

基于心流的虚拟仿真实验教学实证研究

宋 敏, 董平军

东华大学, 上海

收稿日期: 2022年12月13日; 录用日期: 2023年1月9日; 发布日期: 2023年1月17日

摘 要

心流是个体全神贯注投入到一项活动中, 达到忘我状态的一种精神体验, 进入心流状态能提升学生的学习效果。虚拟仿真实验教学通过沉浸式、情景化教学, 使学生更容易进入心流状态。基于125名参与创业决策虚拟仿真实验本科生的准实验问卷调查, 用结构方程模型实证分析学生在虚拟仿真实验学习中产生心流体验的四个影响因素: 感知挑战、感知能力、反馈及时性和目标清晰度。研究发现学生感知到的课程挑战、应对挑战的能力、及时的反馈以及清晰的目标均对学生的心流体验呈现显著的正向影响, 对更好地开发和利用虚拟仿真资源提高教学质量有指导意义。

关键词

心流体验, 虚拟仿真实验教学, 结构方程模型

Empirical Research on Virtual Simulation Experiment Teaching Based on Flow Theory

Min Song, Pingjun Dong

Donghua University, Shanghai

Received: Dec. 13th, 2022; accepted: Jan. 9th, 2023; published: Jan. 17th, 2023

Abstract

Flow is a kind of spiritual experience in which individuals can concentrate on an activity to achieve selflessness. Entering the state of flow can improve the learning effect of students. Through immersion and situational teaching, virtual simulation experiment teaching makes it easier for students to enter the state of flow. Based on the quasi-experimental questionnaire survey of 125 undergraduate students participating in the virtual simulation experiment of entrepreneurial decision-making, this paper empirically analyzes the four influencing factors of students' flow experience in the virtual simulation experiment learning with structural equation model: perceived

challenge, perceived ability, feedback timeliness and goal clarity. The research found that students' perceived curriculum challenges, ability to cope with challenges, timely feedback and clear goals all have a significant positive impact on students' flow experience, which is of guiding significance to better develop and utilize virtual simulation resources and improve teaching quality.

Keywords

Flow Experience, Virtual Simulation Experiment Teaching, Structural Equation Model (SEM)

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

虚拟仿真实验教学是信息技术在教育领域的深度应用,一方面使现实中不具备或难以完成的“不可及或不可逆的操作,高成本、高消耗、大型或综合训练”的实验成为可能,将抽象深奥的理论知识变得具体形象;另一方面通过系统与教学设计提供学习支架,引入竞争、及时反馈等元素使原本枯燥的学习变得更加生动有趣。教育部从2013年开始推动全国高校探索虚拟仿真实验教学资源建设,希望通过虚拟仿真实验教学将实验与理论课程相融合,有力提高学生主动学习的积极性和求知欲,使学生通过自身的探索与思考掌握知识,在实践中完成学习任务,产生深层次的认知;2020年教育部认定了5118门课程为首批国家级一流本科课程,其中虚拟仿真实验教学一流课程728门。

虚拟仿真实验教学的必要性和有效性已经得到普遍共识:虚拟仿真实验教学能够充分调动学生的积极性,帮助学生掌握知识,在很大程度上提高了学生的学习效果[1]。本研究以教育部首批认定的东华大学“创业决策虚拟仿真实验”——国家级虚拟仿真实验教学项目为应用背景,拟从理论上实证分析影响虚拟仿真实验教学有效性的关键因素,并以此为依据讨论如何优化教学设计使更能充分利用虚拟仿真实验教学资源,给出进一步提高虚拟仿真实验教学有效性的建议。

2. 心流理论与研究假设

Csikszentmihalyi [2]首次提出了心流的概念,将心流定义为个体在一项活动中的最佳体验,在最佳体验期间,个体能够全神贯注地投入到这项活动中,甚至会忽略周围的环境和时间,进入一种忘我的状态,同时伴随发自内心的愉悦感和满足感,并总结了心流体验的九个要素:明确的目标;即时的反馈;挑战与技能的平衡;行动与意识的融合;集中注意力;控制感;自我意识的丧失;时间感的变化;自有目的性。Rodriguez-Sanchez 等人[3]将心流状态简化为3个方面:沉浸感、享受性和内在兴趣。Novak 等人[4]将心流体验发生过程概括为三个阶段:准备阶段、体验阶段以及结果阶段,并将九个要素分为三个类别:条件因素、体验因素和结果因素。

