

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCES

УДК 004.93
ББК 32.973-018.2
А 50

Алиев М.В.

Кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной математики и информационных технологий факультета математики и компьютерных наук Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-39-04, e-mail: alievmarat@mail.ru

Шовгенов Д.А.

Студент 5 курса факультета математики и компьютерных наук Адыгейского государственного университета, Майкоп, e-mail: djsh92@mail.ru

Идентификация лица человека по заданному примитиву

(Рецензирована)

Аннотация. Приведен гибридный алгоритм обнаружения лица человека на изображении. Показана эффективность работы гибридного алгоритма. Приведен алгоритм поиска лица человека, задаваемого примитивом, на изображении.

Ключевые слова: распознавание образов, алгоритм Виолы-Джонса, алгоритм SURF, обнаружение лица, признаки Хаара.

Aliev M.V.

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Head of the Department of Applied Mathematics and Information Technology, Faculty of Mathematics and Computer Science, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-04, e-mail: alievmarat@mail.ru

Shovgenov Dz.A.

Fifth-year student of Faculty of Mathematics and Computer Science, Adyghe State University, Maikop, e-mail: djsh92@mail.ru

Human face detection by defined primitive

Abstract. Hybrid algorithm of face recognition on image is provided. Efficiency of work of hybrid algorithm is shown. An algorithm of search of the human face by defined primitive in the image is provided.

Keywords: pattern recognition, Viola-Jones algorithm, SURF algorithm, face recognition, Haar features.

1. Область исследования систем обработки изображений

С ростом систем видеонаблюдения поиск и обнаружение объектов на изображении и в видеопотоке является одной из актуальнейших задач в последнее время.

Выделение лица человека, и тем более поиск лица человека по заданному примитиву (примитив – объект, задаваемый для поиска на изображении) – одна из интересных задач в данной области. Обнаружению лиц и поиску примитивов посвящены следующие подходы:

1. Алгоритм обнаружения лиц на изображении с помощью признаков Хаара и бустинга [1];
2. Алгоритм выделения лиц на основе цветовой информации изображения [2];
3. Алгоритм поиска заданного примитива на изображении [3].

Также существуют и другие подходы к обнаружению лица человека на изображении. Они отражены в статье [4].

2. Алгоритмы поиска лица человека на изображении

Одним из лучших алгоритмов обнаружения лица человека по соотношению эффективности распознавания/скорость работы – алгоритм Виолы-Джонса. Главное достоинст-

во – низкая вероятность ложноположительного срабатывания. Алгоритм даже хорошо работает и распознает черты лица под небольшим углом, примерно до 30 градусов.

Алгоритм 1 [1]. Алгоритм Виолы-Джонса:

Шаг 1. Для быстрого вычисления необходимых объектов берется изображение в интегральном представлении;

Шаг 2. Для поиска лица и его черт используются признаки Хаара, позволяющие производить поиск нужных нам объектов;

Шаг 3. Для выбора наиболее подходящих признаков для искомым объектов используется бустинг (от англ. *boost* – улучшение, усиление);

Шаг 4. Признаки подаются на вход классификатора, выносящего вердикт «верно» либо «ложь»;

Шаг 5. Используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Для улучшения работы алгоритма Виолы-Джонса был предложен гибридный алгоритм, позволяющий находить лица в профиль на фотоснимках.

Алгоритм 2. Гибридный алгоритм нахождения лиц на изображении:

Шаг 1. Найдем с помощью алгоритма Виолы-Джонса лица;

Шаг 2. Превратим исходное изображение в бинарную маску msk_{ij} , где $msk_{ij} = 1$, если пиксель (i, j) исходного изображения по цветовому балансу соответствует цветовому балансу кожи на изображении, и 0 – в противном случае;

Шаг 3. Найдем все связные области кожи на изображении. Выделим каждую из них отдельно прямоугольником минимального размера, в который помещается каждая отдельно взятая область кожи;

Шаг 4. Отбросим те области, которые уже были идентифицированы как лицо человека;

Шаг 5. Проведем анализ остальных областей по формулам (соотношение между сторонами прямоугольника):

$$\frac{H}{W} > \frac{4}{3}, \quad \frac{H}{W} < 2, \quad S > 300;$$

цветовая информация:

$$\frac{S(\text{skin})}{S} > \frac{8}{15}, \quad \frac{S(\text{skin})}{S} < \frac{9}{10},$$

где H – длина прямоугольника, W – ширина, $S(\text{skin})$ – количество пикселей в прямоугольнике, соответствующих коже, S – площадь прямоугольника, в котором находится предполагаемое лицо.

