

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ДАННЫХ ОБ ЭМОЦИЯХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ

Р. Б. Куприянов¹

¹ *Московский городской педагогический университет*
129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

Аннотация

Сегодня мировое научное сообщество активно обсуждает вопросы применения искусственного интеллекта в образовании. Одна из наименее изученных технологий, в части ее применения в сфере образования, — компьютерное зрение. Разработка и внедрение интеллектуальных систем на основе алгоритмов анализа видео и машинного обучения предоставляют преподавателям и сотрудникам администрации образовательной организации новые возможности для понимания образовательного процесса и его трансформации. В статье рассматривается применение технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы на учебных занятиях. В ходе описываемого исследования было разработано программное решение для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях, которое может быть применено для проведения дальнейших исследований, направленных на изучение влияния эмоционального состояния обучающихся на их образовательные успехи. Результаты исследования могут быть использованы для формирования повестки научных исследований российских вузов в целях реализации задач раздела «Образование и кадры» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Правительством Российской Федерации.

Ключевые слова: цифровая трансформация образовательного процесса, искусственный интеллект, компьютерное зрение, видеоанализ, анализ данных, интеллектуальный анализ данных, интеллектуальный анализ образовательных данных.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-56-63

Для цитирования:

Куприянов Р. Б. Применение технологий компьютерного зрения для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время групповой работы // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 56–63.

Статья поступила в редакцию: 23 февраля 2020 года.

Статья принята к печати: 19 мая 2020 года.

Сведения об авторе

Куприянов Роман Борисович, зам. начальника управления информационных технологий, Московский городской педагогический университет, Россия; kupriyanovrb@mgpu.ru; ORCID: 0000-0001-5153-4334

1. Введение

Сегодня мировое научное сообщество активно обсуждает вопросы применения искусственного интеллекта в образовании (обзоры обсуждения данной проблемы представлены, в частности, в [1, 2]). Технологии искусственного интеллекта открывают новые возможности для персонализации обучения и построения индивидуальных образовательных траекторий для каждого обучающегося [3]. Примеры использования в образовании технологий такого рода — «умные» образовательные материалы, интеллектуальные системы обучения и виртуальные учебные среды, способные адаптировать материал и процесс обучения под персональные запросы и возможности каждого учащегося [4]. Внедрение искусственного интеллекта в образование позволит лучше понимать дефициты учащегося, быстрее реагировать на его образовательные потребности, автоматически создавать и улучшать содержание образовательных программ, а также будет способствовать повышению вовлеченности обучающегося в образовательный процесс [5]. Ожидается, что влияние искусственного интеллекта на образование существенно возрастет в ближайшие десять лет [6].

В то же время одной из наименее изученных технологий, в части ее применения в сфере образования, является компьютерное зрение. Разработка и внедрение интеллектуальных систем на основе алгоритмов анализа видео и машинного обучения предоставляют преподавателям и сотрудникам администрации образовательной организации новые возможности для понимания и трансформации образовательного процесса.

В настоящей статье рассматривается применение технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусов, для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы на учебных занятиях.

2. Цели исследования

Внимательность и вовлеченность обучающегося являются центральной предпосылкой для обучения в классе [7] и играют важную роль в исследовании качества преподавания [8, 9]. Между тем исследователи в области образования и школьные психологи продолжают проводить традиционные личные наблюдения для диагностики поведения учащихся и его модификации. Такие наблюдения требуют обучения,

являются дорогостоящими и трудоемкими и часто ограничиваются продолжительностью в 20–30 минут [10]. При этом методы анализа внимания и эмоций студентов на основе видео в автоматическом режиме остаются неизученными в контексте учебного процесса [11, 12]. В результате исследования, описывающие постоянно измеряемые паттерны внимания и вовлеченности в разных классах и на разных уроках, не проводятся.

Основная цель описываемого в данной статье исследования — изучение возможности применения технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях. Предоставление данной информации преподавателям и исследователям может расширить возможности для индивидуализации обучения и стать основой для трансформации обратной связи как для обучающегося, так и для преподавателя [13, 14]. Анализ эмоционального состояния может быть использован для помощи экспертам при проведении оценивания обучающихся.

Дополнительной целью исследования является разработка алгоритмов и программного решения для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время учебных занятий.

3. Сопутствующие работы

Проблема автоматизированного сбора и анализа данных о поведении обучающихся во время учебных занятий волнует ученых во всем мире. При этом большинство работ направлены на изучение внимания и вовлеченности и не исследуют эмоции обучающихся.

