融合·反馈·沉浸：混合现实技术赋能非遗舞蹈传承教育模式的构建研究

——以西安市周至竹马为例

杨 梦，朱妍铭，卢奕澎

陕西国际商贸学院 陕西西安

【摘要】西安市非物质文化遗产（非遗）的活态传承面临着教学效率低、动作还原度差、师资短缺等核心挑战，特别是舞蹈动作类技艺。本文针对西安市第二批非物质文化遗产名录中的周至竹马的传承核心问题，创新性地提出并构建了一种基于混合现实（Mixed Reality, 本文简称 MR）技术的非遗舞蹈教学模式。本研究深度融合具身认知理论、情境学习理论与认知负荷理论为三位一体理论框架，设计出“虚拟-现实动作叠加”、“实时视觉反馈与纠错”、“多视角沉浸式学习”的研究核心机制。通过动作捕捉技术精准采集并数字化复现周至竹马传承人的舞蹈技艺，以建立非遗舞蹈数据库；学习者佩戴 MR 设备后，可在混合现实中直观观察、模仿虚拟教师的分解动作，并实时接收系统对自身动作的评估与纠错反馈。研究表明，该模式有效地解决了远程/在线教学中的核心问题，如师生互动不足、动作模仿不准确、学习效率低、技艺传承失真、非遗技艺留存难还原等痛点。该研究显著提升了学习者的动作模仿精度与技能掌握速度，同时最大程度保留了非遗技艺在传承过程中的“原真性”。本研究为周至竹马非遗传承提供了一套可操作的技术解决方案，同时为技艺类非遗的数字化发展、标准化传承、高效化教学提供了新的思路，具有重要的教育实践价值与文化保护意义。

【关键词】混合现实技术；周至竹马；非遗传承；教育模式构建；理论机制

【基金项目】西安市 2025 年度社会科学规划基金项目（项目编号：25TY04）

【收稿日期】2025 年 6 月 12 日 【出刊日期】2025 年 7 月 10 日 【DOI】10.12208/j.sdr.20250084

Integration, feedback and immersion: research on the construction of a model for the inheritance and education of intangible cultural heritage dance empowered by mixed reality technology: a case study of Zhouzhi bamboo horse in Xi'an City

Meng Yang, Yanming Zhu, Yipeng Lu

Shaanxi University of International Trade & Commerce, Xi'an, Shaanxi

【**Abstract**】The dynamic inheritance of intangible cultural heritage (ICH) in Xi'an is facing core challenges such as low teaching efficiency, poor action reproduction, and shortage of teachers, especially for dance action-related skills. This paper, focusing on the core issues of the inheritance of Zhouzhi Bamboo Horse in the second batch of ICH list in Xi'an, innovative proposes and constructs an ICH dance teaching model based on Mixed Reality (MR, referred to as MR in this article). This research deeply integrates the theories of embodied cognition, situated learning, and cognitive load to form a tripartite theoretical framework. The core mechanisms of this study include "virtual-reality action superposition", "real-time visual feedback and correction", and "multiview immersive learning". Through motion capture technology, the dance skills of the inheritors of Zhouzhi Bamboo Horse are accurately collected and digitally reproduced to establish an ICH dance database. After learners wear MR devices, they can

作者简介：杨梦，陕西国际商贸学院专职教师，博士，研究方向：MR 技术应用研究、混合式教学、在线教学、非遗舞蹈、理论机制的研究；
朱妍铭，陕西国际商贸学院专职教师，硕士，从事艺术教育工作；
卢奕澎，陕西国际商贸学院专职教师，硕士，从事声乐艺术教育工作

intuitively observe and imitate the decomposed actions of the virtual teacher in the mixed reality, and receive real-time assessment and correction feedback from the system on their own actions. The research shows that this model effectively addresses the core issues in remote/online teaching, such as insufficient teacher-student interaction, inaccurate imitation of actions, low learning efficiency, distortion of ICH skills transmission, and difficulty in restoring ICH skills. This study significantly improves the accuracy of learners' action imitation and the speed of skill acquisition, while retaining the "authenticity" of ICH skills during the inheritance process to the greatest extent. This research provides a set of operational technical solutions for the inheritance of Zhouzhi Bamboo Horse ICH, and offers new ideas for the digital development, standardized inheritance, and efficient teaching of ICH skills. It has important educational practical value and cultural protection significance.

