

基于动捕数据驱动的三维民族舞蹈展示方法^①

赵海英¹, 朱鹤², 穆晓峰³, 朱茂林¹

¹(北京邮电大学世纪学院移动媒体与文化计算北京市重点实验室, 北京 102101)

²(北京科技大学自动化学院, 北京 100083)

³(宁夏荧屏天天传媒广告有限公司, 银川 750002)

摘要: 三维模型动画在数字化设计 and 应用中具有重要意义, 受到越来越多研究者关注; 但如何通过三维数字化原真再现民族舞蹈表演是极具挑战的问题. 本论文通过动捕技术采集舞蹈动作实现舞蹈数字化展示. 具体方法是: 首先利用动捕设备捕获人体动作数据, 然后在 Maya 中进行人物建模、骨骼绑定、蒙皮和权重调节, 再通过 MotionBuilder 将 3D 模型与动捕数据结合, 最终完成了现实舞蹈动作的虚拟人展演. 论文构建了一个面向民族舞蹈展演的虚拟场景, 并以 13 个民族的舞蹈为数字化内容, 推广动捕驱动的舞蹈展演方法的应用.

关键词: 动作捕捉; 舞蹈数字化; 3D 模型; 舞蹈展呈

National Dance 3D Digital Display Method Based on Motion Capture Technology

ZHAO Hai-Ying¹, ZHU He², XIAO Xiao-Feng³, ZHU Mao-Lin¹

¹(Mobile Media and Cultural Calculation Key Laboratory of Beijing, Century College, BUPT, Beijing 102613, China)

²(School of Automation and Electrical Engineering, USTB, Beijing 100083, China)

³(Ning Xia Daily Media Co. LTD, Yinchuan 750002, China)

Abstract: The 3D model animation plays an important role in the digital design and application. Though many scholars have got research achievements of 3D model animation, how to reproduce the national dance by 3D digital technology is a challenging problem now. This paper uses the motion capture technology to display 3D digital national dance and compared it with the method only based on the 3D model. Firstly, the motion capture equipment gets human motion data file and then creates 3D model which included skeleton, skin and weight work in Maya. By MotionBuilder, 3D model was combined with motion capture data. In this paper the real dance of 13 different nationalities finally is shown by virtual characters at virtual scene.

Key words: motion capture; digital dance; 3D model; dance display

1 引言

中国是一个非物质文化遗产大国, 拥有丰富的民族文化和舞蹈文化, 如新疆维吾尔木卡姆、甘肃民族舞剧丝路花雨等都名扬中外. 其中原因之一是这些多民族聚集区多处特殊地理位置, 生态环境及人文氛围孕育了各民族优良的舞蹈艺术, 但这些宝贵的民族文化并没有得到广阔的发展与传承. 因此, 将运动捕捉技术用于保护我国民族舞蹈艺术文化是一种大胆创新, 意义重大^[1]. 它的应用不仅对民族文化的保护和振兴有着深远的意义, 而且对非物质文化遗产保护也有借

鉴作用^[2].

基于动作捕捉实现的虚拟舞蹈展示与传统的展示方法如文字、图片、录像等相比, 能够有效规避数据在记录和展示中产生的差异和数据的折损, 如文字叙述的不客观性、图片的不连续性和影视效果的代价昂贵; 与基于关键帧动画的传统动画制作相比, 动作捕捉更能够反映客观、真实舞蹈动作, 减少艺术修饰性, 从而更加有利于展示舞蹈中细致精致的动作, 全面、通用、真实地展示舞蹈风采.

