

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802356

一种面向搏击运动的实时数据采集系统设计*

赵宁社¹ 黄志刚²

(1.西安文理学院 信息工程学院 西安 710065; 2.西安体育学院 健康科学系 西安 710068)

摘要: 为了获取大量的现场实时数据来掌握搏击类运动员的训练状态与运动特征,通过分析搏击运动过程的特点,针对搏击类运动训练的快速反应及数据收集的特殊需要,建立了一个搏击类运动反应测试及训练的攻守模型。基于该模型归纳了快速反应训练系统的基本需求,利用软件工程技术提出了四层架构设计方案,结合实时数据采集及接口设计,通过计算机软硬件技术加以实现。最后通过实现的系统应用进行了实际验证,并用图表给出直观表达,该系统能够满足搏击运动训练测试中获取实时数据的需求。

关键词: 数据采集;快速反应;系统建模;设计实现

中图分类号: TP2 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8099

Design of a real-time data acquisition system for fight sports

Zhao Ningshe¹ Huang Zhigang²

(1. School of Information Engineering, Xi'an University, Xi'an 710065, China;

2. Department of Health Sciences, Xi'an Physical Education University, Xi'an 710065, China)

Abstract: In order to master the training state and the characteristics of fighting athletes, it need to obtain a lot of real-time data. By analyzing the characteristics of the process of fighting sports, a defensive and offensive model of sport response test and training is constructed, which is easy to monitor and collect the human fighting sports data, aiming at the special needs for the fast response and data collection of sport training. Based on this model, the basic requirements of fast response training and testing system are summed up, and a four-layer architecture design scheme is put forward by using software engineering technology, which is realized by computer hardware and software technology combined with real-time data acquisition and interface design. Finally, the practical verification is carried out by the application of the system, and the visual expression is given by the graph, and the system can meet the requirement of obtaining real-time data in fight sports training test.

Keywords: fast response; data collection; system model; design and implement

0 引言

现代体育训练已进入了多学科协同的时代,出现许多交叉、边缘学科,如运动生物化学、运动生理心理学、运动训练心理学、生物医学电子等交叉科学,体育运动与体育训练与多学科综合逐渐展示出“科技体育”的特色^[1]。对运动状态的实时监测具有重要意义^[2-3]。为了掌握运动员的运动状态与特征,需要关注运动速度、时间、加速度、运动量及估计热量消耗等指标^[4-5],从而数据采集技术在体育运动中的使用越来越广泛,通过采集到的数据可以估算出这些指标水平,根据运动员实际情况对训练过程进行指导和调整^[5],在搏击类运动训练中,速度和力量占据重要地位,而基础的

快速力量则占据核心位置^[6],因此要重点关注这些指标状况,从而获取实时数据并加以应用是一个重要的课题。

数据采集系统以计算机和通信技术为基础的自动识别与传输可以对大量数据信息进行及时、准确的处理,是现代数字系统的重要组成^[7-9],一般包含数据采集和数据处理两大模块^[10]。数据采集技术在体育领域的应用主要表现在对人体运动数据的监测和收集处理。在体育运动过程中采集数据的方法很多,如通过测角器测量关节角度的变化来采集人体各关节的旋转角度值^[11],通过光学或可视化运动捕捉方式来采集运动形态的变化^[12-13],通过人体表面肌电来采集神经、肌肉兴奋及传导情况^[14]等。还有一些运动数

收稿日期:2018-11-23

* 基金项目:2017年陕西省重点研发计划(2017GY-012)、2018陕西省社科基金(2018R13)、2015陕西省社科基金(2015P002)、西安市科技计划(2017CGWL37)项目资助

据采集和控制系统较为陈旧,缺乏可持续的技术支持,并且目前的数据采集平台跨平台性差,非专业人员不易操作^[10,15]。由于存在这些局限性,以上这些方法都不适合搏击类运动的数据采集。同时目前关于搏击类的数据采集的参考文献较为缺乏,因此需要设计一个适合实际训练和测试需要的数据采集及服务系统。对搏击类人体运动数据来说,需要从人体生物力学角度出发考虑一些指标参数,如打击力量、耐力、速度、持久性、冲量、功率、拳次及打击时间等,然后通过这些参数来估计。因而需要通过分析建立搏击运动的描述模型,然后在此基础上提出合适的数据采集和处理的方法。

