

基于高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别中的有效性研究及其在医美领域的应用

郑炜钢 余旭光*

杭州小肤科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 科技持续迈进,高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别范畴的应用愈发普遍。本文着重探讨该技术于皮纹特征识别的有效性,以及在医美领域的创新用途。深入探究3D人脸建模和皮纹特征识别技术原理,以实验方式验证此技术在皮纹识别的精确性与可靠性。阐述其在医美方案定制、手术模拟、术后效果评估等方面的应用情况。研究表明,高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别及医美领域具备极大应用潜力,有望促使医美行业朝着智能化、精准化方向前行。

关键词: 高精度3D人脸建模;皮纹特征识别;医美领域;生物特征识别;精准医疗

引言

生物特征识别技术蓬勃发展,皮纹特征因其独特、稳定,成为身份识别与个体分析关键依据。指纹作为皮纹典型,在刑侦、门禁等诸多领域早已广泛应用,面部皮纹同样藏有丰富个体信息。传统2D皮纹识别技术精度与全面性不足,光照、角度等因素影响大,难以获取皮纹深度信息,致使识别误差偏高。高精度3D人脸建模技术应运而生,为皮纹特征识别提供新思路,能构建含几何形状和纹理细节的三维模型,大幅提高皮纹特征采集精度。医美行业对个性化、精准化服务需求渐盛。把高精度3D人脸建模技术用于皮纹特征识别并引入医美领域,既提升皮纹识别准确性,又为医美服务提供科学依据,助力医美行业数字化转型,对推动相关领域技术革新,有着重要理论与实践价值。

1 高精度 3D 人脸建模与皮纹特征识别技术原理

1.1 高精度3D人脸建模技术原理

结构光3D扫描技术借投影仪把特定图案,像条纹、格雷码之类,投射至人脸表面,相机从不同角度同步拍摄。拿条纹投影来说,条纹图案投射到人脸,因人脸高低起伏,条纹会变形。分析条纹变形状况,运用三角测量原理,就能精准算出人脸表面各点三维坐标,构建3D人脸模型。该技术扫描速度快、精度高,一般扫描时间能控制在数秒,精度可达亚毫米级,可快速获取人脸几何形状与表面纹理信息。科研与医疗领域常用的Athena3D扫描系统,靠结构光技术,不仅能生成高精度3D人脸模型,还能精确测量皮肤粗糙度等细节。立体视觉技术模拟人类双眼视觉,用两个或多个相机从不同角度同时拍人脸。以双目相机为例,匹配两幅图像里人脸

特征点,依三角测量原理算出特征点在三维空间坐标,从而构建3D人脸模型。这种技术无需投射额外图案,适合对实时性和自然感要求高的场景,比如安防监控里的实时人脸识别。不过对相机校准和图像匹配算法要求严苛,相机位置偏差、焦距不同等因素,都可能致使特征点匹配出错,影响建模精度。为解决此问题,研究人员持续优化算法,引入深度学习方法,提高特征点匹配的准确性与鲁棒性。

1.2 皮纹特征识别原理

皮纹内含诸多特征,诸如嵴线走势、分叉处、终结点等。在3D人脸模型上运用特定算法提取皮纹特征。先对3D模型预处理,借助高斯滤波、直方图均衡化等方式,让皮纹更清晰,降低噪声影响。继而采用基于梯度、曲率等几何特性的方法,提取皮纹关键特征点与特征线。像计算皮纹表面法向量和曲率,便能确切明确嵴线走向与起伏,为后续识别奠定根基。将提取的皮纹特征与数据库内模板开展匹配。常见匹配算法包含欧式距离、余弦相似度等。欧式距离通过计算待识别皮纹特征和模板特征在特征空间里的距离,判断两者相似度;余弦相似度则衡量两个特征向量间夹角以确定相似度。设置恰当阈值,当相似度超过该阈值,便认定为同一对象,达成皮纹特征识别。为提升匹配效率与精准度,研究人员引入局部特征描述子,像尺度不变特征变换(SIFT)和加速稳健特征(SURF),强化对皮纹特征的表述能力。

