

计算机视觉技术在网球线上教学中的实验研究

吴莹莹

豫章师范学院，江西 南昌 330103

DOI: 10.61369/TACS.2025050041

摘要：本研究构建基于计算机视觉（CV）的网球教学辅助系统，对66名零基础学生开展对照实验（实验组：CV辅助教学；对照组：传统教学）。8周干预后，实验组在动作规范性（正手技评 8.63 ± 0.81 vs 7.03 ± 0.85 , $P<0.01$ ）、击球准确性（正手落点 8.82 ± 0.61 vs 6.89 ± 0.44 , $P<0.01$ ）及发球成功率（ 7.67 ± 0.96 vs 6.13 ± 1.31 , $P<0.01$ ）上显著优于对照组。问卷调查显示实验组学习兴趣与满意度提升20%以上。说明CV技术可有效提升线上教学效果。

关键词：计算机视觉；网球教学；实验研究

Experimental Research on Computer Vision Technology in Online Tennis Teaching

Wu Yingying

Yuzhang Normal University, Nanchang, Jiangxi 330103

Abstract : This research investigated the application of computer vision (CV) technology in tennis instruction. A tennis teaching aid system was developed based on CV principles. A controlled experiment was conducted with 66 novice participants (no prior experience), divided into an experimental group (CV-assisted instruction) and a control group (traditional instruction). Following an 8-week intervention, performance metrics revealed significant advantages for the experimental group: Stroke Technical Precision: Forehand execution evaluation scores were significantly higher (8.63 ± 0.81 vs. 7.03 ± 0.85 , $p < 0.01$). Ball Placement Consistency: Accuracy in forehand landing location was markedly superior (8.82 ± 0.61 vs. 6.89 ± 0.44 , $p < 0.01$). Serve Effectiveness: Success rates for serves were substantially greater (7.67 ± 0.96 vs. 6.13 ± 1.31 , $p < 0.01$). Questionnaire analysis further indicated that learners in the CV-assisted group reported over 20% higher levels of engagement and satisfaction compared to their baseline or relative to the control group. These results demonstrate the potential of CV technology to enhance learning outcomes in tennis instruction, particularly in online settings.

Keywords : computer vision; tennis teaching; experimental study

引言

信息技术的进步，直接带动了线上教育在全球的广泛落地。在体育教学领域，网球作为一项深受欢迎的运动项目，其线上教学的需求也日益增长。然而，传统网球线上教学面临着教师难以实时准确监督学生动作、无法及时给予个性化指导等问题。计算机视觉技术的出现可以有效的解决这些痛点难点问题，它能够对学生的网球动作进行实时分析和评估，为教师提供详细的数据支持，从而实现更高效的线上教学^[1]。

一、计算机视觉技术原理及在网球教学中的应用基础

（一）计算机视觉技术原理

计算机视觉是人工智能的一个分支，致力于赋予机器理解和解释图像与视频内容的能力。该技术融合了图像处理、模式识别及机器学习等多学科知识。在网球教学中，主要利用其目标检

测、姿态估计和行为分析等功能。通过摄像头采集学生的网球动作视频，然后运用相关算法对视频中的人体姿态、网球轨迹等进行识别和分析^[2]。

（二）在网球教学中的应用基础

网球运动包含高度结构化的技术动作（如发球、正手击球、反手击球），每个动作均有标准化的姿势和运动学流程。这种规

范化为计算机视觉技术的应用奠定了基础，使其能够构建标准动作模型，并通过与学生实际动作的姿态匹配和轨迹比对，定量评估其动作的准确性与规范性。同时，网球运动的场地相对固定，运动范围有限，便于摄像头进行全方位的监控和数据采集。

二、研究对象与方法

(一) 研究对象

根据设计，本实验分成两组，实验组和对照组各33人，选用2023级网球零基础的学生。

(二) 研究方法

1. 文献资料法

在撰写本文时通过在中国知网上以高校网球教学、计算机视觉技术为关键词进行搜索，认真阅读了网球教学与计算机视觉技术的相关资料，了解到国内普通高等学校体育选项课的发展现状及普通高校网球选项课教学的文章以及计算机视觉技术应用情况。为本文的研究提供借鉴^[3]。

2. 专家访谈法

找到省内各高校的网球教师了解情况，包括在网球选项课中教学方法、教学场地、教学内容等情况，让各位专业网球教师给与实验指导与建议，并让相关教师对研究论文中的问卷调查进行点评和修改。