本文提出基于运动捕捉技术的民族歌舞展示能够

① 基金项目: 国家自然科学基金(61163044); 国家社科基金(12AZD118-4); 国家科技支撑课题(2012BAH48F03, 2013BAH48F04)

收稿时间: 2015-10-09; 收到修改稿时间: 2016-01-11 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005232]

全方位、多角度地采集民族的特色舞蹈动作,其动作数据记录精度能够达到诸如手指关节等细微动作,这些精准细腻的数据结合三维模型产生的动作素材能够原真再现民族舞蹈的艺术精华,加之更加自由的展示方法,使观看者可以以任意角度、任意距离进行浏览,也可以用于舞蹈教学、训练、创编、动画制作等方面,更有实际应用和推广价值。

2 相关工作

民族舞蹈中有许多风格类似但又各有韵味,这就要求在三维展示时要刻画得足够细腻,演员肢体动作的各个巧妙部位需要原真再现,基于动作捕捉技术是民族舞蹈数字化展示的最佳选择之一,世界各国学者和传承人都已开始了相关研究。

运动捕捉技术于20世纪70年代开始应用于Disney动画制作,目前在发达国家,该技术还广泛用于虚拟现实、游戏、模拟训练、生物力学研究、舞蹈艺术等许多方面^{[3][4]}。近年来,动捕技术在民族舞蹈方面的应用越来越广泛,2002年,京都计算机学院和伊利诺伊大学共同发表了“Hummingbird”项目,此项目利用宽带网络将伊利诺伊与洛杉矶相互连接,利用动作捕捉技术将伊利诺伊现场舞蹈演员表演的数据转换成三维图像,并将其信息实时地传送到位于洛杉矶的舞台上,实现了跨越时空虚拟人物和演员共舞的理念^[5]。同一年,日本的秋田县也首次将运动捕捉技术与日本传统歌舞伎相结合开始了应用研究,并发表了试验性作品——《秋的河童》^[5]。

我国的非物质文化遗产保护目前也加大了保护力度,但国内对舞蹈艺术的保护还是以文字描述、照片和录像记录为主,有关专家学者正在广泛借鉴国外相关工作的经验,将运动捕捉技术应用在民族舞蹈的数字化及其保护当中^[6]。通过动作捕捉技术建立可行的非物质文化遗产数字化工作流程将有利于进一步推进新技术的应用,从而切实改变非物质文化遗产的保存方式,提高其还原度和展示、应用效果。

3 基于动捕数据驱动的三维模型运动原理

3.1 动捕数据采集与模型驱动原理

光学式动作捕捉系统是最常用的,其工作原理是在运动者的各个关节戴上感光节点,从而运动者的动作便通过安装在捕捉场地四周的摄像机捕捉的这些节

点的三维信息还原出来。该类系统能非常精确地捕捉人体动作,而且设备本身对运动者运动没有过多约束^[7]。

本文采用MotionAnalysis公司的动作捕捉和分析系统,对演员的脸部、身体动作进行实时跟踪、捕捉并予以校准,EvaRT动捕软件可以将演员身上的标记点的变化数据保存后由AutoDesk MotionBuilder直接读取^[8],然后在Maya、3D Max等3D软件中进行动作、模型等数据的传输。如图1所示。

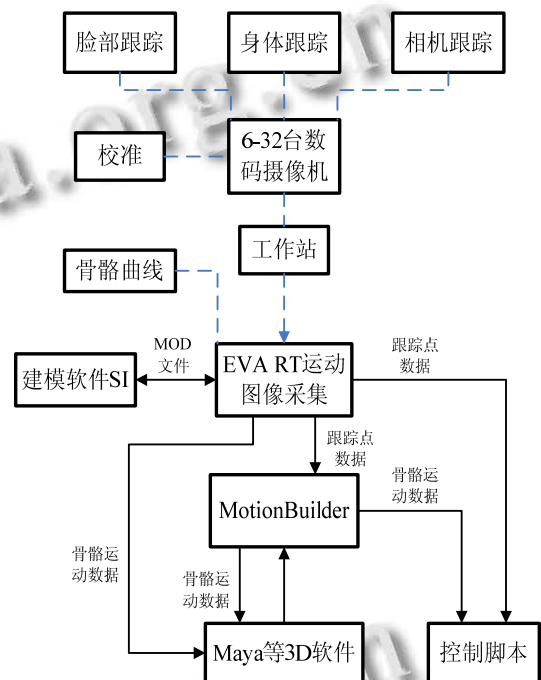


图1 动捕数据采集与模型驱动原理图

3.2 基于动捕数据的三维模型运动开发

动捕技术对表演者的运动进行捕获,通过前期、后期处理,将原始数据转换为标准格式的模型运动数据,用于各种三维模型的驱动。由运动捕捉系统捕获的运动数据其处理方法常用的有绑骨、蒙皮及后期处理等^[9]。

