



2020华为中国区大学生 ICT大赛

主办方：**华为生态大学**

大赛支持平台：**华为云**

CONNECTION
GLORY
FUTURE





基于华为云与3D人脸识别 的智慧门禁系统

南方科技大学 下次一定
满昌海 李成皓 任宏伟
指导老师：余浩





1. 项目简介

2. 技术方案

3. DEMO展示

4. 项目特点

5. 项目前景



1. 项目简介

项目介绍 – 2D+3D人脸识别



结合传统2D人脸特征提取与3D点云特征提取技术的人脸识别方法，使用2D特征与3D特征双判据，实现高准确率高安全性的人脸识别系统



特征提取算法

2D特征向量

3D特征向量

特征比对

数据库记录

2D特征向量

3D特征向量

比对结果

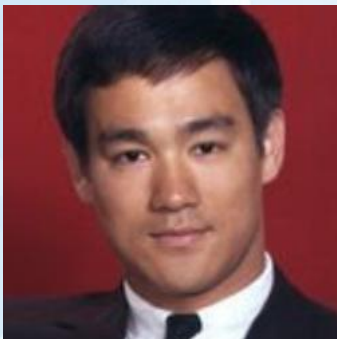
2d_loss=XXXXX

3d_loss=XXXXX

项目介绍 – 3D人脸识别欺骗攻击预防

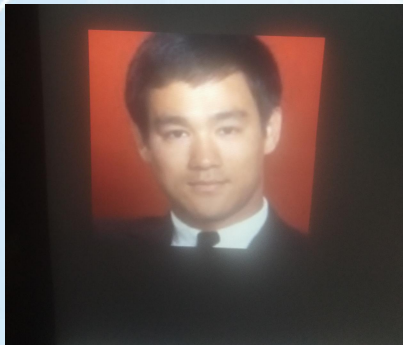


使用3D人脸识别方法，有效检测各种照片、翻拍形式的图像攻击



2D检测通过 3D检测通过

结论：是真人



2D检测通过 3D检测不通过

结论：是翻拍/照片



项目介绍 – 物联网设备智慧联动

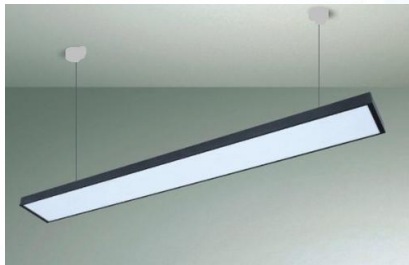


结合门禁记录判断房间内的人数与状态，并与设备进行通讯控制，实现设备的智能联动

有人进入空房间



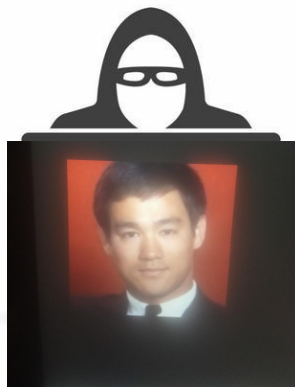
开启原本处于关闭状态的灯光、空调



项目介绍 – 攻击行为实时告警

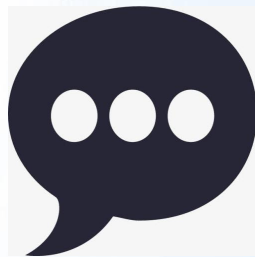


实时上报检测到的攻击行为到服务器，并通过消息通知服务向管理者/安保人员发送短信、邮件，实现攻击行为的实时反馈。



攻击被检测

发送告警短信/邮件给有关人员



目标:

设计2D+3D的高精度，防攻击的人脸识别智能门禁系统，同时具有实时通行数据上报并对闯入情况进行记录与快速报警反馈，并实现基于物联网的多设备联动的功能。

方案:

- 使用结构光摄像头实现对2D/3D人像数据的采集。
- 采集人像数据上传华为云modelarts平台，使用2D/3D人脸特征提取算法推理得到人脸特征。
- 将得到特征与数据库记录进行比对，确定用户权限。
- 使用华为云IoT平台以及wifi-iot开发板实现对终端门禁的控制。
- 同时结合房间出入信息与人员统计状态实现对房间硬件的智能控制。