3. 问卷调查法

(1) 问卷的设计

为了了解学生他们对基于计算机视觉技术的线上教学模式的满意度和学习体验，制定了网球选项课满意度调查表，问卷制定后与各位教师进行了交流与讨论，最后根据相关老师的建议进行了修改并完成了问卷设计^[4]。

(2) 问卷的效度

为确保问卷内容的有效性，本研究邀请9位高校网球教学专家对问卷进行多轮审议与修订。在此基础上，采用专家评价法对问卷内容效度进行检验，所有专家均完成效度等级评定（结果见表1）。

表1 专家对问卷内容效度评价 (n=9)

	非常有效	有效	基本有效	无效
问卷	6	2	1	0

(3) 问卷的信度

为检验问卷的信度，本研究采用重测法对随机抽取的60名研究对象（实验组与对照组各半）进行间隔一周的两次测量。对前后测数据进行 Pearson 相关性分析，结果显示相关系数 $r=0.88$ ($p<0.01$)，表明该问卷具有良好信度。

(4) 问卷的发放和回收

经由9位高校专家多轮修订确立问卷内容效度后，采用重测信度法进行验证：对60名网球选项课学生进行间隔一周的两次测量，共发放问卷120份，回收有效问卷120份（回收率100%）。数据分析显示重测信度系数 $r=0.88$ ($p<0.01$)，证实问卷具有良

好测量稳定性^[5]。

4. 实验法

本研究招募66名网球零基础学生为研究对象，依据体质检测成绩采用分层随机法分为实验组与对照组（各33人），确保组间基线均衡。由同一教师实施单盲教学，实验后对学生进行技能评估。最终纳入有效样本60人（实验组30人，对照组30人）进行数据分析。

(1) 实验目的

借助计算机视觉技术，帮助网球初学者建立规范的发球、正手击球、反手击球动作，提升动作规范性。挖掘计算机视觉技术的优势和价值，为进一步的推广应用提供科学的依据和应用经验研究^[6]。

(2) 实验时间和地点

实验时间：2024年9月9日—2024年11月1日，每周训练3次，每次90分钟，8周。

实验地点：豫章师范学院网球场。

(3) 实验设备

多个高清摄像头，布置在网球场不同角度，确保能全方位捕捉学生动作；搭载计算机视觉分析软件的电脑，用于动作对比和分析；网球、网球拍若干。

(4) 实验设计

前测：实验开始前，让学生进行发球、正手击球、反手击球动作演示，通过摄像头采集数据，利用计算机视觉技术分析学生初始动作的规范性，记录各项动作的错误类型和频率，作为对比依据。

训练干预：将学生随机分为实验组和对照组，每组33人。对照组由教练进行传统的网球动作教学，通过现场示范、口头讲解、纠正错误等方式指导学生训练。实验组在传统教学基础上，引入计算机视觉技术，每次训练时，学生的动作数据被摄像头采集并传输到电脑，分析软件将其实时动作与标准动作模型对比，生成详细的动作分析报告，指出错误之处和改进方向，教练依据报告进行针对性指导。

后测：8周训练结束后，再次让学生进行发球、正手击球、反手击球动作演示，通过摄像头采集数据，利用计算机视觉技术分析学生动作规范性的提升情况，对比实验组和对照组的进步幅度，评估计算机视觉技术对初学者动作规范提升的效果^[7]。

(5) 实验测试方法及评定标准

网球基本技能测试：基本技术的评分，技能评估由两名专业教师独立完成评分，采用算术平均值作为最终成绩。为确保评分一致性，实验组与对照组由相同评审团队实施双盲评估。网球正手、反手击球技术：采用发球机隔网进行喂球，测试学生站在底线位置进行击球，测试学生连续击10个正手球、10个反手球，10个发球，总分10分。评分标准是根据最新的《网球运动竞赛规则》制定的。

网球正手、反手、发球击球准确度和成功率得分：测试网球正手、反手击球的准确性，划定直线斜线指定区域，打到指定区域则得分。再测发球的成功率，一区二区各发5个，记录有效个数。

正手反手发球三项技术各测10个球，并记录所得分数^[8]。

5. 数理统计法

采用SPSS 26.0对实验前后测得的技能指标及问卷调查数据进行统计分析，通过独立样本t检验比较组间差异，配对样本t检验验证组内进步效应。数理统计结果为研究结论提供了量化支持。

三、实验结果与分析

(一) 实验前实验组、对照组网球击球技术结果的对比分析

表2 实验前实验组、对照组网球正、反手、发球技术对比分析(N=30人, $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验组	0.75±0.72	0.386	$P > 0.05$
	对照组	0.65±0.68		
反手击球技术	实验组	0.40±0.52	0.255	$P > 0.05$
	对照组	0.45±0.53		
发球技术	实验组	0.55±0.60	0.123	$P > 0.05$
	对照组	0.52±0.58		