2 高精度 3D 人脸建模技术在皮纹特征识别中的有效性验证

2.1 实验设计

找来200名志愿者,借助高精度3D扫描设备Artec Leo采集他们人脸的3D数据,同时获取皮纹信息。Artec Leo设备依据结构光原理工作,扫描精度能达到0.2mm。把采集所得数据按7:3的比例划分成训练集和测试集,训练集用来训练皮纹特征识别模型,测试集用于验证模型性能^[1]。数据采集期间,模拟多样光照条件以及各种表情变化,以此保证数据的丰富多样性。安排对比实验,把基于高精度3D人脸建模的皮纹特征识别方式跟传统2D皮纹识别方式作比较。在同一测试集上,用这两种方法分别开展皮纹识别。用Python语言编写识别程序,借助OpenCV库完成2D皮纹识别,通过PointCloudLibrary(PCL)实现3D皮纹识别,记录下识别准确率、识别速度等各项指标。

2.2 实验结果与分析

实验得出,基于高精度3D人脸建模的皮纹特征识别手段,在识别准确率方面远超传统2D皮纹识别方式。3D建模可获得更为全面的皮纹信息,涵盖深度信息,降低因视角和光照改变致使的特征缺失,提升识别精准度。3D皮纹识别方法的准确率达96.5%,但2D皮纹识别方法准确率仅83.2%。在不同光照情形和表情变化时,3D皮纹特征识别方法稳定性更佳。因3D模型能展现人脸真实形状与皮纹分布,受光照和表情影响小,相较于2D识别方法,能更精准地进行皮纹匹配,降低误判几率。强光和弱光环境下,3D皮纹识别准确率波动范围在2%以内,而2D皮纹识别准确率波动范围超10%。

2.3 实验局限与后续优化方向

本次实验运用精度颇高的Artec Leo设备,只是该扫描设备价格不菲,致使它在众多场景的应用受限。200名志愿者构成的样本量,放在大数据环境下看,规模较小,或许难以完整囊括不同年龄、种族、肤质人群的皮纹特点。往后研究可扩大样本规模,纳入不同地域、年龄层的人群,同时探寻性价比更高的3D扫描设备,助力技术得以更广泛应用。3D皮纹识别方法虽说呈现出优势,可识别速度方面仍有提升空间。像安防门禁系统、医美快速诊断这类实际应用场景,对识别响应速度要求更高。当前算法处理复杂表情与姿态时,计算复杂程度偏大。后续可优化PCL库内算法,引入轻量级神经网络模型,以此降低计算量,加快识别速度。现有模型提取皮纹特征之际,对细微皮纹特征挖掘尚不够深入,未来能够改进特征提取算法,融合深度学习里的注意力机制,增强对细微皮纹特征的敏感度,进而提升识别准确率。本次实验多集中于实验室环境,而实际应用场景的复杂程度远超实验室模拟,诸如户外强光、高温高湿等极端

状况下,设备性能与算法稳定性都有待进一步验证。后续研究可以模拟更多复杂现实场景,针对3D皮纹识别系统展开测试与优化,增强它在不同环境中的适应能力,为技术落地提供更有力的保障。

3 高精度 3D 人脸建模技术在医美领域的应用

3.1 医美方案定制

利用高精度3D人脸建模所获皮纹与面部结构信息,医生得以全方位剖析求美者皮肤状况、面部轮廓。依据皮纹粗细、分布情况,还有面部皱纹深度与走向,便能拟定个性化医美方案^[2]。皮纹粗且皱纹深的区域,可选用能量较高的激光治疗,以此刺激胶原蛋白再生;针对面部凹陷处,能确定填充材料用量及注射位置,像在苹果肌部位适量填充玻尿酸,力求实现最佳治疗成效。把3D人脸模型和皮纹特征相融合,可直观为求美者呈现医美方案预期效果。凭借专业3D可视化软件,像Mimics和3DSlicer,经模拟手术后面部变化,能让求美者更好领会治疗流程与可能达成的效果。在开展鼻部整形手术前,借助软件模拟植入假体后的鼻部形态,其中涵盖鼻梁高度、鼻尖形状等,提升求美者对医美方案的接受程度与满意程度。

3.2 手术模拟与风险评估

医美手术开展前,运用3D人脸建模技术模拟手术进程。医生可于虚拟环境内操作,预先规划手术步骤、预估手术效果并优化手术方案。以面部整形手术为例,模拟骨骼与软组织移动,借此确定最佳手术方案,降低手术风险。运用有限元分析方法,模拟手术给皮肤带来的应力与应变影响,预测术后面部表情变化,为医生提供科学决策支撑。将皮纹特征与3D人脸模型相结合来评估手术风险。分析皮肤弹性、皮肤厚度以及面部血管分布等信息,预测诸如皮肤坏死、出血等手术可能出现的并发症。研究显示,经3D建模分析,能够提前察觉面部血管的异常分布状况,为医生制定相应预防举措提供依据,降低手术风险。