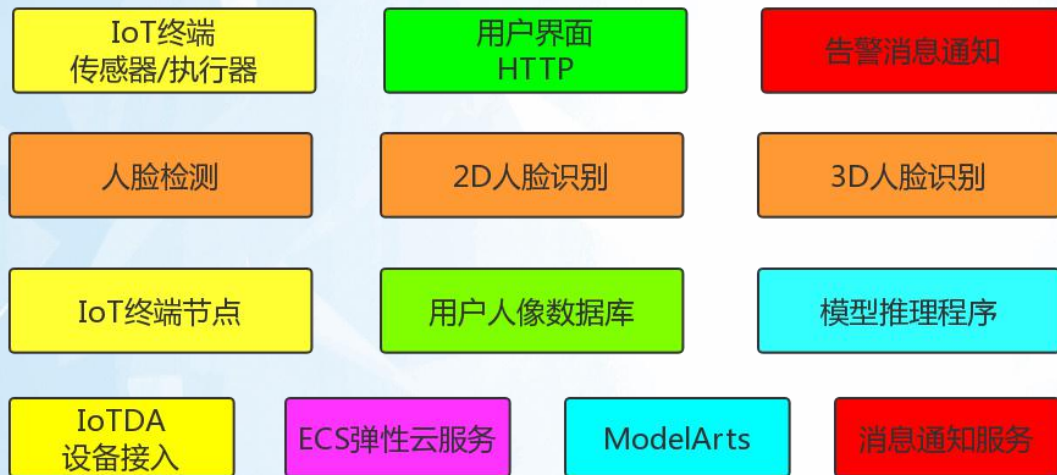
2. 技术方案

线下设备采集数据+云端/边缘端推理运算+结果反馈线下做出动作

- 线下采用Atlas 200DK板卡/树莓派等嵌入式平台接入摄像头，实现对用户人像数据的采集。
- 采集后的数据推送给Modelarts边缘节点或服务器进行推理运算，并与数据库结果进行比对，实现对人像的识别。
- 识别结果反馈给线下门禁设备，执行开门动作，同时与其他IoT设备进行联动。

由于设备连接性、推理模型的部署兼容性问题等，目前本项目使用树莓派作为摄像头的接入节点，推理模型在Modelarts云上进行部署。同时为了方便进行展示，电子门锁、房间内的其他设备等都暂时使用开发板上的小灯进行代替展示。

