



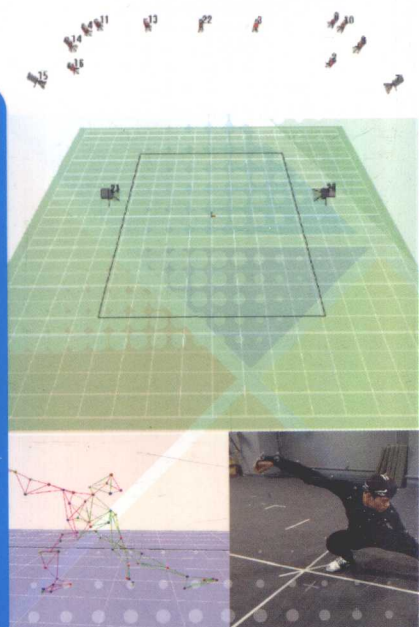
高等院校艺术设计“十二五”规划教材

高等教育艺术设计精编教材



动画设计类

动画动态 制作—— 动作捕捉 技术基础



王明政 编著

清华大学出版社



C13047878

J954-43
55

高等教育艺术设计精编系列



动画动态 制作—— 动作捕捉 技术基础



王明政 编 著

J954-43
55

清华大学出版社

北 京



北航

C1655285

内 容 简 介

本书利用 Motion Analysis Corporation 的设备及其配套软件 Cortex 制作了一个动画动态动作捕捉系统流程的演示,随后紧跟着一套实际教学案例,由编者和学生一起完成。这套捕捉系统为光学式动作捕捉中的被动式动作捕捉系统。迄今为止,常用的动作捕捉技术从原理上说可分为机械式、声学式、电磁式和光学式。不同原理的设备各有其优缺点,光学式动作捕捉系统因定位精度高、实时性强、使用方便等因素,成为大多数使用者的首选类型。

本书适合想学习动作动态制作的初学者,也可以用作各院校相关专业的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

动画动态制作——动作捕捉技术基础/王明政编著. —北京:清华大学出版社,2013

高等教育艺术设计精编教材

ISBN 978-7-302-31280-2

I. ①动… II. ①王… III. ①动画片—制作—高等学校—教材 IV. ①J954

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 008436 号

责任编辑:张龙卿

封面设计:徐日强

责任校对:袁芳

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:210mm×285mm 印 张:8.75 字 数:250 千字

版 次:2013 年 5 月第 1 版 印 次:2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~1000

定 价:54.00 元

产品编号:047102-01

前言

动画动态动作捕捉技术目前在大多数人眼中还是应用面比较窄的技术,毕竟门槛较高,造价也相对比较昂贵。但是在日新月异的CG领域,甚至在虚拟现实、人体工程学研究、模拟训练、生物力学研究等许多方面,都已经开始运用动画动态动作捕捉技术来更好地完成任务或者项目,所以尽早地了解 and 掌握这项技术,可以说是迫在眉睫。

在此情形下,于2010年由天地数码公司推荐,我校数码学院购进了一套Motion Analysis公司的Eagle数字动作捕捉及分析系统,这套设备可与天地数码公司现有的捕捉设备结合使用,使动作捕捉能力大大提高,能完成一般情况下的捕捉项目。

此后,笔者被派往天地数码公司进行动作捕捉系统的学习与交流,在两年左右的时间里,基本掌握了Eagle数字动作捕捉及分析系统的操作流程和操作经验。本书中所有的步骤都是一步一步按照流程进行的,从最开始的场景布置,一直到最后的模型与捕捉数据匹配,以及让模型能跟着捕捉下来的动作数据动起来,都有着详细的说明(配合相关图片)以及具体的情况分析。

本书的各章内容简要介绍如下。

第1章介绍了动作捕捉的背景与概念。本章对动作捕捉这项技术进行了综合的描述,并介绍了动作捕捉技术的基本发展历史和当前动态,使读者对动作捕捉技术有一个初步的概念和整体的印象。