动捕数据的三维模型运动开发如图2所示

4 基于动捕数据驱动的民族舞蹈表演数字化展示

4.1 系统运行环境

本系统主要在windows平台下开发,利用动作捕捉技术与Maya, Motion Builder等三维软件相结合,并通过Unity3d构建虚拟场馆,以实现对于民族舞蹈的原真再现。

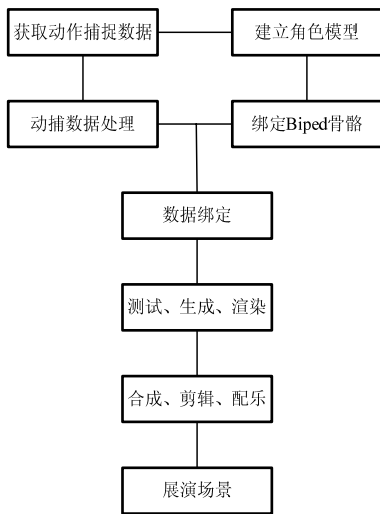


图 2 基于动捕数据三维模型运动开发

4.2 系统结构设计

首先进行动捕数据的采集和在 Maya 中创建角色, 通过 T 形校正后获得动捕数据并导入 MotionBuilder, 结合已经创建过的角色, 通过 3D 建模、合成等技术形成与演员动作一致的 3D 动画. 如图 3 所示.

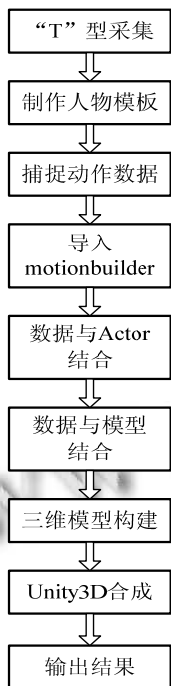


图 3 基于动捕数据驱动的民族舞蹈表演系统结构

4.3 基于动捕数据驱动的三维民族舞蹈展示系统

4.3.1 数据采集

此过程是整个动捕项目的基础, 在此过程中, 动

作人员身着 36 个感光点, 以“T”为样本捕捉 T 型人物模板, 为后续的动作捕捉提供初始位置和比例, 如图 4 所示.

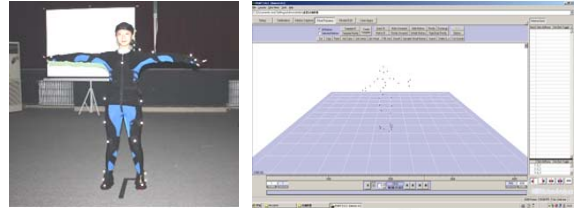


图 4 T 型采集

在 T 型采集完成后, 使用已经制定好的节点名称数据, 按照从上到下的顺序依次为 36 个节点逐个命名, 将 36 个可视点连接成立体人物, 制作人物模板, 如图 5 所示.

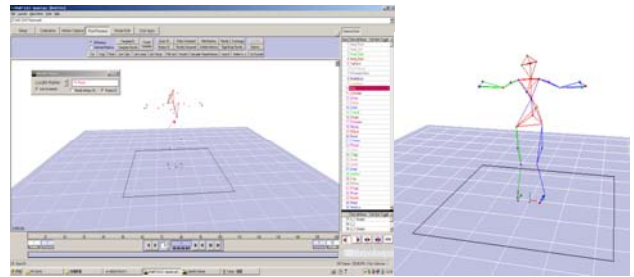


图 5 制作人物模板

最后以整个人物为单位捕捉需要的动作数据, 捕捉完成后, 删除该数据中的噪点(第四步右下角的 UN 点), 并平滑整个数据, 使数据”干净“, ”平滑“, 如图 6 实体人数据采集, 图 7 捕捉动作数据所示.