国内外研究表明,学习者进入心流体验的程度与学习效果有着紧密的因果联系,心流体验在教育设计中是重要的状态变量[5],进入心流状态对学习者的学习效果有积极影响[6],Bitrian 等人[7]认为学习者可以在心流状态下能够取得更高的学习成果,尤其是对其感知学习结果、满意度和技能提升方面。

本研究探究参加虚拟仿真实验学生进入心流体验的影响因素,假定感知挑战、感知能力、反馈及时性和目标清晰度是心流体验状态的主要前因。感知挑战与感知能力对心流的影响已经得到了证明,当虚

拟仿真实验为学生提供与其感知能力相对应的挑战时, 体验心流的可能性更高[8]。反馈及时性和目标清晰度也会帮助学生进入心流状态, 反馈的目的是让学生实时了解到他们的表现和实现目标的进展, 目标清晰度是指当学生有明确的目标时, 他们可以更专注于学习任务[9]。因此文章提出以下四个研究假设, 构建如图 1 所示的实证研究模型。

- H1: 虚拟仿真实验学习过程中, 感知挑战正向影响学生的心流体验;
- H2: 虚拟仿真实验学习过程中, 感知能力正向影响学生的心流体验;
- H3: 虚拟仿真实验学习过程中, 反馈及时性正向影响学生的心流体验;
- H4: 虚拟仿真实验学习过程中, 目标清晰度正向影响学生的心流体验。

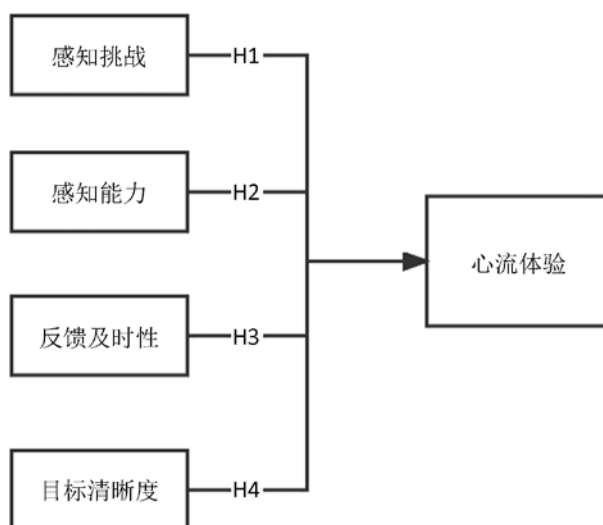


Figure 1. Empirical research model chart
图 1. 实证研究模型

3. 虚拟仿真系统

本研究使用的“创业决策虚拟仿真实验”是教育部首批认定的国家一流虚拟仿真实验项目, 运行于东华大学国家级管理决策虚拟仿真实验教学中心(<http://www.jctd.net>)管理的互联网教学平台。创业决策虚拟仿真实验系统构建了多个连续的、变动的市场经济形势和经营决策周期, 教师可以通过调整系统的不同参数组合——市场容量、材料价格、人力费用、评价指标权重等, 设计出多种不同挑战难度、不同情景的动态决策局势, 如市场容量一直向好的经济周期形势、市场容量不断下降的低迷经济周期形势和市场容量波动的不确定周期形势等。

3.1. 研究对象与教学组织

本研究选取 2022 年春季学期, 东华大学国家级精品课程——《决策支持系统导论》的本科生创业决策虚拟仿真实验作为研究对象, 由于疫情原因, 课程全部在线实施完成。

《决策支持系统导论》课程 8 周 × 4 学时/次, 共 32 学时, 其中前四周进行管理决策理论授课, 后四周基于虚拟仿真系统进行“创业决策虚拟仿真”综合实验, 教师通过超星公司的“学习通”平台进行互动交流与教学任务安排及验收。综合实验开始前一周, 教师布置学生课下学习虚拟仿真系统的教学视频和在线文字指导材料, 第一次虚拟仿真决策实验中, 教师会带领学生充分熟悉虚拟仿真系统的环境, 试做三个回合的虚拟仿真决策实验, 并明确告诉学生本课程的最后成绩与虚拟仿真的报告排名成绩直接