【Keywords】Mixed reality technology (MR); Zhouzhi bamboo horse; The inheritance of intangible cultural heritage; Construction of educational models; Theoretic mechanism

引言

随着数字化与现代化进程的加速，我国非物质文化遗产的活态传承问题逐渐暴露出来，特别是高度依赖身体实践与情境体验的舞蹈类非遗，正面临传承人老龄化、年轻群体兴趣减弱、传统教学效率低下、技艺原真性难以留存等严峻挑战[1-2]。而日渐兴旺的数字化技术则为非遗的保护与传承提供了新的方向，它可以在非遗存档、虚拟展示、传承教学等方面应用[3-4]。然而，在强调肢体动作精准模仿与空间感知协调的舞蹈教学中，现有的在线教学模式还存在着实时交互反馈匮乏、动作细节还原度不高、沉浸式情境教学体验感缺失等关键教学痛点[5-6]。

周至竹马作为西安市的代表性非遗技艺[7]，其表演形式独特，动作元素丰富，是十分值得长存发展的一项舞蹈技艺。但是其传统的传承模式往往受到时空、师资和影响力的限制；常见的数字化手段（如在线视频录播、VR、直播等）虽能扩大传播面，但在深度互动指导、精准评估和具身体验方面仍然存在不足，从而影响传承效果[5]。

混合现实（MR）技术通过将真实环境与虚拟世界融为一体，为学生提供沉浸式交互体验，该技术近年来在医学模拟、航空航天、机器制造、工业设计等教学领域，因其能实现高精度动作模仿与反馈的特点而得到广泛应用[6]，并且已被证明能有效提升学习动机与技能学习效率。MR 技术独特的可视化指导、实时的动作评估以及多视角可调节的观看功能，为解决非遗舞蹈教学中的“身临其境感不足”和“即时指导缺失”的难题提供了新的技术解决方案。

鉴于此，本研究聚焦周至竹马非遗舞蹈在传承过程中遇到的核心问题，提出并构建一种创新 MR 教学模式。研究旨在：（1）结合具身认知、情境学习与认知负荷理论，设计了一套基于 MR 技术的非遗舞蹈教学理论框架与实施方案；（2）利用动作捕捉的教与 MR 技术的学，将传统技艺的高精度数字化复现与沉浸式交互学习模式相耦合；（3）通过 MR 技术的特点提供实时视觉反馈与纠错功能，意图提升学员的动作模仿精度与学习效率；（4）探索一种既能有效突破时空限制、解决师资短缺，又能最大限度保留非遗动作技艺“原真性”的数字化传承新范式。本研究不仅为周至竹马的活态传承模式提供切实可行的技术方案，也为研究技艺类非遗的学者们提供理论参考。

1 竹马介绍

据为数不多的文献记载，竹马于康熙年间传入富饶村，历经 300 年演绎传承至今，到今天，唯有周至竹马最具特色，该传统舞蹈表演的保留仍旧分布于周至县域内百余家较大的村堡中，其中当以马召镇的富饶村和涌泉村独具特色，该表演在周至县全境及周边地区都颇具有影响力。周至竹马经过几百年的传承和发展，已形成独特的表演体系，富有地方情趣的艺术风格，是西安民间艺术的一块瑰宝。竹马、社火等民俗传统是中华民族传统文化的重要组成部分，蕴含着西安人的文化价值和审美情趣，是中华民族的文化基因和文明的薪火延续。2009 年被列入西安市第二批非物质文化遗产名录，2018 年被列入陕西省第七批非物质文化遗产名录[7-9]。那么，周至竹马已成为西安市的市级非遗项目，作为一种传统民间舞蹈，其教学模式的发展，不仅有传统的口传心授，也和现代教育方法相结合的方式，不论何种教育模式，人们都旨在传承和发展这一独特的艺术形式。