图 6 实体人数据采集

PathFileType	4	(X/Y/Z)	C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\新建文件夹\新建文件夹\FirstCapture1.t...																		
DataRate	3600	36	mm	60.00	1	3600															
Frame=	Time	Head_Front			Head_Left			Head_Right													
		X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	X3	Y3	Z3	X4	Y4	Z4								
1	0.000	18.08904	1672.88367	-120.21339	43.26038	1610.02209	-8.70609														
16350	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.28189	0.56059	-111.33206	-139.33606														
2	0.017	17.94020	1672.98591	-120.25381	43.16066	1610.12146	-8.53848														
10214	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.20480	0.56059	-111.40461	-139.33606														
3	0.033	17.88907	1672.89771	-120.34972	42.98052	1610.05103	-8.74111														
10400	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.28189	0.56059	-111.33206	-139.31644														
4	0.050	17.90406	1672.90747	-120.44275	42.76096	1610.01929	-8.77759														
0.91600	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.20480	0.56059	-111.40461	-139.33606														
5	0.067	17.76974	1672.90552	-120.63450	42.87542	1609.95506	-9.11726														
0.87830	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.20166	0.69746	-111.27181	-139.33606														
6	0.083	17.66927	1672.98096	-120.80302	42.17249	1609.82629	-9.28208														
0.87944	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.20480	0.56059	-111.40461	-139.31644														
7	0.100	17.70354	1673.01648	-120.88364	42.16388	1609.90063	-9.31483														
0.82271	-125.03089	-2.98159	-233.52980	-177.20480	0.56059	-111.40461	-139.31644														
8	0.117	17.64772	1673.01013	-121.04763	41.99110	1609.91125	-9.17591														

