

文章编号:1671-6833(2008)01-0096-03

嵌入式卫星地图的一种快速显示方法

张国超^{1,2}, 杨任农¹

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 空军 95949 部队, 河北 沧州 061022)

摘 要: 在资源有限的嵌入式卫星地图系统中利用线性四叉树对卫星地图分层分块编码, 优化地图数据访问方式, 减少内存数据的加载冗余, 从而实现地图的快速显示. 通过 WindML 双缓存技术, 在 Vx-Works 实时操作系统下消除地图重绘抖动, 平滑图像输出. 程序运行结果表明: 该方法对提高终端的响应速度, 优化图像输出效果明显.

关键词: 嵌入式; 卫星地图; 快速显示; 线性四叉树; WindML

中图分类号: TP 316.2 **文献标识码:** A

0 引言

嵌入式卫星地图系统是卫星地图处理与嵌入式操作系统及设备集成的产物. 它采用卫星地图数据提供基于便携式终端的地理信息服务, 具有数据更新快、多分辨率地形和地貌特征明显等特点. 广泛应用于交通、旅游、国防、勘测等多个领域^[1]. 由于嵌入式系统的资源相对紧张, 设计高效的地图数据结构及索引算法, 加快系统的响应速度, 一直是嵌入式地图系统开发中所要解决的首要问题. 文献[2]阐述的面向对象分层的矢量数据模型和文献[3]阐述的细节层次模型 LOD 在这方面作了有益的探讨. 地图的数据格式主要有矢量和栅格两种^[4], 作者提出一种基于栅格地图的线性四叉树模型及快速索引算法, 并在 Vx-Works 实时操作系统下实现了地图的平滑显示.

1 卫星地图线性四叉树模型及其与经纬度的关系

1.1 构造多分辨率卫星地图的线性四叉树模型

利用线性四叉树结构对卫星地图数据分层分块编码的基本思想是: 首先将地图按分辨率由低到高的顺序分层. 然后将各层地图按四叉树结构分割为 $2^n \times 2^n$ 标准的图块. 最后利用 WindML 库函数将分割好的图块保存为 jpg 文件. 文件名保存为图块的四叉树编码, 相同层数的图块文件保

存在以 n 为文件名的文件夹中. 应用的线性四叉树编码规则如图 1 所示.

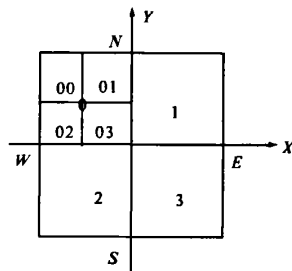


图 1 图层四叉树编码规则

Fig. 1 Regulation of Quadtree code on layers

以 jpg 格式卫星地图为例, 对卫星地图分割编码的程序如下:

```
fp = fopen(filename, "rb"); /* 以只读二进制方式打开 JPG 源地图文件 */
left = 0; top = 0; right = tile_w; bottom = tile_h;
m = 1 << n; /* n 为源地图所在的层数 */
for(i = 0; i < m; i++) {
    for(j = 0; j < m; j++) {
        /* 标识地图的分割区域 */
        pSrcRect = uglRectangle(gc, left, top, right, bottom);
        uglJpegToDDBFromFile(jpegId, fp, &ddbId, &pSrcRect, 0, 0); /* 将 JPG 文件转化为 DDB */
        fpdest = fopen(tile_filename, "a+b"); /* tile_
```

收稿日期: 2007-10-11; 修订日期: 2007-12-07

基金项目: 总装备部预研基金资助项目

作者简介: 张国超(1975-), 男, 天津人, 空军工程大学硕士研究生, 主要从事计算机软件工程研究, E-mail: shsh_101582@163.com.

```
filename 为图块的线性四叉树编码 */
uglJpegFromDDB (jpegId, ddbId, 0, 0, tile_w,
tile_h, fpdest); /* 将 DDB 图块转化 JPG 文件
*/
fclose (fpdest);
left += tile_w; right += tile_w;
left = 0; right = tile_w; top += tile_h;
bottom += tile_h;
fclose (fp);
```

1.2 图块编码与经纬度的关系

图1中编码基准体系划分为如下几个集合:北部 $N = \{0, 1\}$;南部 $S = \{2, 3\}$;西部 $W = \{0, 2\}$;东部 $E = \{1, 3\}$.

