



APAS三维运动解析系统与运动捕捉系统分析跨栏跑过栏技术的对比分析 Comparative Analysis on Hurdling Technique through Using the APAS

王勤海¹, 帅 伟²

W ang Q in- hai¹, ShuaiWei²

摘 要: 本文通过对 APAS(Ariel performance analysis system)三维运动解析系统与运动捕捉系统在跨栏过栏技术动作分析中的应用的对比分析,探讨两种方法的优缺点,并预测运动技术分析的发展方向,为今后同事们分析动作技术提供参考。

关键词: 三维;运动解析;运动捕捉;实时;跨栏跑;过栏技术

Abstract Through using the APAS this paper makes comparative analysis on hurdling technique, discusses the advantage and shortcoming and forecasts the developing direction of sports technique and provides the reference for colleague.

Key words three- dimensional kinematical analysis, hurdling technique, clearance technique

中图分类号: G 822.6 文献标识码: A 文章编号: 1005-0256(2007)09-0072-2

引 言

2006年十月北京迪生通博科技有限公司利用来武汉光谷国际会展中心之机帮我校田径教研室利用最新的动作捕捉系统拍摄了我校运动员田径跨栏等六个项目的动作摄像。让我们对这种高科技运动分析系统有了深入的接触与了解。这种运动捕捉系统的高效率与低成本并且能更真实地反应运动现实给我们留下了深刻的印象。从拍摄到最后拿到动作数据,工程师只用了不到半个月的时间,而去年我们一位毕业的学生进行同样工作时,运用 Ariel 三维运动解析系统需要一个多月才完成,这种新型科技值得我们在以后的运动分析中多多引用。为了说明运动捕捉系统的优点,我下面对这两种动作分析系统作一个对比研究。

1 两种分析系统的简介

1.1 APAS三维运动分析系统

运动生物力学之父美国的 R. C. 纳尔逊博士发明的 APAS 三维运动解析系统是目前体育行业应用得最多的对运动技术进行运动学、动力学分析软件。

APAS 三维运动解析系统的主要模块包括: (1) CapDV (图象采集); (2) Trimmer (图象剪辑); (3) Digitalize (数字化); (4) Transform (三维合成); (5) Filter (平滑); (6) Display (数据显示); (7) APASview (结果分析); (8) Analog (模拟信号分析); (9) Vectors (测力台相量); (10) Delta (举重专用模块); (11) Kinetics (动力学分析)。

APAS 三维解析系统的操作步骤: 摄影框架的连接与架设 → 摄像机的架设与调节 → 拍摄摄影框架、拍摄运动员技术动作 → APAS 软件分析处理, 结果输出为动作参数。

1.2 运动捕捉系统

光学式运动捕捉是通过目标上特定光点的监视和跟踪来完成运动捕捉的任务。运动捕捉是根据计算机视觉的基本原理, 当有多个摄像机拍摄到同一时刻的二维图像, 得到各个

图像点之间的对应关系后, 由定标得到的矩阵, 可以通过最小二乘算法得到物体的三维坐标。对于空间中一个点, 只要它能同时为两台摄像机所见, 则根据同一瞬间两相机所拍摄的图象和相机参数, 即可以确定这一时刻该点的空间位置。当相机以足够高的速率连续拍摄时, 从图象序列中就可以得到该点的运动轨迹。典型的光学式运动捕捉系统通常至少有 6 个相机, 环绕表演场地排列, 这些相机的视野重叠区域就是示范者的动作范围。为了便于处理, 通常要求示范者穿上单色的服装, 在身体的关键部位, 如膝关节、髌部、肘、腕等位置贴上一些特制的标志或发光点, 称为 "Marker", 视觉系统只识别和处理这些标志。系统定标后, 相机连续拍摄示范者的动作, 并将图象序列保存下来, 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, 要求相机要有较高的拍摄速率, 一般要求达到每秒 60 帧以上。为测量发光点的运动, 还可以用 PSD 器件代替 CCD 相机。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。其采样速率较高, 可以满足多数体育运动测量的需要。Marker 价格便宜, 便于扩充。与以往的采用普通摄像机的系统比较, 红外摄像机可以大大降低背景噪音, 突出目标点, 极大地减少了识别标志点的工作。这种方法的缺点是系统价格昂贵但后处理 (包括 Marker 的识别、跟踪、空间坐标的计算) 时间跟其他运动分析系统比较不算长。

