

基于视觉的课堂有效参与度检测算法的研究与实现

项目成员：谢宇霆 邢凯（软件学院）

指导老师：陈华（人文学院）

项目概述

根据立项设计，本项目旨在利用计算机视觉技术，捕捉、识别、检测学生姿态变化及姿态的持续性等有效信息，通过构建数学模型，提出一种合理、有效的课堂教学参与度的评估算法。

- 基于抬头、低头场景，人脸识别的技术实现
- 参与度评估——TOPSIS分析等
- 应用于课堂教学实拍场景中，获得参与度的最终结果

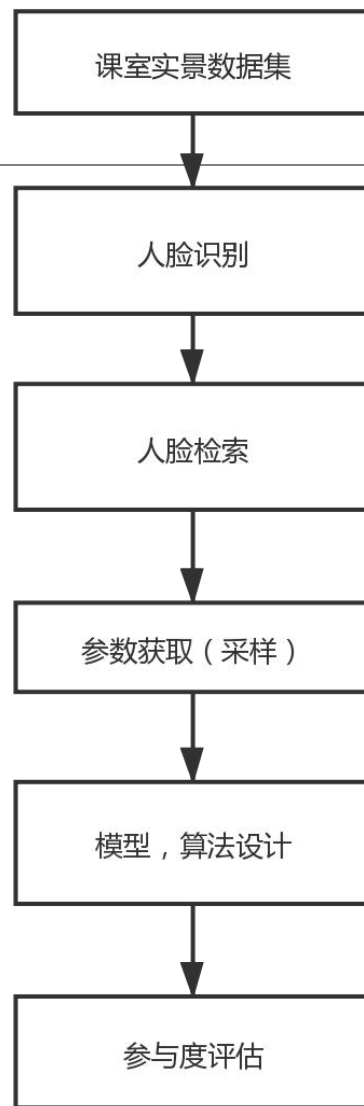
目前进展

- 1.课堂实景数据集采集
- 2.人脸识别、检索
- 3.参与度算法

基于抬头、低头场景，
人脸识别的技术实现
(已完成)

提出参与度的评估算法
(已完成)

应用于课堂教学实拍场
景中，获得参与度的最
终结果
(进行中)



沙河校区实景
录像

HOG特征

利用位置
+ DCT转换后
LSH

1.课堂实景数据集采集

九段视频——沙河校区课堂实拍（来自电教中心）



1.课堂实景数据集采集

1.1 监控视频的获取和前期处理

- 采用沙河校区某教室总时长约20小时的监控录像，选取上课时段，挑选角度和视野符合评估目标的课程片段作为数据集。

1.2 对有效个体进行追踪采样：采样间隔3秒，采样时长10分钟，采样点数200

- 对监控视频进行1帧/3秒的采样，每次采样总计10分钟（也即每个评估结果产生的对象的单位是10分钟的200次采样），采样中使用均值滤波记录采样值。

1.课堂实景数据集采集

参数获取旨在获取和单个学生有关的参与度信息，因此将学生类设计如右图：

之后将采集到的原始数据进行表征，

$$S_i(t), t = 0, 1, 2 \dots 199, i = 1, 2, 3 \dots m$$

其中m为有效学生总数。

学生
<ul style="list-style-type: none">+ 采样函数:float[200] = 0+ 位置信息:float[2]+ 正脸特征信息+ 采样函数对时间积分+ 总递增时间+ 总递增时段数量
<ul style="list-style-type: none">+进行一次采样并滤波()