相关。虚拟仿真平台提供了一个学生自己可以控制实验进度“人机对抗”个人训练版本, 可以供学生课下个人训练。

正式虚拟仿真实验共三周三节课, 以竞赛形式完成三轮虚拟仿真竞赛。学生每周在课上以创业企业经营者的身份完成一轮 5 个决策回合周期的虚拟仿真比赛, 课上学生需要在教师事先设定虚拟仿真市场形势下分析经营形势, 构建并优化生产、营销、采购、研发及财务等决策方案, 在每个周期结束, 学生都会及时得到系统给出经营成果报告的竞争排名反馈。同时, 每周每次课最后半个小时时间教师组织同学进行决策经验分享与讨论。学生虚拟仿真实践部分成绩占总成绩 50%, 由三次虚拟仿真比赛结果按照递增权重汇总和最终的一份实验报告成绩综合给出。

3.2. 问卷设计与样本统计

文章编制了“大学生虚拟仿真实验教学心流体验调查问卷”, 一共包含 5 个研究变量: 感知挑战、感知能力、反馈及时性、目标清晰度和心流体验。问卷中所有变量的测量题项均使用现有研究的成熟量表, 仅结合实际情况对题项进行了适当的修改。量表采用李克特 5 级量表, 被调查者结合自身情况对各项指标评分, 1 代表“非常不同意”, 5 代表“非常同意”。感知挑战和感知能力的相关题项改编自 Novak 等人[10] 2000 年编制的量表改编, 分别确定了四个题项, 该量表的内部一致性系数分别为 0.841 和 0.891。反馈及时性改编自 Fu 等人[11] 2009 年编制的量表, 确定了 5 个题项, 该量表的内部一致性系数为 0.875。目标清晰度改编自 Jackson [12] 在 1996 年编制的量表, 确定了四个题项, 该量表的内部一致性系数为 0.931。心流体验的相关题项改编自 Khan 等人[13]编制的量表, 确定了 6 个题项, 该量表的内部一致性系数为 0.917。

调查研究问卷通过学习通以课程反馈调研的名义发放, 发放问卷 158 份, 回收问卷 133 份, 其中有效问卷 125 份。

4. 实证分析

本研究首先通过 SPSS 使用 Harman 单因素分析方法进行共同方法偏差检验, 确保共同偏差在可接受范围内, 其次使用 Mplus 进行验证性因子分析, 确定研究的测量模型, 并通过效度与信度分析检验量表的可靠性与有效性, 最后通过结构方程方法验证研究假设。

4.1. 共同方法偏差检验

问卷法的研究广泛存在着共同方法偏差问题, 严重的共同方法偏差问题会影响研究结论的可靠性, 因此使用 Harman 单因素检验方法对回收的数据进行共同方法偏差检验, 对所有题项进行因子分析, 其中未经旋转的第一个因子的方差解释量为 37.69%, 低于 50%的判断标准[14], 表明本次问卷研究的共同方法偏差问题在可接收范围内。

4.2. 信度与效度分析

结构方程模型由测量模型和结构模型组成, 好的测量模型是做潜在变量因果分析的前提要件。文章使用 Mplus 对样本数据进行验证性因子分析, 构建初始测量模型, 采用最大似然估计法进行拟合, 根据标准化回归系数(0.6 以上可接受)及修正指标删除不合适的题项, 确定最终测量模型, 测量模型的拟合度指标分别是: χ^2 为 195.968, χ^2 没有推荐的取值范围, 一般认为越小越好; $\chi^2/df = 1.568$, 推荐值小于 3; CFI = 0.948, 推荐值大于 0.9; TLI = 0.936, 推荐值大于 0.9; RMSEA = 0.067, 推荐值小于 0.08; SRMR = 0.063, 推荐值小于 0.08, 所有拟合指标值均在推荐值范围内, 表明测量模型良好。

问卷量表的组合信度 CR 值均在 0.7 以上, 表明量表具有良好的内部一致性; AVE (平均方差萃取量)

均在 0.5 以上, 所有潜在变量的 AVE 开根号值均大于该潜在变量与其他潜在变量之间的相关系数, 表明量表具有良好的收敛效度和区别效度。结果如表 1 所示:

Table 1. Analysis table of reliability, convergence validity and discrimination validity

表 1. 信度、收敛效度与区别效度分析表

潜在变量	标准化回归系数	CR	AVE	区别效度				
				感知挑战	感知能力	反馈及时性	目标清晰度	心流体验
感知挑战	0.628~0.862	0.846	0.582	0.763				
感知能力	0.806~0.922	0.896	0.741	0.511	0.861			
反馈及时性	0.698~0.906	0.867	0.688	0.380	0.325	0.829		
目标清晰度	0.834~0.925	0.933	0.777	0.525	0.507	0.286	0.881	
心流体验	0.698~0.941	0.897	0.690	0.698	0.552	0.496	0.647	0.831

