

·测试、试验与仿真·

## 训练模拟器的评分功能设计

赵菲菲

(电子科学研究院,北京 100041)

**摘要:**为了使训练更有针对性和计划性,训练模拟器的评估功能应做到评估内容覆盖全面、贴合训练大纲、综合考虑训练过程中的各种因素、评估方式多样灵活等。根据训练模拟器评估功能需求以及已有研制经验,分别讨论了理论考试、操作训练评分、复杂训练课题评分以及辅助评估四种评分方式的设计思路,并提出了一种训练评分的处理流程。数据采集、专家系统和综合模糊评价法技术的应用在训练模拟器评估系统设计中起到很关键的作用。除了对以上关键技术应用的研究,在该课题上的研究应该重点放在提高智能化和灵活性上,以适应未来的复杂大型模拟器或者多模拟器的联网训练。

**关键词:**训练模拟器;模拟训练;训练评估;评分

中图分类号:TP391.7

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2014)-02-0083-04

## Design of Grading Function for Training Simulator

ZHAO Fei-fei

(Academy of Electronics and Information Technology, Beijing 100041, China)

**Abstract:** According to the requirements of training simulator evaluation function and research experiences, the design of four grading modes such as theory examination, operation training grading, complex training task grading and assistant evaluation are discussed respectively. And a training grading process is proposed. The applications of data collecting, expert system and integrated ambiguity evaluation method in the design of training simulator evaluation system play a very important role. Research emphasis should be improving intelligence and flexibility so as to adapt to the internet training of complex and large simulators or multi-simulators in the future.

**Key words:** training simulator; simulation training; training evaluation; grading

随着计算机技术和仿真技术的发展,训练模拟器越来越多的应用于各行各业,成为一种安全、经济、高效的训练方式。尤其对于飞机或者军用装备上,直接使用实装装备进行训练经费不仅成本高还可能存在危险性。训练模拟器提供与实装基本一致的操作环境、操作器材,通过计算机仿真、投影技术等创造出贴近实际使用环境的训练场景,使操作人员在模拟训练中心就可以方便、安全的进行操作及特情处置训练等,同时也便于教员对训练过程的监视和控制<sup>[1]</sup>。模拟器的应用已经有很长的历史了,如飞行模拟器、车辆驾驶模拟器、通信模拟器等,技术已经比较成熟。为了达到更好的训练效果,除了继

续提高建模复杂度和准确度外,还需要完善对训练效果的评估功能。针对训练模拟器的评分功能给出了一些设计的思路和建议。

### 1 设计原则

为了设计出符合客户使用需要,更好更客观的对学员训练结果进行评估,设计时需做到以下要求:

(1)评估内容应覆盖全面,且贴合训练大纲。训练模拟器的评估功能需包含基础知识的考核、操作熟练度和准确度的评分以及面对实战的应对能力评估。综合考虑作战过程各个环节的知识、技能需

求,才能真实地反应出学员的训练效果和弱项,进而可以有针对性地进行训练,保证训练效率和质量<sup>[2]</sup>。

(2)评估建模应该综合考虑多方面因素,尽可能全面、真实、客观的反应学院的训练成绩。

(3)评估功能不能影响正常训练过程。评估功能的设计中需保证,数据采集以及一些实时运算处理过程应基于空闲处理而不能影响客户训练模拟器使用感受<sup>[3]</sup>。

(4)评估方式灵活多样化。对于理论考试和操作一般的考核应采用自动评分,这样不仅可以减轻教员的负担,还可保证评分的客观、公正。对于复杂的训练课题,应根据情况选择人机结合的评估方式,避免自动评分过于死板不能考察学员作战应变能力。不管什么样的评估方式,教员应该都可以方便的在导调界面上进行设置调整。