为验证受试者的零基础特征并确保组间基线同质性，实验前对两组学生进行标准化技能测试：分别完成正手、反手击球及发球各10次，记录成功率作为前测指标。

前测数据显示（表2），实验组与对照组在初始技能水平上无显著差异：正手击球成功率（实验组： 0.75 ± 0.72 vs 对照组： 0.65 ± 0.68 ; $p>0.05$ ）、反手击球成功率（ 0.40 ± 0.52 vs 0.45 ± 0.53 ; $p>0.05$ ）及发球成功率（ 0.55 ± 0.60 vs 0.52 ± 0.58 ; $p>0.05$ ）的组间差异均未达统计学显著性。该结果验证了两组受试者的基线同质性。

(二) 实验组、对照组实验前后指标测试结果对比分析

表3 实验组实验前后网球正、反手、发球技术对比分析(N=30人, $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验前后	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验前	0.73±0.74	44.28	$P < 0.01$
	实验后	8.73±0.58		
反手击球技术	实验前	0.43±0.50	50.11	$P < 0.01$
	实验后	7.72±0.56		
发球技术	实验前	0.51±0.60	48.70	$P < 0.01$
	实验后	7.50±0.72		

表4 对照组实验前后网球正、反手、发球技术对比分析(N=30人, $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验前后	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验前	0.67±0.66	51.09	$P < 0.01$
	实验后	6.96±0.44		
反手击球技术	实验前	0.47±0.51	40.93	$P < 0.01$
	实验后	6.38±0.65		
发球技术	实验前	0.73±0.74	50.12	$P < 0.01$
	实验后	8.73±0.58		

以上表3、表4分别是实验组和对照组实验前后网球正手、反手、发球技术的对比分析，我们从表3可以看出实验组的正手、反手、发球在实验前后从数值上我们可以看出相差很大，通过P检验，检验到 $P < 0.05$ ，且 < 0.01 ，说明实验前后差异性非常显著。

对照组干预后技能指标显著提升（表4）：正手击球（ 6.96 ± 0.44 vs 0.67 ± 0.66 ）、反手击球（ 6.38 ± 0.65 vs 0.47 ± 0.51 ）及发球技术（ 8.73 ± 0.58 vs 0.73 ± 0.74 ）的前后测差异均达统计学显著水平（ $p<0.01$ ）。

(三) 实验后实验组、对照组网球正手、反手击球技术结果的对比分析

表5 实验后实验组、对照组网球正、反手、发球技术对比分析(N=30人, $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手技评	实验组	8.63±0.81	7.47	$P < 0.01$
	对照组	7.03±0.85		
反手技评	实验组	7.78±0.52	8.53	$P < 0.01$
	对照组	6.62±0.64		
发球技评	实验组	7.72±0.57	9.4	$P < 0.01$
	对照组	6.38±0.65		

从表5中可以看到实验后实验组的正手技评达到 8.63 ± 0.81 ，实验组在各项技能评估中均显著优于对照组（ $p<0.01$ ）：正手技评（ 8.63 ± 0.81 vs 7.03 ± 0.85 ）、反手技评（ 7.78 ± 0.52 vs 6.62 ± 0.64 ）及发球技评（ 7.72 ± 0.57 vs 6.38 ± 0.65 ）的组间差异均达高度显著水平。

(四) 实验后实验组、对照组网球正手、反手击球准确性、发球成功率的对比分析

表6 实验后实验组、对照组网球正、反手击球第二落点对比分析(N=30人)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手准确性	实验组	8.82±0.61	14.03	$P < 0.01$
	对照组	6.89±0.44		
反手准确性	实验组	5.87±0.97	9.18	$P < 0.01$
	对照组	3.27±0.94		
发球成功率	实验组	7.67±0.96	5.18	$P < 0.01$
	对照组	6.13±1.31		

击球准确性及成功率数据表明（表6），实验组在控球质量上显著优于对照组：正手击球准确性（ 8.82 ± 0.61 vs 6.89 ± 0.44 ; $d=2.32$, $p<0.01$ ）、反手击球准确性（ 5.87 ± 0.97 vs 3.27 ± 0.94 ; $d=2.31$, $p<0.01$ ）与发球成功率（ 7.67 ± 0.96 vs 6.13 ± 1.31 ; $d=1.41$, $p<0.01$ ）的组间差异均达高度显著水平。该结果证实实验组具有更优异的运动稳定性和控球能力。