第2章介绍了场景调节。本章是动作捕捉技术的第一个环节,非常重要。其中镜头的调节精度高低直接影响到后面所有操作步骤能否顺利进行及捕捉数据质量的好坏。

第3章介绍了捕捉前的准备工作。本章介绍了准备阶段的最后几步操作流程和一些注意事项。这些操作步骤完成的好坏也直接影响到正式捕捉的数据采集与数据质量的优劣。

第4章介绍了正式捕捉和设备的整理与归位。本章详细讲解了捕捉时的操作流程和相关细节,以及捕捉完成之后的场景整理和设备归位。

第5章介绍了数据整理。如果利用动作捕捉系统来捕捉数据算是前期的工作,那么捕捉完成后的数据修改与编辑就算是中期工作了。本章详细介绍了在捕捉后的数据处理时的一般操作流程,以及遇到一些常见情况后该用何种方法来解决。

第6章介绍了动作数据的具体应用。本章介绍的是动作捕捉全部流程的后期工作,是把处理好的捕捉数据通过相关软件与三维模型相结合,完成利用动作捕捉技术实现的逼真的动作及动态。

第7章介绍了n929角色动作数据捕捉的具体操作流程。本章是利用一个实例来系统、完整地讲解动作捕捉技术的前期和中期流程。其中有大量的经验和细节,希望对读者学习动作捕捉技术有较大的帮助。

第8章是对前面的实例进行最后的整合,使前期捕捉的数据能够驱动模型,来实现我们所要达到的生动的动作动态效果。

相信在看完本书之后,读者能对动作捕捉技术有初步的认识,并有深入的理解。本书在编写过程中得到了许多朋友的帮助和支持,在此一并表示感谢。

编 者

2013年1月

目 录

第一部分 绪 论

第 1 章 动作捕捉的背景与概念

1.1 动作捕捉产生的背景与发展	3
1.1.1 动作捕捉技术	3
1.1.2 动作捕捉技术的新特点与新趋势	4
1.1.3 动作捕捉的新技术与新趋势将对电影工业产生的影响	6
1.2 动作捕捉的概念与分类	8
1.2.1 什么是动作捕捉	8
1.2.2 什么是光学动作捕捉和光学动作捕捉分析系统	9
1.3 被动光学动作捕捉系统设备的介绍	10

第二部分 动作捕捉整体流程

第 2 章 场景调节

2.1 镜头摆放的方位	17
2.2 镜头与计算机的连接	19
2.3 软件的安装及场景中工程文件对照镜头进行的调试	20
2.4 调节场景大小与镜头	22
2.5 清理场景地面	27

第 3 章 捕捉前的准备工作

3.1 L形杆的摆放	28
3.2 扫场	31
3.3 演员准备	37
3.4 T-pose动作与Template动作	39

第4章 正式捕捉和设备的整理与归位

- 4.1 演员须知 43
- 4.2 Cortex软件捕捉时的实际操作 45
- 4.3 演员的衣物及捕捉设备的归位 51
- 4.4 检查地面 52

第5章 数据整理

- 5.1 数据点编辑与修改 53
- 5.2 检查数据 62

第6章 动作数据的具体应用

- 6.1 动作数据文件在MotionBuilder中的具体应用与操作 65
- 6.2 进入3D软件与动画场景结合进行调节 79

第三部分 实例操作与整套动作的修改和整合

第7章 n929角色动作数据捕捉的具体操作流程

- 7.1 n929角色模型的准备与骨骼搭建 83
- 7.2 捕捉场景的搭建与调整 88
- 7.3 演员准备与表演动作 102
- 7.4 动作数据的调整与修改 111

第8章 最后的整合

An abstract graphic design featuring a deep blue background with lighter blue curved bands. A prominent curved band, outlined in white, contains a series of parallel, multi-colored segments in a rainbow-like gradient from red and orange on the left to green and yellow on the right.