Так, в исследовании J. Bidwell и H. Fuchs, представленном в статье [10], авторы проводили обучение классификатора вовлеченности студента, отмечая наблюдения во время анализа видеоматериалов с занятий. Эксперты поминутно оценивали действия выбранных обучающихся, что позволило им сформировать стандарты для классификации поведения обучающегося в учебном процессе.

A. M. Aung и др. [15] предлагают использовать нейронные сети для анализа деятельности обучающихся непосредственно в процессе проведения занятия. Авторы считают, что автоматическое отслеживание взгляда может облегчить сбор данных для большого объема видеоматериалов, которые регулярно собираются в школах по всему миру, чтобы понять социальные взаимодействия между учителями и учащимися. Базой данных для обучения нейронной сети послужили 70 видеороликов с YouTube. Результаты подобных экспериментов показывают, что предлагаемая нейронная сеть может оценить цель взгляда, его пространственное местоположение и лицо человека с более высокой точностью, чем ранее применяемые алгоритмы.

Принимая во внимание, что отслеживание глаз обеспечивает простой метод оценки явного внимания, *одновременное отслеживание взгляда нескольких субъектов (т. е. группы) остается открытой проблемой*. Если в большинстве исследований ак-

цент делается на студенте, то в статье [16] T. Santini и др. предлагают оценивать *групповые* показатели. В своих целях они используют программы ZFace, OpenFace, Facenet и Dlib. По мнению авторов указанной статьи, отслеживание таких параметров, как поворот головы, угол наклона головы, положение кончиков рта и глаз, важно для оценки вовлеченности обучающегося.

Применение в эксперименте сразу нескольких технологий компьютерного зрения дает возможность собирать и анализировать большой объем материала, при этом преподаватель и студенты не отвлекаются от учебного процесса. Использование системы камер позволяет отслеживать не только траекторию взгляда студента [16], но и то, как студент двигается [17]. Подобные наблюдения могут предоставить достаточно подробные данные о студенте и его мотивации.

Неотъемлемой частью современного образовательного процесса является групповая работа. J. M. Reilly и др. в своей статье [18] описывают исследование, которое они проводят по анализу взаимодействия во время работы в группах. Анализируется не только траектория глаз, но и положение тела, а также речевые данные, после чего оценивается продуктивность взаимодействия. Также анализируется работа в малых группах. В планах разработчиков — апробация и внедрение системы, позволяющей спрогнозировать успех командной работы в больших группах.

Авторы статьи [19] отмечают, что отслеживание взгляда учащихся может стать основой для разработки персонализированной обратной связи для улучшения навыков обучения. В этой статье описывается анализ данных о траектории взгляда, собранных от 16 учеников средней школы, которые работали с «мозгом Бетти» — открытой учебной средой, в которой студенты изучают естественные науки, создавая причинно-следственные модели для обучения виртуального агента. Цель работы состояла в том, чтобы проверить, могут ли недавно появившиеся глазные трекары потребительского уровня предоставить данные, которые позволят глубже исследовать отношения между чтением студентами гипертекстовых ресурсов и построением графических карт причинно-следственных связей. Был собран значительный объем данных, а затем построены модели классификаторов, чтобы предсказать, смогут ли студенты построить правильные причинно-следственные связи. Построенные модели предсказывают правильные действия по построению карты с точностью до 80 %. Автор считает, что шаблоны взгляда студентов при чтении могут быть хорошими показателями их общей успеваемости.

Большинство исследователей анализируют взаимодействия следующих типов: учитель — ученик, групповая работа (ученик — ученик), самостоятельная работа (работа с электронным ресурсом). Для каждого из этих форматов свойственны различные подходы к сбору и анализу данных [20–22], но все они сводятся к формированию комплексной обратной связи, позволяющей преподавателю вовремя

обратить внимание на конкретного студента и его особенности в процессе обучения.

4. Методология исследования

Для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся с камер с углом обзора, равным 360 градусам, во время групповой работы были решены следующие задачи:

- Осуществлена видеосъемка обучающихся на камеру с углом обзора, равным 360 градусам, во время проведения групповой работы.
- Разработано программное решение, обеспечивающее распознавание и отслеживание лиц обучающихся, а также их эмоций с видеозаписи, снятой на камеру, угол обзора которой равен 360 градусам.
- Проведена оценка качества распознавания лиц и эмоций в зависимости от расположения участников во время проведения групповой работы.

В эксперименте приняли участие 27 обучающихся в возрасте от 20 до 23 лет. Эксперимент проводился во время демонстрационного экзамена по дисциплине «История». Видеозапись для каждой группы составила от 8 до 10 минут. Всего было организовано девять групп:

- три группы по два обучающихся;
- три группы по три обучающихся;
- три группы по четыре обучающихся.

