

# 基于AR技术的头皮理疗用药指导与跟踪系统

郑 伟

杭州源颐健康科技有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 本研究聚焦头皮理疗领域,针对传统用药指导与跟踪方式的不足,开发基于AR技术的创新系统。开篇点明头皮理疗及精准用药的重要性,阐述AR技术引入带来的变革。通过系统功能需求分析,明确用药指导、治疗跟踪及用户交互等功能要点。精心设计系统架构,涵盖AR技术实现、数据存储管理及整体流程架构。深入开展关键技术研发,如头皮区域识别定位、AR可视化、数据处理分析等技术。经全面系统测试与优化,确保系统功能完备、性能良好。该系统有望以直观、精准、个性化的服务,提升患者头皮理疗用药依从性与治疗效果,为头皮健康管理提供创新数字化解决方案,推动该领域向智能化、精准化方向发展。

**关键词:** AR技术; 头皮理疗; 用药指导; 治疗跟踪; 精准医疗

## 1 引言

在人们对健康与形象愈发重视的当下,头皮健康成为关注焦点。常见的头皮问题,如脱发、头屑、炎症等,不仅影响外观,还可能反映出身体内部的健康隐患。头皮理疗作为改善头皮状况的有效手段,精准用药是其取得良好效果的关键。然而,传统的头皮理疗用药指导方式存在诸多局限,如文字和图片说明不够直观,患者难以准确把握用药细节,且缺乏有效的治疗过程跟踪,不利于及时调整治疗方案。增强现实(AR)技术的兴起为解决这些难题带来契机。它能够将虚拟信息与现实场景融合,为用户提供沉浸式交互体验。将AR技术引入头皮理疗用药指导与跟踪领域,有望打破传统模式的束缚,以创新方式提升治疗效果与患者体验,本研究将围绕此展开深入探索。

## 2 系统功能需求分析

### 2.1 用药指导功能需求

在头皮理疗中,患者急需清晰且精准的用药指引。药物信息展示需全面,涵盖通用名、商品名,详细功效如针对脂溢性皮炎的抗炎、控油作用,帮助患者了解药物作用机制。使用方法务必直观,精确到每次涂抹的剂量,如以滴管吸取0.5毫升药剂,配合AR技术,在患者头皮模型上动态标记涂抹位置,像在发际线、头顶等易脱发区域重点标注。说明使用频率,例如每日早晚各一次,用AR动画模拟完整操作流程,让患者清楚知晓每一步骤。注意事项方面,告知患者用药期间避免接触眼睛,若出现皮肤过敏应立即停药并咨询医生,通过AR弹窗或语音提示强调,确保患者安全、准确用药<sup>[1]</sup>。

### 2.2 治疗跟踪功能需求

治疗跟踪对评估头皮理疗效果至关重要。系统要精

准记录每次用药时间,借助手机系统时钟自动记录,为后续分析治疗周期提供依据。患者头皮状态变化通过拍照或视频留存,利用AR技术在拍摄画面上添加时间、用药次数等水印,方便对照查看。患者自我感受反馈不可或缺,设置简单易懂的反馈界面,如用滑动条评价头皮瘙痒、疼痛程度,以文字框描述用药后头皮的特殊感觉。系统整合这些数据,通过数据分析模型,依据时间序列分析头皮状态改善趋势,若发现一段时间内脱发量未减少,及时提醒医生调整用药方案,保障治疗效果。

### 2.3 用户交互功能需求

良好的用户交互能提升患者使用体验。系统界面设计要简洁明了,操作按钮布局合理,色彩搭配柔和护眼,各功能板块一目了然,如用药指导、治疗记录等分区明确。语音交互功能为双手忙碌或视力不佳患者提供便利,患者说出“查看今天用药步骤”,系统即刻响应并展示相关内容。建立畅通的用户反馈渠道,在系统内设置反馈入口,患者可随时提交使用过程中的问题、建议,如对AR动画速度、清晰度的意见。开发团队定期收集反馈,优化系统,不断提升用户满意度,确保患者能顺利使用系统,积极配合头皮理疗。

## 3 系统架构设计

### 3.1 AR技术实现架构

本系统选用ARCore作为AR技术实现的核心平台,因其在安卓设备上具有广泛兼容性与强大功能。利用ARCore的环境理解技术,系统能快速识别患者头皮所在平面,精准定位AR内容的叠加位置。通过特征点跟踪算法,即使患者头部移动,虚拟的药物信息和操作演示也能稳定贴合头皮。在模型渲染方面,借助Unity 3D引擎构建逼真的3D模型,如模拟药物外观、头皮微观结构。

