

基于 ARToolkit-MMD 虚拟人偶成像增强现实研究

程 实, 顾 颀, 潘健生, 陈善利

(南通大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南通 226019)

摘 要: 现如今, 卡通形象早已不是什么新鲜事物了, 它以自身极具亲和力和人性化的特点, 被各个领域广泛运用. ARToolkit-MMD 为增强现实技术的应用提供了一种方便快捷的开发工具, 由此介绍了一个使用 ARToolkit 实现具有立体视觉成像的人机交互系统.

关键词: 增强现实; 虚拟现实; ARToolkit; 人偶

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)10-0150-03

The Research on Augmented Reality of Virtual Dolls Imaging Based on ARToolkit-MMD

CHENG Shi, GU Qi, PAN Jian-sheng, CHEN Shan-li

(College of Computer Science, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: Now, the cartoon image is nothing new, it is its own great affinity and human characteristics, are widely used in various fields. ARToolkit-MMD provides a convenient development tool for the application of augmented reality technology. This article describes the realization of interactive stereo vision imaging system with ARToolkit.

Key words: augmented reality; virtual reality; ARToolkit; dolls

1 引言

增强现实(Augmented Reality, AR)是由虚拟现实(Virtual Reality, VR)基础上发展出来的新研究领域,它通过将计算机生成的虚拟物体或关于真实物体的非几何信息叠加到真实世界的场景之上,实现对真实世界的增强或扩充^[1].

增强现实技术在工业设计、机械制造、建筑、教育和娱乐等领域都有着广泛的应用前景,而且它不仅提供了一种更容易实现的虚拟现实的方法,更代表了下一代更易使用的人机界面的发展趋势. AR技术也渐成为近年来虚拟现实范畴的一个热点研究领域.

2 Artoolkit 的工作原理

ARToolKit 是一套基于 C 语言及 OpenGL 的

增强现实的系统二次开发包,该工具包是由 Hirokazo Kato 博士在华盛顿人机接口实验室设计开发的,能够在不同的操作系统平台上运行,已成为在 AR 领域使用较为广泛的开发包^[2].

ARToolkit 利用计算机视觉技术来计算摄像机相对于黑白标识(带黑色方框的正方形)的距离与位置.首先根据用户设定的阈值将采集到的一帧彩色图像转换成一幅二值(黑白)图像,然后对该二值图像进行连通域分析,找出其中所有的四边形区域作为候选匹配区域,将每一候选区域与模板库中的模板进行匹配,如果产生匹配,则 ARToolkit 认为找到了一个标识,利用该标识区域的变形来计算摄像机相对于已知标识的位置和姿态,最后根据得到的坐标变换矩阵实现虚拟场景与真实世界之间的三维注册.通过计算标识点的图像坐标与其空间三维坐标间的变换关系,可以求出摄像机的内部参数(焦

距、像平面中心坐标、像素的水平和垂直间距)以及摄像机相对于标识点的旋转矩阵和平移矩阵.其计算公式如式(1)~(3)^[3].

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{T} \\ \mathbf{O}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \tag{1}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/\Delta x & 0 & u_0 \\ 0 & 1/\Delta y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

式中, c 为摄像机坐标系; w 为世界坐标系; $\mathbf{R}$ 为 3×3 的正交单位矩阵; $\mathbf{T}$ 为三维平移向量; (x,y) 为空间中任意一点 p 的图像物理坐标, (u,v) 表示以像素为单位的图像坐标系下的坐标, f 为摄像机焦距; (u_0,v_0) 为像平面中心坐标; $\Delta x,\Delta y$ 为像素的水平间距和垂直间距.

式(1)表示的是摄像机坐标系与真实世界坐标系的关系,式(2)表示了图像坐标系下与摄像机坐标系下的投影关系,式(3)表示了空间一点 p 在以像素为单位的图像坐标系下与以物理长度为单位的图像坐标系下的关系.式(1)~(3)共包括11个未知参数,因此只要已知6个以上的图像点坐标就可解算出全部未知参数,而其中标识点 P 在真实世界中的坐标位置是已知的,进而可以确定摄像机相对于图像标识点的位置和姿态,从而完成整个场景的三维注册.

基于 ARToolKit 的应用程序可以在实时视频中显示有景深的虚拟影像(透视投影).核心在于用于跟踪的黑色形状标记. AR 系统的开发主要包含以下几个基本步骤:

- (1) 摄像机捕获真实世界的视频,并将它传送给计算机.
- (2) 软件监控视频流中的每一帧图像,并在其中搜索是否有匹配的图形标记.
- (3) 如果找到了,ARToolKit 将通过数学运算计算出图形标记和摄像头的相对位置(投影变换矩阵).
- (4) 得到摄像头的位置之后,此来调整模型的位置和方向.
- (5) 将模型渲染到标记卡所在(帧画面)的位置.

(6) 最终输出到显示设备的视频流是进过处理的,因此当人们通过显示设备看到视频(而不是直接拿眼睛看真实世界)时,模型便覆盖到拍摄到的真实世界画面上了.

图1描述了 ARToolKit 如何实时跟踪标记,并将模型显示到正确的位置的过程.