Были исследованы три варианта раскладки обучающихся во время групповой работы (рис. 1).

Для каждого варианта раскладки было снято по три видео. Запись видео производилась на мобильную камеру с обзором в 360 градусов (рис. 2). Данная камера весит 160 граммов и проста в управлении, что позволяет использовать ее обучающемуся или преподавателю. Для записи видео камера ставилась посередине стола, за которым сидели обучающиеся. Видео отличались вариантами поворота камеры, что необходимо для того, чтобы все обучающиеся оказались в наилучшем ракурсе для дальнейшего распознавания их лиц и эмоций.

Для анализа видео было разработано специальное программное обеспечение, его архитектура представлена на схеме (рис. 3).

Алгоритм работы программного решения условно можно представить тремя блоками:

- 1) предварительная обработка видеозаписи;
- 2) распознавание лиц и эмоций;
- 3) вывод результатов обработки видеозаписи.

Подробное описание каждого блока представлено в таблице 1.

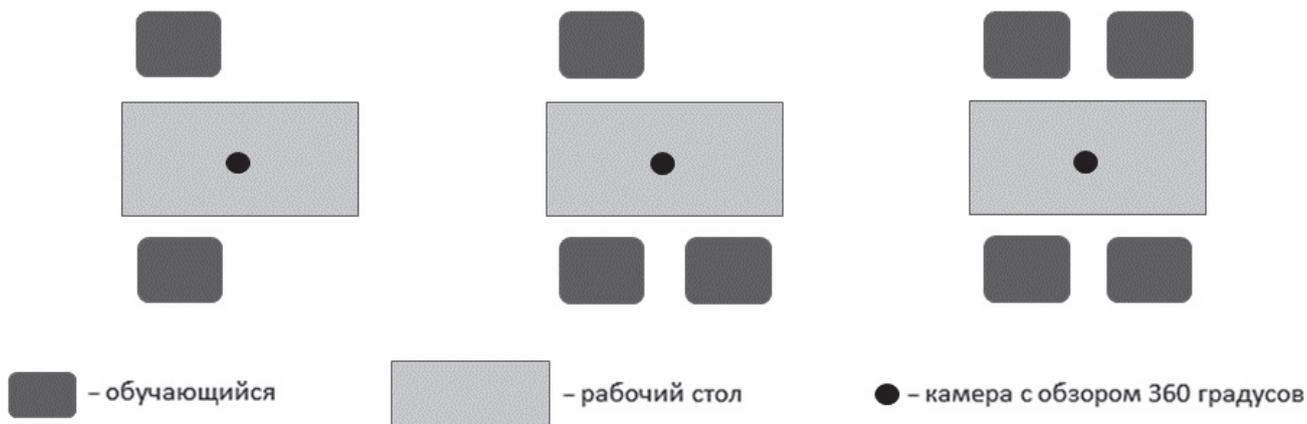


Рис. 1. Варианты раскладки обучающихся



Рис. 2. Камера с обзором в 360 градусов

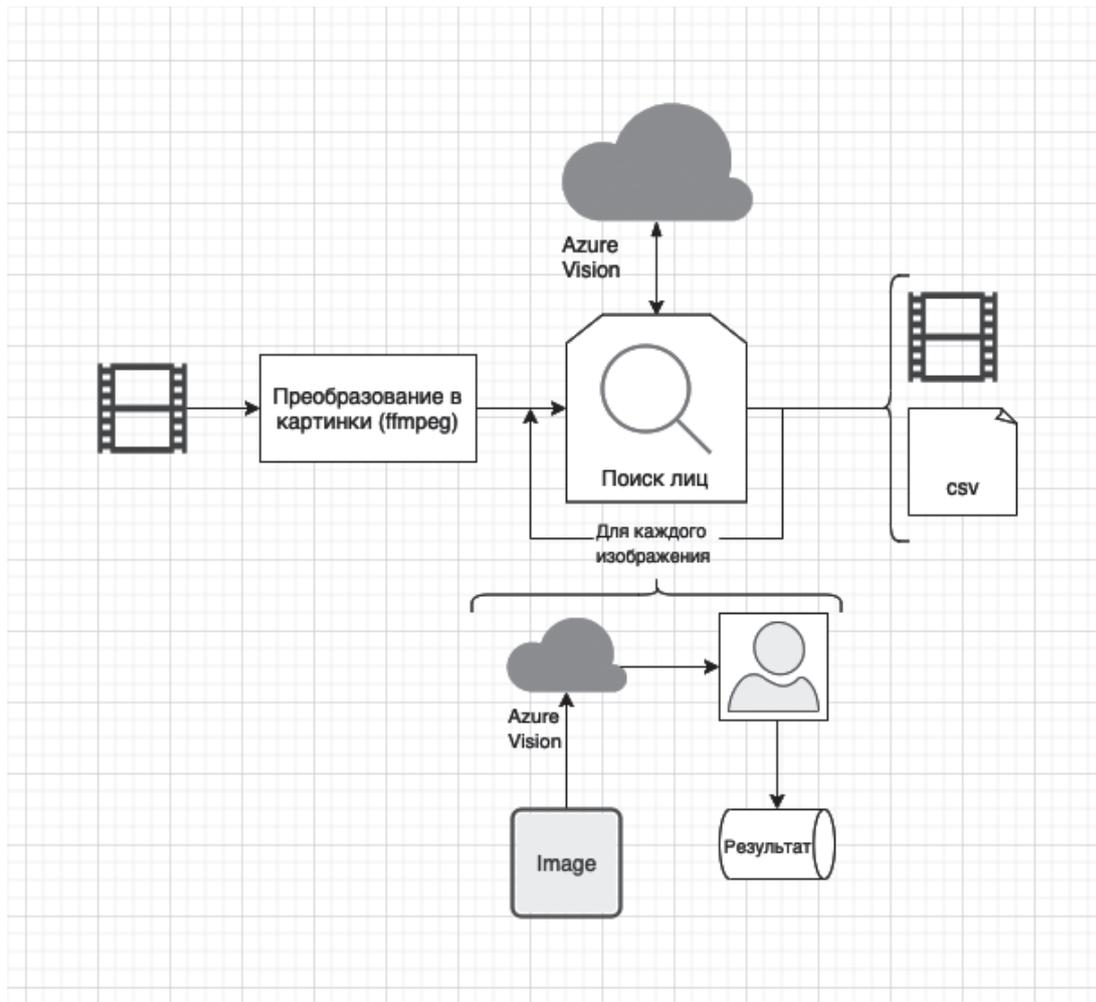


Рис. 3. Архитектура разработанного программного решения

Таблица 1

Описание алгоритма работы программного решения

№ п/п	Наименование блока	Описание алгоритма
1	Предварительная обработка видеозаписи	Предварительная обработка видеозаписи заключается в: <ul style="list-style-type: none"> • выделении на видеозаписи каждого обучающегося; • разбиении видеозаписи на отдельные кадры с шагом в пять секунд.
