

嵌入式环境下导航地图数据表示 和并行调度显示算法

张 东^{1,2} 钱德沛¹ 王家耀² 刘爱龙³

(1 西安交通大学电信学院, 西安市咸宁路 28 号, 710049)

(2 信息工程大学测绘学院, 郑州市陇海中路 66 号, 450052)

(3 西安测绘研究所, 西安市雁塔路中段 1 号, 710054)

摘要:构造了满足导航要求的地图数据表示多维要素集 NDIS_SET, 针对嵌入式环境下计算、存储等资源有限的情况, 提出了地图数据并行调度显示算法 N_PDIS(navigation data parallel display), 该算法根据地图显示操作进行模糊图幅预判, 并通过动态图幅调度生成两块位图, 实时将其中的一块切换至屏幕, 算法通过两个并行线程完成。实验结果表明, N_PDIS 在显示速度和平滑性方面有明显的优势。

关键词:嵌入式; 地图显示; 并行调度; 车载导航

中图法分类号: P208; P283.7

1 导航数据表示

1.1 导航数据的集合模型

导航地图与普通地图在要素的内容和组织方式等方面的差别较大^[1], 目前流行的导航地图规范主要有 GDF 和 KIWI 格式, 两者内容相近但表示不同。地图数据要素很多, 应用于导航目的的数据取舍原则如下: ① 服从路径计算与车辆导航的目的; ② 对于目标点采用算法压缩, 以减少数据量; ③ 低等级路要进行综合, 城市 7 级甚至 6 级道路都不显示; ④ 道路的部分节点要合并表示。

定义 1 $\forall t$, 存在多维数据集 $\text{BitMap}(P, T, S)$, 使 $\text{ScreenSet}(T, S) \subset \text{BitMap}(P, T, S)$, 其中, P 表示内存中指向 BitMap 的指针; T 表示时间; S 表示显示的比例尺。

定义 2 $\text{BitMap}(P, T, S) = F_1(\text{NDIS_SET}, \text{Route}, \text{AutoMo})$, 其中, 位图内容 $\text{BitMap}(P, T, S)$ 是一个多维数据集, 依 T 和 S 变化; NDIS_SET 表示时刻 t 在位图中的地图数据内容; Route 表示当前的导航规划路径; AutoMo 是当前车辆; F_1 为位图生成规则。

定义 3 $\text{ScreenSet}(T, S) = F_2(\text{NDIS_SET},$

$\text{Pattern}, \text{Color})$, 其中, ScreenSet 为时刻 t 屏幕显示的内容集, 是一个多维数据集, 依 T 和 S 变化, 是 $\text{BitMap}(P, T, S)$ 的子集; $\text{Pattern}, \text{Color}$ 表示时刻 t 数据对象显示的样式和颜色; F_2 为符号表示规则。

定义 4 $\text{NDIS_SET}(T, S) = \{\text{RoadSet}, \text{NameSet}, \text{BackgroundSet}, \text{AssisInfoSet}, \text{OperationSet}, \text{ModeSet}\}$, 其中, 集合中的子集分别表示道路集、名称集、背景信息集、辅助信息集、操作集、显示模式集等。

1.2 显示内容的数学表示

NDIS_SET 是一个实时显示内容集, 为了方便计算机程序的实现, 还需要将内容集进行数学描述和表示^[2]。

定义 5 $\text{BOOL ModeSet}(T) = \{1, 0\}$, 显示模式, 1 表示白天, 0 表示夜晚。

定义 6 对于 $\forall L, \text{RoadSet}(T, S) = L\{\text{ARC}, \text{NODE}, \text{WEIGHT}\}$, 其中, L 表示路径; ARC 表示将道路抽象为边或弧段, 即表示两个节点之间的路段, 在多数情况下具有方向性、节点之间的连通性; NODE 表示和路段相关联的节点或者称为路口, 在城市中, 路口具有非常复杂的属性, 一般包括简单路口、复杂路口、立交桥等; WEIGHT 表

