

智能按摩机器人在健康产业的应用与挑战

吕红娟 吕水平

深圳力驰传感技术有限公司，广东 深圳 518000

摘要：作为一项新兴的健康产业技术，智能按摩机器人在老人护理、康复治疗、减压放松等领域得到了广泛应用。机器人可以将深度学习和 3D 重建技术相结合，对人体穴位进行精准识别，并生成按摩路径，以适应人体形态。同时，在动态环境下，自适应力循迹控制策略使按摩力量保持稳定。这些手法对按摩效果和使用体验都有很大的改善。不过，无论是力控还是视觉识别，智能按摩机器人依然面临着技术上的挑战。本文对其应用现状进行了综述，对相关技术难点进行了探讨，并为促进该技术在健康产业的广泛应用提出了未来的发展方向。

关键词：智能按摩机器人，力控，视觉识别，深度学习，自适应控制

1 引言

科技日新月异，智能机器人广泛应用于多个领域，健康产业也不例外。作为一项新兴技术，智能按摩机器人逐渐在养老护理、康复治疗、减压放松等领域崭露头角，得益于它的高效精准。在传统人工按摩方式往往局限于人力资源和技术水平，难以全面满足市场需求的同时，老龄化社会的到来使得对高质量护理和康复服务的需求与日俱增。通过先进的人工智能和机械工程技术，智能按摩机器人不仅可以满足用户的个人需求，提供稳定、持续的按摩服务，还可以进行个性化定制。本文旨在探讨智能按摩机器人在健康产业中的应用现状，分析其在技术实现方面的主要方法，揭示当前技术所面临的挑战，并对未来的发展方向进行展望，我们将对智能按摩机器人在健康产业的应用与挑战展开论述。

2. 智能按摩机器人的应用现状

2.1 老年护理中的应用

老年人口的增加使得护理需求急剧上升，传统的人力护理方式已难以满足大量老年人的需求。智能按摩机器人在这一领域的应用，主要体现在以下几个方面：

(1) 与人类护理人员不同，机器人可以长时间不间断地工作，避免了人类在长时间工作后可能出现的疲劳和注意力下降问题，这种持续的服务对需要长期护理的老年人尤其重要。

(2) 智能按摩机器人能够个性化定制护理方案，通过收集和分析老年人的健康数据，如肌肉紧张度、关节灵活性等，机器人可以制定出最适合每个老年人的按摩方案。这种个性化的服务不仅提高了护理的效果，还增强了老年人的舒适感和满意度。

(3) 智能按摩机器人还能在心理层次上为老年人提供所需的安慰。许多老年人在独居或长期卧床的日子里可能会体验到孤独的痛苦和焦虑的情绪。智能按摩机器人的柔和触感和人性化设计能够提供一种心灵上的安慰，并且同时也有益于减轻他们因为长期卧床而产生的生理不适。

2.2 康复治疗中的应用

(1) 智能按摩机器人能够通过精细调节施压的强度与方位确保患者每一次的治疗按摩均获得最佳成效。在传统的手工按摩中不均匀的压力或不恰当的角度可能会削弱疗效，而智能按摩机器人则能够利用其精确的操控系统来规避这种问题^[1]。而且研究揭示，在恢复疗法中运用智慧型按摩自动机，对患者的恢复进程和成效均产生了显著的促进影响。

(2) 由于智能按摩机器人能够在病人康复过程中的高重复性和高强度训练的工作中实现长时间的有效运转和优化训练方案的制定与执行从而有效地加快病人的康复速度，因此智能按摩机器人在患者康复中的作用举足轻重。其也使人工护理人员的有力补充，既能有效地完成康复过程中的各项工作，又能使病人的康复进程得到有效加快，是一种高效便捷的康复手段。

(3) 在智能化按摩机器人的辅助下，病人的康复数据能够得到实时监控和记录，并通过数据分析的方式获得个性化康复建议与调整方案，有效地提高了康复治疗的精确性及其成效。以数据驱动的个性化康复模式是智能按摩机器人在医疗领域大有可为的地方。在病人的康复治疗中引入数据驱动的思路，既能在康复过程中的各个环节进行科学的分析和判断，又能提供给康复人员针对性强的帮助与支持。

2.3 减压放松中的应用

(1) 智能按摩机器人可彻底模拟资深推拿师的手艺和技巧，提供顶级的专业水准推拿服务。机器人也能执行深层肌肉操纵和众多特定穴位的按压技巧，同时也能增强按摩的准确性和律动感，进而为顾客提供一个更为卓越的体验。

