

运动捕捉技术在影视动画制作中的应用研究

曲毅, 李存华

(淮海工学院计算机科学系, 连云港 222005)

摘要: 运动捕捉技术是影视动画制作中的新技术。在对运动捕捉技术分析的基础上, 讨论了基于光学运动捕捉技术制作动画的原理和方法, 并详细描述了标记点跟踪和三维重建等技术在影视动画制作过程中的应用。

关键词: 运动捕捉; 动画制作; 标记点跟踪; 三维重建

Application of motion capture technology in movie animation making

QU Yi, LI Cun-hua

(Department of Computer Science, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China)

Abstract: Motion capture is the new technology in movie animation making. In this paper, motion capture technology is analyzed and animation making method based on optical motion capture is discussed, and then the application of marker tracked and 3-dimensional reconstruction in movie animation making process is described.

Key words: motion capture; animation making; marker tracked; 3-dimensional reconstruction

0 引言

用传统方法制作一部较长的计算机影视动画作品是一项相当麻烦的工作。表演动画的出现,从根本上改变了现有的影视动画制作乃至特技制作方法,极大地缩短了动画制作的时间,降低了成本,使得动画制作过程更为直观,效果更为生动、逼真。表演动画综合运用计算机图形学、电子、机械、光学、计算机视觉、计算机动画等技术,捕捉表演者的动作甚至表情,用这些动作或表情数据直接驱动动画形象模型。运动捕捉技术是表演动画中最关键、最不可或缺的技术,本文讨论了运动捕捉技术在影视表演动画中的应用。

1 运动捕捉技术

运动捕捉技术实时地检测、记录表演者的肢体、表情乃至相机、灯光在三维空间的运动轨迹,将它们转化为数字化的“抽象运动”,并将其“赋予”用动画软件生成的模型,使模型做出和表演者一样的动作,并生成最终的动画序列。它的关键部分在于对表演者的表演进行动作捕捉,并对捕捉到的数据进行处理,还原为空间三维点,以此数据生成模型运动所需

的动作数据,用该数据去驱动已生成的模型,生成计算机动画序列。在表演动画系统中,通常并不要求捕捉表演者身上每个点的动作,而只需要捕捉若干个关键点的运动轨迹,再根据造型中各部分的物理、生理约束就可以合成最终的运动画面。在影视表演动画系统中,运动捕捉技术从工作原理来看,主要有机械式、电磁式、声学式和光学式运动捕捉几种。

机械式运动捕捉依靠机械装置来跟踪和测量运动。可以将欲捕捉的运动物体与机械结构相连,物体运动带动机械装置运动,从而被传感器记录下相应的角度和模型的机械尺寸,进一步计算出模型的姿态,将这些姿态数据传给动画软件制作出的角色模型。这种方法成本低,装置定标简单,精度也较高,可以作到实时测量,还可以容许多个角色同时表演;但使用上不方便,机械结构对表演者的动作阻碍、限制很大,较难用于连续动作的实时捕捉,主要用于静态造型捕捉和关键帧的确定。

收稿日期: 2006-05-08

作者简介: 曲毅(1973-),女,讲师,硕士,主要研究方向为图形学与多媒体技术。

电磁式运动捕捉系统一般由发射源、接收传感器和数据处理单元组成。发射源在空间产生按一定时空规律分布的电磁场,接收传感器安置在表演者身体的关键位置,传感器通过电缆与数据处理单元相连。表演者在电磁场内表演时,接收传感器也随着运动,并将接收到的信号通过电缆传送给处理单元,根据这些信号可以解算出每个传感器的空间位置和方向。该方法不仅可以同时得到空间位置和方向信息,而且速度快、实时性好,装置的定标比较简单,技术较成熟,鲁棒性好,成本相对低廉;但是对环境要求严格,在表演场地附近不能有金属物品,否则会造成电磁场畸变影响精度,该系统中电缆对表演者的活动限制比较大,对于比较剧烈的运动、表演不适用。

声学式运动捕捉装置由发送器、接收器和处理单元组成。发送器是一个固定的超声波发生器,接收器一般由呈三角形排列的3个超声探头组成。系统通过测量、计算声波从发送器到接收器的时间,可以确定接收器的位置和方向。由于声波的速度与温度有关,还必须有测温装置,并在算法中作出相应的补偿。这类装置成本较低,但对运动的捕捉有较大的延时和滞后,精度差,还要求声源和接收器间不能有遮挡,且受噪声等干扰较大,系统扩展困难。