图 7 捕捉动作数据

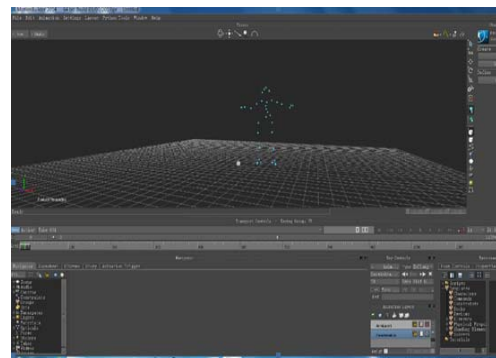


图 9 三维模型导入 MotionBuilder

4.3.2 制作三维模型

首先进行建模、骨骼、权重工作，以刷权重为例，如图 8 所示。

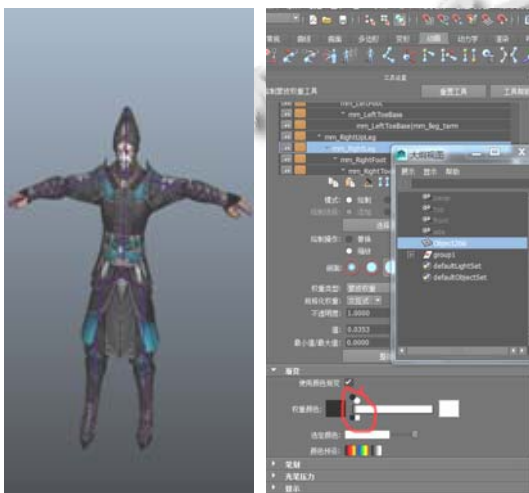


图 8 刷权重之后的三维模型

4.3.3 模型骨骼与动捕数据结合

将动作数据导入模型与数据的中介软件——Motion Builder 中，在 Motion Builder 中，提供了将带骨骼模型与动捕数据匹配的功能。

首先需要采用建立蒙皮网格上的顶点与骨骼间的对应关系。在建立的舞者骨骼模型中，调整骨骼各个关节的位置和大小，以便使骨骼和蒙皮间的位置尽可能一致。然后调用 character studio 插件中的 Physique 修改器将蒙皮绑定到骨骼上。蒙皮是一个 3D Studio Max 对象，它可以是任何变形的、基于顶点的对象，如网格、面片或 NURBS 对象进行变形。Physique 会根据骨骼和蒙皮的位置自动计算每个顶点应当对应的骨骼，即 Physique 使蒙皮变形，以与骨骼运动相匹配。在绑定好蒙皮并导入动作数据后，利用 DirectX 的 XSkinExp 插件导出含蒙皮顶点及骨骼运动信息的.X 文件，即可以进行实时渲染了。渲染后就形成了带有动画的三维人物模型。如图 9 所示。

4.3.4 数据与 Actor 结合

Actor 是数据与模型结合不可或缺的角色，如果把模型比作一个人的肉体，那么 Actor 就是这个人的“灵魂”，在数据与模型结合前，需要将数据与 Actor 结合，随后才能将之赋予模型。如图 10 所示。