(2) 智能按摩机器人能够提供即时的舒缓服务无分平日或假日，用户都可以在任何地点体验到专业级的按摩服务，无须专门安排时间前往按摩中心。智能按摩机器人在多样的环境中例如居住空间或工作场所亦可提供服务，顾客仅需轻触开关，便可体验

到专业级别的按摩舒适。

(3) 结合其他健康设备后, 智能按摩机器人可以提供全面性的放松方案, 与智能健康手环和健康监测设备相连接, 实时监测用户健康状况并给出个性化放松建议与方案 (如图 1 为蓝本)。这种综合性的健康管理方式既提高了按摩的效果, 又增强了用户的健康意识和管理能力是智能按摩机器人对人们健康的一种管理。



图 1 智能机器人健康检测

3. 技术实现与方法

3.1 深度学习在穴位识别中的应用

(1) 深度学习主要以精准识别人体穴位为主的智能按摩机器人的应用。机器人通过对神经网络模型的构建和训练, 能够对人体表面穴位进行自动识别和定位。首先, 资料的收集是识穴之本。采集大量穴位图像和相关数据, 通过高分辨率照相机等传感器^[2]。这些数据被用来训练深度学习模型, 让深度学习模型能够识别出穴位的特点。

(2) CNN 对采集到的图像进行处理, 可以自动提取图像中的特征, 并对其进行归类鉴定。在穴位辨识上, CNN 模型可以辨识出人体皮肤表面的微小特征, 从而对穴位的位置进行精确的定位。增强学习和迁移学习等技术也可以采用, 以提高识别的准确性和鲁棒性。增强学习通过对模型决策过程的不断优化, 使模型的性能在复杂环境中得到改善。迁移学习则是利用现有的模型和数据来加速新模型的训练过程。

3.2 三维重建技术在按摩路径规划中的应用

(1) 在智能按摩机器人的运用中三维重建技术扮演着关键角色, 其主要目的是创造出准确无误的按摩路径。通过对人体轮廓的三维扫描构建一个精确的立体形象, 协助机械臂能够设计出最理想的按摩轨迹。利用激光扫描仪或立体成像技术对人体进行立体测绘获取高分辨率的三维顶点集数据。这些信息涵盖了人体外观的全部微妙特征为后续的路径规划提供了基础。

(2) 应用三维重建算法对点云数据进行处理, 生成完整的三维模型。该程序涉及若干关键环节如空间点阵对齐、杂讯消除以及几何表面再造等, 经由这一系列操作, 能够构建出一个精细的人体立体形态模型。在立体模型的框架内应用航迹设计算法构建

出按摩轨迹。路径规划算法必须顾及众多变量例如按压强度、路径长度以及身体的适应性等。常用的算法包括 A* 算法、Dijkstra 算法和 RRT 等, 这些算法能够在三维空间内定位到最佳的按摩路径, 既保障了按摩的功效, 又增进了顾客的舒适体验。

3.3 自适应力跟踪控制策略

(1) 自适应力跟踪控制策略主要应用于确保在按摩活动期间力控稳定性方面, 在多样的按摩场合下, 机器人能够依靠即时观测与调节施加的压力, 提供持续可靠的服务。在机器人按摩头部或其机械臂执行的按摩活动中采用压力传感器来持续跟踪触摸压力, 有助于对施加的力度进行精细的测量。

(2) 在面对巨大的不确定性时广泛采用的自适应控制算法涉及自适应控制、自适应模糊控制以及自适应神经网络控制等方法。它们通过运用这些自我调节控制技术, 能够依据实时检测到的压力数据自动调整按摩强度, 优化机械臂的运动参数, 从而保障按摩力度稳定和安全性。阻抗控制策略同样在智能按摩机器人上得到了广泛采用, 通过改变机器人在与人体触摸过程中的抗力来达到温和的按压效果。

4. 技术挑战

4.1 动态环境中的力控难题

(1) 在动态环境下, 智能按摩机器人对作用于人体表面的适当力量的控制提出了很高的要求。人类皮肤和肌肉的柔软度与弹性会随按摩过程中的位置和力度的变化而变化, 这就要求机器人能够实时地调整施加的力, 以适应这些变化。而这种力的控制复杂度也增加了系统设计和控制算法的难度。因此, 智能按摩机器人在动态环境下的力控系统是一项极具挑战性的课题。

(2) 在按摩过程中的人体细微移动和姿态变化也对机器人构成了挑战。病人在按摩时可能会出现不自觉地动作, 这就要求机器人能够快速响应并对按摩路径和力度进行相应调整, 以保证按摩效果的精确性和安全性, 而传统的力控算法在面对这些快速变化的时候可能会显得力不从心。所以需要开发更为智能的自适应控制策略来应对这些变化。