2	Распознавание лиц и эмоций	Для обнаружения лиц и определения эмоций используется детектор лиц Microsoft Azure Cognitive Services. Программное решение позволяет определять такие эмоции, как счастье, злость, презрение, отвращение, страх, нейтральное состояние, грусть, удивление. В случае необходимости для решения задачи распознавания лиц и эмоций могут быть использованы другие технические решения, основанные на нейронных сетях или иных алгоритмах [23, 24].
3	Вывод результатов обработки видеозаписи	По результатам анализа программное решение вычисляет процент кадров, на которых удалось осуществить распознавание лица и эмоций каждого обучающегося (отношение распознанных кадров ко всем кадрам видео, умноженное на 100). Кроме того, программное обеспечение выдает информацию об эмоциональном состоянии обучающегося в момент времени t . Результаты сохраняются в файле формата *.csv.

5. Результаты исследования

Результаты распознавания лиц обучающихся и их эмоций в зависимости от рассадки представлены в таблице 2. Качество распознавания зависит

от положения камеры, поведения обучающегося и условий съемки.

Низкий процент распознавания для групп 1 и 2 варианта рассадки 1 обусловлен тем, что в данном эксперименте один из обучающихся был вынужден

Таблица 2

Результаты распознавания лиц обучающихся и их эмоций в зависимости от рассадки

№ группы	№ варианта рассадки обучающихся	№ обучающегося	Процент распознанных кадров
1	1	1	21
		2	20
2	1	1	30
		2	85
3	1	1	97
		2	90
4	2	1	80
		2	35
		3	—
5	2	1	69
		2	66
		3	84
6	2	1	91
		2	97
		3	64
7	3	1	55
		2	51
		3	1
		4	57
8	3	1	13
		2	53
		3	91
		4	18
9	3	1	99
		2	3
		3	96
		4	78

поворачиваться к доске, находившейся за его спиной. Обучающиеся группы 3 не отворачивались от камеры во время эксперимента, в результате чего было достигнуто высокое качество распознавания их лиц и эмоций (97 и 90 процентов соответственно).

