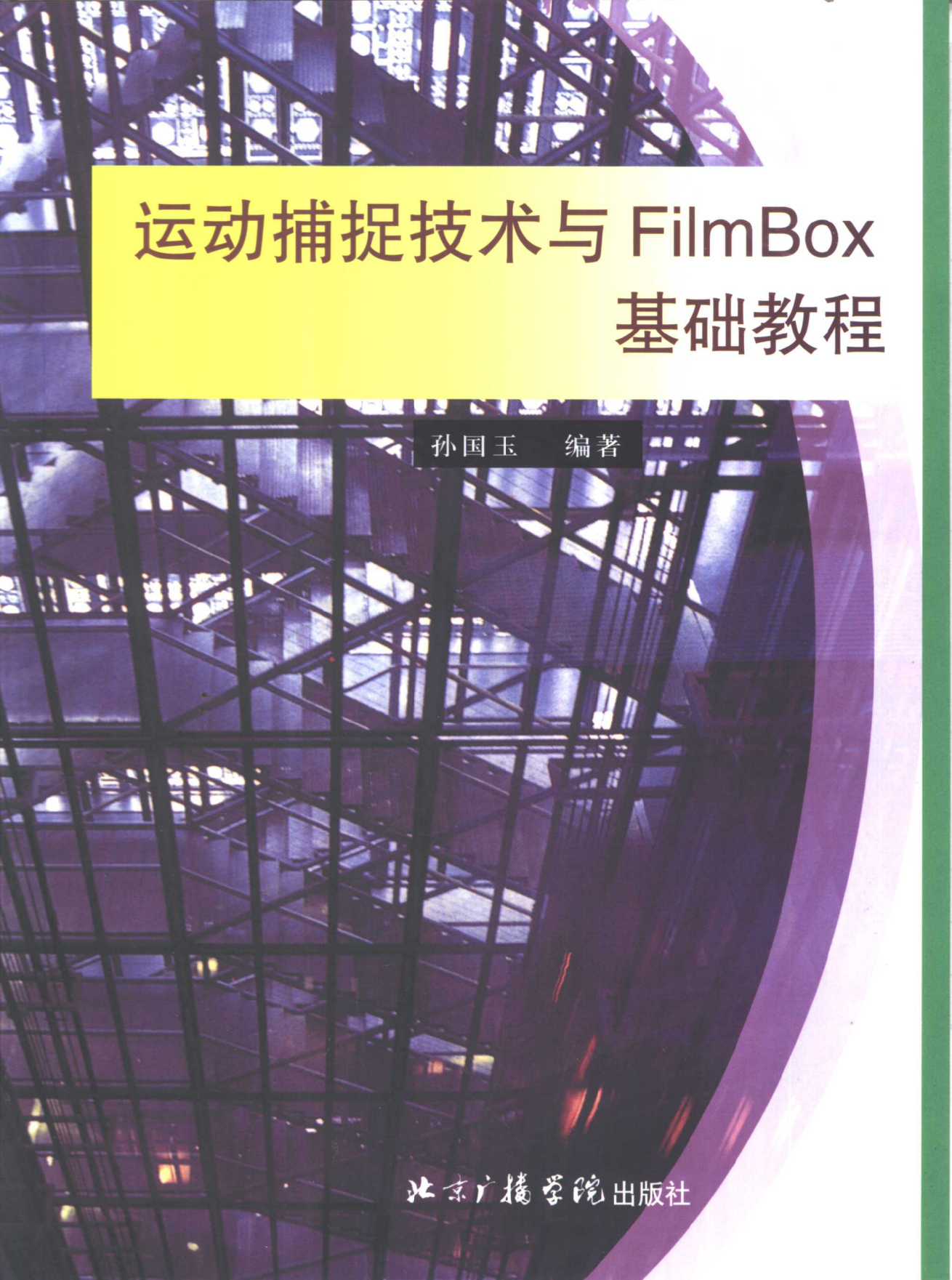




运动捕捉技术与 FilmBox 基础教程

孙国玉 编著

北京广播学院出版社

21 世纪动画应用教程
北京广播学院动画学院系列教材

运动捕捉技术与FilmBox 基础教程

孙国玉 编著

北京广播学院出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动捕捉技术与FilmBox基础教程/孙国玉编著. —北京:北京广播学院出版社, 2002. 3

