

# 基于 Opengl 的飞行团队协作能力评价系统开发

惠铎铎<sup>1</sup>, 马 进<sup>1</sup>, 李晓京<sup>1</sup>, 柳 平<sup>2</sup>, 胡文东<sup>1</sup>

(1. 第四军医大学 航空航天教育部重点实验室, 陕西 西安 710032;

2. 95503 部队, 贵州 遵义 563127)

**摘 要:**现代大型飞机控制和操纵十分复杂, 可靠性要求高, 很难由一个乘员单独完成, 需要机组成员之间相互配合共同完成作业任务。飞行团队的合理搭配、科学训练及综合评价是高效安全完成飞行任务的重要保证, 也是座舱资源管理中的重要内容。依据飞行团队任务的相关特征, 研究影响飞行团队作业高效安全的相关因素, 为飞行团队的组建和选拔训练提供一系列的理论和方法。通过 C++编程得到团队协作能力评价系统。对实验结果进行分析, 发现该测试工具难度适中, 区分度良好, 具有较好的一致性和稳定性, 符合实验要求。该系统可以作为一种可靠的工具来进行相应的测试, 可用于相关飞行团队的协作能力测试。

**关键词:** Opengl; 飞行团队; 协作能力; 评价系统

**中图分类号:** TP311.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2016)01-0134-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.01.028

## System Development for Flight Teamwork Collaboration Evaluation Based on Opengl

HUI Duo-duo<sup>1</sup>, MA Jin<sup>1</sup>, LI Xiao-jing<sup>1</sup>, LIU Ping<sup>2</sup>, HU Wen-dong<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Physiology, 4th Military Medical University, Xi'an 710032, China;

2. 95503 Troops, Zunyi 563127, China)

**Abstract:** The functional requirement of modern giant aircraft has become complex increasingly. Most work cannot be performed by one person alone, but need to cooperate with each other between members. Reasonable collocation, scientific training, and comprehensive evaluation of the flight team is an important guarantee to complete the mission effectively and safely, and is also an important part of CRM. According to the associated characteristics of flight task, the factors affecting the safety of flight crew working efficiently is studied and some theories and methods for the flight team selection and training are provided. Analysis of experimental results, found that the test tools has moderate difficulty, with good degree of differentiation and great consistency and stability, conforming to the requirements of the experiments. The system can be used as a reliable tool for the corresponding test, also for cooperation test of related team flight.

**Key words:** Opengl; flight group; collaboration ability; evaluation system

### 1 概 述

所谓团队协作能力,是指作为一个团队成员,通过与团队其他成员共享资源、相互沟通、相互帮助并努力融入团队,最终使得整个团队圆满完成任务的这样一种能力<sup>[1]</sup>。团队协作能力首先要建立在团队的基础上。对于一个团队的队长来说,他需要有团队组织能力,而对于队员来说,不仅要有个人能力,更需要在不同的位置上尽其所能。发挥团队精神互补互助以共同发挥最大效率的能力,这就是团队协作能力<sup>[2]</sup>。

伴随着人类文明的不断进步,科技的不断发展,工

作任务的大型化、集成化、网络化、环境化、系统统一化是不可逆转的潮流,这也就意味着如今的工作人员不再是单一、独立地完成任务,而是以团队形式出现,共同完成任务<sup>[3]</sup>。由于科技的快速发展、市场全球化以及资讯的大量充斥与快速传导等因素,使得工作任务比以前更加复杂。在这种情形下,组织越来越需要所有成员相互沟通和协调,彼此分享与交流,促进组织成长,增加组织柔性,提高整体绩效,以迅速有效地应对所处环境并做出判断和反应<sup>[4]</sup>。正是由于团队在企业中的广泛应用,如何管理和有效运作团队已成为现代

收稿日期:2015-01-18

修回日期:2015-06-10

网络出版时间:2016-01-04

基金项目:国家自然科学基金-民航总局联合资助项目(U1333101);国家自然科学基金青年基金(81202178)

作者简介:惠铎铎(1986-),女,硕士,研究实习员,从事医学装备方面的研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160104.1608.082.html>

企业关注的重要问题,同时也引发了许多学者对组织团队的浓厚兴趣。

同样,飞行团队成员的合理搭配与分组及其评价也是困扰飞行团队,亟待解决的问题<sup>[5]</sup>。现代大型民用军用飞机功能的要求也日趋复杂,多数功能无法由一个乘员单独完成,需要成员之间相互配合共同完成,对机组成员之间的协作能力提出了巨大的考验。准确客观的测量和评价对于新团队的产生有重要的指导意义,对于现有团队,成熟科学的训练方法和设备的研发也是必须的<sup>[6]</sup>。