Шаг 6. Выделим те области, которые подходят под описание.

Представленный гибридный алгоритм позволяет находить лица людей, стоящих в профиль, чего не делает стандартный алгоритм Виолы-Джонса распознавания лиц.

В таблице 1 приведены результаты сравнения точности обнаружения лица человека алгоритма Виолы-Джонса, реализованного в библиотеке Emgu CV, и гибридного алгоритма с использованием кластера кожи. Было использовано 300 изображений различного разрешения. На 200 из них были фронтальные лица, 100 – содержали лица в профиль. Результаты поиска отражены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение точности работы гибридного алгоритма и алгоритма Виолы-Джонса

| Алгоритм | Правильные обнаружения | Ложные обнаружения |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| Emgu CV алгоритм Виолы-Джонса | 72% | 8 |
| Гибридный алгоритм | 81% | 10 |

На рисунке 1 представлен пример работы гибридного алгоритма. Лицо выделено прямоугольником.



Рис. 1. Пример работы гибридного алгоритма

В таблице 2 приведены результаты сравнения скорости работы базового алгоритма Виолы-Джонса, реализованного в Emgu CV, с гибридным алгоритмом.

Таблица 2

Сравнение скорости работы гибридного алгоритма и алгоритма Виолы-Джонса

| Алгоритм | Мелкие | Средние | Крупные |
|----------------------------------|----------|---------|---------|
| Средний размер фото, пиксели | ~400x300 | 640x480 | 800x640 |
| Количество фото | 100 | 100 | 100 |
| Поиск алгоритмом Виолы-Джонса, с | 120 | 512 | 1237 |
| Поиск гибридный алгоритм, с | 213 | 934 | 1849 |

3. Алгоритм поиска лица человека по заданному примитиву

Алгоритм SURF (Speeded-up Robust Features) является наиболее эффективным алгоритмом поиска прототипа на изображении. Алгоритм устойчив к повороту и масштабированию исходного изображения, а также к общей яркости изображения.

Алгоритм 3 [3]. Алгоритм SURF для поиска заданного примитива на изображении:

Шаг 1. Найдем ключевые точки исходного изображения и заданного примитива (точки, в которых наиболее весомы перепады градиентов по x и y);

Шаг 2. Найдем дескрипторы – векторы, кодирующие геометрию локальной окрестности вокруг точки;

Шаг 3. Сравним дескрипторы примитива и исходного изображения;

Шаг 4. Используем гомографию для отображения найденного на сцене целевого объекта и выделим примитив на изображении.

На рисунках 2 и 3 представлены соответственно заданный примитив и его поиск на исходном изображении. Белыми кругами на изображении выделены ключевые точки примитива и исходного изображения. Как можно заметить, примитив может быть частичным (то есть, часть лица), но алгоритм позволяет находить лицо на изображении.

Заключение

В работе был предложен гибридный алгоритм выделения лиц на изображении, который позволяет выделять помимо фронтальных лиц еще и лица людей, стоящих в профиль, а также предложен алгоритм поиска заданного примитива, причем примитив может быть задан частично, то есть необязательно задавать примитив полностью.



Рис. 2. Примитив



Рис. 3. Выделение примитива на исходном изображении

Примечания:

1. Viola P., Jones M.J. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features // Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001). 2001. 30 p.
2. Голубев М.Н., Шмаглит Л.А. Использование информации о цвете в алгоритме выделения лиц на изображениях // ГрафиКон – 2010: материалы Двадцатой междунар. конф. по компьютерной графике и зрению. URL: <http://www.graphicon.ru/proceedings/2010/conference/School/053.pdf>
3. Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded Up Robust Features // Proceedings of the 6th European Conference on Computer Vision, Springer LNCS. 2006. P. 404-417.
4. Обнаружение и локализация лица на изображении. URL: <http://194.226.214.115/ft/002403/num2face.pdf>

References:

1. Viola P., Jones M.J. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features // Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001). 2001. 30 p.
2. Golubev M.N., Shmaglit L.A. The use of information on color in algorithm of highlighting of faces on photos // GraphiKon – 2010: materials of the Twentieth international conf. on computer graphics and sight. URL: <http://www.graphicon.ru/proceedings/2010/conference/School/053.pdf>
3. Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded Up Robust Features // Proceedings of the 6th European Conference on Computer Vision, Springer LNCS. 2006. P. 404-417.
4. Detection and localization of person's face on the photo. URL: <http://194.226.214.115/ft/002403/num2face.pdf>