1 一种搏击类运动快速反应训练测试模型

基于以上搏击类运动训练的特殊需求,结合训练想定,建立运动反应训练模型。搏击运动员通常有两种运动动作:攻击和防守,因此在系统设计中分两种模式:测试模式和训练模式,每种模式可以针对单动作和组合动作进行测试或训练。

如图1所示,在模型上设置若干个力量采集点位(传感器),每个点位对应有红、绿色两种指示灯,绿灯指示运动员的攻击动作,红灯指示防守动作。

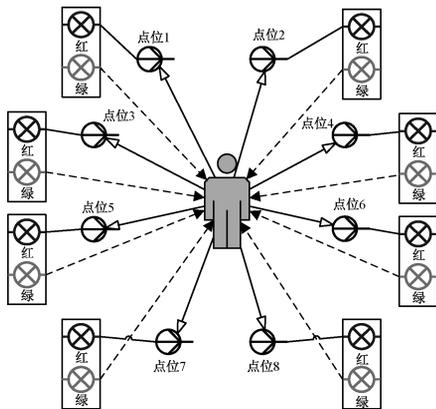


图1 训练测试模型

1.1 测试模式

无论是单动作还是组合动作,模型的测试都可以有两种工作方式,手动和自动,手动方式较为主动灵活,自动方式注重随机性。

1) 针对单动作的手动方式

通过软件手动可以独立控制8个传感器的绿灯开关,指定一个绿灯连续闪烁,次数可设、闪烁间隔时间可设。测试出每个动作各自传感器所受的力(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设)、力的最大值及平均值;每个动作的反应时间(指示灯亮起到传感器受力)、反应时间的平均值 S 和最小时间 $S1$;打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)、打击时间的平均值 S 和最小时间 $S1$,并输

出给现场显示器。

2) 针对单动作的自动方式

系统随机控制8个绿灯开关,绿灯连续闪烁,闪烁间隔时间可设。各灯出现概率近似相等。系统随机控制16个红绿灯(8个红灯、8个绿灯)开关,红绿灯连续闪烁,闪烁间隔时间可设。各灯出现概率近似相等。

以上两种工作方式下均测试出整个过程每个动作各自传感器所受的力(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设)、力的最大值及平均值;每个动作的反应时间(指示灯亮起到传感器受力)、反应时间的平均值 S 和最小时间 $S1$;打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)、打击时间的平均值 S 和最小时间 $S1$,并输出给现场显示器。

针对组合动作,即让两种或三种动作组合在一起测试,通过软件手动设置16个红绿灯中任意2个或3个灯同时亮,且可以连续闪烁,次数可设、闪烁间隔时间可设,并测试出这组动作中每个动作各自传感器所受的力(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设)、力的最大值及平均值;每个动作的反应时间(指示灯亮起到传感器受力)、反应时间的平均值 S 和最小时间 $S1$;打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)、打击时间的平均值 S 和最小时间 $S1$,并输出给现场显示器。

1.2 训练模式

1) 针对单动作的手动方式

可设定击打次数,通过软件手动可以独立控制8个传感器上的绿色指示灯开关,指定一个绿灯持续亮灯,打击次数完成后系统灯息。输出亮灯时间,输出打击设定总次数;成功打击次数(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设);实时输出每个传感器每次击打的力量值;每个动作的反应时间(指示灯亮起到传感器受力);打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)。

2) 针对单动作的自动方式

自动训练模式可以设置为两种,一是只给出指示随机攻击动作的命令,通过系统随机控制8个绿灯开关来进行;二是随机给出攻击与防守动作的命令,即混合方式,通过系统随机控制16个红绿灯开关来执行。

以上两种模式均要求可设定打击次数,打击次数完成后系统灯息。输出亮灯时间。输出打击设定总次数;成功打击次数(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设);实时输出每个传感器每次击打的力量值;每个动作的反应时间(指示灯亮起到传感器受力);打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)。

针对组合动作,通过软件可设置16个红绿灯中任意2个或3个灯同时持续亮灯,可设定击打次数,打击次数完成后系统灯息。输出亮灯时间。输出打击设定总次数;成功打击次数(力量达不到给定值时,该次打击不计,给定力值可设);实时输出每个传感器每次击打的力量值;每个动作