注: 对角线粗体字为 AVE 开根号、下三角为潜在变量的皮尔森相关系数。

4.3. 结构方程模型检验

使用 Mplus 构建结构方程模型, 采用最大似然估计法进行拟合, 拟合度指标分别是: X^2 为 195.968, $X^2/df = 1.568$, $CFI = 0.948$, $TLI = 0.936$, $RMSEA = 0.067$, $SRMR = 0.063$, 所有的拟合度指标都在推荐值内, 表明结构方程模型效果良好。如表 2 所示, 解释变量对心流体验的标准化回归系数分别为 0.385 ($P < 0.001^{***}$)、0.122 ($P < 0.05^*$)、0.218 ($P < 0.01^{**}$)和 0.321 ($P < 0.05^{***}$), 表明感知挑战、感知能力、反馈及时性和目标清晰度均对心流体验呈现显著的正向影响, 且解释变量共同解释心流体验总变异量的 65.1%, 表明解释变量对心流体验具有较强的解释能力[15]。

Table 2. Structural equation model analysis and test results

表 2. 结构方程模型分析检验结果

被解释变量	解释变量	变量均值	标准回归系数	标准误差	P-value	R-square	假设检验结果
心流体验	感知挑战	3.95	0.385	0.083	***	0.651	支持
	感知能力	3.17	0.122	0.058	0.035*		支持
	反馈及时性	3.92	0.218	0.064	0.001**		支持
	目标清晰度	3.43	0.321	0.071	***		支持

注: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。

5. 讨论与建议

上文证实了本研究提出的研究假设, 本节对研究结果进一步讨论, 给出进一步提高虚拟仿真实验教学有效性的建议。

5.1. 研究结果的进一步讨论

本研究数据显示心流体验变量得分均值为 3.85, 心流状态显著。四个解释变量对学生心流体验的贡献度依次是: 感知挑战(38.5%)、反馈及时性(32.1%)、目标清晰度(21.8%)和感知能力(12.2%)。之所以感知挑战、反馈及时性和目标清晰度三个变量贡献度更大, 可以从虚拟仿真实验课程与传统教学比较得到解释。与传统教学相比, 虚拟仿真实验课程的学生总体挑战感更强, 挑战感知可以归为三个主要来源:

一是完成虚拟仿真实验需要学生在较短时间内综合运用营销、生产、采购、研发、财务等不同学科知识解决问题, 综合性知识应用具有挑战; 二是虚拟仿真实验的排名竞争机制, 排名落后可能感到没有面子, 从而增加了挑战感; 三是虚拟仿真实验组织过程中既有经济周期向好的场景, 也有经济周期悲观或波动的场景, 不断变化的决策环境增加了学生的挑战感。与传统教学相比, 虚拟仿真实验课程的学生接收反馈更及时, 学生使用系统预算功能预估决策结果, 并结合反馈的得分排名、详细报告及评价权重, 综合对比分析个人及竞争对手的详细数据, 调整优化个人的决策策略, 学生的每一种想法或方案, 都能得到及时的反馈验证, 并支持反复试错。与传统教学相比, 虚拟仿真实验课堂学生的学习感知目标更加清晰, 通过教学综合评分设计, 学生可以感知到每一项努力与课程最终学业成绩都有清晰的逻辑。

经典的心流理论揭示感知挑战和感知能力相匹配时才能使学习者进入最佳的心流体验区, 本研究样本结果显示感知挑战与感知能力对心流体验的贡献度有较大差异。通过对比 2020 年 Bitrián [7] 等人对西班牙 430 名大学生样本的同类研究发现: Bitrián 等人报告的心流体验得分与本研究接近, 而感知挑战和感知能力匹配度较本研究为高。为进一步探究原因, 与若干参加实验的学生进行了面对面交流, 发现即使是排名靠前的学生也倾向个人能力相对较低的自我评价, 这其中原因一方面有客观上的确感知挑战较大, 另一方面可能与中西方文化差异有关, 即由于中国学生相对内敛、谦虚, 倾向于给自己能力比较低水平的评价。