ISBN7-81085-027-X

I. 运… II. 孙… III. 动画-制作-应用软件, Filmbox IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 015424 号

运动捕捉技术与 FilmBox 基础教程

编 著 孙国玉

责任编辑 阳金洲

封面设计 张 骏

出版发行 北京广播学院出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街1号 邮 编 100024

电 话 010-65738557 或 65738538 传 真 010-65779405

网 址 <http://www.cbbip.com>

经 销 新华书店总店北京发行所

印 刷 中国人民大学印刷厂

开 本 730×988 毫米 1/16

印 张 10.75

版 次 2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-81085-027-X/N · 4

定 价 25.00 元

版权所有

翻印必究

印装错误

负责调换

北京广播学院动画专业系列教材编委会

主任 高福安

委员 (按姓氏笔划排列)

王宁宇 王启中 石民勇 张松林

张 骏 陈三伟 陈士宏 陈绶祥

秦一真 常光希 曹小卉 路成章

蔡 翔 戴铁郎

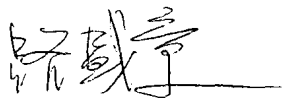
序

从 20 世纪 20 年代至今，动画作为一种艺术表现形式在中国已有 80 年的历史了。中国动画曾经取得辉煌的成就，在世界动画影坛享有“中国学派”之誉。但是，进入上个世纪 80 年代以后，中国动画事业明显出现不景气的迹象。虽然原因是多方面的，而中国动画教育落后是造成这一状况的重要原因之一。

应该说中国动画教育的开展是比较早的。上个世纪 50 年代初，苏州美术专科学校、北京电影学校就曾开设动画专业；60 年代初，上海电影专科学校也曾设立动画专业。老一辈动画专家钱家骏、邬强、钱运达、严定宪、林文肖、张松林等曾参与过教学并编写过教材，为中国动画人才的培养做了贡献。但长期以来，中国动画教育规模很小，而且没有形成系统性与连续性。最令人忧虑的是，至今没有一套完整的动画专业系列教材。尤其在今天，动画教育已被纳入到正规高等教育之列，这种情况将阻碍新世纪中国动画教育的发展和动画艺术的振兴。

为了解决动画教材缺乏这一难题，我们学院几位教师根据世界动画发展的最新动向和自己的教学实践，编写了一套包括理论、技法在内，切实可行的系列教材。这是一件极有意义的事情。但由于我们的动画教育也是刚刚开始，世界动画在艺术观念和技术运用方面日新月异，这套教材一定存在许多不足，我们有信心在今后的实践中不断改进。敬请各位动画专家、动画教育同行和读者们多提宝贵意见和建议，帮助我们使之日趋完善。

北京广播学院动画学院院长



2002 年 3 月 18 日

前 言

从酝酿写这本关于运动捕捉的书到最后完成这本书经历了一年的时间，整个写作过程甚为艰难，多方面的原因使得本书的写作并不顺利。不过，在我们动画学院领导的帮助下，最后总算完成了任务，当然，是否达到了预期的目标还得由读者批判。

促使我写作这本书有多方面的原因。首先，我自己学习运动捕捉技术的时候并不轻松，因为能参考的技术资料并不多，很多有关的英文资料，翻译起来也经常把自己弄得稀里糊涂的，后来通过实践有了一些经验，才明白了很多。其次，很多朋友经常让我推荐一些相关的参考书，但很难为他们找到合适的参考书。还有一个更重要的原因，我看国内市场上几乎买不到系统介绍运动捕捉技术的中文书籍，连翻译的也看不到。由此我就萌生了写这本书的念头。

在本书的写作过程中，我参阅了大量的技术资料，但在具体讲述的时候，并不是简单的翻译，而是将这些技术结合自己的工作实践综合进行讲述。

本书前四章介绍运动捕捉的硬件部分，详细讲述了运动捕捉的技术分类、构成，并以 **vicon 8** 为例详细地介绍了运动捕捉的使用方法。本书从第五章开始，介绍系统的软件部分。**Filmbox** 是目前技术上最成熟的运动捕捉专业软件之一，它不但得到了所有运动捕捉系统硬件厂商的支持，向它提供了数据接口，同时也得到了许多三维软件厂商如 **3D MAX**、**MAYA** 和 **SOFTIMAGE/XSI** 的支持。**Filmbox** 可以很好地与 **vicon** 配合完成数据的采集处理、管理，并向其他三维软件输出所需要的数据。本书系统地介绍了 **Filmbox** 的安装和使用。

