

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ УГРОЗ В СИСТЕМАХ «УМНОГО» ГОРОДА

Е. М. Косарева, Д. В. Лихачевский

Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники, Минск, Беларусь. e.kosareva@bsuir.by

In this article the description of the problem of recognizing potential anthropogenic threats is given. The methods used to recognize potential anthropogenic threats are analyzed.

Введение

Антропогенные угрозы представляют собой группу потенциальных угроз «умного» города, которые являются результатом реализации социальной опасности отдельных лиц или групп. Применение методов машинного обучения и нейросетевых алгоритмов позволяет повысить скорость и точность предиктивного обнаружения и реагирования на возможную реализацию социальной опасности.

Методы, применяемые для распознавания антропогенных угроз

Для распознавания антропогенных угроз в качестве исходных данных используется фото/видеопоток, получаемый из систем общественного видеонаблюдения.

Предиктивное распознавание потенциальных антропогенных угроз представляет собой трехкомпонентную задачу. Ввиду того, что оценку потенциальной опасности предполагается производить на основании анализа предыдущего криминального опыта (т.е. наличия/отсутствия конкретного лица в базе данных правонарушителей), а также текущего психоэмоционального состояния человека суть задачи сводится к следующим компонентам:

- обнаружение лица;
- извлечение признаков;
- оценка психоэмоционального состояния и прошлого криминального опыта (классификация).

Существует обширный набор методов для решения задачи обнаружения, однако в рамках настоящего исследования интерес представляют методы обнаружения по внешним признакам.

К классификаторам, решающим задачу обнаружения по внешним признакам, относятся:

- искусственные нейронные сети (Neural network: Multilayer Perceptrons);
- метод главных компонент (Principal Component Analysis (PCA));
- метод опорных векторов (Support Vector Machines (SVM));
- наивный байесовский классификатор (Naive Bayes classifier);
- скрытые марковские модели (Hidden Markov model);
- метод распределения (Distribution-based method);
- совмещение факторного анализа и метода главных компонент (Mixture of PCA, Mixture of factor analyzers);
- адаптированное улучшение и основанный на нём метод Виолы-Джонса и др [1].

Все перечисленные методы могут быть успешно применены для решения задачи больше обучающих пар, тем выше качество распознавания при том же соотношении размеров обучающей выборки и тестовой. При сравнении величины ошибки второго рода, было выявлено, что у нейросети она меньше по сравнению с *SVM*.

Одним из основных преимуществ *SVM* можно считать высокую скорость обучения алгоритма, а, следовательно, и возможность использовать для обучения достаточно большое количество векторов. Кроме того, ошибка первого рода у *SVM* меньше, чем у нейросети [2].

Исследование [3] показало, что алгоритм Виолы-Джонса может быть эффективно применен в системах слежения реального времени. В [4] была получена эффективность распознавания 98,4% для данного алгоритма. Вместе с тем алгоритм Виолы-Джонса возможно успешно применять для обнаружения любых объектов, при условии обучения классификатора и использования соответствующих задаче признаков.

Согласно [5], наиболее эффективными методами извлечения признаков являются методы на основе моделей внешнего вида. К методам на основе моделей внешнего вида относятся:

1 Фильтр Габора (Gabor filter) [6]. Он является классическим методом выделения черт выражений лиц, который позволяет выделить различные модели деформации для каждой эмоции [5]. Пример использования фильтра представлен в [7].

2 Локальный дескриптор Вебера (Weber local descriptor) [8]. Метод извлекает признаки в два этапа, первый этап разделяет изображение на локальные участки (рот, нос и т. д.) и нормализует изображения, второй этап извлекает отличительные текстурные признаки, используя ориентацию градиента, описывающую выражения лица [5].

3 Дискретное вейвлет-преобразование (Discrete wavelet transform, DWT) [9]. Метод извлекает текстурные признаки, разбивая исходное изображение на участки низких и высоких частот [5]. Например, авторы статьи [10] используют данный дескриптор.

Классификация является последней стадией в распознавания эмоций. На этой стадии осуществляется классификация извлеченных признаков на выражения лица: счастье, удивление, гнев, страх, отвращение, грусть и нейтральность.

К методам классификации эмоций можно отнести:

1 Метод опорных векторов (Support vector machine, SVM) строит гиперплоскость, разделяющую объекты выборки, чем больше расстояние между разделяющей гиперплоскостью и объектами разделяемых классов, тем меньше будет средняя ошибка классификатора [5]. Например, авторы в [11, 12, 13] используют метод SVM.

2 Многослойный перцептрон (Multilayer perceptron, MLP).

3 Многослойная прямая нейронная сеть (Multilayer feed forward neural network, MLFFNN).

4 Сверточная нейронная сеть (Convolutional neural network, CNN). В [5] была получена 90% точность работы данного алгоритма, при тестировании на наборе данных FERR.