作者简介: 王勤海 (1980-), 男, 山东人, 在读硕士, 研究方向: 田径教学与训练。

作者单位: 1 武汉体育学院研究生部 2006级, 湖北 武汉 430079
Wuhan Institute of Physical Education, Wuhan 430079 Hubei China

2 新疆塔里木大学体育教研室, 新疆 阿拉尔 843300

运动捕捉的步骤: 标定系统【包括系统安装 (System Setup)、镜头位置的放置 (Camera Position Guidelines)、镜头硬件驱动版本 (Camera Firmware Versions)、面板设定 (Board Setting)、测力平台的控制设置 (Force-plate Control Settings)、视频设置 (Video Devices)】[→] 给测试者贴标志点【标志点的类型 (Marker Type)、连接 (Connection)、跟踪参数 (Tracking Parameters)、轨迹 (Trajectories)、标定 (Calibration)】[→] 进行运动轨迹的捕捉、采集数据进行分析。

2 两种分析系统分析跳高技术的工作流程及工作方法

2.1 APAS三维运动解析系统分析跨栏技术

2.1.1 工作流程

了解跨栏跑过栏动作技术结构、特征以及关键技术点[→] 确定跨栏跑过栏技术动作的基本要素、分析各要素对跨栏成绩的影响程度、筛选技术诊断指标[→] 拍摄跨栏过栏动作技术图象[→] 解析图象获取运动技术参数[→] 查阅资料获取中外优秀跨栏运动员动作技术参数作对比分析并作出评价。

跨栏跑过栏动作是指起跨腿的脚接触到起跨点到过栏后摆动腿的脚接触地面时的一大步,即跨栏步。它是有起跨攻栏、腾空过栏、下栏着地三个阶段构成的。而这三个阶段又可以分为起跨腿的脚触起跨点瞬间;起跨腿与地面垂直;起跨腿蹬离地面瞬间;身体重心腾空至最高点瞬间;摆动腿接触栏前地面瞬间;起跨腿接触栏前地面瞬间等六个时相。在技术诊断指标的选取上,根据解析系统的功能,有以下这些指标:支撑、腾空时间及比例;位移速度;后蹬角、腾空角;身体重心轨迹;起跨腿速度、角速度;摆动腿速度、角速度;摆动腿膝关节最大及最小角度;身体前倾最小角度;髌关节前伸速度,转动角速度等。

APAS系统在拍摄运动员动作之前先要拍摄摄影框架,摄影框架是呈发散状的多个球体反光物质,数量一般在16-60个之间,中间用竿件和螺母连接。球体分别位于人体各关节节点的数量与被拍摄的运动员关节节点的数目是相等的,关节节点越多,分析人员的工作量就越大。我们选择的是采用25个关节节点,既能有效地反映运动所需要的参数,又可以把工作量降至最小。拍摄框架主要是用于标定空间的各个点的三维坐标的,它是由二维坐标转化为三维坐标的重要辅助工具。运动员技术动作的拍摄可以根据需要采用两到三台高速摄像机,一台摆放在栏架斜前方,另一台摆放在栏架外侧与跑道方向垂直的方向,两台摄像机的主光轴成90°。第三台如有需要可以摆放在空中5米高度栏架的正上方。拍摄频率根据动作速度可以选择50帧以上。拍摄中为了找到每个摄像机的同步画面,采用一个闪光灯,动作开始时打开,解析时找到闪光灯亮的那一幅既是同步的。为了分析中找关节更方便,运动员需要穿背心、短裤并贴上反光膜。拍摄完毕就可以利用APAS运动解析系统进行分析了。

2.1.2 Vicon运动捕捉系统

应用Vicon运动捕捉系统同样需要了解跨栏跑过栏动作技术结构、特征以及关键技术点,确定跨栏跑过栏技术动作的基本要素、分析各要素对跨栏成绩的影响程度、筛选技术诊断指标。但是他们的拍摄过程是有很大的区别的。

