

基于 Qt 组件的仿真智能车辆二维地图系统的设计与实现

陈 蕾 吴春明

(浙江大学计算机科学学院 杭州 310027)

摘 要 本文介绍了自主式智能车辆仿真测试系统中的二维地图系统的基本设计思想与实现方法。在基于 Qt 组件的 Linux 环境下,本系统共设计与地图相关的三类组件:地图组件、地图视图组件和地图符号组件,通过 Qt 提供的 signals 和 slots 机制实现组件间的通信。同时对基于对象的地图存储方式进行了介绍。

关键词 地图 自主式智能车辆 组件编程 Qt Signal Slot

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF 2D MAP SYSTEM FOR SIMULATED INTELLIGENT VEHICLE BASED ON Q'S COMPONENT

Chen Lei Wu Chunming

(College of Computer Science, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract This article introduces a 2D Map System which is part of Simulation and Test System for Autonomous Intelligent Vehicle ,presents the basic design idea ,and gives the detailed narration of implementation. This system has designed three sorts of components related to map system based on Qt's components on Linux platform ,which are map component ,map view component and map symbol component. Signals and slots provide interobject communication. A method of map storage based on object is also introduced.

Keywords Map Autonomous intelligent vehicle Component programming Qt Signal Slot

1 引 言

军用地面智能机器人是一辆自主式智能车辆,是一个集环境感知、规划决策、自动驾驶等多种功能于一体的综合系统。该系统的设计和实现过程时间跨度长,因此在研究开发的过程中考虑到这样一个问题,即设计一个自主式智能车辆的仿真测试系统,来验证所设计的系统体系结构的可行性和测试所开发的黑板调度系统工作的实时性和稳定性。

自主式智能车辆行驶时,车载摄像机实时采集前方视域信息,供系统中二维视觉 Agent 等处理。而仿真智能车辆系统中,二维视觉仿真 Agent 则是从二维数字地图中获取道路信息。因为整个系统是在实时 Linux 环境下运行的,所以在此环境下用组件编程语言 Qt 开发了一个二维地图系统,可以根据需要生成各种地图。

作为 Troll Tech 公司的标志产品,Qt 是跨平台的图形用户界面和应用程序开发的 C++ 工具包, Linux 的桌面环境 KDE 就是用 Qt 开发的。它提供了一套完整的编程组件供用户继承,并采用 signals 和 slots(信号和槽)机制用于组件对象之间的通信。在该机制下组件对象之间可以在互不相识的情况下通信,因此设计出来的组件可重用性较高。该机制完全独立于任何 GUI 事件循环。

2 地图的设计与实现

在 Qt 中,signals 和 slots 一起组成了功能强大的组件编程机

制。对象自身的状态发生特定的改变时便发出 signal,这是该对象在通信时做的全部事情,对象本身无法知道是否有其它对象接收到该 signal。作为类的成员函数的 slot 用于接收 signal,但它并不知道是否有任何 signal 与之关联。从这方面看,对象本身并不知道通信机制,因此可被用作软件组件。这是真正的信息封装。

根据 Qt 提供的组件,设计了 3 类与地图相关的组件:地图组件、地图视图组件、地图符号组件。其中地图符号组件包括道路组件、山地组件、河流组件、树木组件等。它们之间通信合作的关系如图 1 所示。

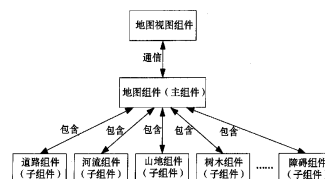


图 1 组件间通信合作的关系

2.1 地图组件和地图视图组件

在设计中,将地图本身与地图的视图和地图与用户的交互分开,分别设计了地图组件和地图视图组件。

地图组件好比容器,提供并管理着一个二维图形区域,上面装载了各种地图符号组件。每个地图符号组件都有一个 Z 值属性(即高度属性),地图组件可根据其 Z 值决定其层次关系,如某

