

人工智能在游泳训练中的应用现状与未来发展趋势

周 鹏¹, 胡 沛^{1*}, 石 栩¹, 许经浩¹, 赵 丹¹

(1.北京化工大学, 北京市, 100029; *通讯作者, hupei01@buct.edu.cn)

摘 要: 随着科技的飞速发展, 人工智能在游泳训练领域的应用日益广泛。本文深入探讨了人工智能在游泳动作识别、训练计划制定以及比赛策略制定等方面的应用现状, 揭示了其对游泳训练效率和质量提升的显著作用。研究发现, 通过高精度数据分析和个性化训练建议, 人工智能不仅帮助教练更精准地掌握运动员的技术动作和体能状态, 还促进了训练计划的优化和比赛策略的智能化。然而, 人工智能在游泳训练中仍面临技术识别精度、数据安全与隐私保护以及教练与运动员接受度等挑战。未来, 技术创新、跨界融合与协同发展将成为推动人工智能在高校游泳训练中应用的重要趋势。

关键词: 人工智能; 游泳训练; 体育科技; 智能穿戴设备

引言

游泳作为技术密集型运动, 其训练效能高度依赖动作细节的精准量化。传统训练方法受限于主观经验判断与片段化数据采集, 难以实现全周期、多维度的科学化指导。近年来, 以大数据分析、计算机视觉和机器学习为代表的人工智能技术, 为游泳训练的科学化、精准化提供了新的技术路径。通过融合惯性传感器、深度学习算法与多模态数据, 运动员的肢体运动学参数、水动力学特征得以实时捕捉与智能解析。本文旨在系统梳理AI技术在游泳训练中的应用现状, 并基于技术演进逻辑预测未来发展方向。

1. 现有技术应用

1.1. 动作分析与反馈

在游泳训练中, 精准的动作分析是提升运动员技术水平的关键。借助先进的可穿戴设备, 如智能手环、运动手表以及安装在泳池周围和水下的传感器、摄像头等设备, 能够全面收集游泳者的动作数据。这些数据通过 AI 算法进行深入分析, 可精准识别划水的力度、频率、角度, 打腿的节奏、幅度, 以及身体在水中的姿态和位置变化等关键信息[1]。例如, 美国国家游泳队采用的 Gerford AI 计算机视觉辅助训练技术, 利用其专有 AI 技术, 通过计算机视觉为运动员提供洞察和数据分析[2]。该技术能自动跟踪和分析运动员姿态, 记录划水频率等关键指标, 为教练和工作人员提供实时可操作数据, 帮助教练和运动员及时发现动作中的问题并加以纠正, 从而优化技术动作, 提高游泳效率。

对于业余游泳爱好者而言, 一些基于 AI 技术的智能游泳教练 APP 也提供了便捷的动作分析服务。用户只需用手机拍摄自己的游泳视频并上传至 APP, APP 中的 AI 算法就能对视频进行分析, 识别用户的泳姿、动作规范程度, 并给出详细的改进建议和训练计划, 如同拥有一位私人游泳教练随时指导。

1.2. 个性化训练计划制定

AI 系统能够综合考虑运动员的身体素质, 包括耐力、爆发力、柔韧性等, 过往训练数据、比赛目标以及身体恢复状况等多方面因素, 利用机器学习算法生成个性化的训练计划。以中国国家跳水队基于大模型技术开发的 AI 辅助训练系统为例, 它能理解和执行教练或运动员的复杂指令, 及时提供准确信息, 还能对跳水动作实时打分、精准量化分析并提供指导。在游泳训练中, 这样的系统同样可以为不同水平和目标的游泳者量身定制训练内容。对于专业运动员, AI 可以根据其参加的比赛级别、距离以及个人优势和劣势, 制定精确到每天、每个训练时段的详细计划, 包括不同泳姿的训练比例、力量训练和耐力训练的强度安排等。对于普通游泳爱好者, AI 会依据其健身目标(如减肥、增强心肺功能)、当前游泳水平和每周可训练时间, 制定适合

的训练计划，如每周训练次数、每次训练的时长和强度递增方案等，使训练更具针对性和科学性，有效提升训练效果[3]。

1.3. 比赛策略制定与实时分析

在赛前准备阶段，AI 发挥着重要的对手分析和策略规划作用。通过对竞争对手以往比赛录像和成绩数据的深入分析，利用图像识别技术和数据挖掘算法，提取对手的出发反应时间、途中游的速度变化规律、不同泳姿的技术特点、转身和冲刺策略等关键信息，并建立对手的比赛模型。教练团队根据这些分析结果，为己方运动员制定出更具针对性的比赛策略[4]。

