

利用OpenGL 开发汽车操纵稳定性虚拟试验软件平台

尹念东¹, 余群²

(1. 黄石高等专科学校; 2. 中国农业大学)

摘要: 在桌面虚拟现实系统(Desk-top Virtual Reality)下,利用OpenGL (Open Graphics Library)开发了“汽车操纵稳定性虚拟试验软件平台”。介绍了虚拟试验的意义、采用OpenGL 作为开发虚拟试验软件平台的原因,提出了虚拟试验平台的功能要求,给出了完成其功能的若干关键技术的实现方法。虚拟试验为车辆运动仿真提供了一种新的研究手段。

关键词: 虚拟试验; 立体视觉; 沉浸感; 场景

中图分类号: U 461.6; TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)02-0153-03

1 引言

什么叫虚拟试验呢?到目前为止,还没有人下过定义。什么叫汽车的操纵稳定性虚拟试验呢?笔者的定义是:汽车操纵稳定性的虚拟试验就是把虚拟现实技术用于汽车操纵稳定性的研究中,交互地改变诸如车辆参数、道路条件、驾驶员控制机理等试验的条件和参数,模拟真实试验,以分析、验证理论和假设的正确性。从本质上来讲,汽车的虚拟试验就是汽车的运动数据(包括理论模型计算和实际试验的数据)在计算机屏幕上的映射。

车辆操纵稳定性的虚拟试验与传统的计算机图形仿真相比,它有更好的沉浸和交互手段,虚拟试验克服了现有数值仿真得到的结果缺乏真实环境的直觉和形象表现的缺点,其仿真结果的以图形、静态与动态的画面等形式表现出来,使普通的研究人员也能容易了解虚拟试验全过程和发展的趋势,理解计算机数值仿真难以“体验”的过程,同时虚拟试验具有节省资金、无危险和可重复的优点,所以,受到车辆工程界的广泛关注。虚拟试验技术的研究,不仅具有理论上的深刻性,而且具有巨大的实际意义。

进行虚拟试验需要软件平台和硬件系统的支持。汽车操纵稳定性的虚拟试验的硬件系统采用笔者设计的桌面虚拟现实系统^[1](Desk-top Virtual Reality);而对于软件平台,则是在Windows NT4.0, Visual C++ 6.0环境下,采用OpenGL 开发汽车操纵稳定性虚拟试验软件平台。

OpenGL (Open Graphics Library)是使用专用图形处理硬件的软件接口^[2]。最初是SGI公司为其图形工作站开发的可以独立于窗口系统、操作系统和硬件环境的图形开发环境。其目的是将用户从具体的硬件系统、窗口系统和操作系统中解放出来,可以实现完全不去理会这些系统的结构和指令系统,只要按照OpenGL 的规定格式书写应用程序就可以在任何支持该语言的硬件平台上执行。

利用OpenGL 的变换(Transformer)、着色(Rendering)、光照(Lighting)、反走样(Antialiasing)、混合(Blending)、雾化(Fog)、位图和图像(Bitmap and Image)、纹理映射(Texture Map)等操作,可以随心所欲地生成我们所需要的虚拟场景、控制运动。OpenGL 还可以调用如3Dmax、AutoCAD 软件产生的图形模型^[3](需要对其文件格式进行转换),这样,就可以控制这些模型、制作三维动画和实现虚拟(仿真)试验。

OpenGL 的基本操作可以使用标准C调用,也可以用VC++ 环境中的MFC调用,MFC 提供了丰富的窗口和事件控制和管理的函数,例如,可以方便地使用菜单、工具条等工具实现应用程序和用户的交互操作。在本论文中,虚拟试验场景、运动路径、试验(仿真)过程都需要根据所建立的数学模型所产生的数据来控制,这些都是最底层的控制,用C或C++ 操作OpenGL,能够满足虚拟试验研究的要求;而现在很多优秀的软件,如WTK^[4](World Tool Kit),虽然它是目前公认的最优秀的虚拟现实软件,但从底层控制的角度来看,它不如C或C++ 操作的OpenGL;而且,用户只要安装了Windows NT/9x 和VC++,就具备了基于OpenGL 开发三维图形软件的基本条件。所以,在本文中,选择OpenGL 作为开发车辆虚拟试验软件平台的工具。

2 虚拟试验软件平台的功能要求

2.1 功能要求

为了进行虚拟试验,虚拟试验平台需要具有如下的功能:

- 1) 汽车特性参数,汽车运动数据,汽车试验道路的输出,实时、交互的改变;
- 2) 立体视觉输出,三维立体显示配以液晶显示光闸眼镜获得双目立体视觉感知,真实再现试验情景;
- 3) 图形仿真虚拟试验,多视口、多视点显示,视口暂停,自动变换视口,画面放大,画面缩小,画面旋转在虚拟试验过程中,观察车辆的各种特性;
- 4) 虚拟试验的场景即时变换,雾化效果,场景回放等;
- 5) 动点运动仿真输出,动态的进行仿真,观察试验的变化全过程和发展的趋势。

收稿日期: 2001-10-22

作者简介: 尹念东(1963-),工学博士,车辆工程专业。湖北省黄石市黄石高等专科学校汽车系,435003。Email: niandongyin@263.net

2.2 需解决的问题

为了实现汽车操纵稳定性虚拟试验平台的功能,在计算机的程序算法中我们解决了以下问题:

1) 主视口、辅视口的形成; 2) 上、下视口的形成; 3) 主视口的旋转(顺时针、逆时针); 4) 主、辅视口的放大、缩小; 5) 主、辅视口(画面)的暂停; 6) 自动和手动换屏; 7) 汽车参数的改变; 8) 汽车运动数据(理论模型数据和试验数据)的实时读入; 9) 汽车在计算机屏幕上的运动(按控制规律): 汽车的平动(x, y 方向), 汽车车身的转动, 汽车前左、右转向轮的转动; 10) 虚拟试验场虚拟场景的即时更换; 11) 虚拟试验速度的变换; 12) 动点仿真运动的实现; 13) 光照、雾化效果等的变化。

下面就对实现功能的关键技术作详细介绍。

3 若干关键技术的实现

3.1 立体视觉的实现

视觉收集到了人类感知信息的大部分^[5], 而立体视觉沟通更具魅力。立体视觉的实现是在虚拟试验中产生“沉浸感”、“身临其境”的感觉的关键性技术。

要产生立体视觉, 必须要在计算机屏幕上形成“立体图像对”, 而且两眼必须分别各看其中一个视图, 即必须分像。我们采用液晶显示光闸眼镜来实现立体显示。立体显示的工作过程是样的, 先在计算机显示屏幕上开出上下两个视口, 生成上、下两幅完全相同的图像, 由控制器把它合成“立体图像对”, 同时控制器控制液晶显示眼镜左、右光闸开关, 实现左眼看右图和右眼看左图, 戴上立体光闸眼镜可获得生理立体感受, 产生立体视觉。

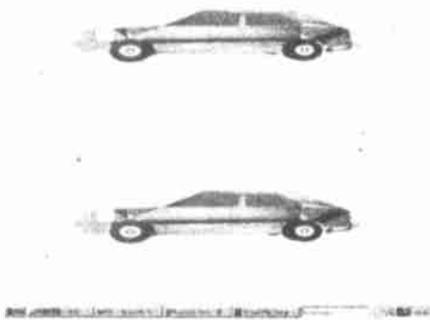


图1 立体显示时的上下视口

Fig 1 Upside and underside viewport in the stereo displaying

OpenGL 本身不支持立体眼镜, 笔者采用 OpenGL 编程, 先在计算机屏幕生成两个上下两个视口, 然后再通过 AGC-Viewer G^[1] 立体观测系统(控制器+ 立体显示光闸眼镜), 合成立体图像对, 实现了立体显示, 立体显示时的上下视口见图 1。生成两个视口的程序如下:

```
.....
glPushMatrix(); //入栈
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT); //设置颜色和深度缓冲
glViewport(0, 0, 1024, 384); //设置视口 1, 下视口
.....
gluPerspective(90.0, 1.0, 1.0, 200); //投影模式
```

```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
.....
DrawScene; //虚拟试验场景
.....
glViewport(0, 384, 1024, 384); //设置视口 2, 上视口
.....
gluPerspective(90.0, 1.0, 1.0, 200); //投影模式
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
.....
DrawScene; //虚拟试验场景
.....
```

3.2 动点仿真

所谓动点仿真就是在车辆虚拟试验的结果输出中, 用一个动点的轨迹来描述车辆运动的仿真轨迹, 通过运动着的点, 我们可以实时地了解车辆运动仿真的过程趋势, 分析仿真的结果(动点可以瞬时暂停), 理解仿真含义。

