

基于 TMS320F28335 的健身 自行车漫游系统交互控制研究

王洪瑞, 杜欢平, 刘秀玲, 杨国杰

(河北大学 电子信息工程学院, 河北 保定 071002)

摘要:借助 DSP 处理器 TMS320F28335 实时地捕捉骑乘者骑乘健身自行车而产生的各种运动参数, 通过作用于虚拟环境, 实现人与虚拟环境的交互. 利用 TMS320F28335 的加强捕获模块完成信号的采集和处理, 同时综合运用了网络分布式信号传输以及图形渲染引擎 OGRE, 实现了骑乘者在虚拟环境中的漫游, 使骑乘者在由计算机构造的虚拟场景中获得了如同在真实环境中骑车的体验. 本交互控制系统具有良好的实时性, 应用前景广泛.

关键词:虚拟漫游; TMS320F28335; 系统架构; 交互控制

中图分类号: TP 23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1565(2009)05-0543-06

Research on Interactive Control of Fitness Bicycle Vagile System Based on TMS320F28335

WANG Hong-ruì, DU Huan-ping, LIU Xiu-ling, YANG Guo-jie

(College of Electronic and Informational Engineering, Hebei University, Baoding 071002, China)

Abstract: The real-time alternation between parter and virtual environment was deled with by using TMS320F28335 to capture the movement parameters brought from fitness bicycle. The extended capture model of TMS320F28335 was used to achieve the signal's management, the network distributed signal transmission was utilized, the graph rendering engine-OGRE was involded synthetically, and the vagile in virtual environment was realized which made the parter get the immerse experience in virtual environment just as in real environment. The interactive control system has well real-time ability and can be used widely.

Key words: vagile system; TMS320F28335; system architecture; interactive control

虚拟现实交互技术是一门新兴的综合信息技术, 它使用以计算机技术为核心的现代高科技, 生成逼真的视、听、触觉一体化的特定范围的虚拟环境, 用户借助必要的设备以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响, 从而产生与亲临等同的真实环境的感受和体验^[1]. 形成这种虚拟的真实世界, 首先, 需要生成虚拟实体, 主要是针对用户的生理感觉而言; 其次, 用户通过人生理的自然技能同这个环境进行交互; 最后, 利用传感器完成人和虚拟环境的交互.

收稿日期: 2009-03-25

基金项目: 科技部国际合作项目(2008DFR10530); 河北省科技厅指导性计划项目(072135140)

第一作者: 王洪瑞(1956-), 男, 黑龙江克山人, 河北大学教授, 主要从事并联机构综合自动化方向研究.

本文以健身车作为人机交互的工具,设计了一种基于 TI 公司的 TMS320F28335^[2-4] 的实时健身自行车虚拟现实交互系统. 该系统综合运用了传感器技术、控制技术、分布式的实时通信技术,并通过多通道交互技术实现了人在虚拟环境中的漫游,使骑乘者在由计算机构造的虚拟场景中获得了如同在真实环境中骑车的体验,成功实现与了虚拟现实的交互和信息传输,是虚拟现实技术应用于实际的一个有益尝试,应用前景十分广阔.

1 系统整体框架

本系统主要是借助捕捉骑乘者实时地作用于健身自行车而产生的各种运动参数,作用于虚拟环境,实现人与虚拟环境的交互. 这其中主要采用了 DSP 控制技术和虚拟现实平台通信技术. 系统的整体框架如图 1 所示. 本文采用 TMS320F28335 的加强捕获模块,利用 ECAP1 和 ECAP2 引脚采集连接在健身自行车车轮上的霍尔传感器的信号,作为传感器的外部速度中断事件;同时,利用小开关量完成方向的控制,并通过 ECAP3 引脚、ECAP4 引脚捕捉中断,从而控制场景中视点和视线的方向. 采集的速度和方向信息通过 28335 的 SCI 传给控制平台,控制平台设计了基于事件驱动模式的串口信息采集模块来接收 DSP 传输的数据,并经过优化传输给网络服务平台,进而将控制指令分配给各个对应的渲染终端. 渲染终端同时将本地场景及角色的变化信息传给网络服务端,进而将变化量传递给控制平台实现多个渲染终端信息的共享,完成场景动态信息的实时显示.