В группе 4 оказалось невозможным провести распознавание одного из обучающихся из-за попадания кадров на технический шов камеры. Таким образом, можно отметить, что недостаток использования камеры с углом обзора в 360 градусов — возможность попадания картинки на технический шов

(камера с углом обзора в 360 градусов представляет собой два совмещенных объектива с углом обзора 180 градусов каждый). При этом важно заметить, что камеру нужно расположить таким образом, чтобы стало возможным осуществлять распознавание трех обучающихся, о чем свидетельствуют результаты, полученные для групп 5 и 6.

Низкое качество распознавания обучающихся группы 7 обусловлено расположением камеры, при котором обучающиеся оказались в сложном для распознавания ракурсе.

На качество распознавания также влияет поведение обучающегося. Так, обучающиеся 1 и 4 из группы 8 часто поворачивались в стороны и отворачивались от камеры, что существенно снизило качество распознавания.

Наилучшее качество распознавания для варианта рассадки 3 удалось получить у группы 9. Все обучающиеся оказались в хорошем ракурсе для распознавания. Качество распознавания для трех участников эксперимента оказалось равным 99, 96 и 78 процентов. Однако для обучающегося 2 из данной группы качество распознавания составило всего три процента. Такой низкий процент распознанных кадров обусловлен полной засветкой кадров от окна, расположенного непосредственно за спиной обучающегося (фото 1).



Фото 1. Засветка видео от окна

К сожалению, используемые алгоритмы не позволяют проводить распознавание лица и эмоций в случае расположения за спиной обучающегося сильного источника света (окна или лампы). Однако данный недостаток свойственен всем современным алгоритмам распознавания лиц на видеозаписях.

Важно заметить, что наличие очков не повлияло на качество распознавания лиц и эмоций обучающихся (фото 2).

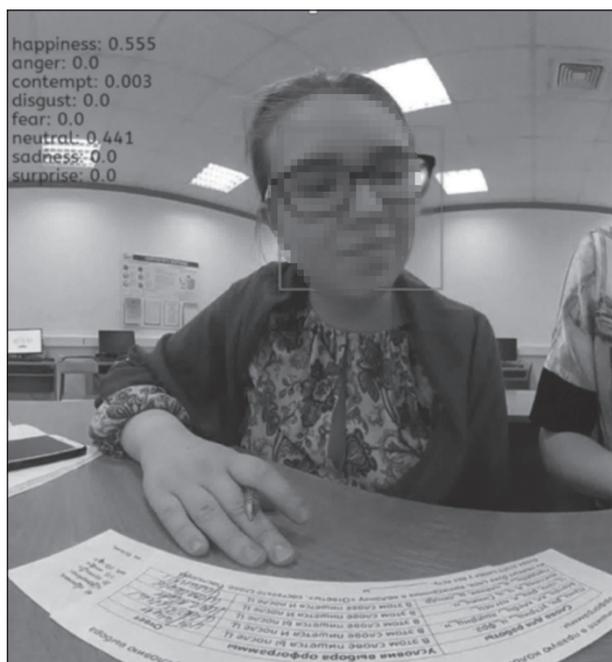


Фото 2. Распознавание лица и эмоций обучающегося в очках

Таким образом, применение камер с углом обзора, равным 360 градусам, в целях автоматического сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы возможно для всех исследованных вариантов рассадки обучающихся.

6. Выводы

В статье представлены результаты исследования по применению технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- Современные технологии компьютерного зрения позволяют осуществлять автоматический сбор данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях.
- Автоматический сбор данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях возможно осуществлять на основе видео, записанного на камеры с углом обзора, равным 360 градусам.
- На одну камеру с углом обзора, равным 360 градусам, можно производить запись работы группы обучающихся, состоящей из двух—четырёх человек.
- На качество распознавания лиц и эмоций обучающихся, работающих в группе, влияет положение камеры, поведение обучающихся, а также условия съёмки.
- Наличие сильного источника света за спиной обучающегося приводит к невозможности сбора данных об эмоциях данного обучающегося.
- Наличие очков не влияет на качество распознавания лиц и эмоций обучающихся.

Разработанное в ходе описываемого исследования программное решение для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях может быть использовано для проведения дальнейших исследований, направленных на изучение влияния эмоционального состояния обучающихся на их образовательные успехи.