图层数 $n=0$ 时仅有一张地图,其中心点坐标为 $(0,0)$;图层数 $n=1$ 时有 2^2 张地图,其中心点坐标分别为:0 区域 $(-90^\circ, 45^\circ)$;1 区域 $(90^\circ, 45^\circ)$;2 区域 $(-90^\circ, -45^\circ)$;3 区域 $(90^\circ, -45^\circ)$. 设第 n 层某图块 C 的编码 Q 为

$$Q = q_1 q_2 \cdots q_n, q_i \in \{0, 1, 2, 3\}, i = 1, 2, 3, \cdots, n, \quad (1)$$

那么,图块 C 中心点经度 L 为

$$L = 90^\circ \times l \times \prod_{i=2}^n (1 + \frac{l}{2}) \quad (2)$$

其中: $l = \begin{cases} 1, & q_i \in E \\ -1, & q_i \in W. \end{cases}$

图块 C 中心点纬度 W 为

$$W = 45^\circ \times m \times \prod_{i=2}^n (1 + \frac{m}{2}) \quad (3)$$

其中: $m = \begin{cases} 1, & q_i \in N \\ -1, & q_i \in S. \end{cases}$

图块 C 所包含的经纬度范围:

经度范围 $A = [(L - 180^\circ/2^n), (L + 180^\circ/2^n)]$.

纬度范围 $B = [(W - 90^\circ/2^n), (W + 90^\circ/2^n)]$.

给定经纬度 (x, y) 及地图的比例尺 D 也可得出图块的线性四叉树编码 Q .

根据给定比例尺 D , 由图层比例尺表达式 $2^n: \lambda$, 可求得图层数 n . 然后, 把给定经纬度 (x, y) 与四叉树节点区域的中心点经纬度 (L, W) 进行比较来确定 q_i , 递归比较 n 次后即可确定给定经纬度 (x, y) 所在图块的线性四叉树编码 Q .

(1) $n=1$ 时, 已知第0层的中心点坐标为 $(0, 0)$, 如果 $x < 0, y > 0$ 则点 $(x, y) \in 0$ 区域, 则 $q_1 = 0$, 如果 $x > 0, y > 0$ 则点 $(x, y) \in 1$ 区域, 则 $q_1 = 1$. 依次类推, 可求出 q_1 , 并可确定点 (x, y) 所属区域在第一层的中心点坐标 (L, W) .

(2) $n=i(i=2, 3, \cdots, n)$ 时, 由步骤(1)知第 $i-1$ 层点 (x, y) 所属区域的中心点坐标为 (L, W) , 当 $x > L$ 时, 如果 $y > W$ 则 $q_i = 1$; 如果 $y < W$ 则 $q_i = 3$; 当 $x < L$ 时, 如果 $y > W$ 则 $q_i = 0$; 如果 $y < W$ 则 $q_i = 2$. 如此可确定 q_i , n 次递归调用后给定经纬度 (x, y) 所在图块的线性四叉树编码 Q .

2 确定屏幕显示图块编码

文献[5]提出了一种确定四叉树邻域的算法, 但该方法在判断边界图块上, 有一定的误差. 例如编码为 033, 122, 211, 300 这几个图块它们包含在边界集合的次数都为2, 但它们不是边界图块, 如图2所示.

000	001	010	011	100	101	110	111
002	003	012	013	102	103	112	113
020	021	030	031	120	121	130	131
022	023	032	033	122	123	132	133
200	201	210	211	300	301	310	311
202	203	212	213	302	303	310	313
220	221	230	231	320	321	330	331
222	220	232	233	322	323	332	333

图2 $2^3 \times 2^3$ 的线性四叉树编码

Fig.2 Quadtree code on $2^3 \times 2^3$ maps

我们可根据中心图块的线性四叉树编码和屏幕所能显示的总图块数来确定需要加载的图块.

2.1 任意图块边邻域编码的确定^[5]

对于任意图块, 设其线性四叉树编码 $Q = q_1 q_2 \cdots q_n$, 则其4个边邻域的编码可由表1求得. 表中,

$$B = 4^{n-i} - \sum_{l=0}^{n-i-l} 4^l, 1 \leq i \leq n-l, \quad (4)$$

$$C = 2 \times 4^{n-1} - \sum_{l=0}^{n-i-l} 2 \times 4^l, 1 \leq i \leq n-l, \quad (5)$$

其中: l 为正整数, 与 i 和 n 的值相关. 比如求东邻域, 则按从右到左的顺序扫描 Q , 直到找到第一个不属于东部集合的 q_i (即 $q_i \neq 1$ 或 3). 因为 $1 \leq i \leq n-l$, 从而确定 l .