(五) 实验后实验组、对照组学生评课情况对比分析

实验后采用李克特量表对两组学生进行问卷调查。经过8周

系统训练，受试者已建立对网球运动的认知框架，并能自主评估兴趣水平。主观数据验证了计算机视觉技术的教学价值：其精准动作反馈、个性化指导及数据驱动设计显著提升了学习兴趣强度（实验组 $M=4.8/5$ vs 对照组 $M=3.9/5$ ）、教学满意度（92% vs 72%）及效果认可度（89% vs 72%）。

四、计算机视觉技术在网球线上教学中的优势与不足

（一）优势

1. 实时反馈与个性化指导：计算机视觉技术能够实时分析学生的动作，及时发现问题并提供针对性的改进建议，实现个性化教学，满足不同学生的学习需求^[9]。
2. 提高学习效率：通过对学生动作的精准分析，学生能够更快速地纠正错误动作，加速技能的掌握，提高学习效率。
3. 增强学习积极性：可视化的动作分析和反馈，以及系统提供的学习建议，让学生感受到自己的进步，从而增强学习的积极性和自信心。

（二）不足

1. 环境敏感性是局限：光照变化与背景干扰等环境因素易制约计算机视觉系统对学生动作的识别精度，进而可能引致分析结果的偏差。对复杂动作的分析能力有待提高：对于一些复杂的网

球动作组合和战术配合，计算机视觉技术的分析还不够完善，难以提供全面的评估和指导。

2. 人文关怀与情感激励缺位：学生可能因过度追求数据达标而忽视击球节奏感，形成“机械化动作”，丧失网球运动的灵活性。系统无法识别学生的疲劳状态或情绪波动，缺乏真人教练的心理疏导与激励，可能影响长期学习动力^[10]。

3. 个性化教学深度不足：系统无法根据学生身高、关节活动度（如髋关节灵活性）调整动作标准，仅能分析技术动作，无法解读“击球落点选择”“对手站位预判”等战术层面问题。

五、结束语

本研究通过实验证明，计算机视觉技术在网球线上教学中具有显著的应用效果，能够有效提升学生的网球技能水平，改善学习体验，增强学习积极性。然而，该技术也存在一些不足之处，需要在未来的研究中进一步改进和完善。

未来，随着计算机视觉技术的不断发展和创新，其在网球线上教学中的应用前景将更加广阔。后续工作将聚焦于：优化核心算法以提高环境适应性，降低系统成本以促进普及，并探索结合虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术，构建沉浸式、交互性强的创新教学模式。推动网球线上教学向更高水平发展。

参考文献

- [1] 梁慧敏, 梁骁. 讲解示范教学法在羽毛球技术教学中的应用研究——基于现场教学与视频教学的比较实验 [J]. 当代体育科技, 2023, 13(26):65–72.
- [2] 施剑阳. 基于计算机视觉技术的教学手势对课堂专注度的影响研究 [D]. 浙江师范大学, 2024.
- [3] 宋春华, 赵俊, 夏晓华. OpenCV 计算机视觉入门与案例解析 [M]. 化学工业出版社 :202404:209.
- [4] 徐旭, 王全兰. 计算机视觉赋能中小学实验教学设计研究 [J]. 中国信息技术教育, 2022, (08):81–85.
- [5] 郭汉, 宋耀伟, 张森木. 基于计算机视觉的虚拟现实技术在体育教学中的应用研究 [J]. 西北工业大学学报 (社会科学版), 2016, 36(02):92–96.
- [6] 吴莹莹. 挥拍阻力扇练习器在高校网球选项课教学中的实验研究 [D]. 江西科技师范大学, 2019.DOI:10.27751/d.cnki.gjxkj.2019.000194.
- [7] 袁歆仪. 高校网球教学中正手击球技术训练方法的分析研究 [J]. 当代体育科技, 2024, 14(05):49–53.
- [8] 张莎. 可视化教学在高中物理力学教学中的研究与实践 [D]. 湖南理工学院, 2020.DOI:10.27906/d.cnki.gnghy.2020.000011.
- [9] 张利, 李燕, 谢景怡, 等. 表象训练法在高校女生乒乓球教学中运用的实验研究 [J]. 运动精品, 2021, 40(05):28–29+31.
- [10] 吴冬艳, 李露露. 甜点拍对网球正手击球准确性影响的实验研究 [J]. 冰雪体育创新研究, 2021, (07):170–171.
- [11] 吴岳东. 高校网球技术课线上教学模式的应用效果研究 [J]. 网球天地, 2023, (10):88–90.