的反应时间(指示灯亮起到传感器受力);打击时间(运动员击打到传感器到离开传感器)。

训练模式持续亮灯,灯息工作结束;测试模式,灯间隔闪烁;两模式均要求在所有参数设定完成后亮给定 2 个或 3 个灯同时亮。

2 搏击类运动快速反应训练测试系统设计

在以上快速反应训练测试模型的基础之上,下文对该模型进行具体化设计和实现,围绕所要解决的具体问题给出系统的总体设计。

2.1 基本需求分析

快速反应训练测试系统的基本需求可以由 3 个方面的功能来体现。

1) 有合理的人机交互界面

这里的人机交互,一是指现场训练模型与运动员之间的交互;二是说参与训练或测试的工作人员对整个系统进行操控,要实现这两个方面的人机交互,必须得提供相应的交互界面。现场训练模型界面的设计必须考虑到运动训练中的目的性,以及现场仪器的便捷灵活性与现实可行性;系统与工作人员的交互界面需要能够提供便捷高效的操作能力。

2) 提供一定数目的物理量采集功能

搏击运动员训练过程中的打击指标主要靠力度与持久度体现,物理量采集主要是获取冲击力以及持续时间,这些现实中的力的物理量以模拟形态出现,而计算机内部只能处理数字信号,对于多点的模拟信号需要进行模数转换然后输入上位设备。

3) 提供数据管理服务

在实际的训练和测试中,需要对运动员的竞技状态进行持续的跟踪分析,因而采集到的数据不能仅仅在进程执行过程中停留或在内存中驻留一时,需要把实时数据保存起来形成历史记录,所以需要为训练测试数据建立数据库,这些数据库还可以为其他的应用开发提供远程数据服务基础。

2.2 数据采集与控制系统设计

数据采集与控制系统的的设计如图 2 所示,整个系统的架构分为 4 层,箭头连线代表模块之间的控制流或数据流。每个虚线框代表一个逻辑层次,从低到高依次为训练测试系统的现场前端硬件(即反应训练测试仪,由传感模块和作动模块组成)、数据采集与控制设备、服务器端以及客户端应用。其中数据采集与控制设备基于硬件,借助操作系统覆盖底层的数据采集和现场作动软件模块,与前端硬件之间采用下位协议交互;数据采集模块把获取的现场实时数据打包汇总,并通过上位协议与通信服务器交互,把数据转存至数据服务器,数据服务器可以采用文件系统或数据库系统;终端用户可以借助网络、通过应用通信协议,以客户应用的方式访问数据服务器收集到的数据,从而满足最终

的数据查询、分析以及运动测试管理这些应用,客户端软件可以是运行在操作系统上的桌面应用或运行在浏览器上的 Web 应用。

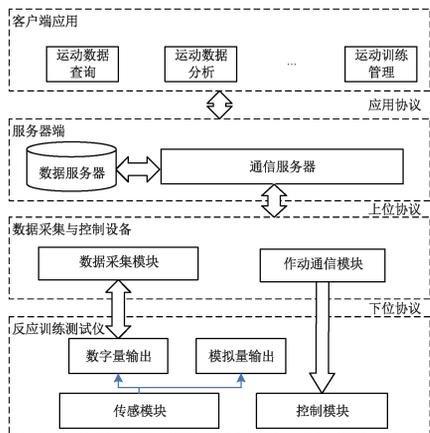


图 2 系统总体设计层次

3 搏击类运动快速反应训练系统的实现

系统的实现关键因素如下:1)选择合适的实现器件;2)器件与系统的接口设计;3)各个部分的连接。

3.1 器件选型

压力传感器选用蜗旋式压力传感器,输出经过变送器输出标准 0~10 V 电压信号,传感器 1~8 对应采集卡 AD 通道 AI 0~7 通道,开关量 DO 0~15 接采集卡 AI 8~23,同时 DO 0~7 对应接 8 个绿色指示灯,DO 8~15 接 8 个红色指示灯,系统通过 AD 实时采集传感器电压转换成力值,通过 I/O 实时控制指示灯,本系统通过以太网与计算机连接保证数据实时稳定。

USB2852 卡是一种基于 USB 总线的数据采集卡,可直接和计算机的 USB 接口相连,构成实验室、产品质量检测中心等领域的数据采集、波形分析和处理系统,也可构成工业生产过程监控系统。