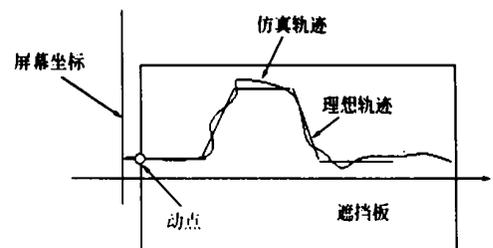


图2 动点仿真的工作过程示意图

Fig 2 Sketch map of the motive point simulation process

实现动点仿真的过程是(见图 2): 首先在屏幕上画出汽车操纵运动的仿真轨迹, 接着画一个遮挡板, 让其挡住仿真轨迹, 其颜色与画仿真轨迹的基面颜色一致, 在遮挡板上有一个小圆点, 它随遮挡板一起移动。在遮挡板的下一层画一条理想轨迹, 它是固定不动的, 而遮挡的是根据车辆仿真运动数据而运动的, 其运动轨迹就是仿真运动的轨迹。在进行动点仿真时, 就会出现: 一个运动着的点, 拖出了一条运动轨迹, 这条运动轨迹即是车辆操纵运动的仿真轨迹。

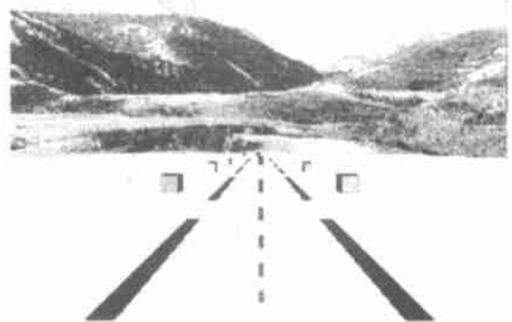


图3 虚拟试验场景

Fig 3 Scene of the Virtual Experiment

动点的运动轨迹与固定静止不变的理想轨迹之间的动态误差、趋势和仿真过程, 在动点仿真过程中一目了然。

实现汽车操纵稳定性虚拟试验平台的功能, 其程序算法较多^[6], 由于篇幅的限制, 其余如虚拟场景的变换、汽车操纵运动的实现等等就不在此赘述了。

4 结 语

在桌面虚拟现实系统下利用 OpenGL 开发的“汽车操纵稳定性虚拟试验软件平台”; 稍作改变就可以作为其它车辆的虚拟试验软件平台, 为车辆运动仿真提供了一种新的研究手段。

在本文的研究中, 我们着重点在表现汽车转向操纵运动机理和试验场景的虚拟再现。随着研究的深入, 可以考虑把虚拟现实软件如 WTK、3DMax、VRML、OpenGL 等结合起来建立复杂、逼真的三维汽车图形模型, 同时还要考虑触觉、音频效果, 这样虚拟试验的“沉

浸”和“交互”感会更强。

[参 考 文 献]

- [1] 尹念东, 余 群. 汽车操纵稳定性的虚拟试验系统[J]. 中国农业大学学报, 2001, (6): 109~ 111.
- [2] 乔 林, 费广正, 林杜等. OpenGL 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001, 3~ 5.
- [3] 尚 游, 陈岩涛. OpenGL 图形程序设计指南[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2001, 351~ 353.
- [4] Web Site: www.sense8.com [DL/OL].
- [5] 汪成为, 高 文, 王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996, 35~ 36.
- [6] 尹念东. 汽车—驾驶员—环境闭环系统操纵稳定性虚拟试验技术的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2001, 6, 22~ 28.

Development of software platform for virtual experiment on handling and stability of vehicle based OpenGL

Yin Niandong¹, Yu Qun²

(1. Vehicle Department, Huangshi Polytechnic College, Huangshi, Hubei 435003, China;

2. Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: On the Desk-top Virtual Reality System, a software platform of the virtual experiment on handling and stability of vehicle is developed by means of OpenGL (Open Graphics Library). In this paper, the meanings of the virtual experiment and the reasons OpenGL was selected to develop the platform are introduced. The functions of the platform are also presented. Some key technical details of the software platform are also introduced, for example, in displaying three-dimensional images, in changing the virtual experiment scene, in scaling, rotating and translating of view-port. The virtual experiment is a new method in vehicle motive simulation.

Key words: virtual experiment; stereo viewing; immersion; scene