

Источник: Международной Интернет-конференции молодых ученых, аспирантов и студентов “Инновационные технологии: теория, инструменты, практика”. Алгоритмы выделения лиц на статических изображениях и в видеопотоке: <http://www.conference.msa.pstu.ru/dokumenty/algoritmy-vydeleniya-lic-na-staticheskih-izobrazheniyah-i-v-videopotoke>

УДК 004.931

## **АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛИЦ НА СТАТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ И В ВИДЕОПОТОКЕ**

**Аспирант: А.А. Друки**

Научный руководитель: проф., д.т.н. В.Г. Спицын

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

E-mail: [druki2008@yandex.ru](mailto:druki2008@yandex.ru)

### **Введение**

Распознавание изображений находит широкое применение в различных приложениях – это может быть контроль топологии печатных плат, текстуры ткани, контроль доступа к информации по идентификации личности (биометрическая идентификация), доступ к объектам ограниченного доступа, оперативный поиск в картотеке изображений, дактилоскопия и др. [1].

Широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека. Традиционные системы идентификации требуют знания пароля, наличия ключа, идентификационной карточки, либо иного идентифицирующего предмета, который можно забыть или потерять. В отличие от них, биометрические системы основываются на уникальных биологических характеристиках человека, которые трудно подделать и которые однозначно определяют конкретного человека. К таким характеристикам относятся отпечатки пальцев, форма ладони, узор радужной оболочки, изображение сетчатки глаза, индивидуальные характеристики лица [1–3].

Лицо человека является важным источником информации при общении между людьми. Выражение лица, мимика, артикуляция при разговоре, движения головой являются удобным, естественным и, что важно, необременительным способом передачи информации. Неспособность компьютера воспринять и распознать столь естественные для человека способы общения затрудняет передачу и восприятие информации при работе с ЭВМ [3].

Для того, что бы научить компьютер распознавать и реагировать на движения головы, мимику, измерение выражения лица, направление взгляда, требуются устойчивые алгоритмы анализа и распознавания изображения лица человека [4].

Цель работы: Разработать алгоритмы обнаружения и выделения лица на изображении низкого разрешения (порядка 320x240 пикселей) и

высокого уровня шума (характерного для бытовых фото-видео камер), работающие в реальном времени.

### Алгоритм обнаружения лиц с помощью цветовой сегментации

Среди методов обнаружения лица получили широкое распространение методы, использующие цветовую сегментацию областей кожи. Причина этой популярности состоит в том, что использование цвета кожи как признака для обнаружения лица сочетает в себе несколько важных преимуществ:

- Малая вычислительная сложность и, как следствие, высокая скорость обработки;
- Устойчивость к изменению ориентации и масштаба лица;
- Устойчивость к изменению освещения (за исключением цветного);
- Устойчивость к изменению выражения лица и частичного перекрытия лица другим объектом сцены.

К недостаткам этого метода можно отнести:

- Потенциальная возможность ложного обнаружения предметов с цветом, близким к цвету кожи;
- Зависимость от цветового баланса камеры и цвета освещения [4].

Вышеперечисленные достоинства обнаружения лиц по цвету делают использование характерного цвета кожи как признака для распознавания весьма привлекательным, даже несмотря на имеющиеся недостатки.

Обнаружение лиц по цвету кожи производится обычно в два этапа:

1. Выделение пикселей, близких по цвету к коже;
2. Поиск лиц на изображении с использованием априорного знания о структуре человеческого лица [5].

Для выделения пикселей с цветом кожи используется модель распределения оттенка кожи в цветовом пространстве. На основании сравнения существующих методов цветовой сегментации кожи оптимальным представляется метод моделирования распределения с помощью Байесовской карты вероятностей [6].

Этот метод заключается в вычислении отношения  $\frac{D(\text{skin} | c)}{D(-\text{skin} | c)}$  (соотношение вероятностей принадлежности цвета с координатами  $c$  к оттенку «кожи» или «не-кожи») для каждой точки дискретизированного цветового пространства по следующим формулам:

$$D_{out} = 2 \sum_{r \in G^2} \frac{D_{skin}(x)}{S},$$

и последующего сравнения  $\frac{D(\text{skin}|c)}{D(-\text{skin}|c)}$  с некоторым выбранным порогом  $\theta$ .