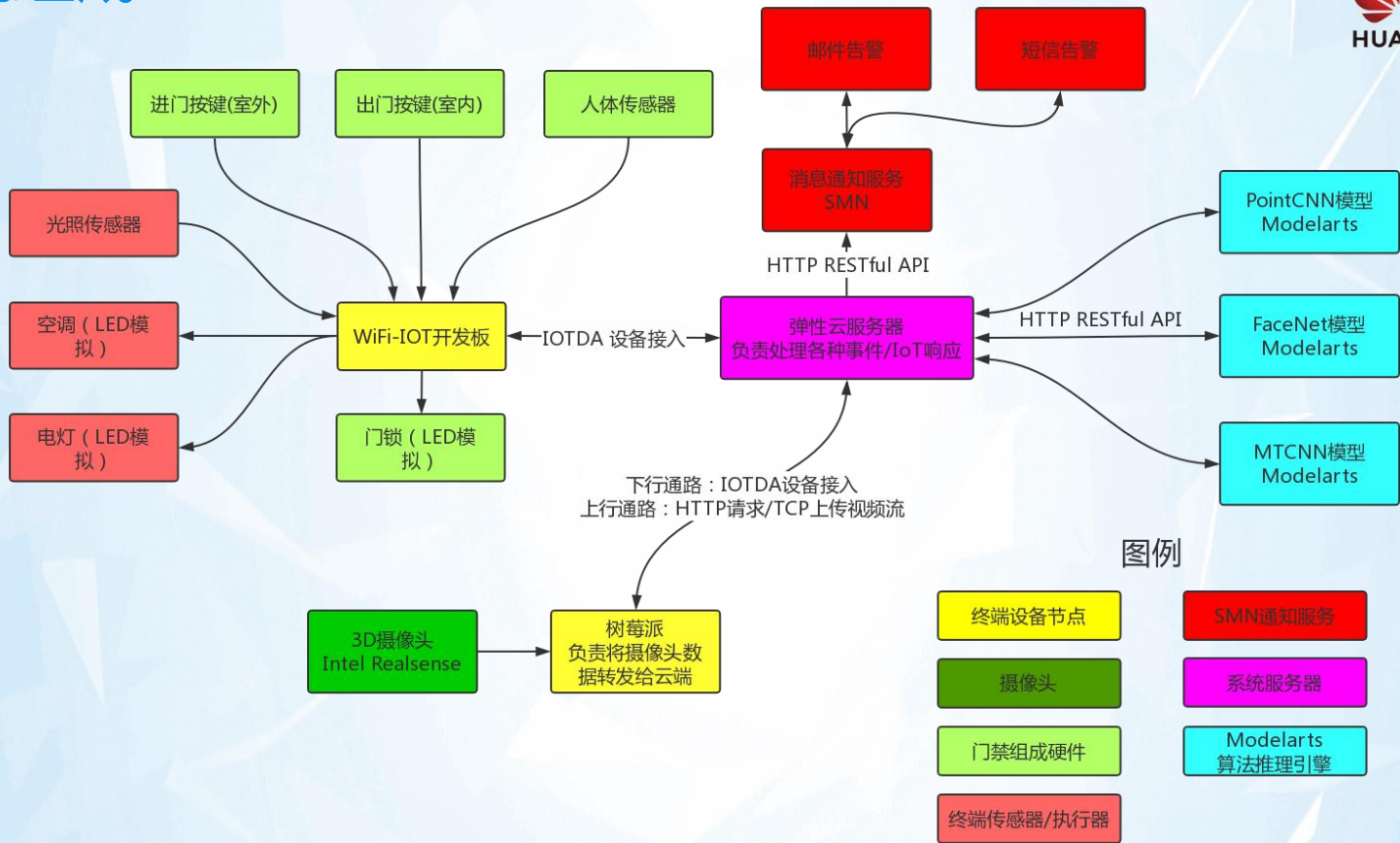
本系统的架构如下



本系统中使用到的华为开放能力包括：

- ModelArts模型推理平台
- ECS弹性云服务器
- IoTDA设备接入服务
- MNS消息通知服务

系统组成



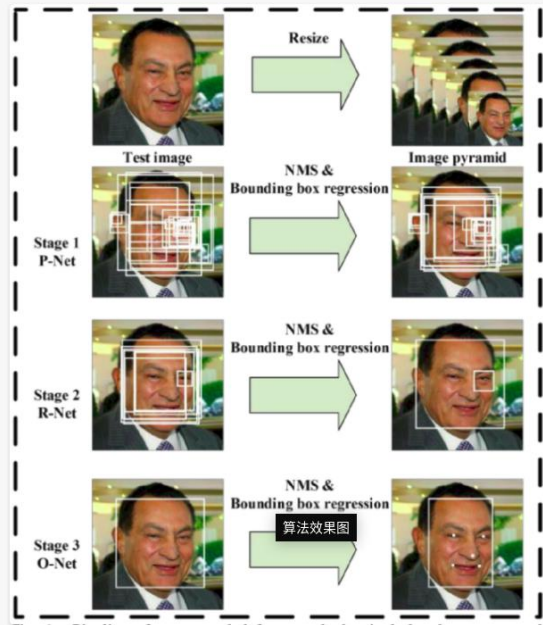
人脸检测算法原理



本系统中使用**MTCNN**作为人脸检测模型。
在系统中人脸检测主要用于寻找图像中人脸的位置并对人脸进行裁剪，以便于后续进行**2D/3D**人脸特征提取。

MTCNN主要由**3**阶段网络组成，其中网络的复杂度随阶段数逐步上升，可以实现一个从粗糙逐步到精确的人脸检测效果。

MTCNN的优势在于，其参数量并不大，因此其推理速度较快，同时由于**3**阶段网络的设置，可以在快速推理的同时保持一个较高的精度。



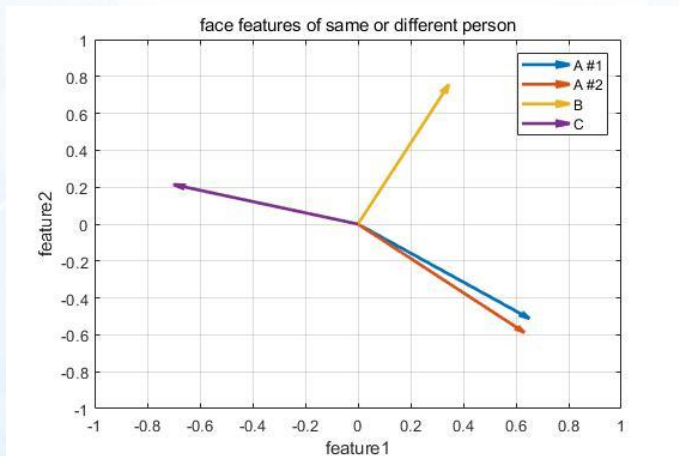
算法效果图

2D人脸特征提取算法原理



在2D人脸特征提取部分本设计使用到了FaceNet算法。

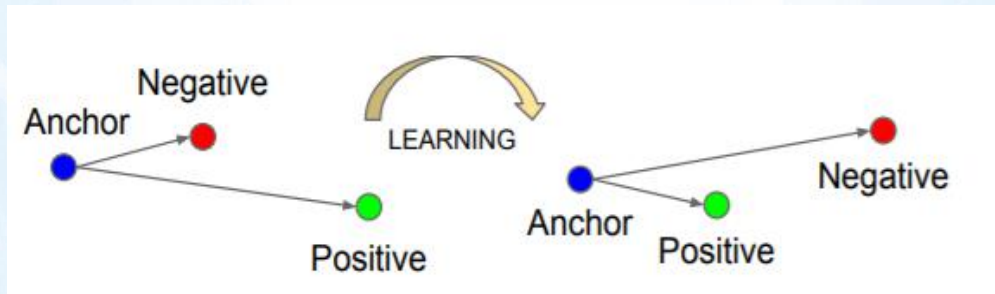
FaceNet的核心思想是从人脸中提取特征向量，而所有人的脸的特征向量便可以组成一个向量空间。在FaceNet中通过对特征提取网络的设计与训练可以实现使用特征向量的距离来表示两个人脸的差异程度。下面图中展现了三个人的人脸特征向量在空间的分布，从图中可以看出来可以根据向量之间的欧几里得距离判断两者是否属于相同人脸。



2D人脸特征提取算法原理