Unity 3D强大的材质与光照系统，让模型质感和光影效果高度还原现实，增强视觉沉浸感。为确保AR显示流畅，采用异步加载技术，提前缓存后续可能用到的AR资源，避免加载卡顿，为用户提供实时、顺滑的AR体验，精准呈现头皮理疗用药指导的关键信息。

### 3.2 数据存储与管理架构

数据存储选用MySQL关系型数据库，因其具备良好的数据一致性与完整性保障能力。患者基本信息，如姓名、年龄、病史等存储于患者信息表；药物信息表记录各类药物名称、功效、成分、用法用量等；治疗跟踪表则详细记录每次用药时间、头皮状态图片或视频存储路径、患者反馈等数据。通过合理建立表间关系，如患者信息表与治疗跟踪表通过患者ID关联，方便数据查询与调用。为保障数据安全，采用SSL加密传输，防止数据在网络传输过程中被窃取或篡改。定期进行数据备份，将重要数据存储至异地服务器，降低数据丢失风险，确保系统稳定运行，为头皮理疗提供可靠数据支持<sup>[2]</sup>。

### 3.3 系统整体流程架构

患者登录系统后，首先进入用药指导界面。系统根据患者选择的药物，利用AR技术展示详细用药信息，包括3D动画演示涂抹流程。完成用药后，患者可在治疗跟踪板块上传头皮状态记录，系统自动记录时间并存储数据。系统后台对跟踪数据进行分析，若发现异常，如头皮炎症加重迹象，及时向医生端发送预警。医生根据数据与患者反馈，调整用药方案并更新至系统。患者下次登录时，接收最新用药指导。整个流程中，用户交互贯穿始终，患者可随时通过语音或界面操作与系统互动，反馈问题，系统依据反馈优化功能，形成闭环，保障头皮理疗用药指导与跟踪的高效、精准进行。

## 4 关键技术研发

### 4.1 头皮区域识别与定位技术

头皮区域识别与定位是精准用药指导的基础。系统运用基于深度学习的目标检测算法，以大量包含不同角度、发型及光照条件下的头皮图像构建训练数据集。采用卷积神经网络（CNN）架构，通过多层卷积与池化操作，自动提取头皮区域的特征。在训练过程中，不断调整网络参数，使模型对头皮特征的识别准确率逐步提升。为应对复杂背景干扰，如头发遮挡、耳环等饰品，算法着重学习头皮独特的纹理、颜色等特征。识别出头皮区域后，利用AR技术中的姿态估计方法，精确计算头皮在三维空间中的位置与角度，确保虚拟的用药指导信息能准确叠加在头皮对应部位，为患者提供精准的可视化指引，提升用药准确性。

### 4.2 AR可视化技术

AR可视化技术赋予用药指导直观、生动的呈现效果。利用3D建模软件，精心打造药物制剂的高精度模型，如药膏管、喷雾瓶等，逼真还原外观细节与材质质感。对于头皮生理结构，构建分层的3D模型，展示表皮、毛囊等结构，帮助患者理解药物作用靶点。在动画制作方面，通过关键帧动画技术，模拟药物从取出到涂抹在头皮上的全过程，精确控制动作节奏与顺序。运用粒子系统模拟药物涂抹时的扩散效果，增强真实感<sup>[3]</sup>。为优化显示效果，采用实时阴影与光照计算技术，使虚拟物体与现实场景光照融合自然，让患者在AR环境中能清晰、准确地获取用药信息，提升治疗依从性。

### 4.3 数据处理与分析技术

系统采集的治疗跟踪数据需高效处理与分析。数据处理阶段，首先进行数据清洗，去除因设备故障、用户误操作产生的异常数据。针对图像和视频数据，采用图像增强算法提升清晰度与质量，便于后续分析。在数据分析环节，运用时间序列分析算法，对用药时间、头皮状态变化等随时间变化的数据进行建模。通过分析数据趋势，如头皮炎症面积随用药时间的变化曲线，判断治疗效果。利用聚类分析算法，根据患者的症状、治疗反应等特征，将患者分组，为不同类型患者提供更具针对性的治疗建议。此外，引入关联规则挖掘算法，探寻药物使用、生活习惯与治疗效果间潜在联系，进一步优化治疗方案，切实提高头皮理疗效果。此外，引入关联规则挖掘算法，探寻药物使用、生活习惯与治疗效果间潜在联系，运用可视化工具直观呈现分析结果，进一步优化治疗方案。