3.2 接口实现

硬件部分分为传感器区和指示灯区,为了扩展需要还设置了网络接口,如图 3 所示。

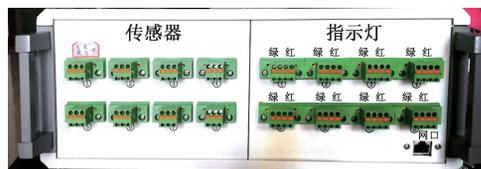


图 3 接口实现

传感器区:8 个弹簧端子依次为传感器编号 1~8,3P 端子自左到右定义为电源-信号-地。

指示灯区:8 个弹簧端子依次为传感器编号 1~8,4P 端子自左到右定义为绿灯+、绿灯-、红灯+、红灯-。

网口:标准 RJ45。

3.3 系统的连接

系统中的连接涉及到把4个层次之间的数据信号与控制信号贯穿起来,其中最重要的是数据的采集与控制信号的连接。

软硬件模块之间的连接可以区分为物理连接和逻辑连接。这里的信号连接主要指物理连接。设备与现场仪器仪表之间的连接通常是具体情况而定的,连接拓扑主要取决于现场的接口类型和通信协议,常见的有P2P、星型,总线型。

信号的连接有两种方式:单端和双端方式。单端方式是指使用单个通路实现某个信号的输入,同时多个信号的参考地共用一个接地点。此种方式主要应用在干扰不大,通道数相对较多的场合。双端输入方式是指使用正负两个通路实现某个信号的输入,该方式也叫差分输入方式。此种方式主要应用在干扰较大,通道数相对较少的场合。

USB2852板连接成模拟电压双端输入方式,可以有效抑制共模干扰信号,提高采集精度。16路模拟输入信号正端接到AI0~AI15端,其模拟输入信号负端接到AI16~AI31端,并在距离CN1插座近处,在AI16~AI31端分别与AGND端之间各接一只几十至几百千欧的电阻(当现场信号源内阻小于100Ω时,该电阻应为现场信号源内阻的1000倍;当现场信号源内阻大于100Ω时,该电阻应为现场信号源内阻的2000倍),为仪表放大器输入电路提供偏置。

在设定协议的控制下以确定的物理连接,从算法和时序上可以实现一定的逻辑连接,然后在整个系统的节拍驱动下按照协议交互规则执行数据采集。

4 快速反应训练系统的应用

基于以上设计思路,进一步实现了现场应用软件,针对运动员的训练与测试过程进行了现场干预与数据采集,在实际的训练实践中初步获取了一定量的数据。

如图4所示,模型上设置了8通道的物理量,用来实时监测8个点位的击打力度、反应时间及击打力度等,每次测试可以按照测试规则产生一组信号序列。

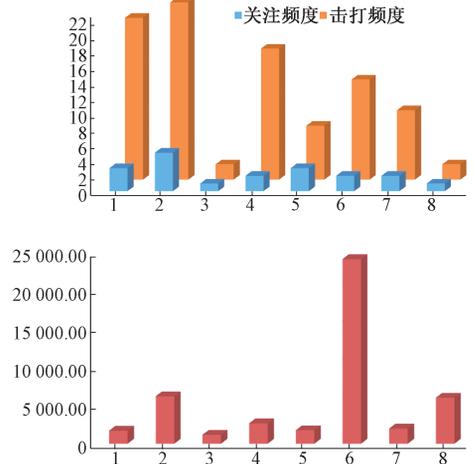


图4 现场数据采集信号输出快照

表1所示为截取了实际现场测试的一个数据片段,从图表中能够看出,在近20回合的击打中,该运动员对模型靶位置的关注偏好从强到弱为2-15-467-8,击打总频度为从高到低为2-1-4-6-7-5-38。