Программно-технический комплекс, состоящий из видеокamеры и разработанного программного решения, может быть использован преподавателями вузов для получения обратной связи по результатам работы учащихся в малых группах. Дополнительным применением данного решения может стать его использование во время практической работы в школе студентов педвузов в целях дальнейшего самостоятельного анализа студентами своей работы и рефлексии. В перспективе разработанное программное решение может также применяться во время процедуры оценивания навыков студентов по организации совместной работы учеников в малых группах.

Результаты настоящего исследования могут быть использованы для формирования тематики научных исследований российских вузов в целях реализации задач раздела «Образование и кадры» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р [25].

Список использованных источников

1. Afsar P., Cortez P., Santos H. Automatic visual detection of human behavior: A review from 2000 to 2014 // Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42. Is. 20. P. 6935–6956. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.05.023
2. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалов Т. А., Сергоманов П. А., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: ВШЭ, 2019. 343 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
3. Rizzotto L. The future of education: How A.I. and immersive tech will reshape learning forever. Medium, 2017. <https://medium.com/futurepi/a-vision-for-education-and-its-immersive-a-i-driven-future-b5a9d34ce26d>
4. Faggella D. Examples of artificial intelligence in education. Emerj, 2019. <https://www.techemergence.com/examples-of-artificial-intelligence-in-education>
5. Daria R. AI in education or How to create an advanced artificial intelligence program. Cleveroad, 2017. <https://www.cleveroad.com/blog/ai-in-education-or-what-advantages-of-artificial-intelligence-in-education-you-can-gain->
6. Уваров А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Информатика и образование. 2018. № 4. С. 14–22.
7. Wagner W., Göllner R., Werth S., Voss T., Schmitz B., Trautwein U. Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power // Journal of Educational Psychology. 2016. Vol. 108. No. 5. P. 705–721. DOI: 10.1037/edu0000075
8. Kunter M., Klusmann U., Baumert J., Richter D., Voss T., Hachfeld A. Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development // Journal of Educational Psychology. 2013. Vol. 105. Is. 3. P. 805–820. DOI: 10.1037/a0032583
9. Fox A. S., Lapate R. C., Shackman A. J., Davidson R. J. The nature of emotion: Fundamental questions. Oxford: Oxford University Press, 2018. 632 p.

10. *Bidwell J., Fuchs H.* Classroom analytics: Measuring student engagement with automated gaze tracking. 2011. 17 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4865.6242
11. *Helmke A., Helmke T., Heyne N., Hosenfeld A., Schrader F.-W., Wagner W.* Allgemeine beobachtungsinstrumente der unterrichtsstudie "VERA — gute unterrichtspraxis". Landau: Universität Koblenz-Landau, 2007. (In German.)
12. *Klieme E., Eichler W., Helmke A., Lehmann R. H., Nold G., Rolff H.-G., Schröder K., Thomé G., Willenberg H.* Unterricht und kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. Weinheim: Beltz, 2008. 459 p. (In German.)
13. *Ainley M.* Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes // *Educational Psychology Review*. 2006. Vol. 18. P. 391–405. DOI: 10.1007/s10648-006-9033-0
14. *Appleton J. J., Lawrenz F.* Student and teacher perspectives across mathematics and science classrooms: The importance of engaging contexts // *School Science and Mathematics*. 2011. Vol. 111. Is. 4. P. 143–155. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2011.00072.x
15. *Aung A. M., Ramakrishnan A., Whitehill J. R.* Who are they looking at? Automatic eye gaze following for classroom observation video analysis // *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018. P. 252–258.
16. *Santini T., Kubler T., Draghetti L., Gerjets P., Wagner W., Trautwein U., Kasneci E.* Automatic mapping of remote crowd gaze to stimuli in the classroom. <https://pdfs.semanticscholar.org/581e/920ddb6ecfc2a313a3aa6fe3d933b917ab0.pdf>
17. *Soloviev V.* Machine learning approach for student engagement automatic recognition from facial expressions // *Scientific Publications of the State University of Novi Pazar. Series A: Applied Mathematics, Informatics and Mechanics*. 2018. Vol. 10. Is. 2. P. 79–86. DOI: 10.5937/SPSUNP1802079S
18. *Reilly J. M., Ravenell M., Schneider B.* Exploring collaboration using motion sensors and multi-modal learning analytics // *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018. P. 333–341.
19. *Rajendran Ramkumar, Kümar Anurag, Carter Kelly E., Levin Daniel T., Biswas Gautam.* Predicting learning by analyzing eye-gaze data of reading behavior // *International Conference on Educational Data Mining (EDM) 2018. Proceedings of the 11th International Conference on Educational Data Mining*, Kristy Elizabeth Boyer and Michael Yudelson (Eds.). Buffalo, NY, July 16–20, 2018, C. 455–462. https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018_paper_205.pdf
20. *D'Mello S., Graesser A.* Dynamics of affective states during complex learning // *Learning and Instruction*. 2012. Vol. 22. Is. 2. P. 145–157. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001
21. *Bosch N.* Detecting student engagement: Human versus machine // *UMAP '16: Proc. 2016 Conf. on User Modeling Adaptation and Personalization*. New York: ACM, 2016. P. 317–320. DOI: 10.1145/2930238.2930371
22. *Hallion L. S., Steinman S. A., Kusmierski S. N.* Difficulty concentrating in generalized anxiety disorder: An evaluation of incremental utility and relationship to worry // *Journal of Anxiety Disorders*. 2018. Vol. 53. P. 39–45. DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.10.007
23. *Whitehill J., Serpell Z., Lin Y.-C., Foster A., Movellan J. R.* The faces of engagement: Automatic recognition of student engagement from facial expressions // *IEEE Transactions on Affective Computing*. 2014. Vol. 5. Is. 1. P. 86–98. DOI: 10.1109/TAFFC.2014.2316163
24. *Shuman V., Clark-Polner E., Meuleman B., Sander D., Scherer K.* Emotion perception from a componential perspective // *Cognition and Emotion*. 2017. Vol. 31. Is. 1. P. 47–56. DOI: 10.1080/02699931.2015.1075964
25. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/

