识别结果。可采用修正的 HD 即 MHD 来进行模板匹配, 其定义如下:

$$h(A, B) = \frac{1}{N_A} \sum_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \quad (4)$$

式中, N_A 为点集 A 中的点个数。由于 MHD 法对噪声不敏感, 可避免由于部分噪声像素点的干扰带来的偏差。

3.2.2 Hausdorff 距离在台风相似路径查找中的应用和改进

一次台风过程可以看作是一组离散的台风中心点的集合, 因此, 可以把 MHD 作为其路径相似程度的评价指标。具体实现过程如下:

定义: 模板台风 $A = \{a_i | i=1, \dots, p\}$, 其中 $a_i = (a_x, a_y)$, a_x, a_y 分别为台风中心的纬度和经度; 历史台风集合 $\beta = \{B_r | r=1, \dots, n\}$ ($A \notin \beta$), $B_r = \{b_j | j=1, \dots, q\}$, 其中 $b_j = (b_x, b_y)$, b_x, b_y 分别为台风中心的纬度和经度; 在 β 中与 A 路径最为相似的台风为目标台风 B_0 。

由式 (4) 计算 A 与 B_r 的 MHD 值:

$$h(A, B_r) = \frac{1}{N_A} \sum_{a_i \in A} \min_{b_j \in B_r} \|a_i - b_j\| \quad (5)$$

上式采用欧式范数则有:

$$h(A, B_r) = \frac{1}{N_A} \sum_{a_i \in A} \min_{b_j \in B_r} \left(\sqrt{(a_x - b_x)^2 + (a_y - b_y)^2} \right) \quad (6)$$

最后求出 $\min(h(A, B_r))$, 由于 MHD 值表示了两个点集间最大的不匹配程度, 故与 $\min(h(A, B_r))$ 对应的 B_r 就是 β 中与模板台风 A 路径最为相似的目标台风 B_0 。

将以上算法应用于本文时, 考虑到空间有效性, 在搜索空间范围上进行了一定限制。如台风 200509“麦莎”与 199711 路径十分相似, 但采用上述算法则相似性很小, 原因在于两次台风的起始点相距较远 (超过 2 000 km)。这里对搜索的空间范围进行限制, 以某一城市为中心, 以 1 500 km 为半径, 仅考虑该范围内的台风路径的节点进行计算, 从而大大提高了查询速度和可信程度。

在计算路径相似程度时, 使用了 Hausdorff 距离 (D_{MHD}) 和路径相似程度系数 (S_{AB}) 两个量化指标。 D_{MHD} 算法见式 (6), 值越小则表明路径越相似。考虑到当 D_{MHD} 相同时, 路径较长的两个台风的路径相似程度较高, 本文增加了路径相似程度系数 $S_{AB} = (L_A - D_{MHD}) / L_A$, 式中 L_A 表示台风 A 在搜索范围内的路径总长度。由公式可以看出, 两次台风的

路径相似程度系数总是 <1 ,系数越大则相似程度越高。

3.3 台风相关信息综合显示

(1) 网上距离量算:当台风逼近某一城市时,可方便地测量任意两点和多点之间的距离,根据当前和预报位置,结合移速和风圈半径,为实施防汛预案提供科学依据。

(2) 风圈影响分析:系统从数据库中自动读取台风路径中任一节点的 7 级和 10 级风圈半径,自动画出其影响范围(见图 2)。

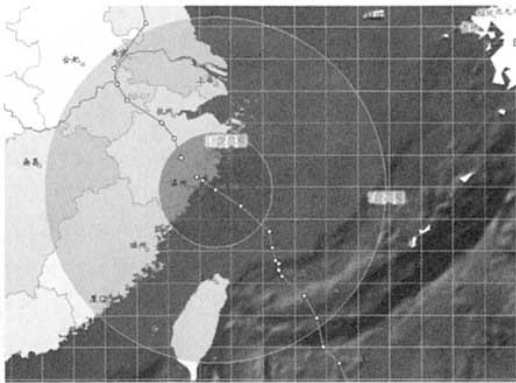


图 2 台风 7 级和 10 级风圈半径影响分析

(3) 台风路径专题图:热带气旋 (tropical cyclone) 接近中心地面最大风力划分为热带低压 (tropical depression)、热带风暴 (tropical storm)、强热带风暴 (severe tropical storm)、台风 (typhoon)、强台风 (severe typhoon)、超强台风 (super typhoon) 等 6 个等级。本系统中通过不同颜色和大小的符号来直观表达热带气旋发生、发展过程中的风力强度和变化趋势,见图 3。

