

嵌入式 GIS 面要素无缝拼接的数据结构及其算法

胡泽明, 岳春生, 王志刚

(信息工程大学信息工程学院, 郑州 450002)

摘 要: 嵌入式 GIS 地图数据是分幅、分块记录和存储的, 物理完整的面状地理实体在切割边界会产生缝隙。该文在面要素坐标数据支持的基础上, 在内存构建图块切割边关联索引表中, 描述了在嵌入式硬件平台上快速实现面状地理要素的无缝拼接的过程, 实现了面状地理实体的逻辑无缝。

关键词: 嵌入式地理信息系统; 无缝 GIS; 块边界面要素; 切割边关联索引表

Data Structure of Embedded GIS Area Feature's Seamless Unite and Its Algorithm

HU Zeming, YUE Chunsheng, WANG Zhigang

(College of Information Engineering, Information Engineering University, Zhengzhou 450002)

【Abstract】 The data map is stored according to sheet or block in embedded GIS system, thus causing seam in the cutting-border for physical integrate area feature. Based on area feature coordinate data, and constructing block cut-edge associate table, this article describes seamless unite process of cutting-area feature on embedded studio, drawing whole geographical entity smoothly.

【Key words】 Embedded GIS; Seamless GIS; Block-border area feature; Cut-edge associate table

嵌入式 GIS 是 GIS 的一个重要分支, 目前已经广泛用于车载导航仪、移动信息终端和数字化武器装备等嵌入式系统中, 实现了大范围地图浏览、路径分析和信息检索等功能。为提高嵌入式 GIS 系统的实时性, 数字地图一般是分幅分块(图幅图块统称为图块)记录存储的, 并采用四叉树存储结构。现实世界中湖泊、河流和绿地等面状地理实体在物理上是连续的, 分幅分块时它们被切割为多个部分分别记录存储在不同文件中, 产生数据缝隙, 地图数据在数据表示和数据处理时也会产生缝隙^[1]。但是电子地图浏览时, 被分割描述的面状地理实体应该进行逻辑拼接, 实现整体绘制和区域填充, 消除边界相接处的缝隙。

常规地图无缝拼接方法是统一坐标系, 全国乃至全球都在这个统一坐标系下进行坐标换算, 采用线性映射投影方式; 统一坐标系法实现简单, 但系统误差大的只能用于较小地理区域。文献[2]对无缝 GIS 理论和相关技术进行了深入研究, 提出用属性拼接表来表达属性数据和连接图块之间的相关要素, 保证无缝 GIS 数据在物理存储上是分块的, 但逻辑使用上是连续无缝的; 可是属性拼接表不是针对嵌入式平台设计的, 不能很好地用于嵌入式 GIS 系统。基于分幅分块的原理, 本文首先给出面要素坐标描述方法, 指示面状实体与切割边界的关系, 并引入切割边的概念; 然后基于切割边关联索引表, 给出实现面要素逻辑拼接过程的快速算法, 在嵌入式平台上高效地完成面要素的无缝拼接。

1 面要素坐标格式和切割边关联索引表

1.1 面要素坐标格式

面状地理要素是矢量地图基本几何实体要素之一, 文献[2]指出无缝 GIS 适合采用实体型数据模型, 在实体型数据模型中, 面要素采用首尾相接的有序坐标对来记录。嵌入式

GIS 系统要求数据量小, 满足存储器容量需求和减少数据文件读取时间。坐标数据是面状地理要素空间数据的重要组成部分, 数据量大。嵌入式 GIS 数据生成时, 采用垂距限值法或者道格拉斯-普克(Douglas-Peucker)等坐标压缩算法删除面状要素边界描述中可以忽略的坐标点, 减少坐标点数目。坐标文件具体存储时, 还可以基于图块顶角坐标将 32bits 绝对坐标转换为 16bits 相对坐标以进一步压缩坐标数据量。

基于功能实现和最大限度压缩坐标数据量, 本文对图块内 16bits 相对坐标作进一步处理, 使之不仅可以直接描述坐标分量、坐标点与边界的关系, 还可以描述边界点类型(见图 1)。

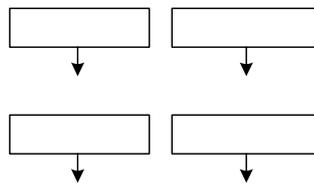


图 1 点坐标分量描述

本文定义在图块边界上的点称为边界点(见图 2), 边界点如果物理上存在, 称为实边界点(逻辑拼接时合并为一个点), 否则是切割形成的, 称为切割点(逻辑拼接时需要删除)。面状实体被切割矩形切割时, 切割边界有一部分是封闭面要素的组成部分, 它被称为切割边(见图 2)。实体坐标分量及其含义见表 1。

作者简介: 胡泽明(1977 -), 男, 博士生, 主研方向: 嵌入式 GIS, 组合导航和数据融合技术; 岳春生, 教授; 王志刚, 教授、博导
收稿日期: 2006-03-28 **E-mail:** zz_huze@163.com

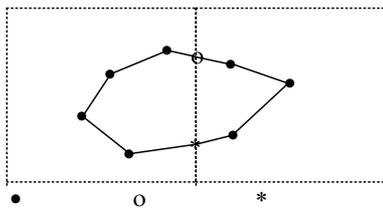


图 2 边界点和切割边示意图

表 1 实体坐标分量及其含义

坐标分量	含义	取值
x-bit[15,14]	点与边界的关系, 边界点类型	00 → 块内点; 01 → 实边界点; 10 → 切割点
y-bit[15,14]	预留	默认 00
x-bit[13,0]	X 坐标分量	[0,16 383]
y-bit[13,0]	Y 坐标分量	[0,16 383]

