

心理运动能力测试软件的开发与应用

惠铎铎, 胡文东, 李晓京, 马 进

(第四军医大学 航空航天医学教育部重点实验室, 陕西 西安 710032)

摘要:为了在民航飞行员心理运动能力选拔中,淘汰出不合格的候选人,减少因飞行学员停飞而引起的不必要的培训经费损失,以及在飞行过程中因人为失误而造成的事故,开发出一种方法简单先进的、能够应用于民航飞行员心理运动能力选拔的测试软件。利用3D游戏引擎3D GameStudio以及C++联合编制出一套测试心理运动能力的软件。将该软件用于民航飞行员招聘中,并对结果进行统计分析。通过对现役飞行员和应聘者之间内容效度的比较,发现其成绩之间有着较大差异,证明该软件对民航飞行员心理运动能力选拔具有实际应用价值。该测试软件操作简单方便,界面友好,结果准确可靠。

关键词:心理运动能力;3D GameStudio;民航飞行员选拔

中图分类号:TP311.5

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)04-0155-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.04.039

Development and Application for Test Software of Psychomotor Ability

HUI Duo-duo, HU Wen-dong, LI Xiao-jing, MA Jin

(Key Laboratory of Aerospace Medicine of Ministry of Education, The 4th Military Medical University,
Xi'an 710032, China)

Abstract: Develop an advanced and convenient software, which could be used in pilots psychomotor ability test in order to eliminate unqualified candidates which would reduce unnecessary loss of training funds and unnecessary accident. The software for the test of psychomotor ability is developed by the 3D game engine 3D GameStudio and C++. The system is used in civil aviation pilots recruitment, analyzing the result. Compared the content validity between the active pilots and applicants, found large differences between their results proved that the software was significant for the pilot selection and could give a comprehensive and objective evaluation for the psychomotor ability. The test software is simple operation, friendly interface and accurate and reliable results.

Key words: psychomotor ability; 3D GameStudio; civil aviation pilots selection

0 引言

心理运动能力指个体意识对躯体精细动作和动作协调的支配能力,是从感知到运动反应的过程及其相互协调活动的能力^[1]。它包括感知活动、运动活动和两者之间的协调,其基本特性包括灵活性、准确性、协调性、反应速度和控制能力等^[2]。这种能力通常是通过特殊装置的仪器来进行测量的,也称仪器测量。

美国心理学家佛莱希曼(E. A. Fleishman)通过大量研究发现了11种基本心理运动要素,包括四肢活动协调、手臂运动速度、腕手速度、手指敏捷、臂手稳定性、腕指速度、速度控制、定向反应、反应时、瞄准和准确控制^[3]。

通过国内外大量的研究显示这些心理运动要素对

于能否成为一名优秀的飞行员非常重要。因此,心理运动能力测验是飞行员心理选拔不可或缺的重要一环^[4]。目前,国外对民航飞行员心理选拔,特别是心理运动能力的选拔都有自己的一套客观全面的方法。而我国民航飞行员心理选拔应用的形式比较严峻。我国民航飞行员心理选拔起步较晚,主要侧重于生理检测,心理检测方法主要采用纸笔测验,心理检测内容不全面——能力检测中缺失对心理运动能力的检测,引进的国外心理选拔系统缺乏相应常模及造价昂贵等^[5]。所以开发一套操作简便,能够客观评价心理运动能力的系统势在必行^[6]。笔者单位自行开发了一套侧重于民航飞行员心理运动能力选拔的软件系统,并建立与之配套的心理选拔标准,以提高飞行员培训的成功率,

收稿日期:2013-06-24

修回日期:2013-09-28

网络出版时间:2014-01-28

基金项目:国家自然科学基金-民航总局联合资助项目(60879007)

作者简介:惠铎铎(1986-),女,硕士,研究实习员,从事三维虚拟技术方面的研究。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140128.1201.063.html>