第一部分

绪论

第 1 章

动作捕捉的背景与概念

1.1 动作捕捉产生的背景与发展

在传统的动画制作过程中,不管是二维动画还是三维动画,对于角色的动作或表情,基本上都是通过手工进行绘制(二维)或者通过动画师在三维动画软件中对角色模型的“骨骼”或控制器进行调节生成的。可是如果遇到角色或人的动作与表情极其复杂的情况(比如中国的武术,各种舞蹈),并且调节动画的动画师对于所要调节的动作细节不是特别了解或者不太专业的时候,手工的动作绘制方式或在三维软件中的调节,就使得影视动画中的角色比较僵硬,不够生动逼真,甚至有可能出现一些主观上的错误。不仅如此,这些方法制作出的动画花费时间长、效率低,实时性也较差。

动作捕捉技术应用在影视动画制作中的主要目的,是为了解决在影视动画制作当中,使真实的、成熟的、专业的表演艺术与动漫的卡通风格以及幽默的、风趣的特征能够完美地结合,让导演在讲述故事时更加自由,随心所欲和充分发挥想象的空间,并且能够提高工业生产效率,而这一点在现代的商业项目制作中占有非常大的比重。早在 20 世纪 70 年代,迪斯尼为了能制作出更吸引观众的动画电影,就曾尝试通过捕捉演员的动作来改进动画的制作效果。事隔几十年后的今天,大量的电影与动画片或者游戏制作都已广泛地采用了动作捕捉技术,该技术在现阶段已呈现出了众多新的特点与新的趋势。

1.1.1 动作捕捉技术

最早出现类似动作捕捉的技术是在 1915 年,当时动画大师 Max Fleischer 研制了一台放映机,其原理是将胶片内容显示到透光台上,凭借着这台放映机,动画师就可以很方便地照着画面中人物的动作造型来绘制角色动作,从而使笔下的角色栩栩如生。到 1994 年,三维运动轨迹捕捉技术正式商业化,而在 2011 年,利用最新动作捕捉技术拍摄的且没有真实动物参与表演的影片《猩球崛起》中,动作捕捉技术应用进入了的新高度。(见图 1-1)

动作捕捉技术从表演系统上分,主要有身体动作捕捉(更细的可以分为身体动作捕捉和手部动作捕捉)和表情捕捉;从技术原理上主要分为声学式、机械式、电磁式和光学式。动作捕捉的原理是测量、跟踪、记录物体或标记点的空间坐标与轨迹,数据经过后期处理后,可以驱动虚拟角色来进行运动。一般情况下动作捕捉设备包括传感器、信号捕捉设备、数据传输设备与数据处理设备。