(5)评估系统应有训练过程的视频或者训练过程记录,以便训练后的点评。

## 2 设计思路

### 2.1 评估方式

#### 2.1.1 理论考试

理论知识的学习是操作的基础,在训练模拟器中增加理论知识考试和评分的功能可以免去教员判卷的工作,更加高效便捷。理论知识的考核可以通过在模拟器中内置理论知识题库,考试时自动生成试卷,学员完成答题后计算机自动给出成绩并将成绩存在学员成绩库中。学员成绩库中应有错题记录,方便学员有针对性的复习。

#### 2.1.2 操作训练评分

对于操作类训练的考核,主要关注以下几方面:

(1)操作流程是否正确;(2)操作动作是否正确;(3)操作熟练度,即完成规定操作所用时间;(4)操作结果是否达到预期效果;(5)是否有重大失误。

操作训练分为专项训练和完整过程的训练两种。专项训练比较简单,比如飞行模拟器的起飞降落操作、或者雷达模拟器开关机和参数设置等,操作步骤比较少且目标明确。这类训练在根据训练大纲编制课时就可以同时确定该课题的训练要求和评分标准,训练后计算机按照评分标准对每一步进行打分就可以快速准确地计算出操作得分。装备完整

操作过程训练步骤较多,评分需要考虑的因素也更多。一般设备都会有标准的操作流程,可以通过监视设备的工作状态和工作参数,与专家系统中正确的操作序列匹配,来判断操作流程是否正确以及完成操作的时间是否满足熟练度要求<sup>[4]</sup>。结合模糊综合评价法,确定评价因素集、评价等级集以及权重分配系数,进而形成评价模型,得到评估结果<sup>[5]</sup>。

#### 2.1.3 复杂课题的评分

对于某些训练模拟器的复杂课题或者多模拟器的联网协同训练,网络数据流量大,操作步骤复杂且没有定式,不适宜再按步打分。而且可以进行复杂课题的训练,说明操作训练已经过关,不需要再将评估重点放在基本操作上。对于这种类型的课题,可以只关注训练过程的重要点(如飞机是否在指定时间到规定位置、对于特情的处置、是否达到最终训练要求等)。由于不同情况下,操作员的处置方式可能有多种,且结果会有差异。为了更好反应出学员的应变能力,此类课题建模时应考虑引入教员评价,根据学员操作和决策的复杂度决定教员评分所占比重。

#### 2.1.4 辅助评估

除了自动评估,训练模拟器还应具备可以记录和回放训练过程的能力,以辅助教员训练后的人工评估和讲评工作。记录的数据可以包括操作员显示器视频画面、摄像头拍摄视频、训练过程的话音记录、网络以及总线上的战术数据等。回放过程应该声音和图像同步,过程可暂停、续播和倍速控制。此类数据可以导出,或者直接投影到大屏幕进行讲评。

## 2.2 评估流程

理论考试流程比较简单,学员登录选择考试科目,系统从题库中抽取试题自动生成试卷。学员提交答案后,系统与题库中结果对比,给出分数。

操作类评分流程见图1。数据采集单元采集导调客户端发出的训练场景数据、设备模拟器状态和其他仿真数据、学员发出的操作指令、教员发出的指令等数据,并提取需要的数据记录在存储模块中,在训练过后转发给评估单元<sup>[6]</sup>。评估模型以相关设备数据库和专家系统库为支撑,结合训练课题内容,根据数据采集单元记录的训练数据给出评估结果。评