示路段属性,如交通限制、收费状况、路段的长度、路面情况、拥堵情况等,是拓扑生成和路径规划的主要信息。

定义7 BackgroundSet(T, S)中的对象定义、依比例尺变化的{水系,植被,居民点,行政区界线}等背景数据分别用面域或点来表示;用于目标地选择和路径规划的{公共基础设施类,餐饮,宾馆,汽车类,商场,休闲娱乐类,交通,文化景观类}等兴趣点类数据按照属性定义记录来表示。

定义8 AssisInfoSet(T, S) = {时间,比例尺,指北针,转向指示,行驶里程,剩余时间,行驶速度},定义其中的各数据项为 Int、Double 或 Float。

定义9 TurnSet(T)表示转向状态,定义为整数 Direction,值域为{前方左转,前方右转,前方靠左侧道路行驶,前方靠右侧道路行驶,前方直行,前方掉头,前方左斜入快车道,前方右斜入快车道,前方进入环岛}。

2 地图数据并行调度显示算法 N_PDIS

2.1 准备条件

优化空间数据显示速度的方法主要有两类^[3]:①通过提高硬件资源的指标来改善性能,相应的是成本代价;②用软件方法,如改善图形显示的效率,提高数据读取的效率,减少需要显示和操作的冗余数据等。

研究发现,索引支持和矩形判断是提高显示速度的有效方法。①索引的建立与应用。以1:2.5万的图幅为单位进行索引调度;以省为单位形成文件;一级索引文件根据图幅号索引到省级文件和二级索引文件(以省为单位);通过二级索引文件得到地图数据的位置,二级索引每记录20 byte,包括图幅号、记录起始地址、记录长度、是否有逻辑分块等。②显示目标的矩形判断。对于每一个线状或面状目标,在数据属性中增加最小包含矩形的坐标,包括矩形左上点和右下点,目标检索时,首先判断显示窗口和该矩形的重叠关系,有重叠部分时,该目标才计算和显示,减少了运算量,提高了显示速度。

2.2 常规显示算法 NDIS

常规显示算法 NDIS 的基本思想是:按照定义1,显示的主要任务是形成某时刻 t 的位图 Bit-Map(P, T, S),在此基础上,根据当前行驶车辆的位置 P (MobileX, MobileY) 和屏幕的中心位置

(SX, SY) 获得 ScreenSet(P, T, S) = {NDIS_SET, Pattern, Color},即屏幕显示内容。NDIS 体现的是一种串行思想,没有并行的概念。

NDIS 算法就是对于当前位置 P 计算后调入相应的地图,生成大图用于显示,当位置变化时,重复这样的流程。该算法简单易行,但对于一些已经在内存中的图幅,多次的载入会带来时间代价^[4]。改进的算法主要是内存中的数据重用,调度只补充新的数据,但算法还是单线程。改进的 NDIS 算法如图1所示。

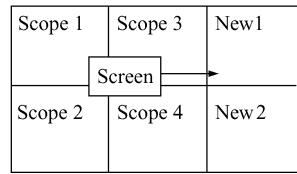


图1 NDIS的优化

Fig. 1 Modifying of NDIS Algorithm

设缓存和图幅大小相同,地图漫游时,由后台进程模糊预判漫游方向、拼接组织更新的地图内容、刷新缓存。当向右漫游,显示中心偏出缓存中心区域时,后台进程先将缓存1、缓存2的内容清空,再将缓存3的内容拷入缓存1,缓存4的内容拷入缓存2;将右边相邻的两块地图划入缓存3、4中,形成新的位图图像供显示用,从而实现地图的平滑漫游。