表1 实时采集的数据片段

Loc No.	Hit times	Hit strength/kg	React time	Hit time	Max hit strengtg/kg	Shortest react time	Shortest hit time	Avg hit strength/kg	Avg react time	Avg hit time
2	1	36.6	4 598	15	36.6	4 598	15	36.6	4 598	15
2	2	38.3	1 051	19	38.3	1 051	15	37.4	2 824	17
2	3	41.2	526	16	41.2	526	15	38.7	2 058	16
5	1	38.0	3 061	21	38.0	3 061	21	38.0	3 061	21
3	2	32.5	1 173	18	38.0	1 173	18	35.3	2 117	19
5	3	43.5	887	23	43.5	887	18	38.0	1 707	20
6	4	52.3	844	20	52.3	844	18	41.6	1 491	20
7	5	40.3	1 930	13	52.3	844	13	41.3	1 579	19
1	6	43.2	1 351	18	52.3	844	13	41.6	1 541	18
8	2	43.0	6 043	20	43.0	6 043	20	21.5	3 021	10
5	3	45.0	1 390	19	45.0	1 390	19	29.3	2 477	13
7	4	34.1	2 086	18	45.0	1 390	18	30.5	2 379	14
4	5	36.7	1 315	14	45.0	1 315	14	31.7	2 166	14
2	6	28.7	1 903	18	45.0	1 315	14	31.2	2 122	14
1	7	46.5	1 627	12	46.5	1 315	12	33.4	2 052	14
1	8	41.1	2 175	14	46.5	1 315	12	34.4	2 067	14
6	9	26.4	47 608	20	46.5	1 315	12	33.5	7 127	15
2	11	17.4	23 097	18	46.5	1 315	12	29.0	7 931	13
4	12	22.8	4 061	20	46.5	1 315	12	28.5	7 608	14

5 结 论

本文较为详细地介绍了基于数据采集的搏击类运动快速反应训练系统的设计思路和实现过程,对该系统对工程开发的优点和进一步应用进行如下说明:1)方便调试与验证,提高了开发效率;2)采用数据采集卡,简化了开发环节;3)为运动员的测试和训练教学提供了获取数据的基础。

本文研究仍然存在着不足,比如数据库的设计还不完善,运动数据的组织还不尽合理,需要进行适当的范式分解。体育搏击运动训练是一件需要持续进行的工作,该项目也会不断的研究下去。为了能更有效的服务于运动训练,后续的版本升级中,将在软件中融入机器学习,不断对实际数据记录集进行训练学习。

参考文献

- [1] 房霄. 足球运动数据采集系统设计[D]. 南京: 南京理工大学, 2010.
- [2] 代福龙. 一种运动员运动强度监测方法的研究[J]. 信息技术, 2018, 42(8): 121-125, 134.
- [3] 张健敏, 修春娣, 杨威, 等. 一种多运动模式下自适应阈值零速修正算法[J]. 北京航空航天大学学报, 2017, 44(3): 636-644.
- [4] 丁广鹏. 人体运动数据实时捕捉系统的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2017, 40(7): 92-95, 99.
- [5] 林英禄. 运动数据的实时监测与健康评价模型的研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2015.
- [6] 苏彦炬, 袁艳, 吴贻刚. 拳击后手摆拳下肢快速发力对出拳速度的影响[J]. 天津体育学院学报, 2013, 28(1): 35-39.
- [7] 杨博, 张加宏, 李敏, 等. 基于 ARM 的多通道数据采集系统[J]. 仪表技术与传感器, 2015, 385(2): 104-107.
- [8] 李涛, 张斌, 赵冬娥, 等. 高速密集数据采集与传输技术研究[J]. 国外电子测量技术, 2018, 37(3): 103-107.
- [9] 王世阳, 毕祥军, 王平. 基于 LabVIEW 多通道应变采集系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(8): 83-87.
- [10] 蔡伟. 高加速度竞技运动数据智能控制系统设计[J]. 现代电子技术, 2018, 41(12): 59-62.
- [11] WINTER D A. Biomechanics and Motor Control of Human Movement [M]. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009.
- [12] MUYBRIDGE E. Animals in Motion[M]. Newyork: Courier Dover Publications, 1957.
- [13] JOHANSSON G. Usual perception of biological motion and a model for its analysis[J]. Perception & Psychophysics, 1973, 14 (2): 201-211.
- [14] 雷杰宇. 人体运动数据采集与分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [15] 孙责, 张青林, 郑昱津, 等. 车辆运行数据实时采集系统的设计及实现[J]. 电子测量技术, 2018, 41(15): 123-127.

作者简介

赵宁社, 博士, 副教授, 主要研究方向为分布式计算、社会计算及嵌入式系统等。

黄志刚(通信作者), 教授, 主要研究方向为运动生物力学。

E-mail: jorland@163.com