2 周至竹马的数字化发展

近年来，周至竹马通过数字化教学模式积极探索非遗传承新路径。2020 年，周至县文化馆推出线上教学课程，利用视频和直播课普及竹马技艺；2021 年，陕西省文旅厅将周至竹马纳入“非遗云课堂”，通过官网和学习强国平台推广；2022 年，周至县文化馆与科技公司合作开发 VR 教学项目，提供沉浸式学习体验；2023 年，线上工作坊通过直播互动和展演活动吸引全国非遗爱好者。这些数字化尝试突破了地域限制，扩大了传播范围，但也面临互动性不足、实践性欠缺等挑战。

3 周至竹马非遗技艺的核心问题

传统教学模式下的非遗舞蹈教学，在学习动作元素初期都需要教师在课堂上手把手接触学生肢体，帮其摆放到正确空间，调整舞姿直至正确位置。这样的教学方式在中国称为--言传身教。很多高校因为无法请到非遗传承人到现场教学，所以会采用线上教学的方式进行，因此，站在学生角度，学生们对舞蹈的动作模仿和学习只能通过她们自己的视力和经验，这样的学习方法消耗了大量的人力和金钱；而在教学模式方面，由于隔着屏幕，也存在难以真正教出效果、学生跟不上节奏、看不清教师舞蹈动作、考核评估不够准确等诸多技术问题。

4 MR 非遗舞蹈教学模式理论机制

MR 技术是将虚拟现实和真实世界混在一起的混合空间，需学习者穿戴头显后进行沉浸式学习。该技术可将虚拟教师的 IP 形象直接叠加到学习者的真实身体上，创造沉浸式场景。这跨越了虚拟世界与真实世界的数字鸿沟，促进更高效的运动模式，从而达到情景化具身学习[4]。此时，在虚拟世界里，学员能够多角度观察教师的示范动作，以及可以将教师动作分解，速度调节。在模仿过程里，得到及时的动作反馈，如动作纠错、动作对齐、运行轨迹是否正确等，MR 舞蹈系统的纠错功能可以增强学习记忆[2]。MR 技术用于动作类教学最大的功能亮点便是视觉反馈和纠错功能，因此它的可视化指导功能在特殊情况下可以代替老师的监督[6]。

MR 技术不仅可以让学生在学习时认知得到认知上的减负，在动作难记住的问题上解压。还可以打破二维空间的限制，通过提供在真实情境中具身实践[4]、该技术的即时反馈功能也同时可以解决在线教学中学习效率低、学员动作模仿不准确、学不会的问题[5]，真正推进学习转向应用，技能推动实际应用场景的教育效果[6]，具体视觉图如图 1 所示。

图 1　MR 周至竹马非遗传承模式理论机制视觉图

作者基于三大教育理论构建了 MR 技术应用于非遗舞蹈教学的驱动框架。详细来讲，具身认知理论可以驱动 MR 技术实现动作精准交互，通过 MR 技术特有功能如虚拟与真实动作的骨骼匹配和实时反馈，解决学生模仿困难的问题，进而提升舞蹈动作的准确性（具身实践层）。情境学习理论驱动 MR 技术构建沉浸式非遗场景，通过虚拟民俗场景重建和虚拟教师互动，还原非遗的文化语境，进而增强学生动作记忆与真实性（情景演练层）。认知负荷理论驱动 MR 技术优化学习认知路径，通过动作标记、分步示范与纠错反馈，降低认知负荷，从思维层面来提升理解效率（认知负荷层）。因此，本文的 MR 周至竹马非遗传承模式理论机制是分别从身体实践、环境建构和认知处理三个层级协同驱动 MR 技术的设计，系统性解决舞蹈教学中的模仿、文化传承与认知瓶颈的难题。

5 从课程设计到教学的应用

本研究利用虚实融合来重构非遗舞蹈教学场景，以此赋能数字化、系统化的课程设计。该技术的应用需包含“录”（动作数据采集与建模）与“放”（沉浸式学习与反馈）两大核心环节。其中，“录”是技术赋能教学的起点，旨在将非遗传承人的身体技艺转化为可计算、可交互的数字影像，为打造情景化教学奠定数据基础，具体实施路径如下：