光学式运动捕捉是通过对目标上特定光点的监视和跟踪来完成运动捕捉的任务。它是基于计算机视觉原理的。对于空间中的一个点,只要它同时被两台摄像机拍摄到,则根据同一时刻两台像机所拍摄的图像和摄像机参数,可以确定这一时刻该点在空间中的位置。当摄像机以足够高的速率连续拍摄时,从图像序列中就可以得到该点的运动轨迹。光学式运动捕捉的优点是表演者活动范围大,无电缆、机械装置的限制,使用很方便;缺点是系统价格昂贵,对于表演场地的光照、反射情况敏感,装置定标也较为繁琐。虽然它可以捕捉实时运动,但后处理时间长,很难做到实时驱动角色模型及实时地观看效果。

2 基于光学运动捕捉的动画制作

目前的影视表演动画中多数使用光学运动捕捉系统。在该系统中,一般把人体看成是由13~19个关节组成的简单模型,人体的动作可以看成是人体各个关节的动作。在运动捕捉之前,人体的各个关节上固定一个特殊的反光材料,称为标记点(Marker),这些反光材料在外部光源的照射下可以从不同角度反射出RGB值相同的光。利用多台摄

像机进行实时视频捕捉,从各个摄像机得到的序列图片中可以看到每一帧中标记点的运动情况。因此可以得到一个特定的点随着时间变化的连续运动轨迹,然后通过三维重建技术将这些点的运动轨迹还原为骨架模型的动作。系统模型如图1所示。可以看出,系统的关键是标记点跟踪和空间坐标的三维重建。

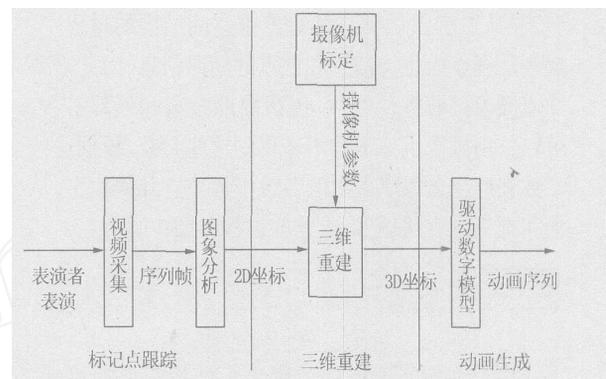


图1 运动捕捉系统模型

2.1 标记点跟踪

表演者的动作经摄像机捕捉后由高性能视频卡进行分析处理得到序列帧,再经图象分析算法识别出标记点的二维坐标,这便是标记点跟踪的过程。跟踪标记点的主要目的是能让系统识别此点代表哪个关节,以便在还原数据时直接将骨架连接起来。跟踪一个标记点要从第一帧开始,一直到这个动作的完成或中断。第二帧的位置要根据标记点的运动速度来预测。如设每秒取的帧数为 f ,标记点的速度为 e ,那么标记点的最大位移 $d = e/f$ 。从一帧到下一帧的最小距离是两帧之间的位移,用这个思想来预测和确定下一帧标记点的位置。标记点从第 $i-1$ 帧到 i 帧的位移可以预测 $i+1$ 帧的位移。有时,为了确认前面预测的正确性并排除多余的点,需要借助第 $i+1$ 帧和 $i+2$ 帧位置,因此可用四帧图像来说明标记点的跟踪算法。

标记点跟踪步骤如下:

- (1) 分析通过不同摄像头捕捉的两幅图片,给所有的标记点进行编号,而且两幅图片的编号要一一对应。
- (2) 对于一个特定的标记点,用上述跟踪方法得出此点在下一帧的位置。
- (3) 以后每帧用前述方法估计出一个位置。
- (4) 搜索估计值位置周围的标记点,最先搜索到的一点看成是本帧此标记点的实际位置,转到(6)。
- (5) 如果超过一个特定的搜索范围仍然没有找到

到标记点,则认为此点在本帧被遮蔽,将估计值作为跟踪值。

(6) 将跟踪到的数据(标记点的图像坐标)保存,转到步骤(3)。

2.2 空间坐标的三维重建

三维重建是指把图像的二维坐标还原到三维坐标,然后用这些三维坐标的数据驱动创建的虚拟模型。在从二维图像信息计算三维空间结构的过程中,要利用视点的位置信息和视点的朝向信息,因此需要知道摄像机的各种参数,包括内部参数和外部参数,可以应用摄像机标定技术来得到这些参数,根据这些参数和标记点跟踪得出的二维坐标建立几何模型,从而实现三维重建。三维重建的过程如图2所示。