5.2. 引导学生进入心流状态的建议

文章研究结论对虚拟仿真实验项目建设和基于虚拟仿真实验的教学组织具有指导意义。

开发建设虚拟仿真实验时, 除考虑一般信息系统的易用性维度外, 建议: 虚拟仿真实验任务设计成具有多个难度等级、多种变化组合的场景, 引入竞争机制, 为教学组织的挑战性提供技术支架; 虚拟仿真实验提供灵活的综合评价体系, 一方面方便教师灵活微调教学实验目标, 另一方面方便学生构建学习过程中的明确目标逻辑体系; 构建虚拟仿真系统实验结果及时反馈机制, 仿真实验结果分析功能, 结合仿真实验的竞争性机制和评价机制, 提高学习者学习积极性。

基于虚拟仿真实验教学组织时, 建议: 提前进行学情分析, 了解学生的预备知识, 通过提供辅助性教学材料提升学生的感知能力, 增加学生完成有挑战度的实验的信心; 设计与学生能力匹配的难度等级, 循序渐进, 使学生维持在心流状态; 将学业成绩与虚拟仿真实验综合评价直接相关, 明确学习目标, 通过外部激励引导学生进入心流状态; 结合虚拟仿真系统的实验反馈, 组织交流互动, 使信息反馈进一步在学生中产生社会性激荡, 促使学生反思, 强化深度学习效果。

参考文献

- [1] 田元, 周晓蕾, 宁国勤, 等. 虚拟仿真实验教学对学生学习效果的影响研究——基于 35 项实验和准实验研究的元分析[J]. 现代教育技术, 2021, 31(8): 42-49.
- [2] (美)米哈里·齐克森米哈里著. 心流: 最优体验心理学[M]. 张定琦, 译. 北京: 中信出版集团, 2017: 14-17.
- [3] Rodriguez-Sanchez, Alma, M., Schaufeli, W.B., et al. (2008) Flow Experience among Information and Communication Technology Users. *Psychological Reports*, **102**, 29-39. <https://doi.org/10.2466/pr0.102.1.29-39>
- [4] Hoffman, D.L. and Novak, T.P. (2009) Flow Online: Lessons Learned and Future Prospects. *Journal of Interactive Marketing*, **23**, 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2008.10.003>
- [5] Doan, D., Demir, M., Tüzün, et al. (2021) Exploring the Role of Situational Flow Experience in Learning through Design in 3D Multi-User Virtual Environments. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09680-8>
- [6] Buil, I., et al. (2019) The Influence of Flow on Learning Outcomes: An Empirical Study on the Use of Clickers. *British Journal of Educational Technology*, **50**, 428-439. <https://doi.org/10.1111/bjjet.12561>

-
- [7] Bitrián, P., Buil, I. and Catalán, S. (2020) Flow and Business Simulation Games: A Typology of Students. *The International Journal of Management Education*, **18**, Article ID: 100365. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100365>
- [8] Demir, M. and Seferoglu, S.S. (2021) A Comparison of Solo and Pair Programming in Terms of Flow Experience, Coding Quality, and Coding Achievement. *Journal of Educational Computing Research*, **58**, 1448-1466. <https://doi.org/10.1177/0735633120949788>
- [9] 刘哲雨, 周继慧, 周加仙. 教育神经科学视角下促进心流体验的智慧教学活动设计[J]. 现代教育技术, 2022, 32(7): 14-21.
- [10] Novak, T.P., Hoffman, D.L. and Yung, Y.F. (2000) Measuring the Customer Experience in Online Environments: A Structural Modeling Approach. *Marketing Science*, **19**, 22-42. <https://doi.org/10.1287/mksc.19.1.22.15184>
- [11] Fu, F.L., Su, R.C. and Yu, S.C. (2009) EGameFlow: A Scale to Measure Learners' Enjoyment of e-Learning Games. *Computers & Education*, **52**, 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- [12] Jackson, S.A. and Marsh, H.W. (1996) Development and Validation of a Scale to Measure Optimal Experience: The Flow State Scale. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, **18**, 17-35. <https://doi.org/10.1123/jsep.18.1.17>
- [13] Khan, A. and Pearce, G. (2015) A Study into the Effects of a Board Game on Flow in Undergraduate Business Students. *International Journal of Management Education*, **13**, 193-201. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2015.05.002>
- [14] Hair, J.F., Tatham, R.L., Anderson, R.E., *et al.* (1998) Multivariate Data Analysis. *Technometrics*, **30**, 130-131. <https://doi.org/10.1080/00401706.1988.10488353>
- [15] Urbach, N. and Ahlemann, F. (2010) Structural Equation Modeling in Information Systems Research Using Partial Least Squares. *Journal of Information Technology Theory and Application*, **11**, 5-40.