

Оценка вовлеченности студентов на занятии с использованием компьютерного зрения и методов машинного обучения

Осипов А.С. (АГТУ ВШН)

Научный руководитель – кандидат технических наук, ассистент ФИТиП Ефимова В.А. (ИТМО)

Введение

Оценка вовлеченности студентов в образовательный процесс является важной задачей современной педагогики. Снижение внимания напрямую влияет на успеваемость и усвоение материала, однако традиционные методы наблюдения субъективны и не позволяют оперативно реагировать на изменения в аудитории. В последние годы активно развиваются подходы, основанные на анализе видеопотока с использованием компьютерного зрения [1, 2]. Такие системы позволяют в реальном времени отслеживать поведенческие паттерны студентов: направление взгляда, позу, мимику и двигательную активность.

В рамках данной работы планируется разработать и апробировать систему автоматической оценки вовлеченности студентов на основе анализа видеоданных, получаемых с веб-камеры в ходе занятия. В отличие от существующих решений, ориентированных на детекцию лиц крупным планом [3], предлагаемая система адаптирована для работы с общим планом аудитории, что приближает её к реальным условиям проведения лекций и семинаров.

Основная часть

В ходе исследования был разработан программный комплекс, состоящий из модулей детекции, извлечения признаков и классификации уровней вовлеченности. Для детекции людей и анализа поз использовалась модель YOLOv11-pose, обученная на датасете COCO. Видеопоток разбивался на последовательности кадров, из которых извлекались числовые характеристики: количество людей в кадре, вариация положения головы, ширина плеч, видимость лица, а также динамические признаки — среднее движение головы и изменение числа людей между кадрами.

Для обучения модели использовался датасет DaiSEE [4], содержащий более 9000 видеозаписей студентов с метками вовлеченности (уровни 0–3). Было обработано 1500 видео, извлечено 22 признака. На выборке проведена балансировка классов с использованием весов (`class_weight='balanced'`), что позволило учесть все 4 уровня вовлеченности. Выполнено сравнение нескольких алгоритмов машинного обучения: случайного леса, градиентного бустинга, метода опорных векторов и логистической регрессии. Лучший результат показал Random Forest с оптимизированными гиперпараметрами, достигнув точности 48% на тестовой выборке.

Ключевыми признаками, определяющими вовлеченность, стали: вариация положения головы (`std_head_position`), среднее движение головы (`avg_head_movement`) и изменение ширины плеч (`std_shoulder_width`). Это подтверждает гипотезу о том, что движение студента напрямую коррелирует с его вовлеченностью: статичная поза соответствует снижению внимания, активная — высокой вовлеченности.

Разработанная система интегрирована в веб-приложение на базе Streamlit, позволяющее преподавателю в реальном времени наблюдать за уровнем вовлеченности аудитории, получать рекомендации и сохранять отчёты по итогам занятий.

Выводы

В результате работы создана система автоматической оценки вовлеченности студентов, использующая методы компьютерного зрения и машинного обучения. Модель Random Forest показала точность 48% на тестовой выборке, а анализ важности признаков подтвердил, что ключевым индикатором вовлеченности является двигательная активность студента.

Разработанное веб-приложение может быть использовано в образовательных учреждениях для повышения качества преподавания и адаптации учебного процесса.

Литература

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
2. Козлов А.В., Новиков А.С. Оценка уровня внимания студентов во время лекции с помощью технологий компьютерного зрения // Открытое образование. — 2017. — Т. 21, № 6. — С. 32–40.
3. Горбунов И.С., Петров А.А. Система мониторинга внимания студентов в аудитории с использованием компьютерного зрения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. — 2020. — № 2. — С. 87–98.
4. DAiSEE: Dataset for Affective States in E-Environments. — URL: <https://daisee.github.io/> (дата обращения: 26.02.2026).

Автор _____ Осипов А.С.
Научный руководитель _____ Ефимова В.А.