

АЛГОРИТМ РАСШИРЕНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-МОДЕЛЕЙ ЛИЦ

Фролов И. И.

Кафедра электронных вычислительных машин, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: frolov@bsuir.by

В работе представлен алгоритм подготовки выборки для обучения многоклассового классификатора машин опорных векторов (SVM). Описанный подход основан на моделировании возможных изменений внешности распознаваемого человека, путем введения дополнительных ракурсов съемки, условий освещения, углов наклона изображаемого фотопортрета человека. Полученные изменения искусственным путем непосредственно оказывают влияние на обучение классификатора, расширяя диапазон возможных вариаций исходного изображения. Классификатор, обученный на расширенной выборке, соответственно, готов в большей степени распознавать новые объекты.

ВВЕДЕНИЕ

Алгоритмы обнаружения области интереса (лица) на изображении ориентированы на устойчивость к качеству подаваемых на вход системы изображений – контрастности, яркости и т. д. Однако, даже при точной детекции области лица из-за разности условий освещения человека при проведении фотосъемки процесс достоверной классификации остается весьма проблематичным. В системе биометрической идентификации по фотопортрету компании Technest (www.genextech.com) использована технология 3D-моделирования для добавления в базу лиц фотопортретов недостающих ракурсов с отличающимися позами, освещением и выражениями лиц, однако данный ресурс ничего не сообщает о нивелировании возрастных отличий. В работе [1] рассмотрена возможность использования фильтров, шумов с целью расширения обучающего множества для настройки биометрических систем распознавания. В данной работе предложен комплексный подход для решения задачи по формированию и расширению обучающей выборки из изображений с разными характеристиками яркости, контрастности, условий освещенности, эмоциональных выражений лица, возрастных отличий. Демонстрируемый результат достигается путем синтеза 3D-моделирования лица с изменяемыми параметрами и методов цифровой обработки изображений для имитации шумов, а также приведения к единым условиям обработки.

1. ПАРАМЕТРЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИЦА

Для построения 3D-модели лица необходимо наличие минимум одного фотопортрета полного фронтального типа с разрешением, не ниже требуемого (не менее 90 пикселей между центрами зрачков глаз) и без отклонений, поворотов и наклонов головы. Построение 3D-модели выполняется с использованием

стороннего программного обеспечения FaceGen <http://www.facegen.com> и методов цифровой обработки изображений [2].

При использовании технологии 3D-моделирования наглядно был установлен факт высокой степени визуального соответствия фотографий реальных людей и их 3D-моделей (рис. 1). Построение виртуального набора лиц различных ракурсов, эмоций, освещения, шумов, возраста позволяет расширить обучающую выборку, а также нивелировать влияние искажающих факторов.



Рис. 1 – Сопоставление фотографии и 3D модели

Построение виртуального набора лиц различных ракурсов, эмоций, освещения, шумов, возраста позволяет расширить обучающую выборку, а также нивелировать влияние искажающих факторов. Самым распространенным фактором, влияющим на точность распознавания является изменение источников освещения, которые приводят к появлению теней на изображениях. Если обучающая выборка не содержит изображений, снятых различными вариантами освещения, то уровень распознавания системой таких лиц резко падает. На рис. 2 представлены варианты освещения модели лица (слева-направо): сверху, рассеянное прямое освещение, источник света справа, источник света слева.



Рис. 2 – Моделирование различных условий освещения

Важную роль в идентификации личности по цифровому фотопортрету играет также возраст при получении фотоснимков и момент проведения процедуры идентификации (см. рис. 3).

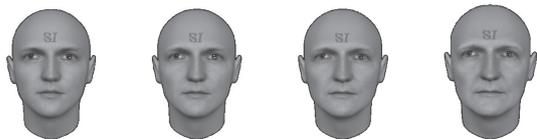


Рис. 3 – Модель изменения возраста, слева-направо: 30 лет, 40 лет, 50 лет, 60 лет

Кроме того, важным моментом при распознавании является ракурс фотосъемки: отклонение головы от вертикального положения вправо-влево, поворот головы вокруг вертикальной оси вправо-влево, наклон головы вокруг горизонтальной оси вверх-вниз.



Рис. 4 – Наклон и поворот головы в трех плоскостях при равномерном рассеянном освещении

Если рассматривать ограниченный набор изменяемых параметров, то можно вычислить общее количество дополнительных изображений, которые строятся для расширения обучающей выборки по формуле $images = n * (n - 1) / 2$, где $images$ – общее число дополнительных изображений для каждого исходного фотопортрета; n – количество варьируемых параметров. В проведенном исследовании использовано 17 параметров для расширения обучающей выборки – минимальный набор вариаций, позволяющий охватить сразу несколько влияющих факторов: угол поворота и наклона (7 позиций), возраст (2 позиции), эмоциональные выражения лица (4 позиции), освещение (4 позиции), что позволило увеличить обучающую выборку в 136 раз (т. к. для каждого изображения сгенерировано именно по 136 дополнительных изображений).

Представленную последовательность операций по формированию обучающей выборки можно описать в виде следующего алгоритма.

Шаг 1. Формирование исходной выборки изображений лиц для обучения SVM-классификатора.

Шаг 2. Построение 3D-модели лица и генерирование дополнительных 136 изображений.

Шаг 3. Оценка ракурса для каждого изображения (исходного и сгенерированных).

Шаг 4. Локализация области лица по границам надбровных дуг с помощью алгоритма локализации лица Виола-Джонса.

Шаг 5. Предварительная обработка и нормализация изображений.

Шаг 6. Масштабирование локализованной и обработанной области лица до размеров 200 * 200 пикселей.

Шаг 7. Добавление локализованной и обработанной области лица в обучающий набор фотопортретов и соответствующую базу лиц системы распознавания.

Шаг 8. Формирование вектора признаков отмасштабированного и обработанного изображения лица (алгоритм NIPALS).

Шаг 9. Обучение многоклассового SVM-классификатора. Завершение алгоритма.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для распознавания был обучен SVM-классификатор [3] с параметрами обучения $C = 8, \gamma = 0,003125$. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние расширения объема обучающей выборки на коэффициент распознавания

Обучающая выборка	Число классов	Обучающий набор	Число изображений каждого класса	Коэффициент распознавания
По 2 изображения каждого класса	700	1400	2	89.71
Расширенный набор изображений	700	96600	138	96.86

Необходимо отметить, что с увеличением числа обучающих изображений наблюдается и рост времени обучения классификатора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение 3D-моделирования лица позволяет в большой степени компенсировать отсутствие множества реальных фотопортретов с различными условиями фотосъемками, возрастными отличиями и присутствием эмоциональных выражений лица, наличием шумов. Разработанный алгоритм отличается от известных подходов в системах биометрической идентификации устойчивостью не только к изменениям освещения, ракурса и эмоций, но и к возрастным отличиям и шумам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Старовойтов, В. В. Расширение обучающего множества для настройки биометрических систем распознавания / В. В. Старовойтов, Д. Ю. Никодимов // Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях: материалы 4-й международной конференции. – Минск, 2004. – С. 204–209.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Москва: Техносфера. – 2005. – 1072 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – Москва: Вильямс. – 2006. – 1104 с.