## 5 系统测试与优化

### 5.1 功能测试方案设计

为全面、严谨地测试系统功能，制定了一套覆盖各个功能模块的详尽方案。针对用药指导功能，收集数十种常见及特殊的头皮理疗药物，模拟不同患者的用药场景。从药物初次展示，检查系统能否迅速且准确地呈现药物的化学名称、商品名、主治功效、详细成分等基础信息。在使用方法展示环节，借助高精度动作捕捉设备，对比AR动画演示与实际标准用药操作的契合度，确保每一个涂抹、按摩步骤都精准无误。针对不同视力、认知水平的模拟用户，评估药物注意事项的呈现是否清晰易懂。

在治疗跟踪功能测试中，组织多组志愿者按照预设的复杂治疗周期进行模拟治疗。系统自动记录每次用药时间，同时通过图像识别算法验证上传的头皮状态图片

或视频是否被正确标记、存储及分类。搭建模拟反馈场景,设置多种常见及罕见的反馈类型,检查系统能否准确接收、解析并合理存储患者的自我感受反馈信息,保证数据的完整性与可用性,为后续数据分析奠定坚实基础。

### 5.2 性能测试与评估

性能测试从多个关键维度对系统进行全方位考量。运用专业的压力测试工具,模拟在医疗机构、大型康养中心等场景下可能出现的大规模并发用户访问。通过实时监测AR渲染引擎的工作状态,记录不同时间点的帧率、GPU使用率等关键指标,评估AR显示在高负载下的流畅度,确保用户体验无明显卡顿。在不同网络环境下,包括信号较弱的偏远地区4G网络、拥挤的公共Wi-Fi以及高速5G网络,多次重复进行药物信息加载、头皮状态数据上传等操作,精确统计平均加载时间、数据传输成功率及丢包率,以评估系统在复杂网络条件下的数据传输性能<sup>[4]</sup>。

系统响应时间测试则模拟用户的高频操作,如快速切换药物信息页面、频繁提交反馈等,利用高精度计时器记录系统从接收操作指令到给出响应的时间间隔。长时间稳定性测试将系统持续运行数天,监测系统资源占用情况,包括CPU、内存使用率等,及时捕捉系统是否出现内存泄漏、程序崩溃等异常现象,全面评估系统性能,为后续优化提供精准方向。

### 5.3 优化策略与实施

基于测试所暴露出的问题,实施一系列针对性强且高效的优化策略。针对AR显示卡顿,对3D模型进行深度优化,采用先进的网格简化算法,在不影响关键视觉效果的前提下,大幅减少模型面数,同时优化材质纹理压缩格式,降低GPU数据处理量。引入多线程渲染技术,充分利用现代硬件的多核性能,显著提升渲染效率,确保AR画面流畅稳定<sup>[5]</sup>。

为解决数据加载缓慢问题,构建多级缓存机制,不仅在本地设备缓存常用药物信息和近期治疗数据,还在服务器端设置分布式缓存,减少数据库查询次数。对数

据库进行全面优化,通过分析查询日志,创建高效的索引,优化查询语句结构,大幅提升数据读取速度。针对系统响应延迟,对核心代码进行重构,去除冗余代码逻辑,优化算法复杂度,减少不必要的资源竞争与等待时间。每实施一项优化策略后,立即进行回归测试,验证优化效果,不断调整优化参数,直至系统性能达到卓越水平,为用户提供流畅、高效的头皮理疗服务体验。

## 6 结语

本研究成功搭建起基于AR技术的头皮理疗用药指导与跟踪系统,通过多维度探索,实现了诸多关键突破。从需求挖掘到架构设计,再到核心技术攻坚与系统测试优化,各个环节紧密相扣。系统创新性地利用AR技术,为患者提供可视化、精准化用药指导,同时实现治疗过程的动态跟踪,有效提升了头皮理疗的数字化与智能化水平。展望未来,该系统具有广阔的拓展空间。一方面,可深化与医疗机构的合作,开展大规模临床验证,进一步完善系统功能;另一方面,借助新兴技术,如人工智能与大数据,持续优化算法,实现更个性化的治疗方案推荐。相信随着技术的不断迭代,该系统将在头皮健康管理领域发挥更大作用,惠及更多受头皮问题困扰的人群。

## 参考文献

- [1]杨航,刘铁,吴艳萍,金超,杨莉琼.基于RFID技术的装配式构件质量动态跟踪系统[J].智能建筑与智慧城市,2024(3):73-75.
- [2]王学军,韩清林,张涛,徐彦雷,宫建华.基于AR技术的智能点检系统的研究与应用[J].中国设备工程,2024(S02):205-207.
- [3]张琳.5G技术下WebAR跟踪注册技术分析与研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2024,42(10):47-50.
- [4]刘丕显.应用体外反搏与电头皮针治疗脑血栓形成[J].中国康复医学杂志,1994,9(4):178-179.
- [5]孔晓明,郭坚.AR系统中目标跟踪技术的研究[J].信息技术与信息化,2007(4):79-81.