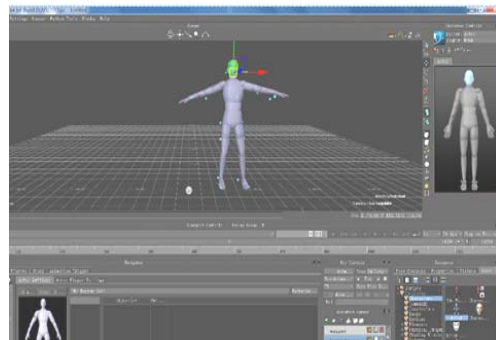


图 10 数据与 Actor 结合

4.3.5 数据与模型结合

将附带数据的 Actor 与建立好的 3D 模型合并，如图 11 所示。

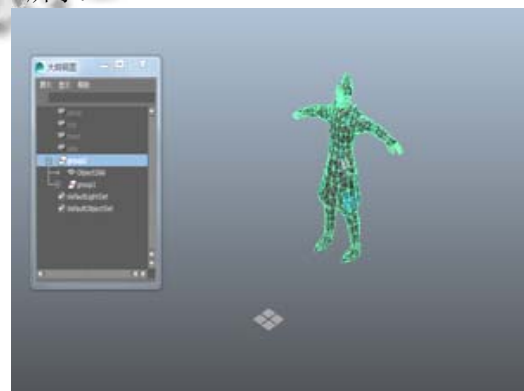


图 11 数据与模型结合

4.3.6 输出并展示

将完成的附带数据的模型导出 FBX 格式，再导入 Unity3d 中输出。在 Unity3D 中，可以直观、自由地对

模型位置、角度等进行编辑,更能够导出网页、应用等输出格式方便观众进行观看。通过这种方式,观众亦可以实现自己对于相机角度的控制,如图 12、图 13 所示

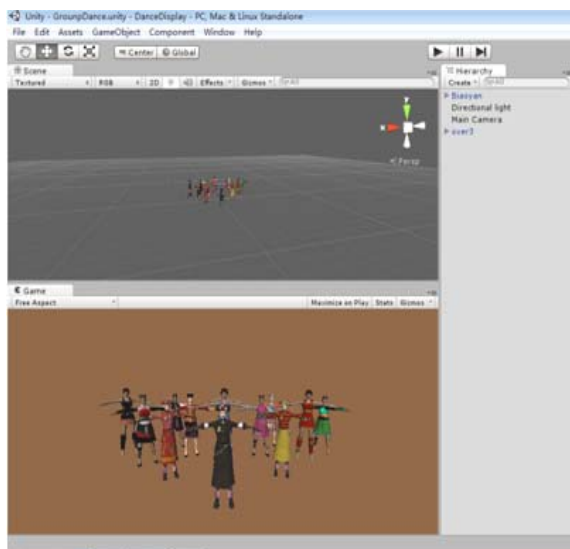


图 12 人物舞蹈模型输出与展示



图 13 最终展示的人物模型

5 三维民族舞蹈表演实现方法对比与分析

仅基于三维模型驱动的民族舞蹈需要人工调节动作,需要大量专业的动画师和舞蹈演员相互配合,而且操作的过程很漫长,另外,用三维的动画制作很难将美丽的民族舞蹈表演的那么生动,很难将大量的民族舞蹈文化数字化并保存。

通过动捕数据采集的方式,则具有相当的优势,见表 1。

表 1 单一三维模型驱动与动捕数据分析对比

方法	三维模型驱动	动捕数据采集
优点	能够对模型的各个部位单独做细微的调节	民族舞蹈风格类似,运动捕捉展示三维舞。舞蹈对肢体动作的细节能够较大程度还原;操作的技术含量比较高,舍弃了繁琐的步骤;动捕

		素材的手机不仅保存了民族舞蹈,更能利用发达的互联网将这些艺术文化发扬光大。
缺点	需要投入大量的人力、物力和财力,动画制作过程繁琐,对动画师的要求较高,民族舞蹈的多样性要呈现出来实施难度非常大。	动作捕捉存在数据需大量后期处理、设备价格昂贵、对操作环境要求不能有反射光干扰等问题,此外需要专业且具有一定素养的舞者配合。

6 结论

新疆是多民族聚集区,其所处的特殊地理位置,生态环境及人文氛围孕育了各民族优良的舞蹈艺术,但也由于其地理位置的偏远和经济的不发达,这些宝贵的舞蹈文化难以得到广阔的发展与传承。本论文通过利用动作捕捉技术在民族舞蹈的采集,运用相关三维立体的技术,实现了对于新疆民族舞蹈这一传统文化的数字保护,能够全面地展示新疆民族舞蹈的艺术精华,大大拓宽了舞蹈艺术的再创造、网络展示和网络传播的道路。但在实现过程中会出现动作数据与模型结合后肢体出现穿插及扭曲现象,穿插现象的解决需要在数据捕捉过程中注意避免肢体的近距离接触,这是摄像头数量少的局限,扭曲现象需在模型外套上衣物遮盖即可。若能够引入更加先进的算法,解决蒙皮过程中的肢体穿插现象,模型和数据结合就会更加完美了。

参考文献

- 蒙曦.基于动作捕捉技术的民族舞蹈三维数字化方法研究.美与时代(城市版),2015,2:109-110.
- 黄永林,谈国新.中国非物质文化遗产数字化保护与开发研究.华中师范大学学报:人文社会科学版,2012,2(51):49-55.
- Chan JCP, Leung H, Tang JKT, Komura T. A virtual reality dance training system using motion capture technology. TLT, 2011, 4.
- Moeslund TB, Granum E. A survey of computer vision-based human motion capture. Computer Vision and Image Understanding, 2001, 813.
- 黄波士,陈福民,张金剑.一种改进算法的光学运动捕捉系统.同济大学学报:自然科学版,2005,33(10):1372-1376.
- 陈玲.中国民间艺术的“天时”之机. http://www.namoc.org/cbjy/cbw/qks/qk2007_2544/qk200706/201303/t20130319_177336.htm.
- 邱望标,李超.基于运动捕捉技术的中国少数民族舞蹈艺术保护方法研究.电子科技大学学报(社科版),2009,4:101-104.
- 邓利群.三维人体动作识别及其在交互舞蹈系统上的应用[学位论文].合肥:中国科学技术大学,2012.
- 吴晓雨,张宜春,沈荣华,严先机.基于动作捕捉技术的民族舞蹈三维数字化方法研究.计算机与现代化,2013,1:112-114, 118.