例如，在一场重要的游泳比赛前，教练团队利用 AI 分析对手在过往同级别比赛中的数据，发现对手在前半程采用高频率划水保持领先，但后半程耐力不足速度明显下降。基于此，为己方运动员制定了前半程紧跟对手，保持合理体力分配，后半程凭借耐力优势加速冲刺的比赛策略，从而增加获胜的机会[5]。

比赛过程中，借助水下传感器、高速摄像机以及边缘计算设备，AI 能够实时收集运动员的各项数据，如速度、划水频率、心率等，并与预设的最佳比赛数据模型进行对比分析。一旦发现运动员的比赛状态出现异常或者与预定策略有偏差，教练可以借助 AI 提供的实时反馈，及时通过耳机等设备向运动员传达调整指令，帮助运动员在比赛中灵活应变，发挥出最佳水平。

1.4. 安全保障与救生辅助

在公共泳池和水上运动场所，AI 溺水预警系统成为保障游泳者安全的重要防线。这些系统通常利用安装在泳池周围的智能摄像头，运用计算机视觉技术和深度学习算法，对泳池内人员的行为进行实时监测。当检测到有人出现异常的漂浮、挣扎、长时间静止不动等溺水迹象时，系统能够迅速发出警报，并精确定位溺水者的位置。如上海杨浦区体育活动中心游泳馆启用的 AI 防溺水系统，通过视频+红外原理，可在3-30秒内自动发现、定位、识别、放大、判断溺水者和疑似溺水者，并向救生员发出震动警报。部分先进的系统还可以与救生员的智能手环或其他通讯设备相连，确保救生员第一时间收到警报并前往救援，大大提高了救援的及时性和成功率。此外，一些 AI 驱动的水下机器人也开始应用于泳池巡逻，它们可以在水下自主移动，辅助救生员进行安全监控，扩大监控范围，减少监控盲区，为游泳者提供更安全的游泳环境。

1.5. 实际应用案例

2024年国际泳联世锦赛男子200米自由泳决赛中，中国游泳运动员张涛以1分44秒32的成绩刷新个人最佳纪录，成为中国首位在该项目中跻身世界前三的选手。这一成绩标志着中国游泳在短距离自由泳领域的重大突破。

竞技游泳对动作精度与体能分配的要求极高，运动员需通过科技手段实现训练效率的最大化。张涛的成功背后，离不开与智能穿戴品牌华米的深度合作。2023年，张涛正式签约华米，成为其全球游泳训练技术合作伙伴。华米为其提供定制化智能穿戴设备及多维度数据分析支持，助力其训练科学化升级。

在游泳训练中，划水效率、转身技术、呼吸节奏等细节直接决定比赛成绩。通过华米智能泳镜与腕戴设备，张涛能够实时获取划频、划幅、身体姿态角、触壁时间等关键数据。例如，设备内置的九轴运动传感器（含加速度计、陀螺仪与磁力计）以500Hz高频采样，精准捕捉自由泳划臂相位偏差（误差<2%），并通过AI算法生成实时语音反馈，帮助张涛在训练中即时调整动作。AI分析平台深度整合游泳生物力学模型。其自研的“WaveMotion”算法可解析运动员的流体力学特征，通过计算阻力系数与推进力分布，为张涛提供个性化的划水优化方案。例如，系统发现张涛在冲刺阶段髋部下沉角度偏大，导致水阻增加5%，随即建议其加强核心肌群稳定性训练。此外，平台还提供训练负荷分析、疲劳指数预测及恢复周期建议，帮助科学规划每日训练强度。

2. 人工智能在游泳训练中面临的挑战

2.1. 数据采集的准确性与完整性挑战

水下环境复杂，给数据采集带来了诸多困难。水流、气泡、光线折射等因素易干扰传感器的精准度，导致动作数据出现偏差。例如，在公开水域游泳中，自然光线变化会影响计算机视觉算法的识别效果，使得对运动员动作的捕捉和分析不够准确。同时，可穿戴设备在游泳过程中也面临着舒适性 with 数据稳定性难以平衡的问题。如高精度肌电传感器需紧贴皮肤，但游泳时水的压力和运动摩擦可能导致数据中断或失真，影响数据采集的完整性和准确性[6]。

2.2. 算法模型的适应性不足

现有AI模型大多基于专业运动员的标准动作数据训练，对于业余游泳者的个性化动作，如非标准泳姿，识别能力较弱，容易出现误判或漏判的情况。而且，实时分析对算法的算力要求极高。例如，同时处理多个泳道的水下摄像头视频流，需要边缘计算设备具备强大的运算能力，普通泳池难以负担如此高昂的硬件成本来满足实时分析的需求，限制了AI技术在一些场景下的应用。