在点坐标格式基础上, 面状地理要素坐标数据可以分为坐标记录和切割边记录两部分, 如表 2 所示。

表 2 面状地理要素坐标数据

数据项	类型格式	备注
坐标记录	坐标个数 M 坐标系列 {nx,ny}^M	坐标个数包括面要素中心坐标
切割边记录	切割边个数 m {切割边起点序号; 切割边终止序号}^m	切割边起止节点一定在切割边界上, 块内面要素没有切割边信息

矢量地图在分幅分块时, 面状地理要素按其坐标是否与矩形边界相交分为块内面要素和块边界面要素 2 大类。前者面要素边界坐标都在图块内, 后者面要素与切割边界相交被分割为多个部分。地图浏览时块内面要素可以直接绘制边界和进行区域填充, 而块边界面要素与邻接图块实现逻辑拼接后才能进行。为快速实现无缝拼接, 图块数据读入内存中预处理时需要为图块内的块边界面要素建立切割边关联索引表数据结构。

1.2 切割边关联索引表

在 1.1 节中, 16bits 相对坐标格式在最大程度上压缩和减少无用坐标数据的存储, 并通过切割边间接提供了面状实体与图块边界的关系, 但是要直接利用坐标文件来实现面要素无缝拼接是很困难的, 必需建立图块的切割边关联索引表, 明确指出切割边在图块边界上的位置、切割边对应的面状实体数据和切割边与邻接图块边界边的关联等信息。

矩形切割图块边界存在 4 个方向边, 分别是东南西北, 见图 3。

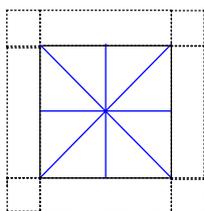


图 3 边界边、邻接块方向示意图

每个方向边都可能存在切割边, 都需要建立切割边关联索引表。图块切割边关联索引表数据结构字段内容包括图块编号、有序 4 个方向边切割边个数、切割边结构(边界点坐标及其数据指针)等内容, 如表 3 所示。

表 3 图块切割边关联索引表数据结构

结构字段	数据类型	备注
图块编号	1 N	1 N 指代 1 个 16bits 整型字段
4 个方向边上的切割边个数	北边 → N	1 N
	东边 → E	1 N
	南边 → S	1 N
	西边 → W	1 N
切割边结构	起点坐标序号	1 N
	终点坐标序号	1 N
实边界点	1 N	指针指向切割面要素坐标记录结构

4 个方向边上每个增序排列的边界点都有一个切割边结构记录, 方向 N/E/S/W 与一个相邻图块相接, 见图 3; 图块切割边关联表数据存储结构见图 4。

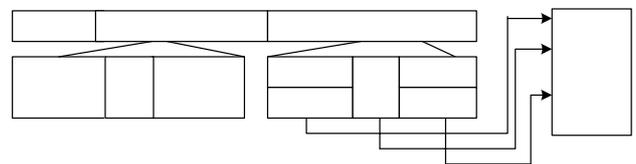


图 4 图块切割边关联表数据结构

2 面要素无缝拼接算法

矢量地图在分幅分块时被切割的面状地理要素在每个图块内被独立地记录和描述, 无缝拼接算法的核心是快速找到相邻图块内两个对应的面状地理要素。在内存中构建了图块切割边关联索引表, 不仅指明边界点与面状地理要素的连接关系, 边界点在边界边上的位置, 而且还给出与邻接图块边界边的对应关系, 方便了面状地理要素的无缝拼接快速实现算法。

在构建图块切割边关联索引表时, 4 个方向边上都有, 而且每个方向边上切割边都基于起点坐标分量增序存储法, 相邻图块切割边关联表也是这样。在相邻图块的相接边上, 切割边位置序号就直接指明它们是对应边(也可以采用坐标分量匹配法), 通过指针关系把切割的面状地理要素坐标连接起来, 就可实现无缝拼接过程。图 5 以一个方向边为例来具体阐述, 其它方向边实现过程一样。设图块 B1 东边(E)方向上有 i 个切割边, 其记录顺序为 {e1,...,ei}; 图块 B2 在东方上与 B1 图块相接, 其西边方向上也有 i 个切割边, 其记录顺序为 {w1,...,wi}; 因为 2 个方向切割边基于起点坐标增序排列, 显然切割边 ej 与 wj 相对应, 即配对切割边集合为 (ej,wj) 关联着同一个面状地理要素; 将它们指向的图块内面要素坐标连接起来形成无缝接边。

在基于切割边关联索引表实现块边界面要素拼接时, 还要基于切割边上边界点类型处理边界节点, 如果是实边界点, 则坐标连接过程中保留一个边界点坐标; 如果是切割点, 则坐标连接过程中删除 2 个切割点坐标。构建图块切割边关联索引表后块边界面要素拼接算法伪码描述如下:

```
for(图块每一条边界边)
{ 基于边界边找到邻接图块及其切割边关联索引表;
for(当前边界边的每个切割边)
{ 在邻接图块对应边上找到对应切割边;
```

(下转第 55 页)