为了实现这样一个特征提取网络，FaceNet引入了TripleLoss的方法，既将两者人脸特征向量的欧几里得距离作为损失函数。另外，TripleLoss中通过引入正样本与负样本，不仅赋予了相同人脸特征向量距离应当缩小的趋势，同时也赋予了不同人脸向量距离应当增大的趋势。下图是使用TripleLoss进行网络训练对网络表现影响的一个示意图。



3D人脸特征提取算法原理



作为本项目的核心算法，这里我们基于**PointCNN**进行修改得到了**3D人脸特征提取算法**。

相比于传统**2D CNN**网络，点云特征提取网络有着很大的不同，这主要是由点云数据的特点决定的。

点云数据相比传统**RGB**数据有着以下的特点：

1. 非栅格化数据：在存储时点云数据是按照点的线性表的格式进行存储，而非栅格化存储，这样就导致了邻域选取的困难。
2. 乱序数据：在存储时，点云中的每个点并没有一个特定的顺序或方向，这意味着对于完全相同的点云，由于存储顺序不同，可能会形成两种完全不同的数据。
3. 更高的变换自由度：由于相比于**2D**图像增加了一个维度，因此在旋转、平移、缩放变换中具有着更高的自由度，这些变换的可能性为点云识别带来了难度。

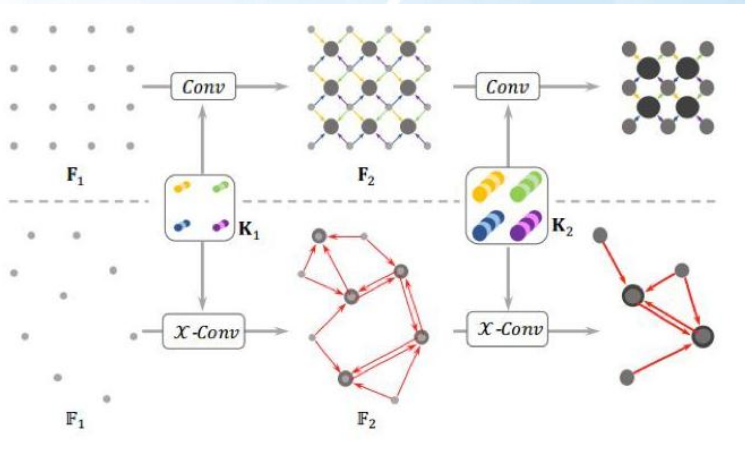
3D人脸特征提取算法原理



在PointCNN中，作者提出了XConv算子，通过针对点云数据的特点实现了点云版本的卷积运算，进而可以以此为单元类比CNN网络设计出针对点云数据的特征提取网络。

在XConv算子中，为了实现对邻域的选取，因此使用到了KNN聚类算法，可以将点云分为多个小的点云群，进而形成了CNN网络中的局部感受野。同时为了解决随机性与空间变换带来的问题，PointCNN中使用X变换，可以将点云群中数据转化为统一的排列方式，进而便于后续使用MLP对点云群中的点进行特征提取。

