### 

**ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ЛИЦА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Хрящев Владимир Вячеславович**

**Храбров Дмитрий Евгеньевич**

**Казина Евгения Максимовна**

*Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

Когда человек попадает в поле зрения камеры видеонаблюдения, установленной на объекте интереса, на жесткий диск, как правило, сохраняется несколько изображений его лица. Большинство из них бесполезны для системы биометрической идентификации ввиду ряда причин: движение человека в кадре вызывает размытие, человек может находиться в области низкой освещенности, в кадр может попасть только часть лица или сильно повернутое лицо. Алгоритмы, с помощью которых производится процедура идентификации человека, вычислительно достаточно сложны, поэтому распознавание всей последовательности изображений может привести к замедлению работы системы видеонаблюдения. Таким образом, актуальной является задача выбора изображений наилучшего качества из всего полученного на практике набора лиц, по которым будет происходить идентификация человека.  
Указанная проблема широко рассматривается в современной научно-технической литературе. Одним из первых подходов к решению данной задачи, являлся подход, основанный на применении алгоритма кластеризации по методу K-средних. Как показали практические эксперименты – он обладает низкой точностью в том случае, когда большая часть полученного набора лиц является низкокачественной. Принципиально другой подход состоит в поиске самых качественных для распознавания лиц путем последовательной оценки качества всех изображений. Качество лиц оценивается на этапе предобработки. Изображения низкого качества отбрасываются или архивируются, распознавание происходит только по высококачественным изображениям. В ряде работ показано, что использование системы распознавания с модулем оценки качества лиц приводит к значительному приросту производительности всей системы видеонаблюдения.   
Существует несколько стандартов, определяющих качество изображений лиц, – ISO/IEC 19794-5, ICAO 9303 [1, 2], которые содержат описание характеристик, влияющих на принятие решения о пригодности изображения для систем автоматического распознавания. Все стандартизированные характеристики можно разделить на два класса: текстурные (резкость, контрастность, освещенность, степень компрессии, наличие прочих искажений) и относящиеся непосредственно к признакам лица (симметричность, поза, поворот, видимость глаз, наличие бликов или теней на лице). Для их автоматического определения в научной литературе описаны следующие методы – определение позы, не фронтальности освещения и поворота. Алгоритмы оценки качества лиц пользуются такими методами, суммируя результаты их работы с определенными весовыми коэффициентами. Например, суммируются метрики контрастности, симметричности, разрешения и неравномерности освещения. Удельный вес каждой метрики находится методами машинного обучения. Стоит отметить, что метрика качества, полученная таким образом, будет привязана к конкретной базе обучающих изображений, а также к конкретной системе распознавания. Для решения этой проблемы разработаны принципиально другие подходы для оценки качества изображений лиц, не использующие стандартизированные характеристики, например, метод на основе статистической модели лица, метод на основе обучения ранжированию.   
Ни в одной из доступных работ не используются экспертные оценки качества изображений лиц в качестве соответствующих эталонных оценок. В свою очередь экспертные оценки широко применяются при анализе качества изображений и видеопоследовательностей [3, 4]. Стоит отметить, что для человека не составляет труда определить большинство характеристик изображения лица. Поэтому задача анализа применимости субъективных экспертных оценок в качестве эталонных для задач распознавания лиц является актуальной.  
Целью работы является исследование ряда метрик оценки качества изображений лиц, использующихся в задаче распознавания, и сравнение результатов их работы с аналогичной экспертной оценкой.  
Для проведения эксперимента были записаны 10 тестовых видеопоследовательностей одного человека при различных условиях освещенности в 20, 50, 75, 130, 180, 500 Люкс. Из тестовых данных извлекались изображения двумя разными способами: экспертная выборка (10 разнокачественных изображений) и последовательная (извлекался каждый 25-й кадр).   
Из каждого тестового изображения выделялись лица с использованием типового детектора лиц. Далее, для каждого выделенного лица вычислялись значения следующих метрик: контрастность, разрешение, четкость, симметричность, размытие, метрика симметричности особых точек S и метрики качества K (на основе обучения ранжированию). Совместно с вычислением описанных выше метрик, для каждого изображения из тестового набора определялись средние экспертные оценки со значениями от 1 (наилучшее качество) до 10 (наихудшее) включительно. Между рангом, полученным экспертно, и рангом для каждой метрики для изображений с одной освещенностью вычислялся коэффициент корреляции Спирмена.   
Результаты моделирования показывают, что при низком уровне освещенности (<50 Люкс) лучшую корреляцию с субъективными оценками показывает метрика размытия, что вызвано низким средним качеством соответствующих видеопоследовательностей. При нормальном и высоком уровне освещенности (>130 Люкс) лучшую корреляцию показывает предложенная метрика на основе симметричности особых точек S. Низкую корреляцию на некоторых наборах тестовых изображениях (50 Люкс и 180 Люкс) можно объяснить тем, что работа алгоритмов определения симметричности зависит от точности детектора особых точек, которая уменьшается при сильных поворотах лица или размытии, вызванном движением человека.  
Ранжир на основе метрики K в большинстве случаев имеет низкую ранговую корреляцию с экспертным ранжиром. Значения метрики K часто попадают в узкий диапазон значений, к примеру, диапазон значений для тестового набора с освещенностью 75 Люкс составляет 15 единиц между изображениями самого низкого и самого высокого качества, хотя весь диапазон значений метрики составляет 100 единиц.   
Проведен также эксперимент по выбору трех наиболее качественных изображений (использовались тестовые наборы из последовательной выборки в 10 изображений) на основе субъективной оценки, а также на основе использования рассмотренных объективных метрик качества. Исследования проводились при различном уровне освещенности и наличии/отсутствии очков на лице человека. Результаты показывают, что наиболее точный выбор высококачественных изображений позволяет сделать метрика на основе обучения ранжированию K. Второй результат показывает предложенная метрика на основе анализа симметричности особых точек S. Данный результат можно объяснить тем, что и субъективная оценка качества и метрика на основе анализа симметричности особых точек рассчитываются в пространственной области.   
Проведено исследование ряда метрик оценки качества изображения лица применительно к задаче выбора наилучшего изображения для биометрической идентификации. Результаты моделирования показывают, что при низком уровне освещенности лучшую корреляцию с субъективными экспертными оценками показывает метрика размытия, что вызвано низким средним качеством соответствующих видеопоследовательностей. При нормальном и высоком уровне освещенности лучшую корреляцию показывает разработанная метрика на основе симметричности особых точек. В эксперименте с выбором трех лучших изображений наилучший результат показывает метрика на основе обучения ранжированию. Полученные результаты будут полезны инженерам в области построения систем видеонаблюдения и биометрической идентификации по изображению лица.  
  
Список литературы:  
1. ISO/IEC 19794-5 (published version). Information technology – Biometric Data Interchange Formats, 2005.  
2. Machine readable travel documents. International Civil Aviation Organization, 2006.  
3. Mohammadi P., Ebrahimi A., Shirani S. Subjective and Objective Quality Assessment of Image: A Survey // Elsevier Journal of Visual Communication and Image Representation, 2014 P. 1-50.  
4. Recommendation ITU-R BT.500-11. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures, 2002.