2. 人脸识别、检索

2.1 检测出图片中出现的人脸。

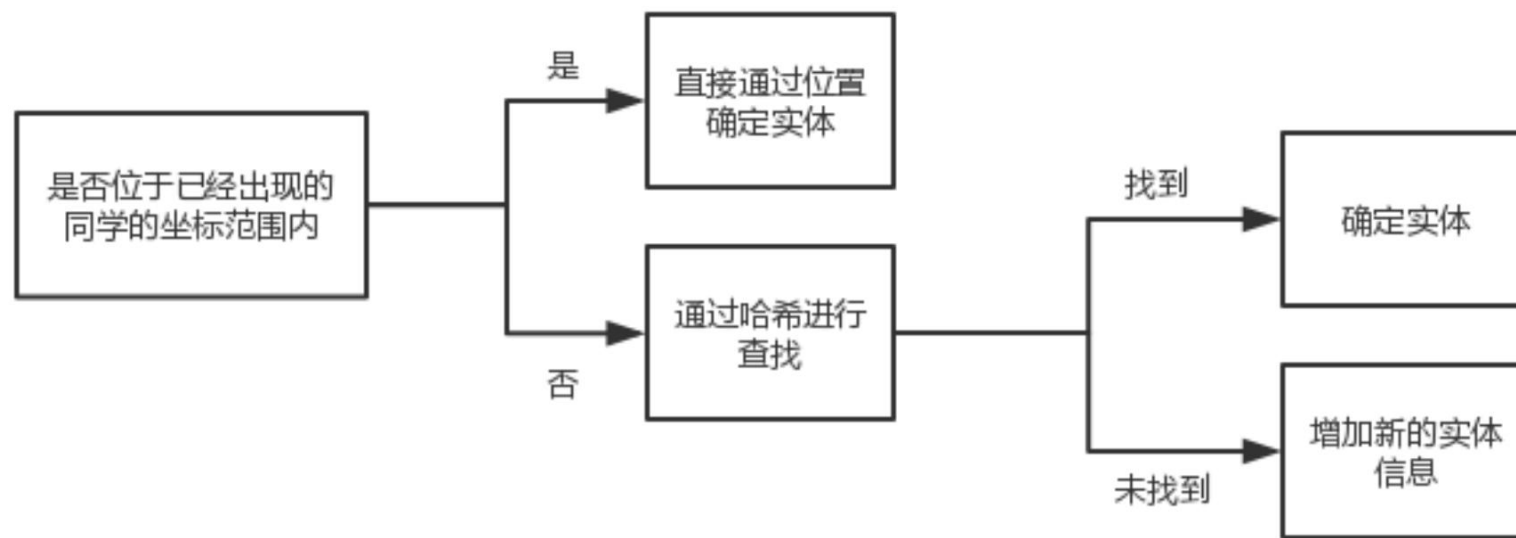
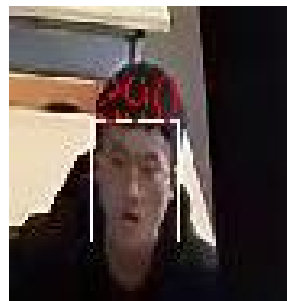
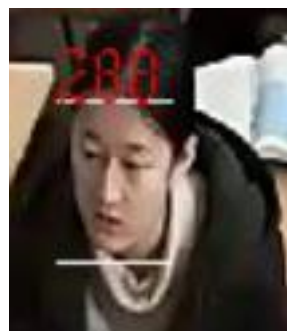
使用算法：HOG特征

注：虽然在opencv或yolo等开源模型中有更鲁棒的识别方法，但是就我们的问题而言我们不希望对人脸的识别太过于精确，希望通过算法对角度要求的苛刻来保证对“抬头”这一行为的准确捕捉。