收稿日期:2003-10-29。陈蕾,硕士生,主研领域:人工智能,智能机器人。

区域有多个符号组件重叠,Z值高的组件覆盖Z值低的组件。在Qt中任何组件只有调用了show()方法后才可见,地图组件中未提供任何方法来显示其二维图形区域以及上面的地图符号,它的显示是借助于地图视图组件。

地图视图组件则好比地图与用户之间的接口,负责提供地图组件的视图和处理各种用户事件。地图视图组件可根据用户要求给出地图组件正常、放大或缩小比例方式的屏幕视图。当用户与地图交互时,如移动障碍或改变道路位置,产生的事件是由地图视图组件获取,处理后传递给地图组件的。

地图组件的部分声明如下:

```
class Map :public QCanvas
{
    .....
public:
    QCanvasItemList allItems(); 返回地图上的全部符号组件对象
    void resize(int w,int h); 改变地图大小
    QCanvasItemList collisions(const QPoint &p)const; 返回在点P上
    重叠的地图符号组件对象组成的链,并按Z值从大到小的顺序排列
    public slots: 公共槽,可在组件外部建立其与其它组件中信号的关
    联关系,从而保证了组件的封装性
    void updateMap (QPointArray ,SymbolType); 更新地图上改变的
    区域
    .....
}
```

地图视图组件的部分声明如下:

```
class MapView :public QCanvasView
{
    .....
public:
    bool setWorldMatrix(const QWMatrix &wm); 设置变换矩阵,可
    放大或缩小地图视图
    void show(); 在屏幕上显示地图视图
protected:
    void contentsMouseEvent(QMouseEvent *e);
    void contentsMousePressEvent(QMouseEvent *e);
    void contentsMouseMoveEvent(QMouseEvent *e);
    void contentsMouseReleaseEvent(QMouseEvent *e); 以上4个方
    法处理鼠标事件
    signals: 信号,可在组件外部建立其与其它组件中公共槽的关联
    关系,从而保证了组件的封装性
    void changed(QPointArray ,SymbolType); 带参数的信号,括号内
    为参数型别
    .....
}
```

建立地图组件对象和地图视图组件对象的通信合作关系只要调用connect()函数即可。如在程序运行初始化时调用connect(mapView,SIGNAL(changed(QPointArray,SymbolType)),map,SLOT(updateMap(QPointArray,SymbolType)))。该函数将地图视图组件对象mapView的信号changed(QPointArray,SymbolType)和地图组件对象map的公共槽updateMap(QPointArray,SymbolType)相关联。进入事件主循环后,当用户试图在地图上某点放置一棵树株时,地图视图组件对象获得与之相应的鼠标点击事件,经处理后向地图组件对象发送信号,信号中包含点坐标以及地图符号类别;当地图组件对象收到信号后,调用与该信号关联的槽(即函数)在相应的位置放置一个树株符号组件对象。这样的通信

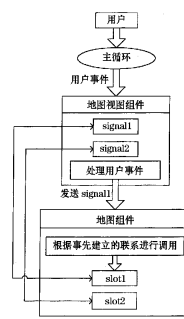


图2 地图视图组件对象与地图组件对象的通信合作过程

合作关系在程序运行过程中可随时建立或移除。

(注:图中细线表示用connect()函数建立的联系,空心线表示程序运行过程中形成的数据流。)

2.2 地图符号组件

地图符号组件有山地、道路、河流、树株、石头、障碍等,与地图组件的关系类似于子组件与主组件的关系。符号组件的公共属性有类别属性、色相属性、高度属性、坐标链属性等。

同类符号组件对象的类别属性值是相同的。

图形要素是地图的构成要素之一。而视觉变量又是构成图形的基本要素,包括颜色等5个方面。颜色包括彩色和非彩色。彩色具有色相、亮度和饱和度三种变量。在彩色地图上,色相变量是表示定性信息的第一选择。仿真智能车辆处理在数字地图上实时截取的视域信息时,正是根据色相信息来判断障碍和识别道路边缘的。因此地图符号组件的一个重要属性就是色相属性,如道路是灰黄色的,河流是蓝色的,树株是深绿色的,石头是赭色的,等等。