2.3. 设备部署与维护成本高昂

专业的AI训练系统，如“3D+AI”辅助训练系统，需部署数十个水下摄像头和传感器，单套设备成本超百万元，这使得只有国家队或顶级俱乐部有能力承担，普通游泳馆难以企及。并且，设备在潮湿、高氯的泳池环境中易老化，每年维护费用占成本的20%-30%，进一步增加了使用成本，限制了AI技术在游泳训练中的普及。AI系统在运行过程中会收集大量运动员和游泳者的个人数据，包括身体姿态、运动习惯等敏感信息。若存储或传输过程中加密不足，这些数据可能被恶意利用，如用于动作模仿、身份识别等，侵犯个人隐私。2023年某游泳APP因用户运动视频未加密，导致数据泄露，引发了广泛关注。此外，公共泳池的AI监控系统若误将正常游泳者的隐私动作记录存储，还可能引发法律纠纷，给用户和运营方带来不必要的麻烦。

2.4. 数据安全与隐私保护风险

AI系统在运行过程中会收集大量运动员和游泳者的个人数据，包括身体姿态、运动习惯等敏感信息。若存储或传输过程中加密不足，这些数据可能被恶意利用，如用于动作模仿、身份识别等，侵犯个人隐私。2023年某游泳APP因用户运动视频未加密，导致数据泄露，引发了广泛关注。此外，公共泳池的AI监控系统若误将正常游泳者的隐私动作记录存储，还可能引发法律纠纷，给用户和运营方带来不必要的麻烦。

2.5. 人机协同的认知差异与功能互补不足

部分资深教练在长期的执教过程中形成了依赖经验判断的习惯，对AI生成的训练建议存在认知差异——当AI建议与经验判断冲突时，易产生决策分歧。例如，AI建议某运动员增加划水频率，但教练根据经验认为该运动员肌肉耐力不足，增加频率可能导致疲劳和受伤。同时，AI虽擅长数据处理和分析，但难以捕捉运动员的心理状态（如紧张、焦虑等），而心理因素对训练效果和比赛表现至关重要，导致技术分析缺乏“人性化”维度，需依赖教练补充心理层面的指导，人机功能尚未形成高效互补[7]。

2.6. 行业标准与法规体系缺失

目前全球尚无统一的游泳AI技术标准，不同品牌的设备和系统数据接口不互通，无法实现数据共享和协同工作，难以形成完整的行业生态。这不仅增加了用户选择和使用AI技术的难度，也阻碍了技术的进一步发展和创新。同时，部分国家对泳池AI监控的法律边界模糊，如欧盟《通用数据保护条例》（GDPR）对生物特征数据的采集限制，可能导致相关技术在欧洲市场推广受阻，影响AI技术在全球范围内的广泛应用。

3. 未来发展趋势

3.1. 更先进的数据采集与分析技术：针对性解决环境干扰与准确性问题

随着传感器技术的不断发展，未来的数据采集设备将更加小型化、高精度化和智能化。例如，研发出能够适应复杂水下环境的新型传感器（如抗水流干扰的柔性光纤传感器），可有效减少水流、气泡等因素对数据采集的干扰，提高数据的准确性和稳定性。同时，在数据处理和分析方面，深度学习算法将结合“环境自适应训练”（通过模拟不同水流、光线条件的数据增强技术），优化对公开水域等复杂场景的识别精度[8]。

新型的纳米传感器可能会被应用于游泳训练数据采集，其体积微小，可以更方便地集成在泳衣、泳帽等装备上，实现对运动员身体各项指标的全方位、实时监测。而且，这些传感器能够自动过滤干扰数据，确保采集到的数据真实可靠。在数据分析方面，基于量子计算的AI算法可能会出现，大大提高数据处理速度，实现对游泳动作的瞬间分析和反馈。

3.2. 智能设备与系统的升级：降低成本并提升适应性

未来的智能游泳设备和系统将更加集成化、低成本化和智能化。石墨烯、纳米材料等柔性传感器将嵌入泳衣面料，在保证高精度的同时降低硬件成本（预计单套设备成本可降至现有系统的1/5），突破传统穿戴设备的物理限制与价格壁垒。运动员可通过泳衣上的传感器获得全身动力学数据，优化划水动作的流体力学效率，例如调整入水角度以减少阻力等。

同时，AI训练系统将具备“分层适应能力”：针对专业运动员和业余爱好者分别构建子模型，通过迁移学习快速适配非标准泳姿，减少误判。例如，业余用户上传的自由泳视频中若存在“交叉划水”等非标准动作，系统可自动匹配相似案例库，给出适配性改进建议，而非简单判定为“错误动作”[9]。

3.3. 多模态数据融合与安全技术升级：解决隐私与协同问题

整合惯性传感器、肌电信号、水下摄像头等多源数据，构建游泳动作的“全息生物力学模型”。AI系统将结合新型学习技术（数据“本地处理+加密上传”），在不泄露原始数据的前提下实现多设备协同分析，解决数据安全与隐私保护问题。例如，不同泳池的AI监控系统可在加密状态下共享溺水识别算法模型，提升整体预警精度而不涉及用户数据泄露。