在 **Filmbox** 的使用介绍部分中，由于它的很多术语没有标准的中文说法，我都采用意译的方法，尽可能把这些词的真实含义表达出来，同时还能符合汉语的习惯。如果这本书的这方面内容表达欠妥，还请读者谅解。

最后，我要感谢所有直接或间接为这本书作出贡献的同事或朋友。首先，我要感谢我的丈夫，没有他的支持、鼓励，我很难写成这样一本技术专题书。

我还要感谢北京广播学院动画学院领导路盛章、石民勇、张骏他们的鼓励给了我克服困难的信心。以及动画学院的老师姜浩、栾林、红雨等使我受益非浅。另外也感谢北京广播学院出版社编辑阳金洲老师的耐心帮助，使得这本书得以顺利出版。

北京广播学院动画学院

孙国玉

2002年3月23日

目 录

第 1 章 运动捕捉技术概述	(1)
1.1 什么是 Motion Capture	(1)
1.2 运动捕捉技术在动画制作中所具有的优点	(2)
1.3 Motion Capture 的其它应用领域	(3)
第 2 章 Motion Capture 技术分类	(5)
2.1 机械式(Mechanical)	(5)
2.2 电磁式运动捕捉 (Magnetic Motion Capture)	(9)
2.3 光学式运动捕捉	(11)
2.4 声学式运动捕捉	(15)
第 3 章 运动捕捉系统的构成及技术分析	(17)
3.1 运动捕捉系统的构成	(17)
3.2 关键技术简要	(18)
第 4 章 基于光学运动捕捉系统的动画制作技术解决方案	(21)
4.1 描述角色	(21)
4.2 编写脚本分镜头或者是故事情节串联板	(22)
4.3 外用辅助设备	(23)
4.4 安排捕捉顺序	(24)
4.5 进行硬件连接	(25)
4.6 设定捕捉空间的大小及摄像机的摆放和镜头角度调节	(25)
4.7 测出捕捉空间的大致活动范围和活动中心	(28)
4.8 选择专业演员和动作排练	(28)
4.9 动作采集和处理	(28)
第 5 章 Filmbox 软件安装	(37)

5.1 软件介绍	(37)
5.2 操作平台	(37)
5.3 安装步骤	(37)
第 6 章 用户界面	(41)
6.1 界面	(41)
6.2 文件的装载、加载和保存	(42)
6.3 熟练操作有关视图的设定和场景角度的转换	(46)
6.4 元素的选择和取消选择	(51)
6.5 对象变换操作	(52)
6.6 元素的剪切、拷贝和粘贴	(55)
6.7 创建新的元素	(56)
6.8 动作片断的播放	(56)
6.9 退出 Filmbox	(58)
第 7 章 匹配电磁运动捕捉数据	(59)
7.1 打开含有电磁数据的文件	(59)
7.2 创建和初步定位 Actor	(60)
7.3 设定数据点和模型的各个关节对应关系	(62)
7.4 Actor 调整	(65)
第 8 章 匹配光学运动捕捉数据	(67)
8.1 打开含有光学数据的文件	(67)
8.2 创建和初步定位 Actor	(69)
8.3 设定数据点和模型的各个关节对应关系	(70)
8.4 调整 Actor 姿态	(74)
第 9 章 从参考模型 (Actor) 映射到动画角色模型 (Character)	(76)
9.1 装载光学数据文件	(76)
9.2 装载含有角色模型的文件	(77)
9.3 在 Filmbox 中创建角色模型	(77)
9.4 定义参考地面	(78)
9.5 定义映射表	(79)
9.6 完成角色模型和参考模型的匹配	(84)