图2 三维重建的过程

由三维空间坐标到二维坐标的投影变换可知,三维点的空间坐标 (x, y, z) 即是此坐标在两台摄像机的内部的像平面坐标分别与它们的光心连线的交点坐标,可以把这两个图像坐标直接转换成在世界坐标系中的坐标 (x_1, y_1, z_1) 和 (x_2, y_2, z_2) 。设 l_1 和 l_2 分别为上述两点与其光心确定的直线,两条直线的交点 (x, y, z) 即为所求。但是,由于从捕捉图像到三维重建要经过的步骤很多,而且每一步都不可避免地存在着误差,因此,虽然进行了摄像机的标定,但是误差还可能很大。在实际的计算中,往往这两条直线不在一个平面上,无法得到期望的交点 (x, y, z) 。为了得出“交点”,需采取求过两条直线的公垂线段再取其中点的近似方法。

为保证摄像机尽可能地获取模特身上的点,以减少丢失点的概率,可以采用多摄像机融合的方法直接对两台摄像机拍摄到的标记点进行匹配,还原得到的三维坐标再投影到另外一个摄像机的投影平面上。如果有相应的点,则表明还原正确,也就是说三台摄像机可以唯一确定一个标记点的三维坐标。

2.3 动画的制作过程

基于运动捕捉技术的表演动画制作的过程如图3所示。一方面,根据剧本,应用三维建模的软件(如

Maya)进行数字化造型设计,制作出需要的动画模型;另一方面,表演者进行动作表演,利用视频捕捉卡进行动作捕捉,得到表演者的动作数据,再去驱动计算机动画模型,以此来生成动画序列。

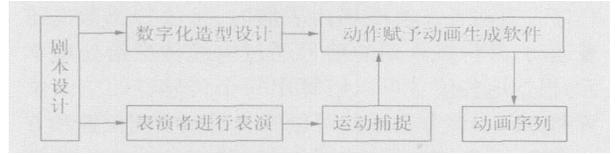


图3 基于运动捕捉技术的表演动画制作的过程

在实际的动画制作过程中,运动捕捉的数据经常不能提供整个运动的连续控制,而且,运动捕捉是耗时且造价昂贵的一个过程,另外,表演者一般也不可能做到像动画师想像的那样,可用的数据只能是一段一段的。因此还需要动画师将有用的运动捕捉数据和所设计的情节进行匹配和合成。在所有的前期处理完成以后,就可以进行模型的驱动了。根据开始时用三维建模软件建立的模型,进行动画的合成,形成最终的影视动画作品。

3 结束语

运动捕捉技术在影视表演动画、虚拟演播室中得到了广泛的应用,可以实现与虚拟场景系统的实时交互,大大提高了影视节目制作技术。此外,运动捕捉技术在虚拟现实、三维游戏、人体生物医学研究、模拟训练、生物力学等许多研究领域都有重要的应用。可以预料,随着运动捕捉技术的发展和相关应用领域技术水平的提高,运动捕捉技术将会得到越来越广泛的应用。

参考文献:

- [1] 金刚,李德华,周学泳.表演动画中的运动捕捉技术[J].中国图像图形学报,2000,5(3):264-267.
- [2] 朱凌.一种光学运动捕捉系统的设计与实现[J].计算机工程与应用,2004,40(12):91-93.
- [3] 冯远淑,陈福民.基于动作捕捉的计算机动画探讨与实现[J].同济大学学报:自然科学版,2004,32(7):956-960.
- [4] 黄波士,陈福民.运动捕捉及其在动画制作中的应用[J].计算机工程,2005,31(13):168-170.
- [5] 黄波士,陈福民,张金剑.一种改进算法的光学运动捕捉系统[J].同济大学学报:自然科学版,2005,33(10):1372-1376.

责任编辑:姚彦茹

(上接第123页)研究对嵌入式中断控制器IP设计有一定的参考意义,同时对于进一步优化C*Core系统,拓展C*Core应用领域有着积极的作用。

参考文献:

- [1] 徐晨,陈继红,王春明,等.微机原理及应用[M].北京:高等教育出版社,2004.

- [2] 马锦鸣,蒋烈辉,杜威,等.基于M.CORE微控制器的嵌入式系统[M].北京:国防工业出版社,2003.
- [3] 郑茁.32位RISC CPU C*Core与SOC设计技术与产品[C].中国C*Core产业联盟庆祝大会,武汉,2003.
- [4] 徐晨,袁红林.应用于32位嵌入式系统的中断控制IP的裁减设计[J].苏州大学学报:自然科学版,2005,21(3):35-38.

责任编辑:肖滨