右图形象的展示出了XConv与CNN的对比关系。



3D人脸特征提取算法原理



在本项目中，我们对原版的PointCNN网络进行了修改，以实现点对云数据的特征提取。

- 首先我们将原版网络中的后端分类器去掉，将其从分类网络改造成了纯粹的点云特征提取网络。
- 其次我们适当增加了网络模型的层数与节点数，因为相比于传统点云识别，人脸点云需要网络具有更强的特征提取能力。
- 为了实现对人脸特征提取网络的训练，我们参考FaceNet的实现方法，使用TripleLoss作为损失函数对模型进行训练
- 训练过程中由于缺少3D人脸数据集，因此我们同时使用了两个方面的数据。其一是已有的3D人脸数据集(Casia-webface-3d)，其二则是通过PRNet 3D人脸重建网络对传统2D人脸数据集进行3D重建。
- 由于考虑到重建数据的质量不如现有数据集，因此在完成初期的训练后单独使用现有数据集对得到的模型进行fine-tuning，以实现更好的检测效果。



3. DEMO视频展示



基于华为云与**3D**人脸识别 的智慧门禁系统

演示视频



4. 项目特点

项目特点



实用性:

- 1.高精度刷脸进门，不再需要钥匙、卡等
- 2.实时监控通行情况
- 3.攻击的实时报警

创新性:

- 1.使用3D点云特征实现防照片、翻拍的入侵
- 2.将2D人脸识别与3D人脸识别进行了结合，提高了精度
- 3.结合物联网，进行多设备联动

项目特点



安全性:

- 1.准确率高，可以运用在政府、军队、金融等安全要求更高的场所
- 2.3D点云特征有效防翻拍以及照片的攻击
- 3.实时的报警系统，可以第一时间做出相应的反应

开放能力覆盖:

- 1.使用华为弹性云服务器进行训练
- 2.在modelarts上进行模型的部署
- 3.结合IOT，实现多设备联动
- 4.使用了华为消息通知服务，实现实时数据上报以及入侵报警

项目特点



商用性:

- 1.高精度的人脸识别门禁系统目前较为欠缺，尤其是安全要求高的场所
- 2.防照片、翻拍攻击的人脸识别门禁系统目前还未普及

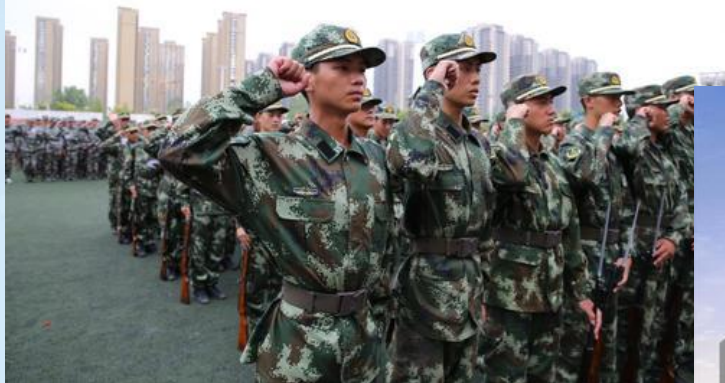
可拓展性:

- 可以在多种IOT设备上拓展，实现更人性化的万物互联



5. 项目前景

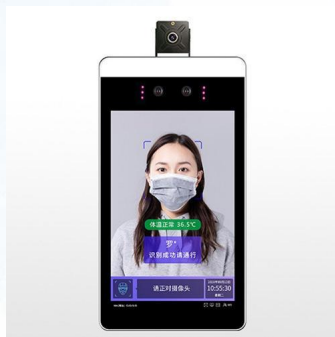
国防、政府、金融等安全要求极高的门禁场所



多设备智慧联动的物联网



大数据+疫情防控





南方科技大学下次一定团队

A collage of four words: CONNECTION, GLORY, AI, and FUTURE, each formed by a mosaic of smaller words related to technology and innovation. The words are arranged in a 2x2 grid. The background is a light blue gradient with faint, larger-scale patterns of the same words. The word 'CONNECTION' is at the top left, 'GLORY' at the top right, 'AI' at the bottom left, and 'FUTURE' at the bottom right. Each word is composed of many smaller words in various shades of blue and white, creating a textured, mosaic-like effect. The words are set against a background of faint, larger-scale patterns of the same words, creating a sense of depth and repetition. The overall composition is modern and tech-oriented.