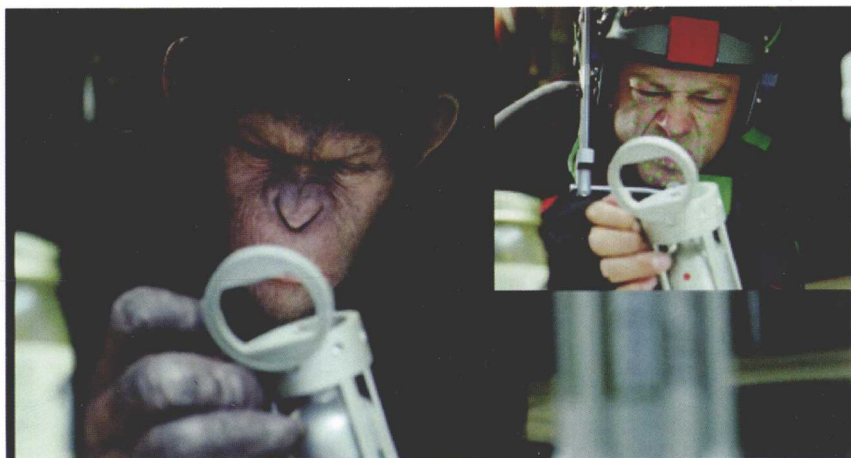


图1-1 《猩球崛起》影片中的动作捕捉画面

1.1.2 动作捕捉技术的新特点与新趋势

1. 由室内的摄影棚动作捕捉发展为户外的实景动作捕捉

在当前的电影工业中,一般动作捕捉都是在专门搭建的摄影棚中完成的。例如 2009 年上映的电影《阿凡达》(Avatar) 在制作阶段,剧组建立了就当时而言有史以来最大的拍摄与动作捕捉摄影棚,在摄影棚中一共有 140 台专用摄像机,捕捉设备主要采用的是光学式设备。当然,在摄影棚里拍摄和进行动作捕捉还是有不足的,因为当时演员也缺乏与实景环境之间的互动,完全是靠发挥想象力来完成设定的动作,而且摄影棚与户外有着完全不同的光学、光照环境,活动范围也很有限,所以,一般表演者更希望能在实景中完成动作并进行拍摄。但是户外实景拍摄对动作捕捉技术要求很高,其一,要求动作捕捉设备的重量能够大大减少,这样易于携带,不会太多地影响表演;其二,一般采用的被动光学捕捉系统是利用特定光谱范围内的光线来识别动作的,而在实景捕捉中就必须解决环境光干扰的问题。到 2011 年,由于技术的革新与发展,动作捕捉设备已经变得十分轻巧,基本上不会对表演产生较大的影响,并且开发出了主动频闪红外光 LED 标记点的新技术。目前户外实景动作捕捉技术已经成熟,并在多部影片中开始应用。(见图 1-2)

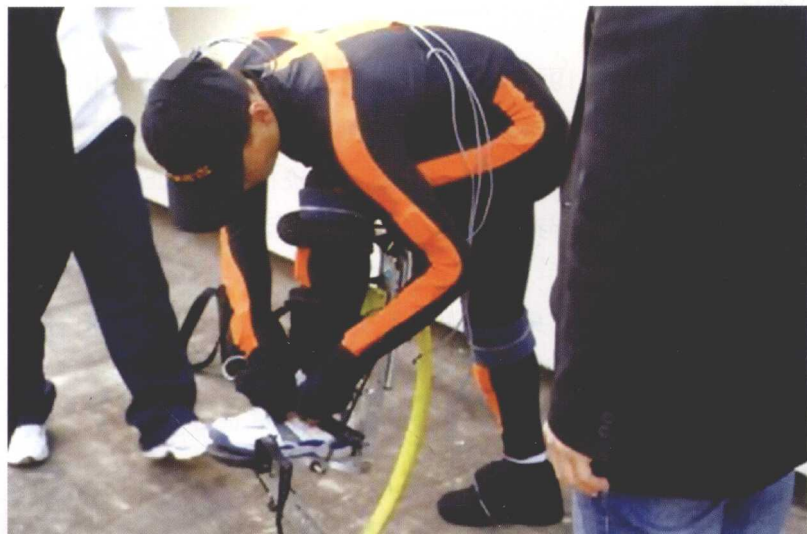


图1-2 北京奥运会开闭幕式模拟试用MVN动作捕捉系统

2. 由单一角色捕捉发展为多角色与多道具捕捉

由于受到技术的限制,在早期的动作捕捉制作中,一般在搭建的动作捕捉摄影棚中只是对单一角色或单个道具进行动作捕捉,完成之后再进入三维动画制作软件中进行动作的修改与合成。因此,导演要在制作人员进行后期处理之后才能查看到捕捉的动作效果,这样做相当被动。现在的动作捕捉技术已经可以在户外捕捉多个角色或多个道具,更重要的是实现了人与道具及环境之间的交互。不仅如此,直接将现场的动作捕捉数据导入卡通角色或虚拟角色上,同时再加上虚拟摄像机后,就可以实时输出并预览影片,这样导演就可以现场实时地查看影片的动作质量,并及时指导演员应该如何进行表演。例如2011年年底拍摄的动画电影《丁丁历险记》,导演和演员都可以实时观看加入了动作捕捉数据后的虚拟卡通角色的表演及加入了虚拟镜头的预览影片。(见图1-3)