3.3 术后效果评估

术后再度运用3D人脸建模技术采集求美者面部数据,并与术前数据比对。经由分析皮纹特征与面部结构的变动,对手术效果展开客观量化评估。运用专业测量软件,去测量皱纹减少程度、面部轮廓改善情形等,为医生与求美者给出确切的术后效果反馈。拉皮手术完成后,测量面部皮肤松弛度和皱纹长度,以此评估手术有效性。对求美者开展持续的3D数据追踪,观察术后恢复状况。依据皮纹和面部结构的动态改变,适时调整后续治疗方案,保障医美效果的持久与稳定。就像注射填充

剂后, 随时间推移填充剂会慢慢被吸收, 通过定期采集3D数据, 能及时补充填充剂, 维持面部美观效果。

4 高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别及医美应用中的挑战与展望

4.1 面临的挑战

高精度3D人脸建模以及皮纹特征数据涵盖着个人极为敏感的信息, 数据在存储与传输环节面临着诸多严峻挑战。一旦数据不慎泄露, 将会给个人隐私乃至安全带来极为严重的威胁^[3]。黑客若获取3D人脸数据, 极有可能将其用以伪造身份, 进而开展一系列诈骗活动。因而必须构建起一套完备且有效的数据安全管理体系, 充分运用加密技术, 并严格实施访问控制机制, 以此全力保障数据的安全性。研究人员正在积极探索诸如同态加密、联邦学习等先进技术, 力求在切实确保数据安全的坚实基础上, 顺利实现数据的共享与深度分析。高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别以及医美应用等领域, 明显缺少统一的技术标准与规范。不同的设备和算法所获取的数据, 其格式和质量均存在显著差异, 这极大地影响了数据的共享以及实际应用。举例来讲, 不同品牌的3D扫描设备所生成的模型文件格式各不相同, 这就使得数据在不同系统之间难以顺畅流转。由此可见, 制定统一的技术标准与规范, 无疑是推动该技术得以广泛应用的核心关键所在。

4.2 未来展望

伴随人工智能、大数据等技术持续进步, 高精度3D人脸建模技术会和这些技术深度交融。借深度学习算法剖析海量3D人脸及皮纹数据, 达成更精确的皮纹特征识别, 给出更适宜的医美方案推荐。经大数据剖析, 挖掘皮纹特征与疾病风险的关联, 助力健康管理。光场成像、多模态感知等新技术不断涌现, 有希望进一步提高

3D建模的精准度与效率^[4]。除现有的医美领域, 高精度3D人脸建模技术在皮纹特征识别方面的应用, 还可能向安防、健康管理等更多领域拓展。于安防领域, 可用于身份识别和追踪, 凭借3D皮纹特征识别, 提升识别的准确性与安全性; 在健康管理领域, 能够通过皮纹特征的变化监测身体健康状况, 比如通过分析皮纹纹理变化, 早期察觉皮肤疾病和神经系统疾病。

结语

对高精度3D人脸建模技术展开深入探究, 着重分析它于皮纹特征识别的有效性以及在医美领域的创新运用。实验表明, 相比传统2D识别, 该技术获取的皮纹信息更为全面, 识别准确率能达到96.5%, 且稳定性更佳。在医美实际场景里, 借助精准捕捉到的皮纹与面部结构信息, 得以实现个性化服务定制、手术模拟以及术后客观评估。不过, 这项技术及应用时遭遇数据安全和标准缺失的困境。数据一旦泄露, 便会威胁个人隐私, 标准不统一的状况阻碍数据的共享。鉴于人工智能、大数据的发展态势, 高精度3D人脸建模技术有望与新技术深度融合。未来, 此项技术不只会在现有领域不断深化应用, 还会拓展到安防、健康管理等领域, 为行业朝着智能化、精准化方向发展提供助力。

参考文献

- [1]赵红军.基于静态图像的三维人脸建模与识别方法研究[D].西南科技大学,2023.
- [2]关耀枢,汪金辉.基于RK3399平台的3D人脸建模设计与实现[J].电子产品世界,2023,30(06):16-18.
- [3]朱萌.三视图像三维人脸建模算法的研究[D].西安科技大学,2022.
- [4]关耀枢,汪金辉.基于RK3399平台的3D人脸建模设计与实现[J].电子产品世界,2023,30(06):16-18.