2.3 并行调度算法 N_PDIS

N_PDIS 算法的基本思想是:①在显示缓冲中,设计两个用于屏幕显示的位图,分别用指针 * Pointer1、* Pointer2 指向它们,每个位图的大小为16幅(4×4)相邻的1:2.5万导航图在等大显示时的图面大小;②当前显示的位图由状态 BitMapInUse 来表示,另一幅位图就是待更新的位图;③在漫游等显示操作时,位图后台调度由触发和调度条件 W_1 控制, W_1 实际上是两个位图的中心区域控制,当超出一个区域后,就驱动另一个线程的图调度,后台生成位图;④图幅在调入时,和已经在内存中的图幅 ID 进行相关性比较,调入新图幅;⑤图幅删除按照距离最远策略进行;⑥位图切换由触发条件 W_2 控制,当屏幕要超出当前位图的范围时, W_2 激发另一个线程已经并行完成的位图,并切换更新屏幕。为此,定义相关参数:ScreenWidth 表示屏幕大小尺寸, Bit-MapWidth 表示显示内存区的大小(与屏幕大小呈线性关系), p_Mem 表示内存中存放地图的空间指针(共16幅图), p_Input 表示读入地图时临

时空间指针(一幅图), $p_BitMap1$ 表示内存中位图区 1 指针, $p_BitMap2$ 表示内存中位图区 2 指针, $BitMapInUse$ 表示当前使用位图区的标识, $Mem * MAPLISTNUMBER1 [16]$ 、 $Mem * MAPLISTNUMBER2[16]$ 表示指向内存中正显示的指针(最多 16 幅), $MapDisplayNo1[16]$ 表示正显示的图号标识(16), $MapDisplayNo2[16]$ 表示准备调入的图号(最多为 16 幅), $MapdisplayLabel2[16]$ 表示实际调入的图号标识, 则 N_PDIS 算法的流程如下。

```

GetPosition ( double * MobileX, double *
MobileY); //获得当前位置;
virtual BOOL ZBToMapID(double LL, double BB, ,
CString &.name2p5); //计算所在的图幅号;
GetMapName(Cstring &.MapName, &. Adjust Map
Name); //求相邻图幅号;
virtual BOOL CompareToMem ( CString &. name
2p5, CBitmap * Pointer1, Mem * p_Mem, String * Map-
DisplayNo1[16], String * MapdiaplayLabel1[16], String
* MapDisplayNo2[16]); //通过索引找到相关图, 与已经
在内存中的图幅号比较, 确定哪些图要读入, 哪些可以被
覆盖;
virtual BOOL ReadChoiceToMem ( CString &. name
2p5, CBitmap * Pointer1); //选择读入内存;
CBitmap * CCreateBitmap (double Centerlongitude,
double Centerlatitude, long * xOffset, long * yOffset,
String * BitMapInUse); //根据当前使用位图区的标识生
成位图 * p_BitMap1 或 * p_BitMap2;
void SwitchDisplayBitmap (CBitmap * m_pBitmap,
long x, long y, String * BitMapInUse); //位图切换函数:
将 * BitMapInUse 所对应的位图切换显示在屏幕上。

```

3 实 验

按照文中的数据组织和算法已经完成了一款基于全国路网、满足实用的导航仪产品 NAV-01, 支持触摸屏输入和语音导航, 芯片选用主频 206 MHz 的 Inter strong ARM SA1110, 64 MB SDRAM, 512 MB CF, 直流 12 V 供电, 屏幕分辨率为 320×240 , 外形宽 198 mm、高 122 mm、厚 37.6 mm, 净重 600 g。其中, 依照 NDIS_SET 完成的实时数据显示满足实用要求, 如图 2 所示, S 为 100 m, 屏幕右侧为前方路口左转向提示图片, 默认显示模式为车辆前进方向向上, 旋转指北针, 有 GPS 信号, 辅助信息栏提示前方 100 m 左转, 规划路径长度为 3.2 km, 距离目的地还有 0.9 km, 显示模式为白天。