9.7	常用的 Character 动作编辑操作	(84)
9.8	注释	(88)
9.9	总结	(88)
9.10	附内容: Filmbox 和 3D MAX 的结合	(88)
第 10 章	Contorl Set 的使用	(91)
10.1	第一部分	(91)
10.2	修改捕捉动作	(100)
第 11 章	标准合成	(105)
11.1	文件装载	(105)
11.2	浏览 Nle 界面	(106)
11.3	选择被编辑对象	(106)
11.4	设定编辑内容	(107)
11.5	添加剪切工具	(109)
11.6	片断衔接定位	(112)
第 12 章	局部合成	(115)
12.1	装载文件	(115)
12.2	动作片断复制	(116)
12.3	选择被编辑对象	(116)
12.4	设定编辑片断	(117)
12.5	定义局部合成模式	(118)
12.6	添加剪切工具	(119)
第 13 章	姿态合成	(121)
13.1	装载文件	(121)
13.2	制作可循环的走路动作	(122)
13.3	测试一个可循环动作	(126)
13.4	创建可循环的跳动作	(128)
13.5	制作转弯可循环动作片断	(132)
13.6	生成可触发文件	(134)
第 14 章	触发器的使用	(136)

14.1	装载文件	(137)
14.2	安装触发装置	(137)
14.3	装载和设置系列触发动作	(137)
14.4	设定触发器	(139)
14.5	设定触发关系	(139)
14.6	触发测试	(141)
14.7	记录触发过程,生成新的动作.....	(142)
第 15 章	约束关系设定.....	(143)
15.1	载入场景	(143)
15.2	添加材质	(143)
15.3	贴图的应用	(145)
15.4	添加约束控制器,制定约束关系	(146)
15.5	为地板的材质设定约束关系	(153)
15.6	设定动态阴影	(155)
参考文献	参考文献.....	(158)

第1章 运动捕捉技术概述

随着计算机技术的高速发展与视频行业对计算机动画制作需求的不断增加,用户对高效计算机动画制作手段的需求变得越来越强烈。传统意义上在三维动画制作软件中人工调整虚拟角色动作的工作方式已经成为计算机动画制作过程中的最大瓶颈,而发展日趋成熟的 Motion Capture 技术彻底改变了这一局面,给影视特技制作、动画技术带来了革命性的变化。

运动捕捉 (Motion Capture) 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,通过捕捉表演者的动作或者表情,用这些动作或表情数据直接驱动动画形象模型。动画制作过程更为直观,效果更为生动。可以想像,先用三维扫描技术对一个八十岁的白发老妪进行扫描,形成一个数字化人物模型,然后将乔丹的动作捕捉下来,用以驱动老人模型的运动,观众将看到八十老太空中扣篮精彩离奇的场面。想像一下,如果我们用演员的表演来驱动动物的模型,专讲动物王国的故事又将是一个怎样的场面。

这种制作技术大大提高了动画的制作水平,将动画艺术和动画技术进一步紧密结合,为动画艺术创作提供了更广阔的空间,不但使动画人物更加真实,动作更加流畅,而且也提高了工作效率,节省了制作时间和制作成本(只有传统方法的十分之一左右),使制作人员可以在脚本、动作、场景、角色设计上投注更多的精力,减少构思至产出的时间差,从而制作出更加优秀的作品。

1.1 什么是 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,然后可以由计算机直接理解处理这些数据。在运动物体的关键部位设置跟踪器,由 Motion Capture 系统捕捉跟踪器的位置,再经过计算机处理后,提供给用户可以在动画制作中应用的数据。当数据被计算机识别后,动

画师即可以将数据与动画角色合成,生成动画,然后很方便的在计算机产生的镜头中调整、控制运动的物体。

1.2 运动捕捉技术在动画制作中所具有的优点

(1) 真实的动作

在以往的计算机动画制作中,我们都是使用三维动画制作软件(如 3D MAX, MAYA)来制作三维角色的形象并调整角色动作。整个角色动作都是由操作人员逐帧调整的,这样动作的制作工作就变得十分烦琐、复杂,且极易出现误差,效率很低。所以一般使用三维动画制作软件制作出来的动作时间都会很长,而且有些动作制作得十分拙劣。这一现象在某些电影电视作品中并不难发现。