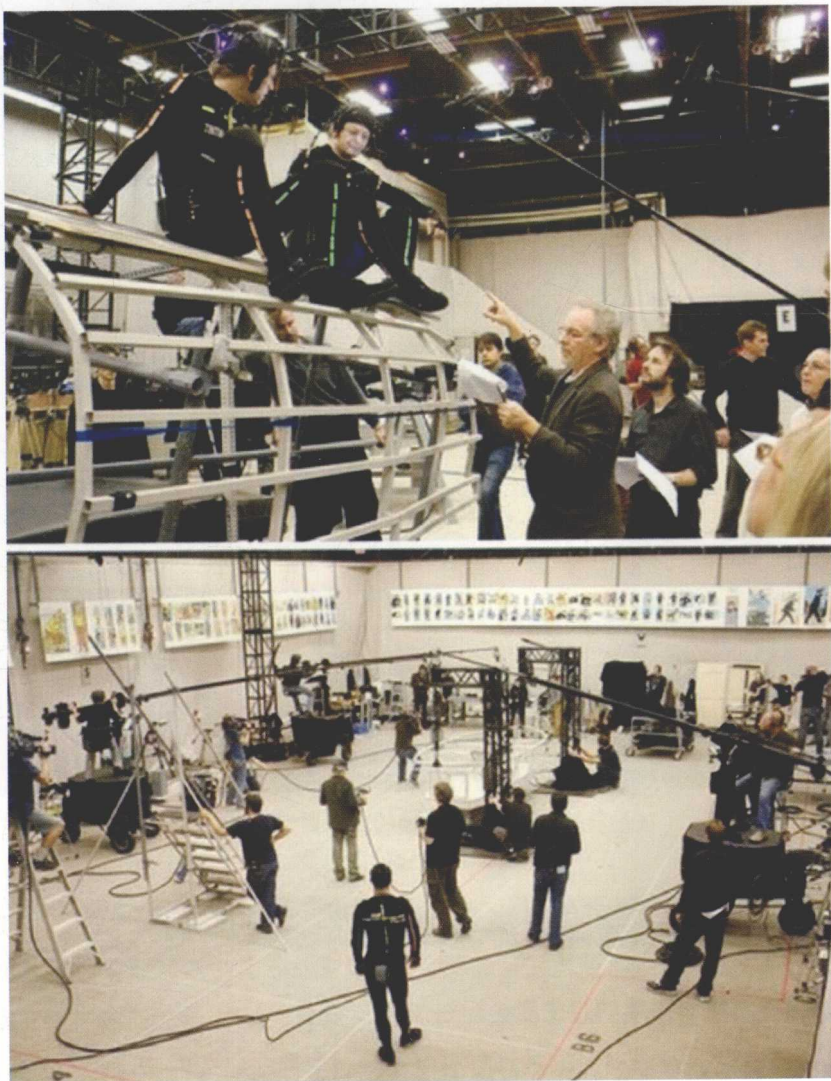


图1-3 《丁丁历险记》的动作捕捉画面

3. 面部表情捕捉

人的面部表情是十分复杂且微妙的,表情是表演的核心和精髓部分,其好坏直接影响一个角色被塑造得是否成功、鲜活、生动。要想毫无保留地展现演员的演技并将细微的表演表情移植到CG角色上去,难度非常大。早期的动作捕捉技术只能对人的身体运动进行数据记录,后来发展到了比较初级的表情捕捉,其方法是在人脸上加标记点或涂上绿色。而现在的面部表情捕捉,一般都是让演员戴一个捕捉头盔,前置一个广角摄像头,然后通

过演员脸上画好的捕捉点,不需要记录点就能实现非常精致的面部捕捉。(见图 1-4)