(3) 可根据实时监测的数据自动调整机器人施加的作用力的自适应力跟踪控制策略的实现。先进的控制算法, 如模型预测控制 (MPC)、模糊控制等, 能够在动态环境下达到更高的控制精度和稳定性^[3]。这些方法有效地应对动态环境下的力控难题, 通过提高系统的反应速度和应变能力。

4.2 视觉识别穴位的难点

(1) 人体穴道分布复杂, 个体差异显著, 不同人的穴道位置和深浅可能会有很大的差异, 这就对视觉识别系统提出了很高的要求 (制作方法可参考图 2)。肌肤表层的质地、色泽变化也会对视觉辨识的精准度造成影响。肤色和阴影在不同的光照条件下会发生变化, 可能造成辨识上的误差。另外, 毛发、痣及皮肤上的

疤痕等特征，也会对辨识穴道造成干扰。

(2) 科研人员运用多种技术手段，提高视觉识别的准确性。通过训练神经网络模型，深度学习技术能够增强复杂纹理和色彩变化的坚固性。对影像资料处理表现优异的卷积神经网络，能有效辨识肌肤表面细微之处，从而提升辨穴精准度。结合 3D 重建技术，更精确的穴位定位信息可以在人体表面生成三维立体模型。高精度的 3D 扫描设备获取人体表面的点云数据，并利用 3D 重建算法生成可作为视觉识别基础数据的完整 3D 模型，从而提高识别的精确性和稳定性。

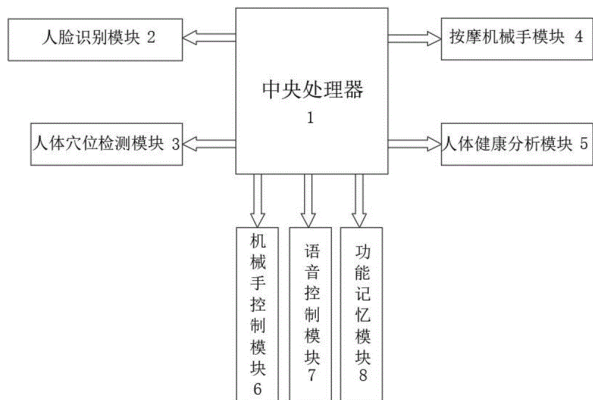


图 2 自动识别穴位分析人体健康的智能按摩机器人的制作方法

4.3 多传感器融合与算法优化

(1) 不同传感器的数据可能存在时间和空间上的不一致，需要通过数据融合算法进行同步和校准。常用的数据整合方法有卡尔曼滤波、粒子滤波、贝叶斯估测等，能有效地将多源资料整合，提升系统的整体效能。

(2) 多传感器融合还需要解决数据冗余和冲突的问题，视觉传感器和力传感器在某些情况下可能会提供冲突的数据，为了确

保系统做出正确的决策，需要通过优化算法进行权重调整和数据筛选。基于深度学习的多模式融合技术通过训练多模式神经网络模型，在处理复杂数据时能够提供更好的性能，实现高效的融合处理多源数据。

(3) 在应对复杂动态环境时可能表现不佳的传统控制算法，需要开发更智能、自适应的控制策略，算法优化是智能按摩机器人实现高效控制的关键。近年来，在机器人控制中广泛采用了基于强化学习的控制策略和基于智能优化算法的控制策略。

5 结语

在健康产业中，智能按摩机器人的应用大有可为，它以深度学习技术为依托，结合三维重建与自适应力跟踪控制等手段，在提供高效精准的按摩服务的同时，还克服了动态环境下力控与视觉识别穴位以及多传感器融合与算法优化等诸多技术难题。今后研究在科技不断进步的今天，随着智能按摩机器人的不断改进和研发，要在此基础上进一步提高技术层次，使机器人的性能和可靠性得到提高，从而在健康产业中发挥更大的作用，为人们提供更优质的健康服务。

参考文献：

[1] 刘志龙, 杜加军, 李俊桦, 等. 按摩理疗机器人应用现状及展望 [J]. 中国医疗器械信息, 2024, 30 (01): 83-86+174.
[2] 鲁守银, 中医按摩机器人实用化技术研究开发与应用. 山东省, 山东建筑大学, 2017-12-24.
[3] 张秋云, 张营, 李臣. 遗传算法优化 BP 神经网络在中医按摩机器人中的应用 [J]. 应用科技, 2017, 44 (02): 73-77.

作者简介：吕红娟（1985 年 4 月）女，汉族，湖南邵阳县，本科，技术员，研究方向：人工智能。