减少资源浪费,提高飞行员的技能水平。文中主要介绍该软件的实现。

1 软件的结构组成

该测试软件根据人机工程学、心理学和工效学等有关完成作业任务的信息处理理论,通过调研人的心理运动能力的过程,笔者单位研制开发了人机功能分配测验程序来测试飞行员的心理运动能力。经过调查分析民航飞行过程,飞机机组人员的作业任务可以分为三种不同类型的任务^[7],分别是持续跟踪控制型任务、持续监视离散控制型任务和突发型任务。持续跟踪控制型任务就是持续不断地关注一些信息并且进行相应的操作^[8],同时不断核对系统响应结果,飞机驾驶就属于这种任务。持续监视离散控制型任务是指机组人员对任务信息持续监视并与任务预期状态对比分析^[9],从而判断系统运行状态是否正常,一旦系统偏离任务预期状态立即采取相应的行动,保证系统按照任务需求正常运行;这些信息一般情况下都处于正常运行状态^[10],出现异常后也只需要机组人员正确判断后做出简单的控制。这类任务占据了飞行作业任务的主要内容,包括监控飞行仪表信息、导航系统信息、飞机和发动机的参数及工作状态信息等^[11],信息呈现形式主要以仪表为主,要求机组人员能够进行较好的注意力分配和具有较强的情景意识,对各仪表信息有清醒的掌握^[12]。离散突发型任务,这类任务的出现没有规律,不在作业人员预期范围之内,是一系列信息综合作用的产物。任务一旦出现,要求机组人员在允许的时间范围内必须对其进行正确而迅速的处理,以确保系统按任务预期运行,包括威胁预警、系统告警等。

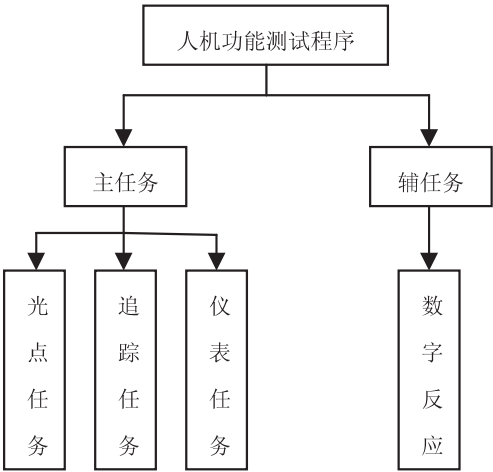


图 1 模块结构图

通过对机组人员不同类型任务的分析,对这些任务进行仿真建模,将其抽象为四种不同的等效任务,在计算机上实现,包括三个主任务(分别为:光点任务、追踪任务和仪表任务)和一个辅任务,即数字反应。

在主任务和辅任务同时出现时,优先完成主任务,若有剩余精力可兼顾辅任务。于是,得到该软件的模块结构如图 1 所示。

2 软件实现

该测试软件是以德国著名的三维游戏引擎 3D GameStudio 作为开发工具,它代表了当今国际游戏引擎的领先水平,集成了高端 3D 引擎、2D 引擎、物理引擎、地图、建模编辑器、脚本编译器和大量的 3D 模型库,极大地提高了即时视景仿真软件的开发效率^[13]。开发语言是游戏引擎自带的 C 脚本编程语言,它是一种轻量级的 C++ 语言,虽然简单易懂,但和 C++ 编程语言一样有较高的自由度,包含了多任务、数组、结构、指针、全局和局部变量、字符串和向量函数、文件读写等功能。通过它可以创建一个完整的三维模拟软件。下面介绍该软件的实现。

2.1 光点任务的实现

光点任务作为仿真离散突发型任务的实现,根据光点计数作业任务模型,任务界面中包含 11 ~ 18 个光点,所有光点的位置都随机出现。文中采用了 16 * 16 的九宫格形式,根据随机生成的位置序列将所有的光点放置于九宫格中。并根据从随机光点个数序列中读取的光点个数,显示其中的部分光点,等待作业人员的响应。作业人员清点出光点个数后,对作业任务进行响应。其界面如图 2 所示。



图 2 光点任务界面

2.2 追踪任务的实现

追踪任务是仿真持续跟踪控制任务的实现,要求作业人员监视目标的连续运动,同时控制准星跟踪瞄准目标,使目标始终处于准星光环以内。任务的程序实现包含两个主要部分,目标运动函数和准星控制函数。目标运动在计算机中的本质就是目标 X 坐标和 Y 坐标的不断变化更新。为了避免作业人员的学习效应,因此目标轨迹应该异常复杂且无规律可循。为了确保任务的可重复性,程序初始化时确定了整个任务过程加速度变化的方向和时间序列,并将数据存储于

数组结构中。目标任务开启后,程序根据速度变化时间节点循环读加速度变化时间和加速度的方向载入函数,计算目标坐标,从而实现目标按照速度改变时间序列和加速度方向序列共同决定的复杂轨迹运动。其中加速度的大小以及速度极限就是任务负荷和难度的调节参数。准星控制函数中,为了确保作业人员跟踪控制的精度,当跟踪目标逃出准星光环以后,系统将自动播放提示音,以确保作业人员即时修正。这样的提示形式相当于实际飞行驾驶中对飞行轨迹偏离的提示。任务界面如图3所示。