表情捕捉可以实现完全逼真、毫无痕迹的虚拟角色面部表演,可以毫无保留地展现演员精湛的演技。



图1-4 面部表情的动作捕捉画面

1.1.3 动作捕捉的新技术与新趋势将对电影工业产生的影响

1. 极大地扩展导演故事讲述的自由度

导演在电影创作的过程中总是会受到现实世界各种各样的条件限制,特别是创作卡通风格或科幻电影的时候。很多导演对影片最终完成时因为没有达成自己最初的设定与想象而感到遗憾,原因一般都是拍摄条件或技术方面有所限制。由于有了动作捕捉技术,导演不仅可以间接或直接地操控任何虚拟角色进行生动逼真的表演,而且还可以摆脱技术的限制,从而将工作的核心放在故事的讲述和呈现上面,这将能极大地扩展导演故事讲述的自由度。

2. 将对演员职业产生巨大影响

演员外形条件的重要性将下降,而演员演技的重要性将上升。以前导演在寻找演员或电影学院在招收

表演专业的学员时,外形条件是比较重要的。现在由于动作捕捉技术的出现,只要将演员的表演移植给虚拟角色即可,而虚拟角色的外形是可以随意改变的,因此演员的外形条件将变得不再那么重要。

随着技术的发展,即使是真人影视作品,有一天也会通过虚拟角色对其外形进行修正而只保留其表演的部分,因此随着动作捕捉技术的发展,有人惊呼,有一天演员这个职业会消失。这当然是不正确的,在CG领域,真人演员有其不可替代的作用,是原始的、自然的动作及表情的创作源泉。但动作捕捉技术无疑会对演员这个职业产生巨大的影响,演员外形条件的重要性将下降,而演技的重要性将上升,因此演技真正好的职业演员会获得更多机会,而依赖外形条件的演员将逐渐被弱化甚至被淘汰。例如我们都熟知的《指环王》中的咕噜和《猩球崛起》中的恺撒的角色塑造,其动作源泉都是优秀的动作捕捉演员安迪·瑟金斯所表演的。由于其出色的表演能力,再加上动作捕捉技术的发展,使安迪·瑟金斯的事业在36岁后才获得较好的发展。(见图1-5)



图1-5 演员安迪·瑟金斯的动作捕捉画面

3. 将使电影工业制作的产品质量更高

动作捕捉技术在其初级阶段对电影工业的影响是比较小的,很多影片在制作虚拟角色时更愿意让经验丰富的动画师来手工调节角色的动态动画,因为那个时候这样做的效率更高。但是随着技术的发展,动作捕捉技术的优势逐渐显现,现在不仅在电影制作时越来越多地使用动作捕捉技术,并且在游戏制作、动画片制作及其他娱乐产品制作中也开始大量采用。目前的动作捕捉技术会大幅度提高制作效率,减少影片生产的周期,从而使成本下降,使影片整体质量也提高不少。

技术在不断的发展,现在的动作捕捉技术已经开始成熟,而且新的技术还在不断涌现,例如在2008年后出现了不需要标记点就可以捕捉身体动态的技术系统,例如体感游戏系统kinect,尽管现在的捕捉精度还达不到电影工业级别的要求,但也是新技术的趋势之一。然而不管技术如何发展,作品的情节、内容的精彩程度与人的艺术表演才是影视产品的核心,我们不能本末倒置,由于技术的发展而忽视表演者艺术素养的提高与故事的精心创作。

1.2 动作捕捉的概念与分类

1.2.1 什么是动作捕捉

动作捕捉英文名叫 Motion Capture。Motion Capture 技术涉及尺寸测量、物理空间里物体的定位及方位测定等方面可以由计算机直接计算并处理的数据。在运动物体的关键部位设置跟踪器,由 Motion Capture 系统捕捉跟踪器位置,再经过计算机处理后向用户提供可以在动画制作中能够应用的数据。当数据被计算机识别后,动画师就可以在计算机产生的镜头中调整、控制运动的物体。

