

## 2022 年英特尔杯大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题邀请赛

### 参赛队作品简介

参赛学校	南京大学		
指导教师	王育昕		
参赛队员	王心悦	蔡昀焯	秦子健
作品题目 (中英文对照)	彩绘人脸识别 Facial recognition of painted faces		
作品简介 (中英文对照, 中文限 500 字以内)	<p>作为一项重要的生物特征识别技术, 人脸识别被广泛运用于安防与商业领域, 在维护社会治安、构建智慧城市等方面发挥着重要作用。但传统的人脸识别技术大多基于二维图像, 易受面部姿态、纹理、色彩等信息的干扰, 同时防伪性有待进一步加强。</p> <p>本系统针对面部彩绘或浓妆后人脸识别困难的问题展开研究, 设计了基于机器学习的三维人脸识别系统。本系统基于 GNS-V40 硬件平台, 使用 Azure Kinect DK 红外相机采集数据, 结合 YOLOv3-tiny 网络和 Frenet 标架对点云进行处理, 并通过 OpenVINO 进行模型验证与优化。本系统采用边缘计算技术, 在数据采集端直接进行机器学习和运算, 使用 Adaboost 分类算法进行迭代比对, 完成人脸识别, 防止数据传输过程的时间损耗和隐私泄露等问题。</p> <p>本系统有效解决了二维人脸识别技术对面部色彩过分依赖的问题, 大大提高了人脸识别技术的准确性和防伪性, 为人脸识别技术的发展提供了一个新思路。</p> <p>As one of the most important biometric technology, face recognition technology is widely used in security and commerce, playing an important role in maintaining social order and building a smart city. However, most traditional face recognition technologies are based on two-dimensional image, which is easily affected by facial posture, texture and color.</p> <p>This project conducts research on this problem and designs a three-dimensional face recognition system based on machine learning. This system takes GNS-V40 as the core of the system, uses Azure Kinect DK infrared camera to collect data, combined with YOLO V3 network and frenet frame to process point clouds, and uses OpenVINO inference engine for model verification and optimization. The system applies edge computing technology to directly perform machine learning and reasoning at the data collection end, and uses Adaboost classification algorithm for iterative comparison to complete face recognition, effectively solving the problems of time loss and privacy leakage in the data transmission process.</p> <p>This system effectively solves the problem that two-dimensional face recognition technology depends too much on face color, greatly improves the accuracy and anti-counterfeiting of face recognition technology, and provides a new idea for the development of face recognition technology.</p>		

1. 请使用小 4 号字 (12 号字), 单倍行距填写;
2. 每支参赛队限一名指导教师;
3. 参赛队员姓名应与正式报名表一致;
4. 作品题目应与作品设计报告一致。

### 简介 Introduction

作为一项重要的生物特征识别技术，人脸识别被广泛运用于安防与商业领域，在维护社会治安、构建智慧城市等方面发挥着重要作用。但传统的人脸识别技术大多基于二维图像，易受面部姿态、纹理、色彩等信息的干扰，防伪性有待进一步加强。

本系统针对面部彩绘或浓妆后人脸识别困难的问题展开研究，设计了基于机器学习的三维人脸识别系统。本系统基于GNS-V40硬件平台，使用Azure Kinect DK红外相机采集数据，结合YOLOv3-tiny网络和Frenet标架对点云进行处理，并通过OpenVINO进行模型验证与优化。本系统采用边缘计算技术，在数据采集端直接进行机器学习和运算，使用Adaboost分类算法进行迭代比对，完成人脸识别，防止数据传输过程的时间损耗和隐私泄露等问题。

本系统有效解决了二维人脸识别技术对面部色彩过分依赖的问题，大大提高了人脸识别技术的准确性和防伪性，为人脸识别技术的发展提供了一个新思路。

### 原理与方法 Methods

#### 点云获取与处理 Point cloud acquisition and processing

本项目使用Azure Kinect DK相机同时采集二维图像与三维点云。通过YOLO v3-tiny网络获取人脸位置并在点云中截取人脸部分点云，达到过滤多余信息的目的。同时采用OpenVINO推理引擎进行推理加速。

我们定义识别特征为面部曲线在Frenet标架下的相关参数。选择以鼻尖为中心，向外辐射的32条的面部曲线，每条曲线选择20个点作为特征点，计算这640个点上的相关特征值，将其作为一个样本。

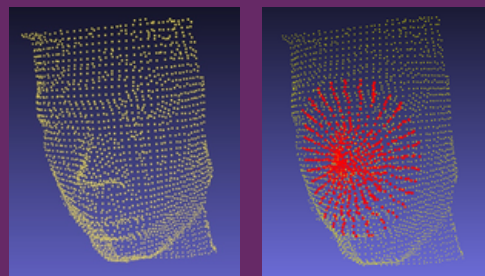


图2 人脸点云与提取的特征点

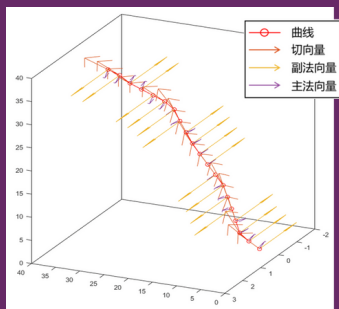


图1 特征曲线上的Frenet标架

#### 构建分类器 Building classifiers

在人员识别方面，系统采用Adaboost分类算法。Adaboost的核心思想是针对同一个训练集训练不同弱分类器，并将其集合为一个强分类器。其自适应在于每经过一个弱分类器分类，被分类错误的样本的权重增大，反之减小，再以此训练下一个弱分类器。每一轮迭代加入一个新分类器，直到错误率收敛到设定的阈值或者迭代次数达到预设值才确定最终的强分类器。

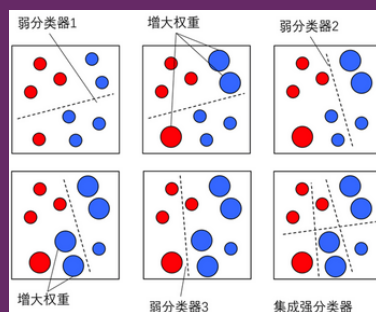


图3 Adaboost分类器的构建

### 结果与评估 Result and evaluation

本项目设计的彩绘人脸识别系统测试结果如下图所示。系统的识别性能不受面部彩绘、光照因素的影响，识别准确率保持在98%以上，识别时间在2ms以内，满足实际应用需求。同时，点云的预处理平均耗时在100ms以内，点云获取速度快，算法处理效率高，为系统的实时性提供保障。

组别	实验条件	准确率	平均时间 (ms)
A1	正常光素颜	99%	1.86
A2	弱光素颜	98%	1.93
A3	正常光彩绘	98%	1.75
A4	弱光彩绘	98%	1.95

表1 测试结果



图4 彩绘人脸识别成功

### 总结与展望 Summary

本系统有效解决了二维人脸识别易受面部色彩影响的缺陷。本项目应用前景广泛，不仅可以胜任绝大多数人脸识别场景，还可以用于智慧国防领域，能够快速识别面部浓妆或彩绘伪装的犯罪恐怖分子。

### 成果 Achievement

发表专利：202110424397.7

一种与纹理和表情无关的人脸识别方法

发表论文：DOI:10.1117/1.JEI.31.1.013005

Research on recognition of painted faces.