APPLICATION OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES FOR AUTOMATIC DATA COLLECTION ABOUT EMOTIONS OF STUDENTS DURING GROUP WORK

R. B. Kupriyanov¹

¹ *Moscow City University*

129226, Russia, Moscow, Vtoroy Selskhoziazjstvenny proezd, 4

Abstract

Today the global scientific community is actively discussing the issues on the application of artificial intelligence in education. One of the least studied technologies in terms of its application in education is computer vision. The development and implementation of intelligent systems based on video analysis and machine learning algorithms provide new opportunities for teachers and staff of the educational organization administration to understand and transform the educational process. The article discusses the use of video analysis technologies from cameras with a 360-degree view to collect data on the emotional state of students during group work in the classroom. In the course of the described research, a software solution for automatic emotions data collection during students' teamwork learning was developed. This solution can be used for future research aimed at studying the impact of emotional state on students' educational success. The results of the study can be used to form the research agenda of Russian universities in order to implement the objectives of the section "Education and personnel" of the program "Digital economy of the Russian Federation", approved by the Government of the Russian Federation.

Keywords: digital transformation of educational process, artificial intelligence, computer vision, video analysis, data analysis, data mining, educational data mining.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-56-63

For citation:

Kupriyanov R. B. Primenenie tekhnologij komp'yuternogo zreniya dlya avtomaticheskogo sbora dannykh ob ehmotsiyakh obuchayushhikhsya vo vremya gruppovoj raboty [Application of computer vision technologies for automatic data collection about emotions of students during group work]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 56–63. (In Russian.)

Received: February 23, 2020.

Accepted: May 19, 2020.

About the author

Roman B. Kupriyanov, Deputy Head of the IT Department, Moscow City University, Russia; kupriyanovrb@mgpu.ru; ORCID: 0000-0001-5153-4334