飞行职业是一项复杂且危险的特殊职业,飞行安全是航空公司运营过程中非常重要的一个环节。而现代大型民用飞机控制和操纵也十分复杂,多数作业无法由一个乘员单独完成,需要成员之间相互配合,大部分的飞机会配备两名以上的飞行员,组成一个飞行团队来执行飞行任务,因此对机组成员之间的协作能力提出了巨大的考验。航空领域研究者普遍认为选拔飞行员除了需要具备良好的飞行技术及心理品质外,还需要寻求有助于提高飞行机组作业绩效的心理品质<sup>[7-8]</sup>。而相关的统计表明,我国 2001~2010 年发生的 64% 的飞行事故主要原因为机组原因。因此如何提高飞行机组的团队有效性,减少飞行中的人为失误,是机组资源管理的重要目标,飞行团队成员的合理搭配、分组及协作能力的评价也是困扰飞行团队管理方面的重要问题<sup>[9]</sup>。探讨影响飞行团队有效性的相关因素对于飞行团队的组建有着重要的指导意义,而现有团队作业实用科学的心理训练方法和相关设备的研发也需要相应的理论和实验研究作为指导<sup>[10]</sup>。

通过查阅文献及专家访谈对现有的民用军用飞机所执行的飞行任务进行抽象模拟,设计出一套符合飞行任务特征的类模拟飞行团队任务<sup>[11]</sup>,为飞行团队研究提供一种实验手段;在这种团队任务模式下,探讨团队绩效,据此研究飞行团队协作能力<sup>[12]</sup>,为飞行团队的组建、训练及评价提供初步的理论依据和方法。文中主要介绍该评价系统的实现与应用。

## 2 测试系统的组成结构

该测试主要根据飞行任务中,所执行任务的各种特点,通过调查研究,发现飞行任务当中最常用的操作就是对仪表的观察和监测,将此任务抽象出来,构建该测试系统<sup>[13]</sup>。系统主要构建一个局域网,该局域网由 4~6 台电脑组成,其中一台为服务器,其余各台为客户端,每个客户端连接游戏操作杆。由服务器负责数据的收集以及指令的下达,客户端负责将数据发送到服务器端。各个被试尽量保持仪表的指针在中立位置,在看到自身仪表操作的同时还可以看到其他被试

的操作情况。各个仪表相互之间受系数  $K$  影响,自身的表针受到自己客户端游戏操作杆控制的同时,也受到其他几个客户端游戏操作杆的影响。 $K$  值可以通过预先实验根据心理测试的信度、难度和区分度要求确定。在  $K$  值一定时,小组能够使全部仪表调零时间越短,则成绩越好。在  $K$  值确定后,采用小组完成任务成功次数以及完成任务时间作为评价标准。

## 3 软件实现

该评价系统是在 Windows 7 环境下开发的,集成开发环境为 Microsoft Visual Studio 2010 IDE,第三方控件为 beaugaugetctrl 控件,目标程序编译模式:MFC Win32 应用,网络通信协议:TCP/IP 协议。

程序由服务端应用和客户端应用组成。服务端应用由管理员操作,实现指定网络端口监听及远程连接管理、测试参数设置、测试逻辑及实时数据处理、客户端连接状态监控、测试开始与停止控制、结果数据记录功能。客户端应用由受试人员操作,实现人员信息录入、操纵杆量采集、实时数据收发、图形界面呈现。客户端功能主要有人员信息录入、操纵杆量采集、实时数据收发、图形界面呈现等。服务端可以设置测试系数,控制测试起始结束,可以看见所有参试者的动态;客户端显示所有参试者所控制的仪表画面,其中正中的仪表受本人控制,并通过操纵与计算机相连接的摇杆对仪表指针进行调整,此外,参试者还可以根据自己所观察到的所有仪表的动态对自己的操作进行相应的修正,从而更好地完成团队任务,取得良好的团队绩效。仪表协作服务器及客户端的界面如图 1~4 所示。

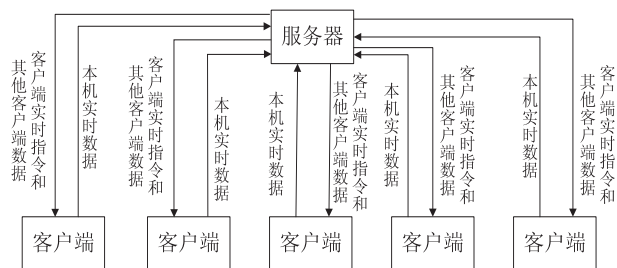


图 1 仪表协作服务端界面

## 4 软件应用

协作能力评价系统的应用,以三人协作能力测试为例,测试者在客户端操纵摇杆,克服仪表之间的相互影响,共同将所有仪表的指针指向指定位置,视为成功一次。该任务单次完成限定时间为 60 s,以在测试时间内成功完成的次数作为团队绩效的考察指标。