5.1 动捕数据采集

周至竹马舞蹈的 MR 数据采集本质上是对传统身体知识的解构与数字化复现。首先是动捕实验室的数据捕捉采集。教师身穿动捕服进行舞蹈动作示范，由环形摄像机捕捉舞蹈动作进行成像，并通过 MR 系统直接识别舞姿，此时捕捉到的动作可在系统中形成骨骼图，这便完成了第一步的教学录制部分（如图 2）。在系统中，舞蹈作为程序性知识，需拆解为可分析的基础动作单元（如圆场步、蹬腿、踏步、旋转、持缰摆动等）。通过多角度光学捕捉和关节运动追踪（穿戴式传感器），将艺人所跳舞蹈转化为离散的空间轨迹、关节角度、力量传导数据，使隐性身体经验显性化，从而达到舞姿数字化复现的效果。

图 2　数据采集即备课现场录制图

注释：作者自绘

5.2 数据建模

收集到的骨骼图需要进行人工建模和实时渲染。由于竹马动作幅度偏大，受道具遮挡影响可以选择光学动捕采集数据，而竹马道具庞大，所以需要单独为其建模，游走的路线以及摆动的韵律，群舞走位也需要通过现场测绘记录队形的变化，都需要精准修复。实时渲染需要注意布料的模拟需要兼顾竹马装饰飘带和演员服饰，以及肢体动作与道具间的物理碰撞处理，民俗舞蹈特有的“颠颤、走跑跳”等微动作表现，同时需要注重竹马舞蹈的特色，比如老艺人说的“马挂铜铃跑碎步”，这种特征性动作，再数字化加工后应该活灵活现。

5.3 MR 技术在教学上的应用

在佩戴穿戴设备之前，需要在面前与肩同高的

位置放置一个追踪器，然后学生佩戴头显设备（如Quest 3、苹果 Vision Pro 或创通联达 MR HMD Pro等）后进入混合现实的世界。她们不但可以看到自己的身体，也可以同时看到教师的运动骨骼，学生可以给这副骨骼更换皮肤或者形象，使之形成虚拟教师形象。之后学生便可以跟随教师动作进行舞蹈学习，在眼镜画面中看到投放。同时学生可以自由切换视角进行学习，如站在教师身后的学习、镜面教学、俯瞰教学以及身影重叠教学等，如图 3 所示。

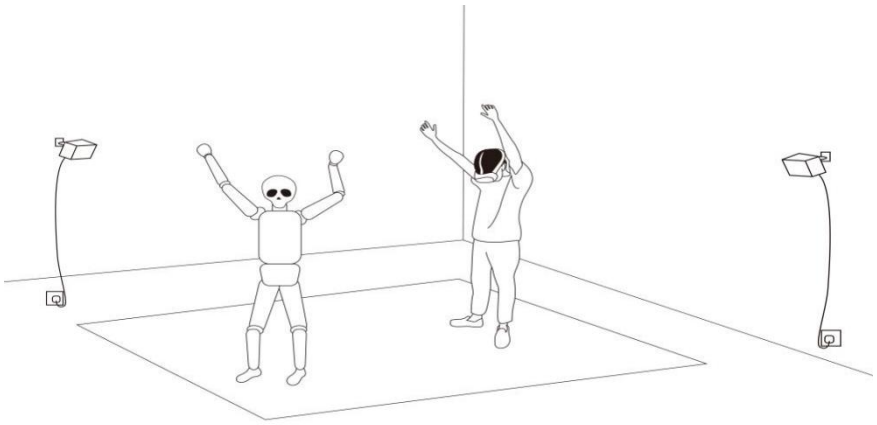

图 3　MR 非遗舞蹈教学沉浸式学习图

注释：图中学生正头戴 MR 头显设备，跟随虚拟教师的示范动作学习，体验沉浸式 MR 非遗舞蹈教学（作者自绘）

6 讨论

6.1 为传统的传承模式提出理念创新

作者认为，非遗技艺的传承本质是“传统文化的活态延续”，根据资料总结来看，非遗传承教学模式已从封闭走向开放，从单一师徒制逐渐扩展为“传统+现代”多元生态，而随着技术发展和普及，数字化教学和虚拟教学也是当今的主流教学模式，普及性和推广度也受到广泛教育工作者的青睐，作者基于分析非遗技艺周至竹马所面临的濒危原因和现状，将本研究从高等教育角度出发，提出将混合现实技术融入非遗教学，探索出具有创新性和推广性的非遗传承模式，在吸引年轻人兴趣的同时，最大限度保留非遗原始味道，解决周至竹马非遗传承的几个核心难题。