人工智能将与运动医学、生理学等学科进行更深入的融合，为游泳训练提供更全面的支持。通过整合运动员的生理数据、运动表现数据以及医学检测数据，AI系统能够更准确地评估运动员的身体状况和训练效果，预测潜在的运动损伤风险，并提供相应的预防和康复建议[10]。

3.4. 人机协同模式的深化：弥合认知差异并强化功能互补

未来AI系统将从“数据工具”升级为“辅助决策伙伴”，通过可视化技术将复杂数据转化为教练熟悉的经验化表达（如“该动作的划水效率相当于您过往指导的XX运动员巅峰时期的85%”），减少认知隔阂。同时，AI将引入“心理状态关联分析”模块，通过心率变异性、动作稳定性等数据间接推断运动员的心理状态（如紧张时划水频率异常升高），辅助教练进行心理疏导，弥补“人性化”维度的不足。

例如，当AI建议增加划水频率时，系统会同步显示“该建议基于当前肌肉耐力数据（剩余疲劳阈值30%），若结合您观察到的运动员状态，可调整为‘每5组增加1次划频’的渐进方案”，实现数据与经验的协同决策。

3.5. 行业标准与法规协同：构建规范化生态

国际体育组织（如国际泳联）可牵头制定游泳AI技术标准，包括数据接口规范、设备性能指标（如划水角度识别误差需 $<1.5^{\circ}$ ）、隐私保护要求等，推动不同品牌系统的数据互通。同时，各国也可针对泳池AI监控制定专项法规，明确生物特征数据的采集边界（如禁止存储非必要的面部细节），并建立“数据使用白名单”制度（仅允许用于训练分析和安全预警）。例如，欧盟可能在GDPR框架下增设“体育训练数据豁免条款”，在保护隐私的同时为技术应用留出空间。

4. 结论

人工智能技术正重构游泳训练的科学范式，已从技术探索阶段进入实际落地期，通过精准数据驱动与智能分析，重塑了训练模式、提升了安全保障，并推动大众游泳向智能化发展。当前技术已实现从单一数据采集到多模态融合分析的跨越，但还存在技术成熟度不足、成本壁垒、伦理争议等挑战，柔性传感、边缘智能与数字孪生将成为下一阶段的核心突破点。需通过跨学科合作、标准制定与政策引导逐步解决，未来游泳训练将围绕“数据驱动、人机协同、技术普惠”三大核心展开，将推动训练模式从经验主导转向科学量化，助力竞技体育与大众健身的深度融合，推动游泳运动向更科学、更公平、更包容的方向发展。

参考文献

- [1] 李阳.AI人工智能在游泳运动训练中的应用与发展 [C]//中国体育科学学会.第九届中国体育博士高层论坛论文摘要集.鞍山师范学院; , 2024: 223-225.
- [2] USA Swimming, Gerford AI Partner for New Technology [EB/OL]. <https://www.sisense.com/success/usa-swimming-dives-into-data-to-empower-future-olympians/>
- [3] 高学博, 杨继宏.基于机器学习的游泳运动训练方法研究 [J].兰州文理学院学报(自然科学版), 2024, 38(3): 110-114.DOI: 10.13804/j.cnki.2095-6991.2024.03.015.
- [4] 李想.科技助力训练：人工智能在游泳运动训练中的应用与发展 [C]//中国体育科学学会.第十三届全国体育科学大会论文摘要集——墙报交流(运动训练学分会)（一）.成都体育学院; , 2023: 246-247.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.079841.
- [5] 陈梦琳.差异化训练思路下游泳运动训练方法及技术提升分析 [J].当代体育科技, 2025, 15(3): 23-25.DOI: 10.16655/j.cnki.2095-2813.2025.03.007.
- [6] 王潇雨, 罗冰婷.人工智能技术在花样游泳运动训练中的应用 [C]//中国体育科学学会.第十三届全国体育科学大会论文摘要集——墙报交流(运动训练学分会)（一）.武汉体育学院; , 2023: 375-377.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.079899.

- [7] 徐德迅, 施国伟, 孙文奥. 基于Cite Space我国游泳运动训练监控领域的可视化分析 [C]//陕西省体育科学学会, 陕西省学生体育协会. 第二届陕西省体育科学大会论文摘要集 (专题二). 云南大学体育学院; , 2024: 237-243. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.024746.
- [8] 章颖. 高校游泳运动训练的安全问题研究 [J]. 冰雪体育创新研究, 2023 (22): 143-145.
- [9] 黎泳. 产教融合人才培养模式实践与分析——以运动训练专业游泳专项为例 [J]. 新体育, 2024 (12): 4-6.
- [10] 于汶辛. 游泳运动训练中肩关节损伤的机理、症状及预防措施分析 [J]. 体育视野, 2023 (5): 95-97.