但是以 Motion Capture 为基础的动画制作系统则改变了这个状况,它对演员、运动员和舞蹈家的动作进行捕捉,演员动作不受限制,动作流畅,自然,不需要让动画师重新进行制作。这些动作都是非常具有特点的、非常敏锐的。例如:由计算机生成的人物中,男性和女性走路的动作是不一样的。将实际动作数据记录下来输入计算机,经处理后由计算机在虚拟镜头中恢复。由于它记录的是物体的实际运动,所以动作精确,效率极高,制作动画的效果非常逼真。

近年来,随着 Motion Capture 技术的进步,很多影视公司和游戏制作公司为了使产品表现达到最完美的效果,开始放弃了传统的在 3D 软件下用手工调整人物动作的方法,而代之以较真实且精确的 Motion Capture 技术。如电影《铁达尼号》人物从船上跌下来的动作、《星际大战首部曲》中的外星人的动作、足球游戏软件中的人物踢球的动作,都采用了运动捕捉技术。Motion Capture 为这些产品可谓是锦上添花。

(2) 制作的速度

如果一部片子需要大量的动作数据,在有限的时间和预算内,使用大量的动画师去一点点手调模型的各个动作是非常不切实际的,并且手工制作的动作效果也并不理想。但是使用运动捕捉技术能将所有动作的制作从进行拍摄捕捉到预览常常只需几分钟。一个小规模的制作组与一个演员即可以在一个下午制作出许多复杂的动画。

(3) 艺术性的控制

导演可以在捕捉现场进行指导,观察演员的表演,指出动作的不足,现

场探讨最为适合场景的动作。技术人员可以在几分钟之内看到所捕捉的动作,而且具有非常大的灵活性——如果制作人员想改变一下所捕捉的动作,可以利用标准的动画工具如反向运动学、皮肤变形等对这个动作做进一步的编辑。制作人员也可以对动作增加各种变化,产生新的艺术效果。

(4) 积累数字图像素材

一旦动作被捕捉,坐标就被映射到任意具有不同年龄、大小、种族、服饰的人物上。所有动作可以通过创建动作数据库进行存储。对于动画师来说, Motion Capture 的资料像是一种新的素材,可以组合、调整,更快地创造出高品质的动画,一天的 Motion Capture 制作所取得的 20 分钟动作资料,已经可以用来制作 4 段 MTV 短片。

(5) 节省开支

在非常短的时间可以看到所设计的结果,特别是复杂的动作设计。在 PC 游戏的设计中,动作捕捉和动画比拍摄视频图像更节省,避免了演员的化妆、服饰、灯光、布景等。

1.3 Motion Capture 的其它应用领域

运动捕捉技术不仅已经成为动画制作业的关键制作环节,在其它领域也有非常广泛的应用前景。

表情和动作是人类情绪、愿望的重要表达形式,运动捕捉技术完成了将表情和动作数字化的工作,提供了新的人机交互手段,比传统的键盘、鼠标更直接方便,不仅可以实现“三维鼠标”和“手势识别”,还能使操作者以自然的动作和表情直接控制计算机,并为最终实现可以理解人类表情、动作的计算机系统、机器人提供了技术基础。

在虚拟现实系统中,为实现人与虚拟环境及系统的交互,必须确定参与者的头部、手、身体等的位置与方向,准确地跟踪、测量参与者的动作,将这些动作实时检测出来,以便将这些数据反馈给显示和控制系统。这些工作对虚拟现实系统是必不可少的,也正是运动捕捉技术的另一发展领域。

运动捕捉技术还可用于机器人遥控。机器人将危险环境的信息传送给控制者,控制者根据信息做出各种动作,运动捕捉系统将动作捕捉下来,实时传送给机器人并控制其完成同样的动作。与传统的遥控方式相比,这种系统可以实现更为细致、复杂、灵活而快速的动作控制,从而可大大提高机器人应付复杂情况的能力。在当前机器人全自主控制远未成熟的情况下,这一技

术有特别重要的意义。

现代高级三维、仿真游戏，强调游戏者的“参与感”和“沉浸感”，强调游戏者与游戏环境的互动性。现在也可以借助三维扫描技术得到游戏者数字模型，将其置于游戏环境，再利用运动捕捉技术捕捉游戏者的各种动作，用以驱动其数字模型，这样可以给游戏者以全新的感受，开发出真实感极强的游戏系统。