从应用角度来看,表演动作系统主要有表情捕捉和身体动作捕捉两类;从实时性来看,可分为实时捕捉系统和非实时捕捉系统两种。

由于计算机软、硬件技术的飞速发展和动画制作要求的不断提高,目前在发达国家,动作捕捉已经进入了实用化阶段,许多厂商相继推出了多种商品化的动作捕捉设备,如 Motion Analysis、Polhemus、Sega Interactive、MAC、X-Ist、FilmBox 等,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、人体工程学研究、模拟训练、生物力学研究等许多方面。

现如今,直接识别人体特征的动作捕捉技术将很快走向实用。不同原理的设备各有其优缺点,一般可从以下几个方面进行评价:定位精度;实时性;使用方便程度;可捕捉运动范围大小;成本;抗干扰性;多目标捕捉能力。

从技术的角度来说,动作捕捉的实质就是要测量、跟踪、记录物体在三维空间中的运动轨迹。典型的动作捕捉设备一般由以下几个部分组成。

(1) 传感器。所谓传感器是指固定在运动物体特定部位的跟踪装置,它将向动作捕捉系统提供运动物体运动的位置信息,一般会随着捕捉的细致程度确定跟踪器的数目。(见图 1-6)

(2) 信号捕捉设备。这种设备会因 Motion Capture 系统的类型不同而有所区别,它们负责位置信号的捕捉。对于机械 Motion Capture 系统来说是一块捕捉电信号的线路板,对于光学 Motion Capture 系统则是高分辨率红外摄像机。(见图 1-7)



图1-6 被动光学动作捕捉系统的传感器



图1-7 光学 Motion Capture 系统的信号捕捉设备

(3) 数据传输设备。Motion Capture 系统,特别是需要实时效果的 Motion Capture 系统,需要将大量的动

作数据从信号捕捉设备快速准确地传输到计算机系统进行处理,而数据传输设备就是用来完成此项工作的数据处理设备。(见图 1-8)



图1-8 光学 Motion Capture 系统的数据传输设备

经过 Motion Capture 系统捕捉到的数据需要修正、处理后,还要与三维模型相结合才能完成计算机动画制作的工作,这就需要应用数据处理软件或硬件来完成此项工作,其实质上都是借助计算机对数据的高速运算能力来完成数据的处理,使三维模型真正、自然地运动起来。(见图 1-9)

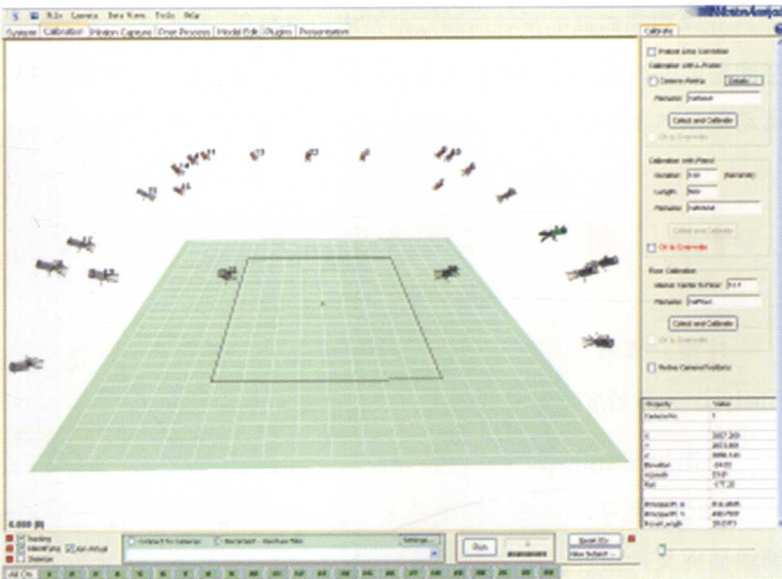


图1-9 计算机与软件

1.2.2 什么是光学动作捕捉和光学动作捕捉分析系统

光学式动作捕捉通过对目标中特定光点的监视和跟踪来完成动作捕捉的任务。目前常见的光学式动作捕捉大多基于计算机视觉原理。从理论上来说,对于空间中的一个点,只要它能同时为两部相机所见,则根据同一时刻两部相机所拍摄的图像和相机参数,可以确定这一时刻该点在空间中的位置。当相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。Motion Analysis 公司是该领域的佼佼者。(见图 1-10)