高度属性,即Z属性。Z值低的符号被Z值高的符号覆盖。

坐标链属性是用于确定符号对象位置的属性。

地图符号模型可按所代表的地物或表现外形分为点状、线状、面状符号。点状符号如树株、石头、障碍等,其坐标链中只包含一个坐标点。线状符号在设计地图中暂时没有。面状符号如道路、河流、山地。道路和河流是用其左右两边坐标链合在一起围成的封闭区域表示的。山地是用分层设色法表示的。分层设色法是在不同层级的等高线包围的封闭区域内用不同颜色普染,以色相的差异来表示地势高低的方法。

2.3 地图的存储

数字地图可以是一个完整的自然视觉目标的点阵地图,也可以是几何结构的矢量地图。试验中用到的地图要求是10000像素点×10000像素点的24位彩色地图,若存为点阵地图,则数据量相当大,所以存为矢量地图。

地图的有效信息包括地图长宽、比例尺、地图符号信息等。其中长宽和比例尺可作为格式化数据直接存入文件中。对于地图符号组件则针对其特点设计了一个地图符号存储类。当存储地图时,扫描整个二维图形区域,为每个符号组件对象生成一个地图符号存储类的对象,同时为地图符号存储类重载了《和》,使得可以对其进行格式化读取和写入操作。

数字地图若存为二进制文件,则地图文件较小,处理速度快,但文件中的数据不便于查看和管理;若存为文本文件,则地图文件较大,处理速度慢,但文件中的数据易于查看和管理。为了能有效地存储和管理数字地图,本系统设计成数字地图既可以存为二进制文件,又可以存为文本文件,且两者可以相互转换。

二进制地图文件格式参考如下:

数据存放顺序:文件头,地图宽,地图高,比例尺,element的个数,element,element.....

内容	类型	长度(Byte)	说明
文件头	字符串	60	

内容	类型	长度(Byte)	说 明
地图宽	无符号整数	4	
地图高	无符号整数	4	
比例尺	double	8	若比例为 1:400 , 则该值为 400
element 的个数	无符号整数	4	地图包含的所有符号 组件对象的个数
element	class Element	不定长	符号存储类对象

文本地图文件的格式参考如下:

第一行 文件头

第二行 地图宽:地图高

第三行 比例尺

第四行及后继行 地图符号名称:类别值:Z 值:半径:颜色:X1,Y1|X2,Y2|.....|Xn,Yn(Xi 和 Yi 为点的横坐标和纵坐标)

3 应用实例

军用地面智能机器人总体结构方案中规定其定位精度至少为 0.1 米。因此用二维地图系统设计一幅 10000 像素点 ×10000 像素点的 24 位彩色地图,比例约为 1:400,相当于 1 平方公里的区域范围,保存成二进制地图文件大小约为 200KB 左右。当仿真智能车辆在数字地图上行驶时,二维视觉仿真 Agent 仿真 AIR 的二维 CCD 摄像头,根据车辆当前的位置和姿态实时截取车前 5 米、宽 10 米、沿道路方向长为 25 米的矩形区域作为视域信息,用于道路边缘的识别。三维测障仿真 Agent 仿真激光雷达和毫米波测距雷达,实时截取车前 2 米、宽为 10 米、沿道路方向长为 10 米的矩形区域作为检测范围,用于前方障碍的探测。仿真智能车辆是根据地图上像素点的色相信息来判别地物和道路边缘的,如持续发现红色的像素点,可判定前方有路障。图 3 是仿真测试系统加载了一幅地图的情景。图 4 是仿真智能车辆在地图上行驶的情景。本系统应用良好,在不久前的验收中顺利通过。