在体育训练中，运动捕捉技术可以捕捉运动员的动作，便于进行量化的分析，结合人体生理学、物理学原理，研究改进的方法，使得体育训练摆脱了纯粹依靠经验的状态，进入理论化、数字化的时代。还可以将成绩差的运动员动作捕捉下来与优秀运动员进行对比分析，从而帮助训练。

在人体工程学研究、模拟训练、生物力学研究等领域，运动捕捉技术同样大有可为。

可以预料，随着技术本身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。

第2章 Motion Capture 技术分类

近几年来，在促进影视特效和动画制作发展的同时，运动捕捉技术的稳定性、操作效率、应用弹性以及降低系统成本等得到了迅速提高。

如今的运动捕捉技术可以迅速记录人体的动作，进行延时分析或多次回放，通过被捕捉的信息，简单的可以生成某一时刻人体的空间位置；复杂的则可以计算出任何面部或躯干肌肉的细微变形，然后很直观的将人体的真实动作匹配到我们所设计的动作角色上去。

现在运动捕捉技术主要分为三类，每项技术也有各自的特长与应用方向，同时也有需要突破的瓶颈：

2.1 机械式 (Mechanical)

(1) 发展历史

1950 年 机械式 (Mechanical) 操作手臂，主要代替人在比较危险的环境工作。

1960 年 迪斯尼公司采用机械式动作设计系统。



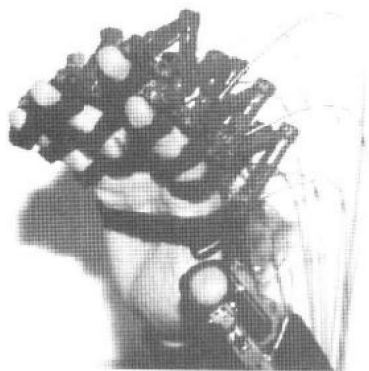
2-1 机械式的机器人

196x 年 可进行回馈反映的机械人，这和现代的机械式运动捕捉技

术很相似，通过人体动作实现对设备的动作控制，再回馈有关的设备运动信息。

1983 年 卡尔弗特教授使用分压计作为角度传感器进行人体分析。

1983 年 拉涅尔发明了机械式的数据手套。



2-2 机械式数据手套

1985 年 VPL 研究中心开发了虚拟现实的技术，其中机械式运动捕捉为主要技术核心。

1988 年 deGraf/Wahman 开发了受机械式控制的“迈克一会说话的头”。

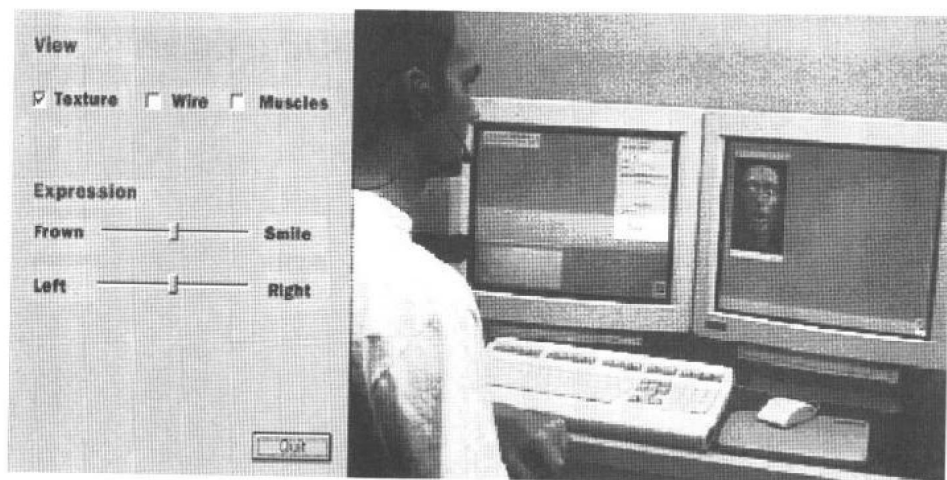


图 2-3

迈克被一个专门的控制人员操纵，只要很简单的操作就可以控制这个头模型的面部，包括嘴、眼睛以及表情变化，同时还可以控制头部的位置变化，计算机硬件会自动插补被设定的表情和头部位置的中间变化过程，使模型的变化看起来非常自然。