6.2 解决非遗舞蹈传承的核心难题

6.2.1 突破传承人老龄化而导致师资短缺的问题

传统的周至竹马非遗教学留存方式主要依赖于录像、文献、网络新闻等，学员或观众通过在线观看视频或者查阅资料的方式进行学习，这种方式虽然便于传播和保存，但存在明显的局限性，如互动性不足，沉浸感差，细节丢失严重，录像难以捕捉动作的细微变化和技艺的精髓，尤其是复杂的队形变换和锣鼓配合。为了突破这一局限，作者建议采用 MR 混合现实动捕技术进行革新。非遗传承人穿戴 MR 动捕设备，将周至竹马的表演动作、队形变化等完整录制为动捕数据影像，系统会精准记录其动作、姿态、队形变化等数据，生成高精度的动捕影像。学员或观众戴上 MR 头显后，可以身临其境地观看周至竹马的表演，甚至能从任意角度观察动作细节，与虚拟影像中的传承人互动，模仿动作、跟随动作、调整动作等，仿佛传承人就在身边指导。通过 MR 技术，学员可以模仿传承人的动作，系统实时反馈动作的准确性，帮助学员纠正错误，提升学习效率。

该项技术可以打破时空限制，解决传承人体力限制问题和传承过程中技术保真性的问题。即使传承人不在场，学员仍能通过 MR 设备学习原汁原味的技艺，并且动捕数据可以永久保存，该项技术能很好地解决了资源调动、地域限制、时间规划等一系列调度难题。

6.2.2 改变了传统的影像留存方式

通过 MR 动捕技术，周至竹马的留存方式从传

统的单向录像转变为沉浸式、互动式的数字化体验，不仅解决了传统留存手段的不足，更是为非遗的现代化传承开辟了一条全新的道路。传统的周至竹马非遗教学留存方式主要依赖于录像、文献、网络新闻等，学员或观众通过在线观看视频或者查阅资料的方式进行学习，这种方式虽然便于传播和保存，但存在明显的局限性，如互动性不足，沉浸感差，细节丢失严重，录像难以捕捉动作的细微变化和技艺的精髓，尤其是复杂的队形变换和锣鼓配合。

利用 MR 动捕技术改变传统的留存方式，推动了非遗现代化的传承模式，不仅吸引年轻人学习兴趣，更能为非遗的传承与创新提供新的可能性；提升了非遗教学的效果，沉浸式体验和实时互动让学习更加直观、高效，有助于学员更好地掌握周至竹马的精髓；促进了我国非遗文化保护与传播，动捕数据可以转化为数字资产，便于在国内外展览、文化交流活动中展示，从而更进一步提升周至竹马的知名度和影响力。数字化留存方式与活化利用，可通过动作捕捉等技术完整保存传承人的技艺，建立动态数据库，为后续高校的非遗舞蹈教学提供标准化、原汁原味的舞蹈素材。

6.2.3 为传统非遗教育注入了创新活力

本课题结合一门新技术，优化了以往传统的“老艺术+新技术”的传承教育模式，为传统非遗教育注入新鲜的活力，成功构建一种具有趣味性、吸引年轻人的立体化传承教育模式。通过虚实融合的交互场景，学习者可沉浸式参与竹马表演的虚拟排练、历史情境还原和动作拆解训练，突破传统口传身授的时空限制。MR 技术将百年技艺转化为可交互的动态数字资产，既保留传统程式精髓，又通过三维可视化教学提升习练效率，使非遗传承从单向灌输转向沉浸体验，推动民间艺术教育进入“5G 时代+文化记忆”的创新发展轨道。

7 本研究的创新点

本研究将采用 MR 混合现实动捕技术进行革新，具体方案是非遗传承人穿戴 MR 动捕设备，将周至竹马的表演动作、队形变化等完整录制为动捕数据影像，系统会精准记录其动作、姿态、队形变化等数据，生成高精度的动捕影像。学员或观众戴上 MR 头显后，可以身临其境地观看周至竹马的表演，甚至能从任意角度观察动作细节，与虚拟影像中的传承人互动，模仿动作、跟随动作、调整动作等，仿佛传承人就在身边指导。通过 MR 技术，学员可以模仿传承人的动作，系统实时反馈动作的准确性，帮助学员纠正错误，提升学习效率。该项技术可以打破时空限制，打造即使非遗传承人不在场，学员仍能通过 MR 设备体验到原汁原味的技艺学习效果。另外，并且动捕数据可以永久保存，该项技术能很好地解决了资源调动、地域限制、时间规划等一系列调度难题。