估过程中,教员可以根据需要选择是否对评估模型参数进行修改或者设置,或者直接参与打分。

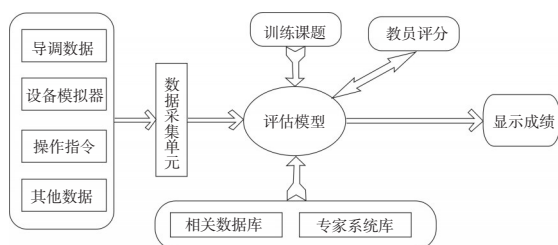


图1 模拟训练评分过程原理图

## 2.3 关键技术

### 2.3.1 数据采集

数据采集是训练评估功能的基础。模拟训练是个复杂、多变、系统的过程,为了评估这个复杂的过程需要采集的数据也是多来源、多方面的,可能有来自导调的、设备模拟的、训练操作的数据或者手工输入的数据,包括键盘鼠标数据、视频画面、音频数据、导调态势信息、位置坐标、时间、各武器或传感器模拟器的状态参数、训练区发出的指令等<sup>[7]</sup>。监控记录键盘鼠标操作可以通过钩子(Hook)实现<sup>[8]</sup>。钩子是Windows操作系统留给用户的一种系统接口,通过该接口用户可以监视指定进程窗口的某种消息,这种技术常被用于监视记录键盘鼠标动作。视频画面记录分两种,可能是显示器、投影画面记录,也可能是摄像头录像。显示器和投影的视频画面可以通过编码器把视频VGA信号分出一路并转成网络可以传输的媒体文件格式通过网络传输到特定设备存储处理。存储的视频画面经过图像识别可以提取出评估需要的信息。除了以上两种方式,评估数据来源最多还是从网络上提取,通过评估软件的数据采集模块自动获取网络上发布的实时态势信息,以及各设备模拟器上报的实时状态和状态参数的改变。

### 2.3.2 专家系统库

专家系统是一种在特定领域内具有专家水平解决问题能力的程序系统<sup>[9-10]</sup>。专家系统库是专家系统的核心,在它内部具有大量专家水平的领域知识和经验,可以支撑计算机在特定领域模仿专家的思维和处理问题的方式。通常模拟训练的过程比较复杂,面对不同情况处理方式不是唯一,带来的结果也会不同,想要保证评估模型正确的给出等级判断,系

统库需要包含完善的知识和各种可能的情况。系统库的知识获取是系统库设计的瓶颈,训练模拟器建立专家系统库,需要开发人员多了解装备实际应用的情况,多和领域内的专家、有经验的装备操作人员交流,并将得到的知识进行归纳总结,加在专家系统库中。系统库中知识的表达要有条理,便于评估模型更快获取所需知识做出决策。系统库也可以在使用过程中不断完善。

### 2.3.3 模糊综合评价法

由于模拟训练的成绩受到多方面因素影响和制约,且可获取的信息较少,故适宜选用模糊综合评价法。模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评标方法,它具有结果清晰、系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题。模糊综合评价法已经在部分模拟器上自动评分系统上使用,效果较好。利用模糊综合评价法建立评估模型主要有以下步骤:(1)确定训练评估的指标体系,列出评价因素集;(2)确定评价等级集,通常是定性的评价;(3)进行单因素的评判,通过因素的分析确立模糊关系矩阵;(4)根据评价因素重要度,确定各因素权重系数;(5)形成评估模型。确定各因素权重系数时要多咨询专家和用户的经验,得到评估模型后也要对模型进行反复的验证和调整,使模型尽量真实地反应出学员的训练成果。

## 3 结束语

根据训练模拟器客户需求和已有的模拟器研制经验,分析总结了训练模拟器评分功能的设计原则和可行的评估方式,并给出了一种设计思路。文中给出的训练思路适用大多数训练模拟器,可以作为后续训练模拟器研制的参考。未来模拟训练将更多向复杂化和多模拟器联网训练发展,依靠人工考评不现实,灵活、全面、客观的评估子系统是必须的,同时对评估功能的设计也应提高灵活性和智能性以适应训练模式的发展。未来的研究重点应该放在完善专家系统和系统模型上,使评估系统能应对更复杂的情况,同时也能更真实反应学员的训练成果。