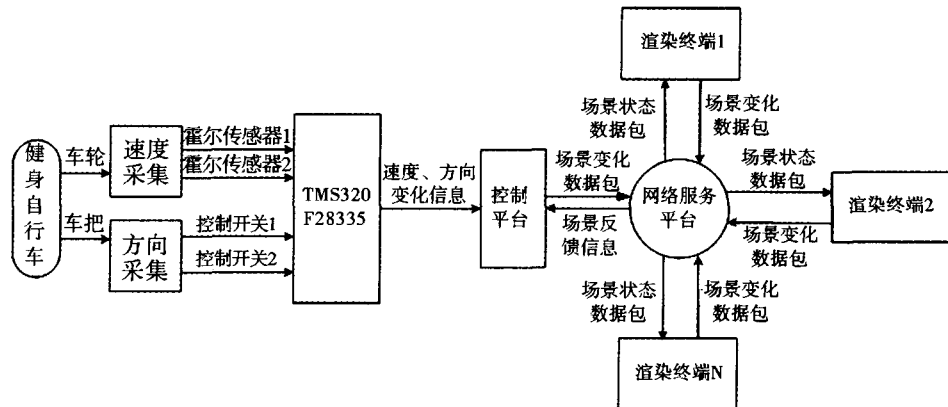


图 1 系统的整体框架

Fig. 1 Holistic framework

控制平台是虚拟场景和外部设备(健身自行车)的接口层,在分布式虚拟现实负责接收渲染终端的场景信息和发送控制信息,最终完成虚拟场景与运动平台的交互控制. 网络服务平台采用网络指令的模式,实现多网络节点的控制逻辑,完成对于多控制平台和多渲染终端的信号传输,以实现通讯的实时性和准确性. 场景渲染终端是利用图形渲染引擎 OGRE 实现了虚拟场景的渲染. 渲染终端生成实时的虚拟环境,在虚拟环境中创建具有物理特性的实体对象,并完成实体和环境的交互. 根据视点的位置判断需要处理的数据,将这些数据调入缓存同时回传网络服务平台,实现多个渲染节点的协同渲染.

2 交互控制的关键技术

2.1 控制信息的采集和处理

2.1.1 控制信息采集

本环节在健身自行车轴盘上安装 2 个开关输出型霍尔传感器,并在车轮外圆周上均匀粘贴 100 个小磁

铁,利用车轮上的小磁铁经过霍尔传感器时产生脉冲,来完成信号的采集.采用 2 个霍尔传感器并排放置,在 1 个时间间隔内将有 2 个脉冲产生,能够缩短速度检测时间,提高实时性.同时,在健身自行车车把安装控制开关,完成方向控制.

与一般利用单位时间里脉冲个数来测速不同,本系统中健身自行车外部脉冲的捕捉利用了 TMS320F28335 先进的 ECAP 模块(加强捕获模块)实现了一个简易的新方法进行测速. ECAP 模块根据目标板可以被构建成 1 个多重的捕获单元,被用来捕捉外部发生的重要事件.

首先,利用 ECAP 模块中的 ECAP1, ECAP2 引脚接收传感器的外部脉冲信号;在每个脉冲信号的上升沿或下降沿, ECAP1 和 ECAP2 对应的计数寄存器 TSCTR 将首先被触发,开始计数,等下一个上升沿或下降沿到来, TSCTR 重置为零, TSCTR 被重置为零之前的这个值就是 2 个脉冲之间的时间 t , 利用 2 个磁铁之间的距离 s , 可以算出这个微小时间段的速度 $v = s/t$; 最后, 通过 TMS320F28335 的 SCI 将信息传送给控制平台. 然后等待下个脉冲到来, 重复上面的过程, 就完成了外部速度信息的捕获. 信号交互如图 2 所示. 利用上述方法可以精确地算出健身自行车当时的即时速度, 可以很好地保证健身自行车速度检测的准确性和系统的实时性.