图3 追踪任务界面

2.3 仪表任务的实现

仪表任务是仿真持续监视离散控制型的任务,程序实现上采用表盘式指针旋转型仪表面板。程序实现包括两个部分:作业任务的界面显示及事件管理和作业人员控制响应。作业任务的界面显示及事件管理:程序根据任务开关激活作业任务,任务运行之后启动所有仪表正常运行,即表针在灰色区域做有规律的往复运动。同时程序读入异常发生的时间,以及异常对应的仪表编号,并根据时间节点控制仪表进入故障状态,即运动偏离灰色区域后经过白色区域进入黑色区域。程序自动记录故障出现的时间,等待作业人员的控制响应,如果作业人员未正确处理该异常事件,程序在仪表走完黑色区域后自动刷新,并记录未完成作业任务一次。控制响应函数是根据操作按钮与当前故障对比,判断作业人员的处置措施是否正确。函数会自动记录故障持续的时间和作业人员对事件的响应结果,以便于对作业人员工作绩效进行分析。

追踪任务界面如图4所示。

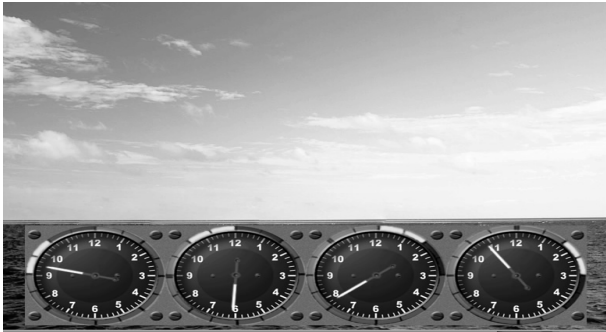


图4 追踪任务界面

2.4 数字反应任务

辅助任务的运行过程为呈现数字信号后等待作业人员具有剩余能力的条件下做出响应。如果作业人员判读和操作正确,采集数字呈现的时间,并立即刷新数字信号,等待作业人员处理;如果不正确继续等待作业人员重新判读。

数字反应任务界面如图5所示。



图5 数字反应任务界面

3 软件应用

内容效度是指项目对欲测的内容或行为范围取样的适当程度。使用该软件对某航空公司的飞行员应聘者以及现役飞行员分别进行检测,以检验测试的内容效度,并对其进行差异分析,验证软件的鉴别度。

为了方便后续研究工作以及成绩的统计分析,需要将成绩换算为标准分。经过实验研究发现,飞行学员,即飞行员的预备者,其身心状况基本符合飞行员的要求,在经过相关训练和考核后,即可升任飞行员。这些飞行学员的成绩处于中等水平,且基本呈正态分布,因此,该研究中以飞行学员的数据为基准,建立常模。并根据此常模将应聘者与现役飞行员的测试数据统一换算为标准九分,从而统一了标准,方便相互比较,易于定位。此次应用的被试为应聘某航空公司的应聘者234人,均为男性,学历大专以上,年龄在22~25岁之间;某航空公司的飞行员80人,均为男性,学历大专以上,年龄在25~30岁之间。用SPSS17.0统计软件对数据进行处理分析,经独立样本 t 检验,结果发现,应聘大学生和现役飞行员在该测验上的得分存在显著性差异, p 值均小于0.01,见表1。

表1 内容效度

测验项目	应聘者	飞行员	t	p
人机功能分配	4.09±1.86	6.21±2.34	6.34***	<0.001

注: * 代表在0.05水平上差异显著, ** 代表在0.01水平上差异显著, *** 代表在0.001水平上差异显著。

通过表1对内容效度的统计结果发现,应聘者 and 现役飞行员在注意力分配能力的测验结果上,得分存在显著差异,应聘大学生处于中等偏下水平,说明其目前还不具备相关的心理品质,而现役飞行员则确实具有与测验相对应的良好的飞行能力。

方根值和采用时域法计算的加权加速度均方根值基本一致,与采用频域法计算的加权加速度均方根值有一些误差;在振动的垂直方向上,三种方法计算的结果误差都很小。且随着速度的增加,小波变换方法与时域法计算的结果越来越相近。如 30 km/h ~ 50 km/h 的 x 轴计算的加权加速度均方根值的小波变换法和时频法的偏差分别为 6.2%、2.7% 和 1.7%。总体来说,小波变换法可以应用于汽车的平顺性评估。

5 结束语

文中研究了汽车行驶平顺性试验方法和相关标准,在 Matlab 中实现了时域法和频域法计算加权加速度均方根值的算法,并使用了全新方法即小波变换方法计算加权加速度均方根值。通过试验验证了:小波变换方法计算的加权加速度均方根值与时域法相一致,与频域法有一定误差;并且小波变换的分析精度可调,使其既能对信号中短时高频信号成分进行定位,又能对信号的低频部分进行分析,因此能方便地分析汽车振动的状况。因而,该小波变换方法可以应用于汽车平顺性研究中。

参考文献:

[1] Griffin M J. Discomfort from feeling vehicle vibration[J]. Vehicle System Dynamics,2007,45(7-8):679-698.