运动捕捉系统需要至少6台专用摄像镜头架设在运动区域并要求拍摄范围要覆盖运动员可能到达的任何区域。摄像机是通过仪器整合到一起共同工作的,而不是分别拍摄然后同步。拍摄中要求运动员穿上专门在各个关节点和关键部位贴

上了反光球的深色衣服,视觉系统只识别和处理这些反光标志。摄像机摆设完成后,一定要先用反光物体先在拍摄区域实验一下看是否整个运动区域都被视觉系统即摄像机镜头覆盖,否则可能出现捕捉不到某些反光点或整个人而导致失败。因为运动员动作速度很快,所以对拍摄频率也有很高的要求,拍摄频率过低会出现捕捉到的动作不连贯的现象。

3 两种运动分析系统分析跨栏动作各自的优缺点

3.1 APAS运动解析系统缺点及主要误差来源

(1) APAS系统digitalize(数字化)过程中人工打点因为受工作量的限制,打点过程中对于不能看见的关节点采用透视原理,这就会因为不同工作人员对人体解剖结构和动作技术结构不同理解而产生偏差。

(2) APAS系统Filter(平滑)过程中系数的选取对结果的影响巨大,一般跨栏跑采用的平滑系数选取4-6

3.2 APAS系统的优点

在目前条件下,APAS系统作为专用的运动分析系统软件,有其不可替代的重要应用,他可以对跨栏过栏进行运动学、动力学分析并得到比较真实的反映运动技术规律的参数。为运动员改进跨栏过栏技术提供了一种重要的工具,而且它在运动竞赛其他项目的运动也比较成功,为竞技运动的发展作出了巨大贡献。

3.3 Vicon系统的缺点及主要误差来源

Vicon系统是通过视觉系统识别捕捉到的标志点,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。

(1) 摄像机数量的限制,摄像机数量达到一定的数量可以直接将运动实时展现出来,那就非常接近原始真值了。摄像机数量少的情况下,会出现有些点在有些时间段没有被捕捉到,这些漏掉的点就需要人工给补上去。

(2) 拍摄频率的限制,目前Vicon运动捕捉系统主要还是应用于动画制作行业,对拍摄频率要求不高,但是对于运动分析来说,要精确反映运动技术参数,就有特殊的要求。因为拍摄频率低会漏帧,为动作分析带来麻烦。

(3) 整套设备价格昂贵。

3.4 Vicon系统的优点

运动捕捉应用于运动技术分析较晚,但发展前景看好。他操作方便,节省时间,成本低,能更真实地反映技术动作。除了能进行运动技术分析,还可以将技术动作制作成三维动画,这需要专业软件如Comix studio,并且可以根据优秀运动员的技术对拍摄的动作进行处理,成为教科书式的动作。这对体育教学与训练是有很好的辅助作用的。

4 小结

目前在运动技术分析中使用最普遍的就是APAS运动分析系统,它是专业的运动分析软件,可以进行动作的动力学、运动学分析并能客观地反映跨栏跑过栏等体育运动中关键的技术动作,从而确立了它在目前运动分析领域的重要地位。然而随着科技的发展,运动捕捉技术的成熟,Vicon等系统正以咄咄逼人之势挑战它的霸主地位。Vicon运动捕捉系统能满足运动分析,技术教学与训练等多种需求,在可预见的将来,运动捕捉技术可以在体育运动技术分析,体育多媒体教学课件,甚至体育仿真等领域得到广泛的应用并作出卓越的成绩。(X)

(下转第86页)



周围事物,则会有更多的创新契机。因此,教练员有必要卸下包袱,轻装上阵。同时,也应保持灵活的头脑,不要一味地“坚持”,学会适时“转弯”。

5. 运动员应该有足够的信心。虽然教练员在技术创新方面有更好的成绩,这是与他们丰富的运动经验、教授经验和比赛经验有直接的关系,而从人格因素方面看,运动员有多项甚至于高于教练员。所以,运动员应从内心相信自己的能力,消除思想障碍。(X)

参考文献:

- [1] 黄玉斌. 体操新概念 [M]. 北京: 人民体育出版社, 2003
- [2] 陈立农. 体育院校优秀体操运动员个性特征的测定与评价 [J]. 广州体育学院学报, 1994 (4).
- [3] 刘玉金. 我国优秀体操教练员人格文化的分析与研究 [J]. 西安体育学院学报, 2001 (3).
- [4] 邵斌, 吴惠明, 毛培雯. 7名男子体操世界冠军个性特征的研究 [J]. 上海体育学院学报, 2002 (3).
- [5] 斯滕博格. 创造力手册 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005

(上接第 73 页)

参考文献:

- [1] 柏开祥, 等. 基于 Ariel 三维解析系统对链球投掷技术分析的基本方法 [J]. 湖北体育科技, 2006 (5): 531-533
- [2] 董能. 运动捕捉技术在体育领域应用及其前景分析 [J]. 山西体育科技, 2006 (2): 91-92
- [3] 高申玉. 人体运动实时捕捉设备传输数据的滤波与处理 [J]. 计算机

工程与设计, 2006 8(15): 2715-2718

- [4] 张俊峰. 运动捕捉技术在运动训练中的应用 [J]. 吉林体育学院学报, 2005 (4): 69-72
- [5] 黄波土. 运动捕捉及其在动画制作中的应用 [J]. 计算机工程, 2005 (7): 168-170.

(上接第 81 页)

参考文献:

- [1] 秦风冰, 马瑞, 汪勤. 跳发飘球在世界女子排球比赛中的运用及发展趋势 [J]. 中国体育科技, 2004 40(2).
- [2] 李军. 我国与世界优秀排球运动员身体形态与扣球高度特征的对比分析 [J]. 中国体育科技, 2004 40(2).
- [3] 曾傅. 从分段法探讨中国女排与世界强队之间的差距 [J]. 上海体育学院学报, 2002, 26(4): 16-18

- [4] 张雪临, 曹景伟. 世界优秀男排选手的身高、体重、年龄与弹跳力素质特征 [J]. 浙江体育科技, 1998, 20(1).
- [5] 陈铁成, 王幼华, 陈峰. 我国甲 A 女排年龄、身高与技术状况分析 [J]. 福建体育科技, 2000 19(4).
- [6] 杨劲荪, 谷崎, 王震, 静铁等. 中国女子排球队参加第 14 届世界女子排球锦标赛得失分情况的比较 [J]. 中国体育科技, 2004 40(2).

(上接第 83 页)

交替, 他们一旦成熟, 中国队便没有优势可言。目前我国男队主要对手仍是美国队和日本队, 俄罗斯则是不可小觑的潜在威胁。

4. 高举创新的大旗, 以绝招为核心, 全面塑造“全能 + 特长”型运动员, 向力, 美, 难, 新, 稳的高度统一协调发展, 认真研究新规则, 加强运动员的心理素质训练, 提高比赛的心里适应能力和承受能力, 坚持“以赛代练”的训练策略, 重视运动创伤的预防和救治 (我国体操名将李小朋和黄旭等就是因伤而未能参加此次比赛), 巩固优势项目, 发展弱势项目, 持续稳定地提高我国男队的实力, 争取在 2008 年北京奥运会再创辉煌! (X)

参考文献:

- [1] 肖光来. 2004 年雅典奥运会男子竞技体操竞争格局前瞻 [J]. 北京

体育大学学报, 2004 27(5): 691-693

- [2] 李思民. 从第 36 届世锦赛看世界男子竞技体操运动的发展态势 [J]. 中国体育科技, 2004 40(2): 69-71.
- [3] 左成, 肖光来. 当前世界男子竞技体操新规划, 新格局, 新思考 [J]. 北京体育大学学报, 2004, 27(3): 395-398.
- [4] 张玉珠, 等. 第 27 届奥运会体操比赛述评 [J]. 天津体育学院学报, 2001(3): 69-71
- [5] 第 37 届世界体操锦标赛男子体操综述 [J]. 体操信息, 2003(10): 1-10
- [6] 国际体联. 2001-2008 年男子竞技体操评分规则 [S]. 国际体联男子技术委员会出版, 2000
- [7] 姚侠文, 李伟, 李吉, 姚志. 从悉尼奥运会点评我国男子体操的优势及存在问题 [J]. 北京体育大学学报, 2001 (2): 258-259, 276