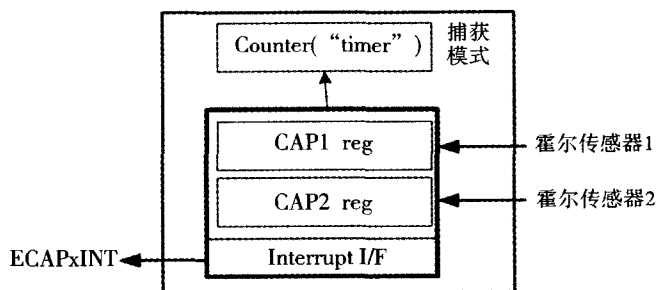


图 2 速度采集处理框图

Fig. 2 Diagram of speed acquisition and processing

方向控制采用的是将 2 个控制开关分别安装在车把两侧, 利用 ECAP 模块中的 ECAP3, ECAP4 完成方向信号的捕获, 直接通过 SCI 向控制平台发中断请求.

2.1.2 软件处理流程

控制信息采集的软件处理流程主要包括了 DSP 系统的初始化速度信号捕捉、速度换算以及方向信号捕捉、转向的变换, 最终由 SCI 传给控制端, 如图 3 所示.

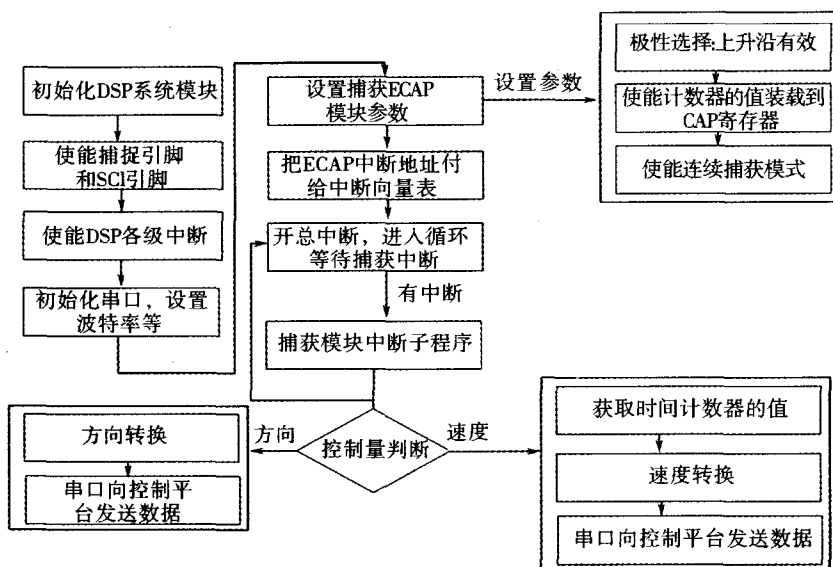


图 3 软件处理流程

Fig. 3 Process flow of software

2.2 控制平台控制信号的获取

虚拟现实控制平台在联系外部 DSP 的信号输入和虚拟场景之间起着重要的作用,它设计的优劣直接关系到整个系统的信号传输和处理,并将最终影响整个环境的运行.本系统在 DSP 执行中断子程序的时候,设计了一个基于事件驱动的模式,利用消息映射 ON_MESSAGE(ON_COM_RECEIVE, On_Receive)来捕捉 DSP 产生的中断,保证 DSP 传输过来的信息可以准确完整地传输到控制平台.具体的操作流程为

- 1) 利用 Win32 中的 API 函数打开串口;
- 2) 定义 set_dcb 函数把串口配置为波特率 9 600,数据位数 8 位,停止位 1 位,从而与 DSP 的 SCI 配置成相同的传输模式;
- 3) 读线程根据不同的事件或消息,通过不断查询串口所收到的有效数据,完成读操作,并向串口发送;
- 4) 然后监视线程,如果线程有事件发生或者改变,实时准确地把事件消息传递,并且运行消息映射 ON_MESSAGE 实时地把消息传递到系统处理函数;
- 5) 将传来的消息进行处理,把其中的速度和方向信息进行分发,进行相应优化处理,经过优化压缩把数据从控制平台传递给服务网络平台.