(上接第 157 页)

4 结束语

通过以上的研究与应用发现,该心理运动能力测验软件具有良好的内容效度,可以有效地对相关的心理运动能力进行准确的测量。通过对不同层次的测试对象进行有效测试,可以明确显示他们之间的注意力分配能力差异,同时也说明了并不是所有的人都具有飞行员的潜质和优良的心理运动能力,充分验证了该软件的有效性,以及检测飞行员候选者心理运动能力的必要性。因此,为了提高飞行安全系数,减少人员和经济损失,使用该心理运动能力测验软件进行飞行员心理选拔是一种最经济的手段和方法。

参考文献:

[1] 皇甫恩,苗丹民. 航空航天心理学[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2000.

[2] 高翠翠,朱丽娟,李春燕. 中国民航飞行员心理选拔存在问题及改进措施[J]. 考试周刊,2009(11):238-239.

[3] 郭为民,罗晓利,杨 虎. 国内外飞行人员心理选拔研究述评[J]. 国际航空,1995(2):28-31.

[4] 武国城. 中国空军飞行员心理选拔研究概况[J]. 民航医学,2005,15(1):8-10.

[2] Griffin M J. Evaluation of vibration with respect to human response[C]//Proceedings of SAE international congress of exposition. Warrendale, PA:SAE,1986.

[3] Els P S. The applicability of ride comfort standards to off-road vehicles[J]. Journal of Terramechanics,2005,42:47-64.

[4] Meada S, Mansfield N J, Shibata N. Evaluation of subjective response to whole-body vibration exposure:Effect of frequency content[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2008,38(5/6):1-7.

[5] 徐中明,周小林,余 烽,等. 汽车平顺性分析中时域法和频域法的对比[J]. 汽车工程,2012,34(4):306-310.

[6] 宗长富,陈 双,冯 刚,等. 基于频率加权滤波的汽车平顺性评价[J]. 吉林大学学报(工学版),2011,41(6):1517-1521.

[7] 徐中明,张志飞,贺岩松. 对汽车平顺性评价方法的探讨与建议[J]. 汽车工程,2010,32(1):73-76.

[8] ISO2631-1:1997(E). Mechanical vibration and shock-evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 1: General requirements[S]. 1997.

[9] 余志生. 汽车理论[M]. 北京:机械工业出版社,2009.

[10] 葛哲学,沙 威. 小波分析理论与 Matlab R2007 实现[M]. 北京:电子工业出版社,2007.

[11] 王 济,胡 晓. MATLAB 在振动信号处理中的应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.

[12] GB4970-2009 汽车平顺性随机输入行驶试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

[5] 张 序,张檬檬. 飞行训练中的机组配合[J]. 中国民用航空,2009(1):60-62.

[6] 罗晓利. 飞行中人的因素[M]. 成都:西南交通大学出版社,2002.

[7] 孙景泰,李 珠. 我国现役飞行员心理品质模型的研究[J]. 健康心理学杂志,2001,9(3):217-219.

[8] Gertman D I,Blackman H S. Human reliability and safety analysis data handbook[M]. New York:John Wiley & Sons, Inc.,2007.

[9] Leen J R,Goldberg D. Adaptive level of autonomy for UAV supervisory control[R]. [s.l.]:Air Force Research Laboratory,2005.

[10] David B,Lawrence J. Workload-matched adaptive automation support of air traffic controller information processing stage[R]. Virginia:Langley Research Center,2002.

[11] Dearden A,Harrison M,Wright P. Allocation of function:Scenarios context and the economics of effort[J]. International journal of human-computer studies,2000,52(2):289-318.

[12] 徐胜平,李华明. 81 起民航等级飞行事故的机组资源管理分析[J]. 中华航空航天医学杂志,2003,14(3):174-175.

[13] 王 丹. 基于游戏引擎 3D GAMESTUDIO 的虚拟校园系统设计与实现[D]. 成都:西南交通大学,2010.

心理运动能力测试软件的开发与应用

作者：[惠铎铎](#)，[胡文东](#)，[李晓京](#)，[马进](#)，[HUI Duo-duo](#)，[HU Wen-dong](#)，[LI Xiao-jing](#)，[MA Jin](#)

作者单位：[第四军医大学 航空航天医学教育部重点实验室, 陕西 西安, 710032](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(4)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201404039.aspx