(4) 台风路径动态显示、声音告警:选择某一城市(如上海、温州),根据不同距离(如 900 km、600 km)采用不同警报声并配以路径动画进行自动告警,见图 3。

(5) 气象水情信息显示:查询台风的起止时间、登陆时间和地点,期间的天气预报、气象报告、地面天气图、多普勒雷达图、卫星雨量图和等雨量线图,重要台风则配以详细的水雨情和灾情总结。点击台风路径的任一节点,显示其时间、中心位置、风力、气压、移向和移速等参数。

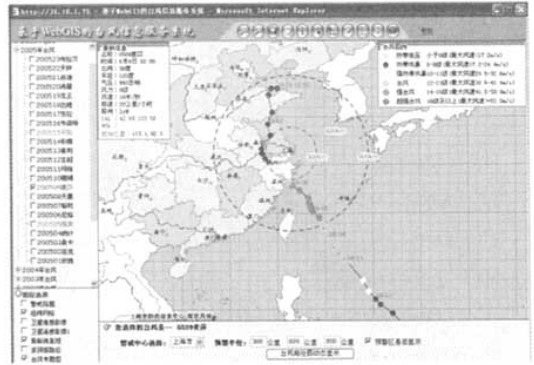


图 3 台风路径专题地图显示及动态告警

见图 4。

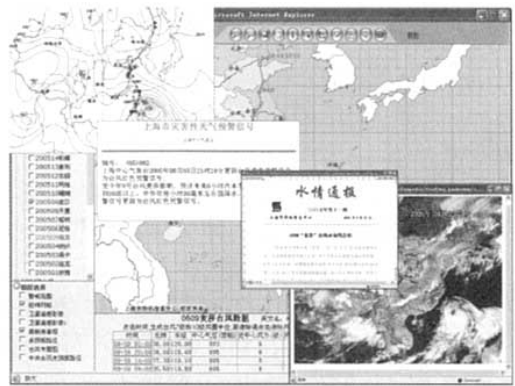


图 4 台风相关信息综合显示

4 分析应用

以台风 200509“麦莎”为例,通过本系统,可以自动查找出与其路径相似的台风,包括 200515“卡努”、199711、195310、196214 和 195905 等,见图 5。其中与 200515“卡努”台风、199711 台风的路径相似系数分别达 87.89%、87.03%。进一步对三次台风的各项参数进行比较分析,见表 1、表 2。分析结果与实际情况比较符合。

从表 1、表 2 可以看出,在三次台风中,200515“卡努”生命史较短,虽然登陆时风力较强,但引起的上海地区的风力和持续时间均小一些;200509“麦莎”则呈现出强度大、持续时间长的特点;199711 强度大,登陆时有所减弱,但对上海的影响较为严重,大风及警报历时都最长。

表 1 三次台风生成、发展过程统计表

名称	年份	编号时间	成为台风时间	编号到成为台风历时(h)	最强中心强度(hPa)	台风减弱至强热带风暴时间	台风维持时间(h)	台风减弱至消失时间(h)	停编时间
200509 麦莎	2005	7-31 20:00	8-3 2:00	54	950	8-6 17:00	87	57	8-9 2:00
200515 卡努	2005	9-7 8:00	9-9 2:00	42	945	9-12 2:00	72	36	9-13 14:00
199711	1997	8-10 8:00	8-11 8:00	24	920	8-18 20:00	180	54	8-21 2:00

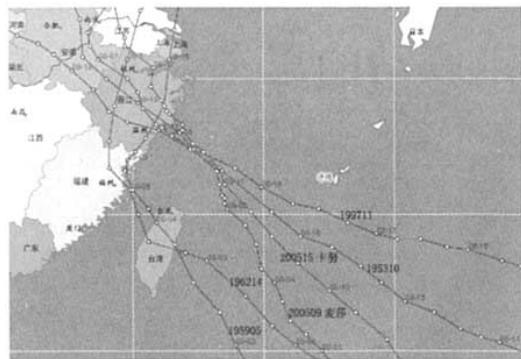


图 5 台风相似路径查找 (以 200509“麦莎”为例)

