开题报告

1.研究目的和意义

近些年，随着科技的发展与创新，动作捕捉技术也许正在变得越来越热门。所谓动作捕捉就是要测量、跟踪、记录物体在三维空间中的运动轨迹，尤其是人类的动作行为。随着动作捕捉技术的进步和不断发展，其应用范围也在不断地拓展。目前，该技术已广泛地应用于动画制作、机器人、影视、航天航空、手语制作、步态识别分析和医学研究等领域当中，还可以走进生活，广泛应用于较低精度的家庭娱乐活动，弥补电子游戏等缺少躯干运动的不足。

传统的动画制作方法主要采用帧动画的模式，最早是由动漫绘画人员手绘出各帧画面，通过连续快速播放形成动画。现在借助计算机的帮助，这项工作已经得到简化，主要是利用这种动画制作软件，将各帧动画中活动对象的不同姿态使用工具进行绘制或编写脚本，但仍脱离不了人工设置各帧动作的范畴，其工作量大，也容易出现动作不合理，违反基本动作规则的现象。为此，项目拟通过穿戴式动作捕捉设备，采集人体动作数据，建立人体坐标与3D模型坐标之间的转换关系，编写算法解算人体姿态，实现3D人物的动作跟踪，进而实现动画的自动生成，可大大降低动画制作的工作量，提高动作的准确度，减少动画设计的时间。

1. 国内外研究现状

下面就动作捕捉技术等横纵向发展、虚拟人模型的研究进展进行探讨。

（1）各类动作捕捉系统横向比较研究概况

现代动作捕捉系统的发展最早起源于 20 世纪 70 年代末的动画制作行业的急

切需要，通过捕捉表演者动作来使动画的制作更加逼真、生动。从 20 世纪 80 年代开始，美国生物力学实验室、西门菲沙大学、麻省理工学院等高等院校进行了人体运动捕捉的研究。此后，动作捕捉技术吸引了越来越多的研究人员和开发商的目光，并从试用性研究逐步走向了实用化。随着计算机软硬件技术的飞速发展，目前动作捕捉技术已经进入了实用性阶段。目前一些好莱坞大片如人猿星球、阿凡达等，等是利用动作捕捉技术完成的。动作捕捉其应用领域也远远超出了表演动画，并成功地用于虚拟现实、游戏、人体工程学、模拟训练、生物医疗研究等方面，其中生物医疗是近年来研究的热点之一。

而市面上常见的动作捕捉技术按技术原理可分为机械式、声学式、电磁式、主动光学式、被动光学式，以及刚刚发展起来的惯性运动捕捉，也就是本创新产品所用到的技术。而不同原理的设备各有其优缺点。

而有的文献提出从以下几个不同的方面，评估动作捕捉系统的性能。

 ●更新速率：从传感器读取数据采样频率，采样频率越高，计算出来的结果越准确。

 ●时延：人体实际的动作与传感器检测之间的时间间隔，最好的情况是达到理想参数值。

 ●数据采集的准确性：由于温度变化、噪声的影响。

 ●分辨率：即传感器能检测到的最小运动的大小。

 ●监测范围：即设置传感器能检测值的最大值与最小值之间。

 ●传感器重量大小：运动传感器应当是轻便设备，以便穿戴。

 ●鲁棒性：对环境因素的依赖性越小越好。

 ●自由度：传感器衡量运动的参数。

 ●有线/无线传输：关系到表演者的自由度

首先，先了解一下现在大部分科幻电影选用的捕捉技术多为光学式，如图1 （光学式摄像机分布）由于要用到数十台高速摄像机捕捉，所以光学式动作捕捉技术成本高昂且携带不方便的缺点。



图1 光学式摄像机分布

而其他类型的动作捕捉技术也有着各自的优缺点，如表 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 动作捕捉方式 | MEMS惯性式 | 声学式 | 电磁式 | 光学式 | 机械式 |
| 优点 | 体积小、精度高、成本低、实时性好 | 成本低、可记录多维的信息 | 成本低 | 捕 捉 的频 率高、 精度高 | 精度高、对环境限小、可捕捉多个对象 |
| 不足 | 对电磁环境要求比较严格 | 精 度低、实时性差、受干扰大 | 电 磁 环境要求严格 | 数据量大成本高、常限于室内环境 | 对动作的限制比较大、使用不方便 |

表1 不同动作捕捉系统优缺点分析

下面就针对国内外几个比较知名的运动捕捉设备提供商，定量分析设备套装的关键参数，另外对套装的部署使用难度做出定性评价供参考，如表2。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 实现形式 | 机械式 | 电磁式 | 光学式 | 惯性式 |
| 产品名称 | Animazoo Gypsy 7 | Polhemus LIBERITYTM | Motion Analysis Kestrel | Notion trueMotionTM |
| 数据速率（Ｈｚ） | 30/60/120 | 240 | 300 | 48/96 |
| 延迟（ms） | 0 | 3.5 | unknown | 0.01 |
| 节点数 | 14 | 1-16 | 36 | 17 |
| 空间位置精度(mm) | unknown | 9.4 | unknown | unknown |
| 空间姿态精度(mm) | 0.125 | 0.06 | unknown | 0.02 |

表2 不同类型实体产品参数比较

（2）惯性捕捉系统纵向向比较研究概况

而近几年国内外涌现的惯性捕捉技术也很多，下面我们进行惯性捕捉技术横向比较，如表3。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品名称 | Noitom trueMotionTM | XSENSE MVN Link |
| 数据速率（Hz） | 48/96 | 240 |
| 延迟（ms） | 0.01 | 20 |
| 节点数 | 17 | 17 |
| 传输范围（m） | 100 | 50 |
| 续航时间（h） | 3 | 9.5 |
| 数据接口 | Wireless 2.4Ghz ISM | Wireless 2.4Ghz ISM |
| 部署时间 | 10min | 10min |

表3 惯性捕捉系统实体产品纵向比较

（3）虚拟人模型

人体运动姿态分析研究是以虚拟人体模型为基础开始的，人体具有复杂的形体结构，由 206块骨头构成，其中四股骨 126 块，躯干骨 51 块，颅骨 29 块。

虚拟人体模型是简化的人体骨架模型是，分别用线、面、体来表示人体骨架。

目前，基于虚拟人模型的人体运动姿态研究中使用到的模型主要有：1)

棒状模型(stick-like models)，棒状模型是将人体用棒形图和关节来表示，通过变

换人体运动姿态，可以构造不同的人体模型；2)表面模型(surface models)，是利

用皮肤将骨骼包围起来，构成一个体，这些皮肤是用多边形或曲面片来组成，通常一个多边形代表一个骨骼，骨骼的运动会引起皮肤的变形；3)体模型(volume models)，采用长方体或圆柱体等一些基本元素来构造人体；4)多层次模型(multi-layered models)，将人体从里到外分为骨骼层，肌肉层，皮肤层到外面衣服层。而在基于动作捕捉技术的人体运动姿态研究中，由于棒状模型相对简单，所以目前大部分的研究是基于棒状模型进行的。

国内外众多学者对人体模型的研究主要是基于视频或光学动作捕捉的三维人体重建，如基于单目或多目视频序列的三维人体骨架重建，利用三维重建算法实现人体骨架模型的重建，所用到人体骨架模型主要是棒状模型。还有的是的是基于光学动作捕捉数据的运动自动评价，同样是基于标记点实现三维人体模型的重建。还有利用 OpenGL 实现三维人体模型的仿真。而本系统则基于OpenGL的棒状人体模型（如图2），通过惯性传感器传输的数据，通过传输驱动人体各模块进行动画运动。



图2 人体棒状简化模型