References

1. Afsar P., Cortez P., Santos H. Automatic visual detection of human behavior: A review from 2000 to 2014. *Expert Systems with Applications*, 2015, vol. 42, is. 20, p. 6935–6956. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.05.023
2. Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzkaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalov T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya [Difficulties and prospects of the digital transformation of education]. Moscow, HSE, 2019. 343 p. (In Russian.) DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
3. Rizzotto L. The future of education: How A.I. and immersive tech will reshape learning forever. Medium, 2017. Available at: <https://medium.com/futurepi/a-vision-for-education-and-its-immersive-a-i-driven-future-b5a9d34ce26d>
4. Faggella D. Examples of artificial intelligence in education. Emerj, 2019. Available at: <https://www.techemergence.com/examples-of-artificial-intelligence-in-education>
5. Daria R. AI in education or How to create an advanced artificial intelligence program. Cleveroad, 2017. Available at: <https://www.cleveroad.com/blog/ai-in-education-or-what-advantages-of-artificial-intelligence-in-education-you-can-gain->
6. Uvarov A. Yu. Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v obrazovanii [Artificial intelligence technologies in education]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 4, p. 14–22. (In Russian.)
7. Wagner W., Göllner R., Werth S., Voss T., Schmitz B., Trautwein U. Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power. *Journal of Educational Psychology*, 2016, vol. 108, no. 5, p. 705–721. DOI: 10.1037/edu0000075
8. Kunter M., Klusmann U., Baumert J., Richter D., Voss T., Hachfeld A. Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 2013, vol. 105, is. 3, p. 805–820. DOI: 10.1037/a0032583
9. Fox A. S., Lapate R. C., Shackman A. J., Davidson R. J. The nature of emotion: Fundamental questions. Oxford, Oxford University Press, 2018. 632 p.
10. Bidwell J., Fuchs H. Classroom analytics: Measuring student engagement with automated gaze tracking. 2011. 17 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4865.6242
11. Helmke A., Helmke T., Heyne N., Hosenfeld A., Schrader F. W., Wagner W. Allgemeine beobachtungsinstrumente der unterrichtsstudie “VERA — gute unterrichtspraxis”. Landau, Universität Koblenz-Landau, 2007. (In German.)
12. Klieme E., Eichler W., Helmke A., Lehmann R. H., Nold G., Rolff H.-G., Schröder K., Thomé G., Willenberg H. Unterricht und kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. Weinheim, Beltz, 2008. 459 p. (In German.)
13. Ainley M. Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes. *Educational Psychology Review*, 2006, vol. 18, p. 391–405. DOI: 10.1007/s10648-006-9033-0
14. Appleton J. J., Lawrenz F. Student and teacher perspectives across mathematics and science classrooms: The importance of engaging contexts. *School Science and Mathematics*, 2011, vol. 111, is. 4, p. 143–155. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2011.00072.x
15. Aung A. M., Ramakrishnan A., Whitehill J. R. Who are they looking at? Automatic eye gaze following for classroom observation video analysis. *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018, p. 252–258.
16. Santini T., Kubler T., Draghetti L., Gerjets P., Wagner W., Trautwein U., Kasneci E. Automatic mapping of remote crowd gaze to stimuli in the classroom. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/581e/920ddb6ecfc2a313a3aa6fed3d933b917ab0.pdf>
17. Soloviev V. Machine learning approach for student engagement automatic recognition from facial expressions. *Scientific Publications of the State University of Novi Pazar. Series A: Applied Mathematics, Informatics and Mechanics*, 2018, vol. 10, is. 2, p. 79–86. DOI: 10.5937/SPSUNP1802079S
18. Reilly J. M., Ravenell M., Schneider B. Exploring collaboration using motion sensors and multi-modal learning analytics. *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018, p. 333–341.
19. Rajendran Ramkumar, Kūmar Anurag, Carter Kelly E., Levin Daniel T., Biswas Gautam. Predicting learning by analyzing eye-gaze data of reading behavior. *International Conference on Educational Data Mining (EDM) 2018. Proceedings of the 11th International Conference on Educational Data Mining*, Kristy Elizabeth Boyer and Michael Yudelson (Eds.). Buffalo, NY, July 16–20, 2018, C. 455–462. https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018_paper_205.pdf
20. D’Mello S., Graesser A. Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 2012, vol. 22, is. 2, p. 145–157. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001
21. Bosch N. Detecting student engagement: Human versus machine. *UMAP ‘16: Proc. 2016 Conf. on User Modeling Adaptation and Personalization*. New York, ACM, 2016, p. 317–320. DOI: 10.1145/2930238.2930371
22. Hallion L. S., Steinman S. A., Kusmierski S. N. Difficulty concentrating in generalized anxiety disorder: An evaluation of incremental utility and relationship to worry. *Journal of Anxiety Disorders*, 2018, vol. 53, p. 39–45. DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.10.007
23. Whitehill J., Serpell Z., Lin Y.-C., Foster A., Movellan J. R. The faces of engagement: Automatic recognition of student engagement from facial expressions. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2014, vol. 5, is. 1, p. 86–98. DOI: 10.1109/TAFFC.2014.2316163
24. Shuman V., Clark-Polner E., Meuleman B., Sander D., Scherer K. Emotion perception from a componential perspective. *Cognition and Emotion*, 2017, vol. 31, is. 1, p. 47–56. DOI: 10.1080/02699931.2015.1075964
25. Rasporyazhenie Pravitel’sstva Rossijskoj Federatsii ot 28 iyulya 2017 goda № 1632-r “Ob utverzhdanii programmy “Tsifrovaya ehkonomika Rossijskoj Federatsii”” [Order of the Government of the Russian Federation dated July 28, 2017 No. 1632-r “On approval of the Program “Digital Economy of the Russian Federation””]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/