2.3 网络服务平台控制信息分配

2.3.1 通讯方式

渲染终端与外部设备之间的交互中,信息分配主要通过网络服务平台完成.网络服务平台以 UDP 网络传输协议为基础,运用了基于 UDP 网络传输协议的 C++ 网络库——Raknet,定义了基于 XML 的动态数据结构及各层次之间的通信协议,完成了对于多控制端和多渲染端的对应信号传输,以实现通讯的实时性和准确性^[5-6].

网络服务平台在每帧中获取这一帧控制平台要传送给各个渲染终端的时间片长度,其中表示帧时长的变量是从 OGRE 内部负责计算帧时长的帧时长控制类中取出的,然后将其写入要传送给渲染终端的数据包中,在写入其他数据信息后统一发送此数据包.具体工作流程如图 4 所示.

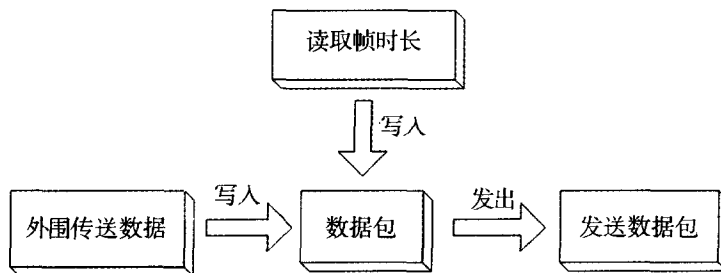


图 4 网络服务平台帧工作原理

Fig. 4 Principle of frame in network platform

2.3.2 控制信息分配

控制信息分配是基于自定义的 Raknet 协议下的 Packet 数据结构,用于控制信息的网络传输,它的结构如下:

```

Struct Packet
{
    PlayerID playerId;
    Unsigned long length;
    Unsigned long bitsize;
    Char * data;
}
  
```

};

PlayerID 表明了包的出处. 每一个连接网络服务平台的客户端都将被分配一个唯一的 ID 号, 用于标识自己. length 和 bitsize 用于说明这个结构中的数据长度和比特大小. data 为传播的数据.

在本文中, 控制平台和渲染端都定义了自己的 Packet, 用于和服务器传递和交互信息. 由于 OGRE 是用 C++ 进行的封装, 故在实际传输中为了方便把 Packet 改造成如下形式.

渲染终端:

```
class RenderPacket
{
public:
    string mIdentify;
    Vector3 mPosition;
    Quaternion mOrientation;
    Vector3 mSpeed;
    map<string, string> mStates;
    map<int, string> mCommands;
};
```

控制平台:

```
class ControllerPacket
{
public:
    string mIdentify;
    float mAcceleration;
    float mTinyOrient;
    map<string, string> mStates;
    map<int, string> mCommands;
};
```

2.4 渲染终端的场景控制

渲染终端的主要任务是实现三维场景的渲染, 生成实时的虚拟环境, 在虚拟环境中创建具有物理特性的实体对象并完成实体和环境的交互. 基本封装结构包含了基础层、开发层和应用层 3 部分, 如图 5 所示.

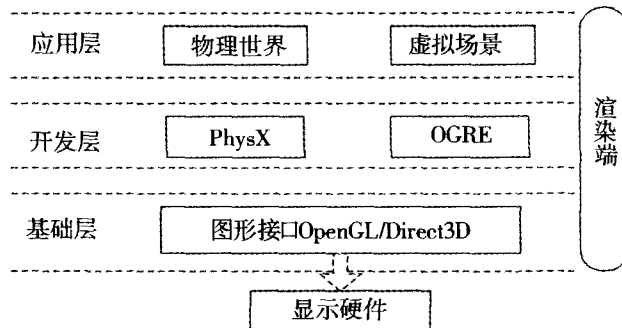


图 5 渲染平台封装结构

Fig. 5 Encapsulation structure of render platform

1) 基础层 使用 Dierct3D 和 OpenGL 实现 3D 图形的渲染, Dierct3D 和 OpenGL 提供多个不同渲染

窗体的子类. OGRE 提供对两者的封装和统一的接口—渲染系统类 *Rendersystem*, 同时提供与外围显示有关的硬件接口^[7-8].

2) 开发层 利用 OGRE 开发基本的虚拟场景, 在其应用框架基础上进行扩展; 通过对物理引擎 *PhysX* 进行类封装, 实现交互需要的物理效果. *PhysX* 提供多种物理概念以及可编程的分组碰撞和碰撞检测.