该测试选择某相关院校本科大二学生,共 78 人,均为男性,年龄为  $18.98 \pm 0.56$  岁,采用随机方法进行抽取。实验过程中为避免生物节律带来的影响,被试

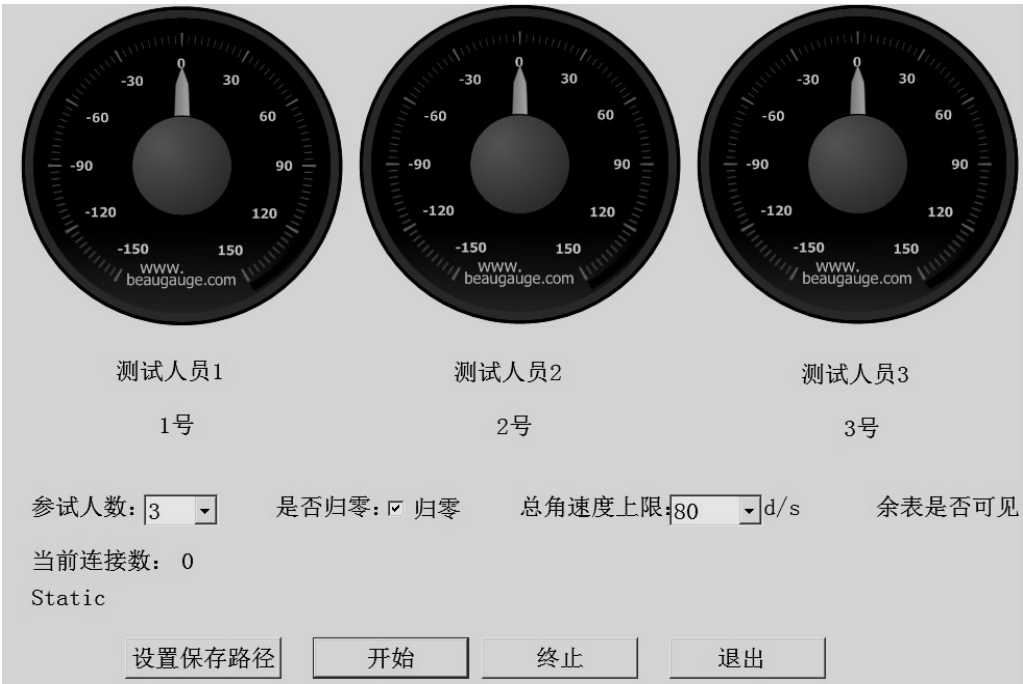


图 2 仪表协作服务端界面



图 3 仪表协作客户端登录界面



图 4 仪表协作客户端界面(以 3 人为例)

分批次于每次上午 9:00-11:00 和下午 15:00-17:00 进行测试。并于两个月后对同一批被试进行了第二次测试,期间成员未发生特殊情况且未接受与实验内容相关的训练。

对实验结果进行分析,发现该测试工具难度适中,其难度为 0.64;区分度良好,其区分度为 0.41,具有较好的一致性和稳定性,其重测信度为 0.82,符合实验

要求,可以作为一种可靠的工具来进行相应的测试,可用于相关飞行团队的协作能力测试。

### 5 结束语

通过上面的研究与应用发现,该协作能力评价系统具有良好的难度区分度和重测信度,可以有效地对

(下转第 141 页)

性能越好。将 PHY-PCRAS 与 PHY-CRAM 的 ROC 曲线对比还可得出:即使在子信道相关的条件下,PHY-PCRAS 仍然具有很好的认证性能。

参考文献:

[1] Koorapaty H, Hassan A, Chennakeshu S. Secure information transmission for mobile radio[J]. IEEE Communication Letters, 2000, 4(2): 52-55.

[2] Xiao L, Greenstein L, Mandayam N, et al. Using the physical layer for wireless authentication in time-variant channels[J]. IEEE Trans on Wireless Communication, 2008, 7(7): 2571-2579.

[3] 林通, 黄开枝, 罗文宇. 一种基于多载波的多播系统物理层安全方案[J]. 电子与信息学报, 2013, 35(6): 1338-1343.

[4] Yu P L, Baras J S, Sadler B M. Physical-layer authentication[J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security, 2008, 3(1): 38-51.

[5] Zeng K, Govindan K, Mohapatra P. Non-cryptographic authentication and identification in wireless networks[J]. IEEE Wireless Communication, 2010, 17(5): 56-62.