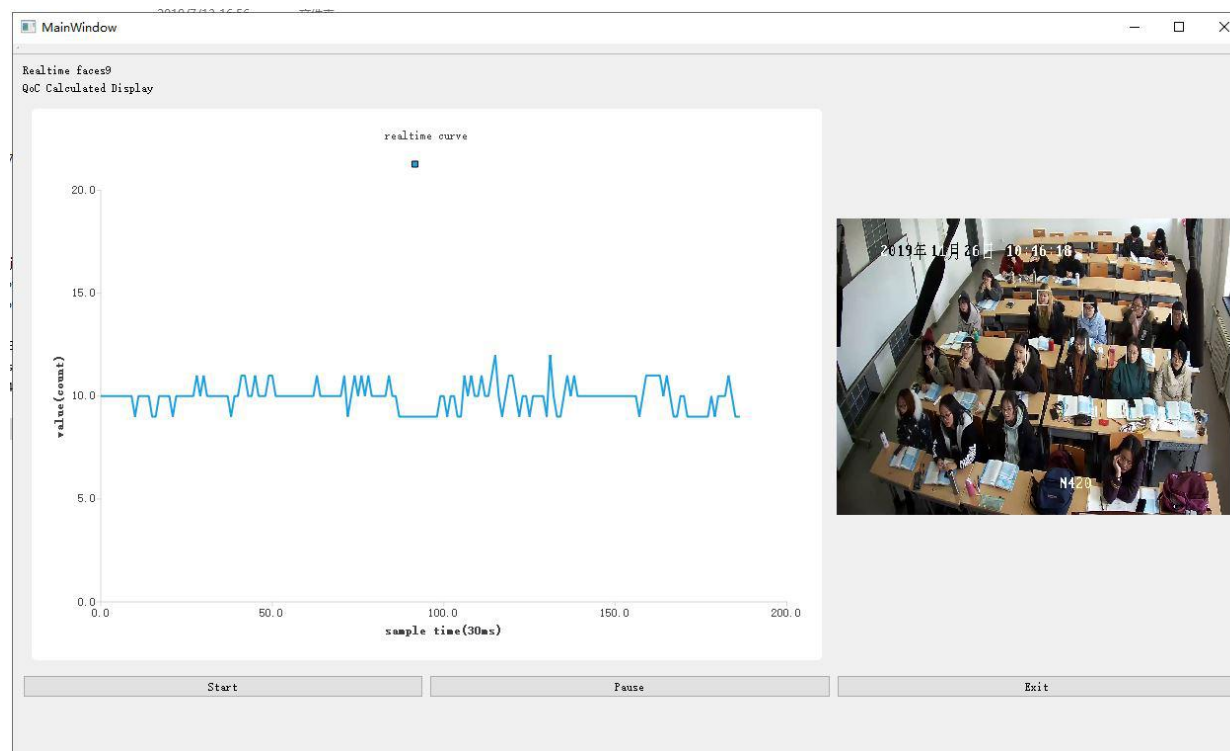
2.人脸识别、检索、数据采样

2.2 将识别出的人脸和某一个人的实体对应上



2.人脸识别、检索、数据采样

2.3 采样实例：不区分学生权重的情况下，人数叠加后的实时采样实例



3.参与度算法

3.1 数据处理

基于采集的原始数据： $S_i(t), t = 0, 1, 2 \dots 199, i = 1, 2, 3 \dots m$ ，其中 m 为有效学生总数。对每一个有效学生 i ，求出 $S_i(t)$ 对时间积分 T_t 、总递增时间 t_{up} 和总递增时段数量 q_{up} 其意义如下

⤵

- T_t ：考虑到采样离散，这个参数实际表征学生抬头听课的总时间长度⤵
- t_{up} ：采样函数的递增段积分，与 T_t 相比更加精确地指明了学生持续参与的时间有多少⤵
- q_{up} ：如果学生在连续的一段时间内都保持抬头则记为 1 个抬头时段⤵

3.参与度算法

3.2 参与度算法

获取以上参数后，设计采用 **TOPSIS(逼近理想解排序评价)**方法对以上参数进行评估。本问题中各参数都有明确的最优和最劣值，适合使用 TOPSIS，算法原理为计算某采样与最优和最劣值间的距离，获得与最优方案的 **相对接近程度**，以此作为评价优劣的依据。具体实施方案：↵

①对每一个学生实体的参与度参数(T_t, t_{up}, q_{up})进行加权排序，如根据 T_t 进行排序，给↵与较大者较大的权重：↵

$$w_i = \frac{T_{ti}}{\sum_{j=1}^m T_{tj}} \leftarrow$$

这样可以使积极听课的同学对结果影响的比例较大，获得权重：↵

$$W(w_1, w_2 \dots w_m) \leftarrow$$

②将所有学生的数据与权重整合成为原始数据矩阵↵

$$A(a_{ij})_{(m \times 3)}, \text{其中} (a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}) = w_i * (T_t, t_{up}, q_{up})_i \leftarrow$$

③ $A_{(m \times 3)}$ 归一化处理，如使用最大最小值归一化法或标准归一化：↵

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \leftarrow$$

得到: $R(r_{ij})_{(m \times 3)}, r_{ij} \in [0, 1] \leftarrow$

④确立最优解 Z^+ 和最劣解 Z^- ，如：↵

$$Z^+_{(m*3)} = (1), Z^-_{(m*3)} = (0)↵$$

⑤然后计算 $R_{(m*3)}$ 和最优最劣解的距离 D^+ 和 D^- ，求距离方式有很多，如欧氏距离：

$$D^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^3 (r_{ij} - z_j^+)^2}, i \in 1, 2, 3 \dots m↵$$

$$D^- = \sqrt{\sum_{j=1}^3 (r_{ij} - z_j^-)^2}, i \in 1, 2, 3 \dots m↵$$

⑥最后通过 D^+ 和 D^- 计算得到参与度综合评价值，方法有很多，如：↵

$$P = \frac{D^-}{D^+ + D^-} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^3 (r_{ij} - z_j^-)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^3 (r_{ij} - z_j^-)^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^3 (r_{ij} - z_j^+)^2}} (i \in 1, 2, 3 \dots m)↵$$

下一阶段计划

- 完成待测试部分的模型和功能在真实数据集上的测试，发现问题和改进性能
- 利用TOPSIS模型对真是教学课堂场景进行进行参数采集和算法评估，获取参与度数值
- 整理成学术论文

谢谢！