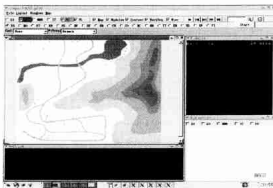


图 3 加载了一幅地图



图 4 车辆在地图上行驶

4 结束语

下一步的工作将着眼于在二维数字地图的基础上开发三维数字地图,用 VRML 和 Java3D 实现可交互的 3D 虚拟场景,其中 VRML 用于静态场景显示,即树木、障碍、道路等的显示,Java3D 用于动态场景的显示,即车辆的行驶。

参 考 文 献

[1] 蔡孟裔、毛赞猷、田德森、周占鳌,新编地图学教程,北京:高等教育出版社,2000。
[2] 朱森良、杨建刚、吴春明,自主式智能系统,杭州:浙江大学出版社,2000。
[3] 徐文渊,“分布式智能车辆可视化测试床 IVD 系统的研究”,《浙江大学硕士学位论文》,2001。
[4] Qt Reference Documentation. <http://doc.trolltech.com/3.2/index.html>。
[5] Xteam(中国)软件技术有限公司,Qt 程序设计,清华大学出版社,

2002。

[6] 项育华、徐福缘、韩路,“地图制图的面向对象设计”,《计算机工程》,Vol. 28, No. 3, Mar. 2002。
[7] 王立松、陈兵、林钧海、秦小麟,“基于对象的数字地图存储管理技术”,《南京航空航天大学学报》,Vol. 34, No. 1, Feb. 2002。

(上接第 3 页)

表 4 各个数码点封闭区域的面积比

数码点 \ 面积比	Ar1	Ar2	Ar3	Ar4	Ar5	Ar6	Ar7	Ar8	Ar9	Ar10
59	2.41									
45	3.018	2.408	0.798							
44	3.022	3.015	2.405	1.002	0.798	0.796				
51	3.102	3.021	2.389	1.012	0.815	0.804				
80	2.002	2.001	1.603	1.00	0.803	0.721				
81	2.005	1.986	1.585	0.992	0.795	0.714				
68	2.034	2.019	2.017	1.613	1.009	1.008	1.001	0.799	0.798	0.793

表 5 各个数码点质心的三角形面积比

数码点 \ 三角形面积比	Ti1	Ti2	Ti3	Ti4	Ti5	Ti6
44	1.504	1.424	1.108	0.398	0.359	0.244
51	0.871	0.642	0.559	0.411	0.358	0.230
80	3.283	1.216	0.470	0.387	0.371	0.143
81	1.240	1.238	1.002	0.382	0.309	0.308

表 6 数码点质心的交比不变量

数码点 \ 交比不变量	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄
68	2.8994	2.5910	2.3567	1.6773

这样,我们利用 4 个识别策略获得了实际数码点的特征值,在后三步中采用相似度测量函数来定位特征值在数据库中的对应的位置,并最后确定是几号数码点,完成识别任务。

4 结 论

本文根据具体情况,采用了 4 类仿射和射影不变量作为数码点的特征值,对实际图像中的数码点进行分类和识别,实验结果表明,采用本文的识别策略,可以很好的完成识别任务。

参 考 文 献

[1] V. N. Gudivada, V. V. Raghavan, Content-based image retrieval systems, Computer September[J], 1995:18~22。
[2] Hu MK, Visual pattern recognition by moment invariants[J], IRE Tran. on IT, 1962:179~182。
[3] Zahn CT. and Roskies RZ. Fourier descriptors for plane closed curves[J]. IEEE Trans. on Computer, 1972, 21:269~281。
[4] 安玮,透视变换不变性研究及三维空间目标的识别[D],国防科技大学,1995,1。
[5] 高育林,二维图像在三维空间中的不变量研究及多面体识别[D],国防科技大学,1994,1。
[6] 汪力新、戴汝为,“三维仿射不变矩[J]”,《模式识别与人工智能》,1998,11(2):133~139。
[7] Reiner Lenz, Peter Meer, Point configuration invariants under simultaneous projective and permutation transformations [J]. Pattern Recognition, 1994, 27(11):1523~1532。