图1-10 Motion Analysis公司的LOGO

典型的光学式动作捕捉系统通常使用 6 ~ 8 台相机环绕表演场地排列,这些相机的视野重叠区域就是表演者可以做动作的范围。为了便于处理,通常要求表演者穿上单色的服装,在身体的关键部位,如关节、腕部、肘、腕等位置贴上一些特制的标志或发光点,称为 **Marker**,视觉系统将识别和处理这些标志。系统定标后,相机连续拍摄表演者的动作,并将图像序列保存下来,然后再进行分析和处理,识别其中的标志点,并计算其在每一瞬间的空间位置,进而得到其运动轨迹。为了得到准确的运动轨迹,相机应有较高的拍摄速率,一般要达到每秒 60 帧以上。

如果在表演者的脸部表情关键点上贴上 **Marker**,则可以实现表情捕捉。目前大部分表情捕捉都采用光学式。

有些光学式动作捕捉系统不依靠 **Marker** 作为识别标志,例如根据目标的侧影来提取其运动信息,或者利用有网格的背景简化处理过程等。目前研究人员正在研究不依靠 **Marker** 而应用图像识别、分析技术,由视觉系统直接识别表演者身体关键部位并测量其运动轨迹的技术,估计将很快投入使用。

光学式动作捕捉系统的优点是表演者活动范围大,无电缆、机械装置的限制,表演者可以自由地表演,使用很方便。其采样速率较高,可以满足多数高速运动测量的需要。**Marker** 的价格便宜,便于扩充。

光学式动作捕捉系统的缺点是系统价格昂贵,虽然可以捕捉实时运动,但后期处理(包括 **Marker** 的识别、跟踪、空间坐标的计算)的工作量较大,对于表演场地的光照、反射情况有一定的要求,装置定标也较为烦琐。特别是当运动复杂时,不同部位的 **Marker** 有可能发生混淆、遮挡,产生错误结果,这时需要人工干预后期的处理过程。

1.3 被动光学动作捕捉系统设备的介绍

注意: 本书主要以 Motion Analysis 公司旗下的产品来作为讲解所用的设备。以下文字内容也可在 Motion Analysis 公司的官方网站上进行浏览,并查看其新的捕捉技术。

下面以 Eagle 数字动作捕捉及分析系统为例进行说明。

Eagle 数字动作捕捉系统由 Eagle 数字捕捉镜头(见图 1-11)、EagleHub 和 Cortex 软件组成,可极其精确地捕捉复杂动作。实时功能使用户可以在同一时间观察到目标某个细微动作。强大的功能、简单的安装、方便的操作和精准的测量使得 Motion Analysis 公司的 Eagle 数字动作捕捉镜头成为动作捕捉的标准配置。

(1) Eagle 数字动作捕捉镜头

该镜头的精度为 0.105mm, 130 万像素,在 1280 × 1024 像素模式下工作时采集频率可达到 500 帧/秒; 1280 × 512 像素时可达到 1000 帧/秒; 1280 × 256 像素时可达到 2000 帧/秒,并且拥有每秒 600 万像素的处理能力。Eagle 系统以其出众的性能、简单的操作、高分辨率下精准的测量在动作捕捉行业掀起了一场革命。

Eagle 数字动作捕捉镜头利用先进的数码工具为当今的动作捕捉技术提供了可靠性和精确性的保障,由于运用了数字科技,不会再有远程信号降级,而且噪声较少,也无须重新取样。

随着当今数据采集量的增多与增大,对信号稳定性的要求也越来越严格。镜头信号可直接通过互联网到达跟踪计算机。信号处理内置于摄像头中。这种最新型的从摄像头到计算机的动作捕捉传输系统,意味着较