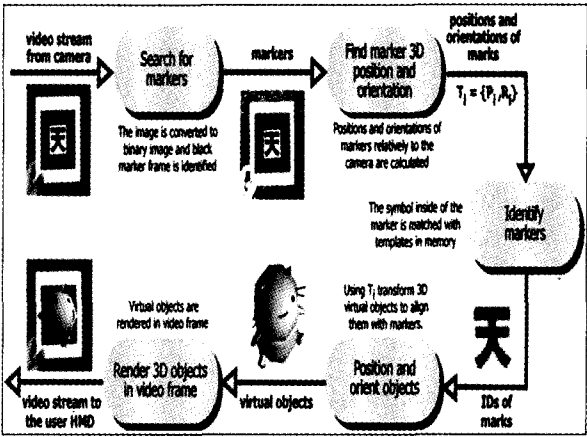


图1 ARToolKit 实时跟踪标记的过程

3 MMD 虚拟人偶在增强现实中实现

3.1 实现的关键技术

(1) 标记范围的确定

目前完全由电脑实现的 AR 系统存在着一些局限性.基本上只有当标记完全出现在视频中,虚拟对象才会出现,这会限制虚拟对象的尺寸和移动速度.这也意味着如果用户用手或者其他物体遮挡了标记,虚拟形象也将消失.标记的实际尺寸越大,能跟踪的距离越远.表1列举了一些标记尺寸和最大有效范围的数据.测量的方法是移动标记和摄像机,直到虚拟对象消失为止.同时范围也会受到标记的复杂程度的影响.标记越简单,跟踪效果越好.一整块纯黑或纯白的标记效果是最好的.如果将表1中4.25英寸的标记弄的非常复杂,跟踪距离将从34英寸减少到15英寸.

表1 不同尺寸的标记和对应的跟踪最大范围

模式尺寸 (inches)	可用范围 (inches)
2.75	16
3.50	25
4.25	34
7.37	50

(2) 摄像机和标记的相对朝向

跟踪效果也会受到摄像机和标记的相对朝向的影响.标记最好的状态就是水平出现在摄像机画面

中. 相对角度越小, 越难正确识别标记.

(3) 场景音效的实现

为了再现真实的场景, 本系统添加了模拟卡通背景的声音, 还对交互过程中所产生的声响进行了模拟, 在一定的状况触发下实时调用相应的声音. 其控制函数类的实现如下:

```
class Sound { public: Sound(void);
void playBackGround(bool looptrue);
void stopSong();
void setBackGroundSong(char * name);
void setHitSong(char * name);
void palyHitSong();
~Sound(void);
private: char * _backgroundsongname;
char * _hitsongname;
};
```

3.2 实现过程

利用 ARtoolkit 的基于视觉注册方法, 完成了人偶成像的增强现实. 其运行环境为: Windows7 (windows XP), CCD 摄像头, 像素 30 万, USB 标准接口、主机为 intel E7400、RAM=2 GB. 开发环境使用了 Microsoft Visual Studio 6 和 Microsoft Visual Studio .NET 2003 VC++2008, MMD 软件进行人偶建模. 在实际操作中分为三步.

- (1) 需要获取 MARKER(图 2)
- (2) 在 ARtoolkit 下, 进行摄像头调节(图 3).
- (3) 用 MMD 制作的模型(图 4).

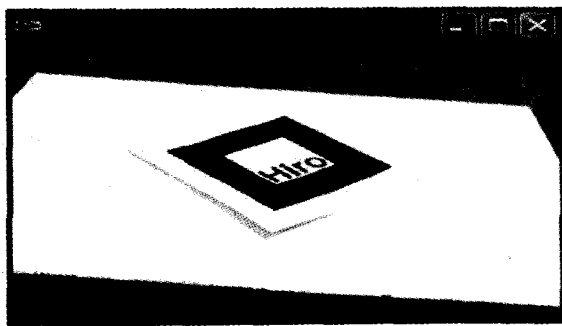


图 2 获取 MARKER

4 结束语

ARToolkit 为增强现实技术的应用提供了一种

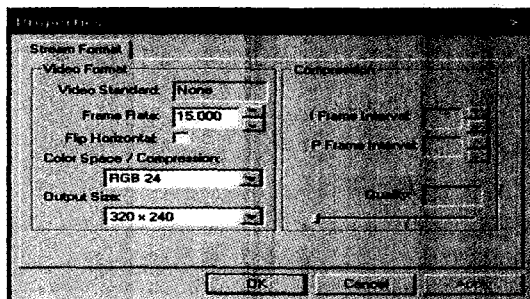


图 3 摄像头调节

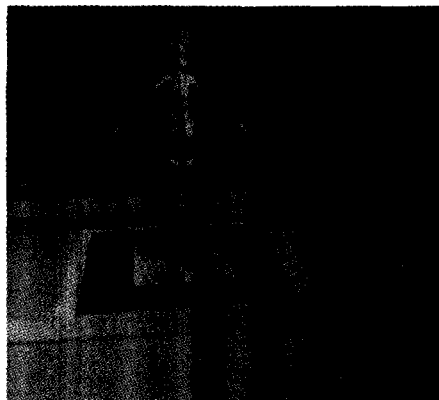


图 4 MMD 制作的人偶模型

可行的开发工具, 本文赋予了虚拟人偶一定的人工智能以及借助立体显示技术同时辅以逼真的音效, 体验者在简单的增强现实系统中获得了良好的沉浸感.

参考文献:

- [1] 沈克, 蒋建国, 彭太乐. 基于增强现实的人机物理交互仿真系统研究[J]. 计算机仿真, 2008, 25(4): 45-50.
- [2] ARToolkit. [EB/OL]. [2011-05-21]. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>.
- [3] 易俊, 李自力. 基于 ARToolkit 立体视觉成像增强现实系统的研究[J]. 微计算机信息, 2007, 23(101): 255-258

作者简介:

- 程 实 男, (1984-), 硕士生. 研究方向为虚拟现实.
 顾 顾 女, (1979-) 硕士, 讲师. 研究方向为图形学.
 潘健生 男, (1976-), 讲师. 研究方向为数据库.
 陈善利 男, (1978-), 讲师. 研究方向为虚拟现实.