## 参考文献

- [1] 刘兴彦,刘世彬.训练模拟在军事上的应用与发展趋势

- [J]. 网络与信息, 2010(4).
- [2] 高超, 贺志强, 游志刚. 雷达对抗系统训练效果评估方法研究[J]. 雷达科学与技术, 2013, 11(5): 527-536.
- [3] 周升响, 张兵. 基于空闲处理的模拟训练成绩评判方法[J]. 空军雷达学院学报, 2012, 26(5): 331-333.
- [4] 郭培, 高俊雄, 王耘波. 基于序列匹配的自动评分算法设计[J]. 计算机应用, 2011, 31(2): 78-80.
- [5] 任重, 张永, 徐池. 模糊综合评价法在模拟训练评分系统中的应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2012.
- [6] 魏培智. 复杂电磁环境下航空兵训练评估系统研究[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(31): 236-243.
- [7] 杨晓超, 张宏军, 马勇波, 等. 合同战术训练评估系统体系结构[J]. 计算机工程, 2008, 34(15): 54-59.
- [8] 王万请, 王德泉, 岳春生, 等. 信息采集技术在模拟训练中的应用[J]. 指挥信息系统与技术, 2012, 2(3): 67-70.
- [9] 尹朝庆. 人工智能与专家系统[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [10] 曹汉卿, 聂伟. 基于专家系统的轮机模拟器自动评分系统研究[J]. 船电技术, 2013, 2(33): 37-39.

(上接第78页)

- 数优化[J]. 浙江工业大学学报, 2009, 37(2).
- [6] 苏达, 王德苗. 大功率LED散热封装技术研究的新进展[J]. 电力电子技术, 2007 41(10): 13-15.
- [7] 刘胜, 陈明祥, 罗小兵. 大功率LED封装技术与发展[P]. 中国半导体照明产业发展年鉴, 2006.
- [8] 余彬海, 王垚浩. 结温与热阻制约大功率LED发展[J]. 发光学报, 2005, 26(6): 761-766.

(上接第82页)

此设计了电流环、速度环与位置环的转台模型。对比传统PID控制, 改进后的重复控制克服了频率范围窄、第一周期无响应等缺点, 使得三轴转台的位置控制响应更快、精度更高、抗干扰性更强。同时, 考虑了三轴转台的三个框架转动时互相产生的耦合影响, 并分析三个框架同时转动时三轴转台的内框的快速性与稳定性。结果表明, 采用复合控制策略时三轴转台的位置控制稳态输出快, 动态性能和跟踪精度得到大大的提高, 并具有较强的鲁棒性, 在实际的应用中取得了满意的结果。对科研和生产应用有一定的指导意义。

#### 参考文献

- [1] 汪临伟. 单神经元PID的三轴转台控制系统设计[D]. 九江: 九江职业技术学院, 2011, 13.
- [2] 崔栋良. 三轴摇摆台动力学仿真与复合控制[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2009: 51-54.
- [3] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M](3版). 北京: 机械工业出版社, 2007, 8: 76-84.
- [4] 董婷. 直接驱动数控转台永磁环形力矩电机及其控制策略的研究[D]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2010: 60-62.
- [5] 丛爽. 一种改进的重复控制系统及其应用[J]. 中国科学技术大学学报, 1998, 28(3): 292-296.
- [6] 黄卫权, 刘文佳. 三轴仿真转台耦合问题的研究[J]. 弹箭与制导学报, 2009, 29(1): 99-103.
- [7] 蒋晓刚, 倪彬, 徐月明. 三轴惯导测试转台的交叉耦合问题及对策[J]. 2011(6): 266-267.
- [8] 邓雪云, 曹力, 史忠科. 实时飞行再现转台的建模与解耦[J]. 2009, 28(6): 721-725.
- [9] 刘晓东, 吴云洁, 田大鹏, 等. 基于干扰观测器的飞行仿真转台滑模控制器[J]. 2011, 45(3): 393-398.
- [10] QING Wei-jia. Disturbance rejection through disturbance observer with adaptive frequency estimation [J]. IEEE Transaction on Mechatronics, 2009, 45(6): 2675-2678.