实验表明: ① 建立的 NDIS_SET 准确描述

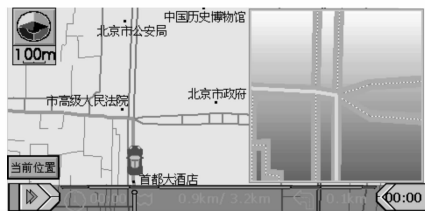


图 2 NAV-01 显示画面

Fig. 2 Main Display Menu of NAV-01

了任意时间屏幕显示的内容, 要素的取舍和实际应用结合紧密。② 索引机制的引入减少了对内存的过度依赖, 也适应导航数据边生产边推广使用的现实状况, 数据的扩充对代码和内存等的影响小, 图的查询速度也大大提高。在 $S=200$ m 时, 开机时将索引数据和当前位置的相关图一次调入内存的时间少于 5 s, 在后续应用中, 不需要重新载入。③ 在漫游状态下, N_PDIS 和 $NDIS$ 超出位图区域生成新位图的时间比较如图 3 所示。显然, N_PDIS 在多线程并行机制的支持下, 通过动作预判和两个并行线程预生成位图并实时切换的方法, 其时间指标明显优于 $NDIS$ 算法。

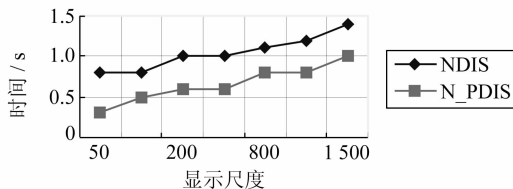


图 3 两种算法时间比较图

Fig. 3 Time Comparison Between Two Algorithms

参 考 文 献

- [1] 张东, 郭建忠, 刘爱龙, 等. 城市地图导航中多拓扑生成和实时动态路径分析[J]. 测绘科学与工程, 2005, 25(2): 13-17
- [2] Zhang Dong, Liu Ailong, Zhang De. The Present Situation of Vehicle Navigation Techniques in China and the Multi-topological Formation and Route Computing of National Navigation Map[C]. The 22nd International Cartographic Conference (ICC2005), Spain, 2005
- [3] 郭建忠. 系列比例尺条件下海量数据的快速显示[J]. 测绘学院学报, 2005, 22(2): 136-138
- [4] 高扬. 基于 PDA 的车辆导航系统的研究与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2003

第一作者简介: 张东, 博士生。现主要从事车载导航、嵌入式 GIS 和网络数据分发方面的研究。

E-mail: navgrid@163.com

Map Data Denotation and Parallel Display Algorithm in Embedded Navigator

ZHANG Dong^{1,2} QIAN Depei¹ WANG Jiayao² LIU Ailong³

(1 Xi'an Jiaotong University, 28 Xianning Road, Xi'an 710049, China)

(2 Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, 66 Middle Longhai Road, Zhengzhou 450052, China)

(3 Xi'an Research Institute of Surveying and Mapping, 1 Middle Yanta Road, Xi'an 710054, China)

Abstract: After designing a navigation display data set(NDIS_SET)including several dimensions, a new parallel display algorithm with navigation data named N_PDIS is presented to adapt to embedded computation and memory limited resources. N_PDIS can choose one from two preparative bitmaps and switch to screen automatically through two parallel threads. After compared with normal navigation data display algorithm named NDIS, N_PDIS is shown more effective to improve display efficiency.

Key words: embedded system; map denotation; parallel display; vehicle navigation

About the first author: ZHANG Dong, Ph. D candidate, majors in automobile navigation, embedded GIS and spatial data dissemination through grid.

E-mail: navgrid@163.com

.....
(上接第 342 页)

Multi-agent Based Network Virtual Reality Architecture

LIN Zhiyong¹ MENG Lingkui¹ ZHAO Chunyu¹

(1 School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: The classification and structure of agent are analyzed, the technology of multi-agent based Network virtual reality is applied, including roles and methods on tasks decomposing, architecture and distributed mode, the multi-agent online virtual reality system is tested with DEM data and 3D models data by an prototype system.

Key words: network virtual reality; multi-agent; 3D GIS

About the first author: LIN Zhiyong, Ph. D candidate, majors in virtual reality, parallel 3D GIS.

E-mail: zhy_lin@126.com