2.2 屏显全部图块编码的确定

首先要由中心图块的编码来推导出屏幕左下角图块的编码. 屏幕中心图块到屏幕左下角图块所间隔的图块数可根据图块边长及屏幕的高度和宽度求出. 再根据线性四叉树编码的大小性, 方向性和层次性, 由中心图块的编码来确定左下角图块的编码. 例如: 根据给定经纬度及图层数, 由1.2节所示方法求出经纬度所在图块编码为 Q , 并以

之为中心图块,按照 2.1 节所示方法按逐步求西邻域和南邻域的方法可取得屏幕左下角图块的编码。

表 1 任意图块边邻域编码表

Tab. 1 Quadtrees code of any tile's neighbor

q_n	东邻域 编码	南邻域 编码	西邻域 编码	北邻域 编码
0	$Q+1$	$Q+2$	$Q-B$	$Q-C$
1	$Q+B$	$Q+2$	$Q-1$	$Q-C$
2	$Q+1$	$Q+C$	$Q-B$	$Q-2$
3	$Q+B$	$Q+C$	$Q-1$	$Q-2$

然后,以左下角图块为基准,通过 2.1 节所示方法,通过逐步求东邻域和北邻域的方法取得屏幕显示的所有图块编码。通过 WindML 库函数将之显示输出。

3 消除重绘时的地图抖动

基于多分辨四叉树模型的地图系统在重绘时会发生图像抖动。这里通过 WindML 提供的双缓存技术来消除图像抖动。其基本思想是:在绘制中先将地图绘制到事先开辟的 Page 中,绘制完成后再将 Page 显示到屏幕上。

WindML 的双缓存技术(Double Buffering)^[6]提供了图像处理上的极大便利。其 uglPageLib 为用户提供了丰富的操作页面功能的 API。可通过函数 uglPageDrawSet() 和 uglPageVisibleSet() 来控制地图的绘制与显示输出。本文中应用 page 实现消除图像重绘抖动的相应程序如下:

```
/* 配置生成页面,实现双缓存显示 */
Page[0] = UGL_PAGE_ZERO_ID;
Page[1] = uglPageCreate( devId );
PageIndex = 1;
uglPageDrawSet( devId, Page[1] );
/* 显示地图系统初始界面 */
```

```
OnDrawlayer( devId, mode, 0, 0, 2 );
drawinfo( devId, m_Lon, m_Lat );
if( PageIndex == 1 ) {
    uglPageVisibleSet( devId, Page[1] );
    PageIndex = 0; }
else if( PageIndex == 0 ) {
    uglPageVisibleSet( devId, Page[0] );
    PageIndex = 1; }
```

4 结论

基于栅格地图的多分辨率四叉树数据模型是对 LOD 模型的有益补充,该算法的研究与运用提高了嵌入式地图系统的整体性能。系统运行表明本文提出的基于多分辨率四叉树地图数据模型有效的提高了系统运行速度,满足了系统实时性要求,提高了系统稳定性,是实现卫星地图的快速显示,避免重绘时地图抖动的一种较为有效的方法。

参考文献:

- [1] 李 比. 基于掌上电脑的嵌入式电子地图系统研究、设计与实现[D]. 南宁:广西大学计算机与电子信息学院, 2006.
- [2] 文 江,朱宝山. 基于 PDA 的矢量图形的快速显示[J]. 嵌入式软件应用, 2007, 23(22):75-77.
- [3] 李清泉,杨必胜,史文忠,等. 三维空间数据的实时获取、建模与可视化[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2003,223-228.
- [4] 张成才,季广辉,陈俊博,等. 一种基于 ArcGIS 和 AutoCAD 的数字地图拼接方法[J]. 郑州大学学报:工学版, 2007, 28(1):118-121.
- [5] 肖乐斌,龚建华,谢传节. 线性四叉树和线性八叉树邻域寻找的一种新算法[J]. 测绘学报, 1998, 27(3):195-203.
- [6] Wind River System Inc. WindML SDK 3.0 Programmer's Guide[M]. Wind River System, Inc, 2002.

A Method for Rapid Showing in EM - GIS Built - in Satellite Maps

ZHANG Guo - chao, YANG Ren - nong

(1. Engineering Institute, Air Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. Army 95949 of PLA, Cangzhou 061022, China)

Abstract: By establishing model on quadrees, we get the map - tile serial code, which can confirm the fixed position of center map - tile and its neighbor quickly. This decreases the data loaded into the memory evidently, thus making the built - in satellite map system show quickly. With the technology of double - buffering offered by WindML, to wipe off the dithering. The result proves this method can carry out tie aim in VxWorks RTOS.

Key words: embedded; satellite map system; rapid showing; quadtree; WindML