[6] 李翔宇, 金梁, 黄开枝, 等. 基于联合信道特征的中继物理层安全传输机制[J]. 计算机学报, 2012, 35(7): 1399-1406.

(上接第 136 页)

飞行小团队协作能力进行评价。通过对协作能力的测评, 组建一个高效的飞行团队, 对于提高工作效率和安全性具有非常重要的意义。

参考文献:

[1] Horowitz S K, Horowitz I B. The effects of team diversity on team outcomes: a meta-analytic review of team demography[J]. Journal of Management, 2007, 33(6): 987-1015.

[2] de Church L A, Mesmer-Magnus J R. The cognitive underpinnings of effective teamwork: a meta-analysis[J]. Journal of Applied Psychology, 2010, 95(1): 32-53.

[3] Marks M A, Mathieu J E, Zaccaro S J. A temporally based framework and taxonomy of team processes[J]. Academy of Management Review, 2001, 26(3): 356-376.

[4] Kozlowski S W J, Bell B S. Work groups and teams in organizations[J]. Handbook of Psychology: Industrial and Organizational Psychology, 2003, 12: 333-375.

[5] Levine J M, Moreland R L. Progress in small group research[J]. Annual Review of Psychology, 1990, 41: 585-634.

[7] Liu Yao, Ning Peng. Enhanced wireless channel authentication using time-synched link signature[C]//Proceedings of IEEE. Orlando, FL: IEEE, 2012: 2636-2640.

[8] 戴峤, 宋华伟, 金梁, 等. 基于等效信道的物理层认证和密钥分发机制[J]. 中国科学: 信息科学, 2014, 44(12): 1580-1592.

[9] Tugnait J K. Wireless user authentication via comparison of power spectral densities[J]. IEEE Journal of Selected Areas in Communication, 2013, 31(9): 1791-1802.

[10] Shan D, Zeng K, Xiang W, et al. PHY-CRAM: physical layer challenge-response authentication mechanism for wireless networks[J]. IEEE Journal of Selected Areas in Communication, 2013, 31(9): 1817-1827.

[11] 李为, 陈彬, 魏急波, 等. 基于接收机人工噪声的物理层安全技术及保密区域分析[J]. 信号处理, 2012, 28(9): 1314-1320.

[12] Wu Xiaofu, Yang Zhen. Physical-layer authentication for multi-carrier transmission[J]. IEEE Communication Letters, 2014, 19(1): 74-77.

[13] 3GPP. Tr 25. 943: technical specification group radio access networks-deployment aspects[S]. 2009.

[14] Yahong R. Improved models for the generation of multiple uncorrelated rayleigh fading waveforms[J]. IEEE Communication Letters, 2002, 6(6): 256-258.

[6] Bell S T. Deep-level composition variables as predictors of team performance: a meta-analysis[J]. Journal of Applied Psychology, 2007, 92: 595-615.

[7] 惠铎铎, 胡文东, 李晓京, 等. 心理运动能力测试软件的开发与应用[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24(4): 155-157.

[8] 惠铎铎, 李晓京, 文治洪, 等. 心理运动能力测评系统的开发应用[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24(12): 180-182.

[9] 任婧, 王二平. 团队作业结构的分类及其特征研究[J]. 管理学报, 2011, 8(8): 1169-1173.

[10] 常涛, 廖建桥. 国外团队有效性研究新进展述评[J]. 科学学与科学技术管理, 2007, 28(9): 163-169.

[11] 刘宁, 张爽. 团队效能经典模型评述[J]. 南京邮电大学学报: 社会科学版, 2010, 12(4): 1-6.

[12] 武欣, 吴志明. 国外团队有效性影响因素研究现状及发展趋势[J]. 外国经济与管理, 2005, 27(1): 47-50.


[13] 郑日昌, 蔡永红, 周益群. 心理测量学[M]. 北京: 人民教育出版社, 2007.

[14] 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.

基于 Opengl 的飞行团队协作能力评价系统开发

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

作者单位：[惠铎铎, 马进, 李晓京, 胡文东, HUI Duo-duo, MA Jin, LI Xiao-jing, HU Wen-dong \(第四军医大学 航空航天教育部重点实验室, 陕西 西安, 710032\)](#)，[柳平, LIU Ping \(295503 部队, 贵州 遵义, 563127\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：

年，卷(期)：2016(1)

引用本文格式：[惠铎铎, 马进, 李晓京, 柳平, 胡文东, HUI Duo-duo, MA Jin, LI Xiao-jing, LIU Ping, HU Wen-dong 基于 Opengl 的飞行团队协作能力评价系统开发\[期刊论文\]-计算机技术与发展 2016\(1\)](#)