3) 应用层 利用可视化开发工具 *Visual Studio. NET* 将开发层的交互虚拟场景封装为 *Windows API*, 作为面向用户的界面, 应用层是交互控制的基础, 同时为网络分布式架构的开发奠定了基础.

3 实验和结论

所设计的分布式虚拟漫游交互系统的硬件配置为: Intel(R) core(TM)2 2.20G CPU, 内存 1 GB, 硬盘 160 G, 显示卡为 *GeForce 7300GT 256M*, 健身车选用艾威 *BC4130* 豪华动感单车. 虚拟场景生成软件和接口软件在 *MS. net2003* 平台上编写, 三维图形标准采用 *Open GL*, 三维建模工具采用 *3Dmax*. *DSP* 开发环境为 *CCStudio v3.3*, 并把此环境中的 *BUILDING OPTIONS* 中的 *Advanced* 选择 *fpu32*, 把整个开发环境配置为 *28335* 的新型浮点开发环境.

根据本文所论述的原理和方法, 成功设计并实现了基于微机平台的健身自行车虚拟漫游交互系统. 控制平台面板可完成与网络服务平台的连接、控制信号的获取以及对应渲染终端信息的显示. 实验表明, 本系统能较好地模拟骑乘者在实际环境中骑车的感受, 实现实时的虚拟交互. 本系统设计高度模块化, 各个部分功能独立, 可直接应用于其他虚拟现实交互控制系统当中, 应用前景广阔. 本文后续工作将进一步完善场景对于外部设备的反馈控制, 最终实现双向的智能感知和实时交互.

参 考 文 献:

- [1] 高 欣, 宋荆洲. 基于虚拟现实技术的自行车漫游系统的研究与实现[J]. 电子技术应用, 2004(9): 18-20.
- [2] 刘 果, 欧阳红林. 基于 TMS320F28335 的 PMSM 伺服系统的设计[J]. 电力电子技术, 2008; 42(10): 16-17.
- [3] 雷晓瑜, 曹广忠. TMS320F28335 及其最小应用系统设计[J]. 电子设计工程, 2009, 17(1): 91-95.
- [4] 黄德友, 刘卫东. 基于 TMS320F2812 高精度跟踪伺服控制系统设计[J]. 机械与电子, 2008(2): 30-32.
- [5] 李云燕. 分布式虚拟现实环境下协同设计系统中的信息同步研究及其在并行绘制中的实现[D]. 杭州: 浙江工业大学信息学院, 2004.
- [6] 张 民. 基于 HLA 的 OGRE 引擎的实现及应用研究[J]. 电子科技大学学报, 2007; 36(1): 113-115.
- [7] 杨 波, 徐利梅. 基于 ogre 图形渲染引擎的视景仿真技术的研究与实现[D]. 成都: 电子科技大学机械电子工程学院, 2006.
- [8] 刘 鏊. 用 Visual C++ 实现计算机串行通信的几种方法[J]. 舰船电子工程, 2006(1): 94-97.

(责任编辑: 孟素兰)

(上接第 462 页)

参 考 文 献:

- [1] 邹红星, 王殿军, 戴琼海. 延拓矩阵的奇异值分解[J]. 科学通报, 2000, 45(14): 1560-1562.
- [2] 邹红星, 王殿军, 戴琼海. 行(或列)对称矩阵的 QR 分解[J]. 中国科学: A 辑, 2002, 32(9): 842-849.
- [3] COHEN L. Time-frequency analysis[M]. Englewood Cliffs; Prentice-Hall, 1995: 123-256.
- [4] 黄敬频. 一类不确定时滞系统鲁棒稳定新判据[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2001, 21(1): 30-33.
- [5] 袁晖坪. 次亚正定矩阵[J]. 数学杂志, 2001, 21(1): 29-32.
- [6] 许永平, 石小平. 正交矩阵的充要条件与 O 正交矩阵的性质[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, 29(2): 54-56.
- [7] 程云鹏, 张凯院, 徐 仲. 矩阵论[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2000: 225-233.

(责任编辑: 李洪建)