8 总结

本研究提供的 MR 非遗舞蹈教学模式，是一个让学员自主学习非遗舞蹈从被动到主动的变化，让学习者可以把有限的学习时间放在动作模仿上，从而更快地实现知识的迁移，特别是对于初学者来说，MR 技术下的舞蹈教学可以有效地提升学员动作模仿的效率。简单来说，MR 技术能把虚拟演示和实时反馈很好地融入学习者的混合现实世界里，这也是虚拟环境和真实身体动作的叠加，从而创造出一种沉浸感很强的情境化练习场景[1]，这与具身认知理论以及情境学习原则非常契合。这样一来，就很好地填补了传统教学模式中抽象的理论指导和学生具体实际执行之间的差距，有助于高效形成运动模仿效果。此外，MR 提供的实时视觉反馈解决了传统教学中无法及时评估的难题，可以大大减轻了学习者的认知负担，可以及时的让学员自我纠正，从而提高学习舞蹈动作的准确度，并加快技能掌握速度。相比单纯看视频学习的方式来说，MR 融入的学习效果要好得多。

本研究挑战了传统的舞蹈教学方法中，刻意要求学生模仿教师动作的固有方式，即容易导致模仿效果不准确，又难以调动学生的学习兴趣。非遗舞蹈本就面临着濒危继承的局面，而 MR 技术的融入，可以将教师动作虚拟呈现，并和学生真实动作相互叠加，为动作的学习提供即时的反馈，从而解决教学难题，并让教学立体化。另外，沉浸式的非遗学习能增强学习者的运动记忆[4]，同时可以并减轻传统学习环境所带来的限制和相关的认知负担[5,10]。作者构建“具身认知 - 情景学习 - 认知减负”的理论机制，在阐明 MR 技术使用到教学应用的同时，解释了如何将知识转移到应用的研究过程，为今后研究非遗舞蹈数字化教学的学者们提供坚实的理论基础[11]。

参考文献

[1] Lave, J., & Wenger, E. (1991). Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge university press.

[2] Lindgren, R., & Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by embodiment: Six precepts for research on embodied learning and mixed reality. Educational researcher,42(8), 445-452.

[3] Liu, X. (2024). Application and Effect Analysis of Digital Teaching Tools in College Dance Teaching. Highlights in Art and Design, 5(3), 41-44.

[4] Schack, T., & Mechsner, F. (2006). Representation of motor skills in human long-term memory. Neuroscience letters,391(3), 77-81.

[5] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive science,12(2), 257-285.

[6] Xu, W., Xing, Q. W., Zhu, J. D., Liu, X., & Jin, P. N. (2023). Effectiveness of an extended-reality interactive learning system in a dance training course. Education and Information Technologies, 28(12), 16637-16667.

[7] 中华人民共和国文化和旅游部. 国家级非物质文化遗产代表性传承人认定与管理办法[Z]. 文旅部发〔2019〕3 号, 2019.

[8] 陕西省文化和旅游厅. 关于公布陕西省第七批非物质文化遗产名录的通知[Z]. 陕文旅发〔2021〕159 号, 2021.

[9] 陕西省非物质文化遗产网. 西安市非物质文化遗产名录[N]. https://www.sxfycc.com/home/Index/library_detail.html?id=369

[10] Gallagher, S., & Hutto, D. D. (2024). Embodied cognition in the clinic. In Phenomenological Neuropsychiatry: How Patient Experience Bridges the Clinic with Clinical Neuroscience (pp. 81-92). Cham: Springer International Publishing.

[11] Rinaldo, C., Rielinger, D., Deveer, J., & Castronovo, D. (2023). Connecting Libraries, Archives, and Museums: Collections in Support of Natural History Science. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 16(1), 1-24.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

OPEN ACCESS