$D(c|\text{skin})$  и  $D(c|-\text{skin})$  напрямую высчитываются из набора тренировочных изображений, с областями кожи, сегментированными вручную. Данная модель обладает высокими показателями вероятности успешного распознавания, малой вероятностью ложного обнаружения, и является инвариантной по отношению к выбору цветового пространства, в котором проводится сегментация.

Результатом цветовой сегментации кожи является информация о степени близости цвета каждого пикселя к цвету кожи. На основе этой информации формируется полутоновое изображение, где интенсивности пикселей установлены равными характеристике близости пикселя к цвету кожи.

### **Алгоритм выделения лиц с помощью деформируемых эллиптических моделей**

К сожалению, цветовая информация не может дать достаточно данных для устойчивого обнаружения лица. Неизбежные ошибки цветовой сегментации и области, близкие по оттенку к коже, не являющиеся лицами, создают помехи для распознавания. Поэтому для повышения устойчивости обнаружения лиц был разработан дополнительный метод. Метод заключается в выделении эллиптических областей максимального размера, внутри которых плотность содержания количества пикселей цвета кожи максимальна, в то время как на границе количество кожных пикселей минимально [7].

Представляется естественным сформулировать эту проблему, как задачу оптимизации в пространстве параметров эллипса  $(x_c, y_c, \theta, a, b)$ . Вдоль границы модели расположены сенсорные области, в которых происходит оценка плотности пикселей, близких по цвету к коже. Модель инициализируется вблизи ожидаемого положения лица на изображении (например, в центре масс связной компоненты пикселей кожи). Деформация модели производится по шагам. Для каждой сенсорной области производится расчёт плотности пикселей кожи во внутренней и внешней окрестности границы модели. В зависимости от полученных плотностей сенсорная область перемещается перпендикулярно границе модели [7].

$$D_{in} = 2 \sum_{r \in G1} \frac{D_{skin}(x)}{S},$$
$$D_{out} = 2 \sum_{r \in G2} \frac{D_{skin}(x)}{S},$$

где  $G1$  – внутренняя область сенсорной области,  $G2$  – внешняя область сенсорной области.  $S$  – площадь сенсорной области,  $D_{skin}(x)$  – вероятность принадлежности цвета пикселя  $x$  к цвету кожи. Исходя из рассчитанных величин, вычисляется вектор перемещения сенсорной области. Для приближения центров сенсорных областей эллипсом был использован метод наименьших квадратов, обладающий высоким быстродействием и точностью.

Поведение модели можно варьировать и настраивать, модифицируя следующие параметры:

- количество, расположение и размер сенсорных областей;
- пороговые величины  $F_{in}$  и  $F_{out}$ ;
- коэффициенты длины векторов перемещения сенсорных областей  $k_{in}$  и  $k_{out}$ ;
- дополнительные ограничения на форму, размер, ориентацию и положение эллипса.

Путем модификации перечисленных параметров можно добиться тонкой настройки функционирования модели.

### Библиографический список

1. Ваиник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов // Стохастические проблемы обучения. – М.: Наука, 1974. С. 144–157.
2. Рабинер Л.Р. Скрытые марковские модели и их применение в избранных приложениях при распознавании речи: Обзор // Труды ИИЭР. – 1989. – Т. 77. – № 2. – С. 123–129.
3. Самаль Д.И., Старовойтов В.В., Обнаружение антропометрических точек лица с помощью фильтров Габора // Сборник научных трудов «Цифровая обработка изображений». – 2001. – С. 141–150.
4. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Ососков М.В. Система распознавания и визуализации характерных черт человеческого лица в реальном времени на персональной ЭВМ с использованием web-камеры // Труды конференции Графиком. – 2002. – С. 251–254.
5. Jordao L., Perrone M., Costeira L., Santos L. Active face and feature tracking // Proc. Of international conference on lineage analysis and processing. – 1999. V.9 – P. 572–576.
6. Albiol A., Torres L., Delp E. J. Optimum color spaces for skin detection // Proceedings of the International conference on image processing. – 2001. – V. 1. – P. 122–124.
7. Baskan S., Bulut M.A., Atalay V. Projection based method for segmentation of human face and evaluation // Pattern Recognition Letters. – 2002. – V. 23. – №. 14. – P. 1623–1629.