5 Рекуррентная нейронная сеть (Recurrent neural network, RNN).

6 Комбинация сверточной и рекуррентной нейронных сетей.

Согласно результатам [5] при достаточном наборе обучающих данных лучшим методом классификации являются глубокие нейронные сети, так как они автоматически изучают и извлекают признаки из входных изображений, и обнаруживают эмоции на лице с более высокой точностью и скоростью в сравнении с другими методами.

Заключение

Задача распознавания потенциальных антропогенных угроз в общем случае является задачей классификации. Для ее решения применяются классификаторы, обученные на соответствующих данных исходя из специфики объекта обнаружения.

Для обнаружения лиц на фото/видеопотоке могут применяться такие методы как искусственные нейронные сети, метод опорных векторов, методы Виолы-Джонса и т.д. При сравнении нейросетей и метода *SVM* было выявлено, что нейросеть показывает лучшее качество распознавания при увеличении обучающих пар, а также имеет меньшую ошибку второго рода по сравнению с *SVM*. В то же время *SVM* обладает более высокой скоростью обучения и меньшим значением ошибки первого рода.

В ходе анализа имеющихся исследований было выявлено, что наибольшей эффективностью обладает метод Виолы-Джонса, демонстрирующий до 98% точности обнаружения. Данный метод имеет множество модификаций, одна из которых используется в библиотеке *OpenCV*.

Наиболее эффективными методами извлечения признаков для классификации эмоций являются методы на основе моделей внешнего вида, а в качестве классификатора лучше всего подходят сверточные нейронные сети. При тестировании сверточной нейронной сети на датасете *FERR* [5] была достигнута точность распознавания 90%.

Таким образом, анализ современных методов показывает, что комбинация классических методов машинного обучения и нейронных сетей является эффективным подходом к предиктивному обнаружению и оценке потенциальных антропогенных угроз «умного» города.

Список использованных источников

[1] Татаренков, Д.А. Анализ методов обнаружения лиц на изображении // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84). – С. 270-276.

[2] Жданов Ф.М., Карасова М.Ю. Обнаружение лиц на изображении с помощью адаптивных методов / Компьютерная графика и Приложения (ГрафиКон'2006) Шестнадцатая Международная конференция: труды ГрафиКон'2006 (1-5 июля 2006 г., Новосибирск). – Н.: МГУ им. М.В. Ломоносова, – 2006.

[3] Тымчук, А.И. Метод Виолы-Джонса для распознавания объектов на изображении / А.И. Тымчук // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2017. – № 6. – С. 63-68.

[4] Чанг, Б.Т. Распознавание лиц на основе применения метода Виолы-Джонса, свейвлет-преобразования и метода главных компонент / Б.Т. Чанг, Ф.Н. Хоанг, В.Г. Спицын // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – № 5. – С. 54-59.

[5] Рюмина Е.В., Карпов А.А. Аналитический обзор методов распознавания эмоций по выражениям лица человека / Рюмина Е.В., Карпов А.А. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2020. – Т. 20. – № 2. – С. 163-176.

[6] Ahsan T., Jabid T., Chong U.P. Facial expression recognition using local transitional pattern on Gabor filtered facial images / Ahsan T., Jabid T., Chong U.P. // IETE Technical Review. – 2013. – V. 30. – № 1. – P. 47-52.

[7] Бобе А.С., Коньшев Д.В., Воротников С.А. Система распознавания базовых эмоций на основе анализа двигательных единиц лица / Бобе А.С., Коньшев Д.В., Воротников С.А // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – № 9. – С. 7.

[8] Li S., Gong D., Yuan Y. Face recognition using Weber local descriptors / Li S., Gong D., Yuan Y. // Neurocomputing. – 2013. – V. 122. – P. 272-283.

[9] Addison P.S. The illustrated wavelet transform handbook. / Addison P.S. // Introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance. – CRC Press. – 2017. – 464 p.

[10] Nigam S., Singh R., Misra A.K. Efficient facial expression recognition using histogram of oriented gradients in wavelet domain // Multimedia Tools and Applications. – 2018. – V. 77. – № 21. – P. 28725-28747.

[11] Varma S., Shinde M., Chavan S.S. Analysis of PCA and LDA features for facial expression recognition using SVM and HMM classifiers. Techno-Social 2018. Proc. 2nd International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications, vol. 1, 2020, pp. 109-119.

[12] Dino H.I., Abdulrazzaq M.B. Facial expression classification based on SVM, KNN and MLP classifiers. Proc. International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE 2019), Zakho-Duhok, Iraq, 2019, pp. 70-75.

[13] Tripathi A., Pandey S. Efficient facial expression recognition system based on geometric features using neural network / Tripathi A., Pandey S. // Lecture Notes in Networks and Systems. 2018, vol. 10, pp. 181-190.