表 2 三次台风登陆或临近上海时强度对照表

	200509 “麦莎”	200515 “卡努”	199711
中心气压(hPa)	950	945	955
近中心最大风力(m/s)	45	50	40
台风警报发布至警报解除历时(h)	41	28	42
高桥站风力持续 8 级以上时间(h)	25	6 级以上 18 h	30

5 结语

本文建立了比较完备的台风数据库, 囊括了 1921 ~ 1998 年间对上海有重要影响的 74 场

台风及 1999 年以来的所有台风; 在 WebGIS 支持下建立了信息服务系统, 具有路径自动生成动态告警、距离量算、风圈半径影响分析、相关信息综合查询、相似路径智能查找等功能。研究成果经专家评审, 达到了国内领先水平。借助于本系统, 各级防汛部门能及时掌握台风动向, 从而更好地布置防灾救灾工作。系统在上海市抗御 2005 年“麦莎”、“卡努”台风中发挥了重要作用。(本研究得到水利部“948”计划项目资助, 合同编号 200753)

参考文献

- [1]宋关福, 钟耳顺, 王尔琪. WebGIS——基于 Internet 的地理信息系统[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(3): 251-254.
- [2]杨崇俊, 王宇翔, 王兴玲, 等. 万维网地理信息系统发展及前景[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(9): 886-894.
- [3]刘纪远, 钟耳顺, 庄大方, 等. SARS 控制与预警地理信息系统的研制与应用[J]. 遥感学报, 2003, 7(5): 337-344.
- [4]张良国, 吴江琴, 高文, 等. 基于 Hausdorff 距离的手势识别[J]. 中国图象图形学报, 2002, 7(11): 1-8.
- [5]徐洪波, 彭卫, 苏建忠. 基于 Hausdorff 距离的地形匹配[J]. 红外与激光工程, 2002, 31(5): 375-377.
- [6]胡晓峰, 张长水, 李衍达. 基于 Hausdorff 距离的签字验证问题[J]. 计算机应用, 2003, 23(9): 45-49.

2006 年度中国建材行业知名品牌称号揭晓

青島市潤邦化工建材有限公司獲知名品牌稱號

本刊讯 2006 年度中国建材行业知名品牌称号揭晓,青岛润邦化工建材有限公司生产的润邦牌 JBS 环保型桥梁防水涂料,获得“2006 年度中国建材行业知名品牌”称号,同时,该公司还被评为“2006 年度中国建材行业知名企业”,公司总经理闫炳润先生被评为“2006 年度中国建材行业知名人物”。

据了解,润邦牌 JBS 桥梁防水涂料具有高温不流淌、低温延度大、抗剪切性能佳等特点,连续多年被评为青岛市消费者满意产品和青岛市防水建材行业十大品牌称号。青岛市润邦化工建材有限公司始建于 1976 年,占地面积 25 000 m²,建筑面积 8 000 m²,现有职工 150 人,包括专家教授在内的专业工程技术人员 80 人,下设防水工程公司、供销公司、市级化学建材研究所。为“中国专利山东明星企业”、“青岛市高新技术企业”、“中国建筑防水材料工业协会理事单位”。润邦公司始终坚持“科技为本,务实开拓”的企业精神,累计开发具有国内领先水平的新产品达 4 大类 30 多个品种,并承担国家级科研项目 4 项,获国家专利 5 项,有 3 项被评为国家重点新产品,1 项列为星火计划项目。产品多项获国家、省市科技进步奖。产品均获得国家生产许可证、质量合格证、产品备案证等。企业于 2005 年 8 月顺利通过 ISO9001:2000 国际质量管理体系认证,并荣获青岛市防水材料行业“十大品牌”和“消费者放心满意产品”等称号。公司总经理闫炳润先生热诚欢迎各省、市路桥管理施工单位前来考察指导,共同合作,以促进我国桥梁建设事业的发展。