

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА “РАСПОЗНАВАНИЕ”

Тофик Кязимов¹, Шафагат Махмудова²

Институт Информационных Технологий Национальной Академии Наук Азербайджана
AZ1141, Азербайджанская Республика, г. Баку, ул. Ф.Агаева, 9 тел.: (994 12) 4399016
E-mail: ¹depart9@iit.ab.az, tofiq@mail.ru; ²depart9@iit.ab.az, shafag2@yahoo.com

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы распознавания лиц на основе их фотопортретов. Предложен способ определения геометрических характеристик лица для идентификации человека, отличающийся от ранее имеющихся способов. Проведенные контрольные эксперименты показали высокие результаты идентификации. Описывается созданная, на основе предложенного способа определения идентификационных признаков лица, система «Распознавание».

Вступление

Для распознавания лиц (объектов, сигналов, ситуаций и событий) используются многочисленные ресурсы человеческого мозга, в том числе, 10-12 миллиардов нейронов. В результате чего люди распознают друг друга, с большой скоростью читают изданные и рукописные тексты, на улице в сложных условиях водят машины, обрабатывают детали в конвейерах, расшифровывают пароли аэрокосмических фотографий. Для распознавания человека по лицу и выбор его признаков основывается на интуиции. В автоматизации многих задач, как различительный признак для распознавания, использовать информативную информацию очень сложно [1 – 3]. Лицо человека похоже на мощное сигнальное устройство, так как, с его помощью можно получить много полезной информации. Для успешного распознавания надо решить ряд вопросов:

1. Определение антропометрических точек и автоматический расчет геометрических характеристик изображения человеческого лица, данного для распознавания;
2. Включение в базу геометрических характеристик изображения человеческого лица на основании антропометрических точек;
3. Определение алгоритма для изображения человеческого лица без масштабирования;
4. Идентификационный процесс;
5. Процесс распознавания лица и оповещение пользователя системы об этом.

Есть два главных типа систем распознавания лица. Система первого типа проверяет, является ли человек, стоящий перед камерой членом ограниченной группы людей (20-500 человек) или нет. Обычно, такие системы используются к управлению доступа к зданиям, компьютерам и т.д. Система второго типа идентифицируют человека поиском фотографии в большой базе данных или подтверждают ее отсутствие. Такая система должна работать с базой данных, содержащей 1.000-1.000.000 изображений. Она может работать в автономном режиме.

Все методы, применяемые для решения задачи поиска изображений в базах данных, можно разбить на три отдельные категории, в зависимости от способов организации базы изображений и проведения в ней поиска.

Первая категория - изображения хранятся в базе, обычно в развернутом виде, и одновременно служат ключами при поиске изображений, ближайшего к заданному изображению. В процессе распознавания изображение поочередно вынимается из базы и сравнивается с искомым. Если оно оказывается достаточно близким, то запоминается как одно из ближайших соседей, если нет, то из базы выбирается следующее. Данная организация запоминающих и сравнивающих структур при всей своей простоте имеет один очень существенный недостаток - огромное время поиска. К методам распознавания, относящимся к данной категории, можно причислить методы, основанные на геометрических чертах, сравнение с эталоном и оптический поток.

Во второй категории систем попадают те, базы данных которых хранят как само изображение, так и некоторое краткое его описание, служащее ключом поиска. Процесс поиска в таких системах происходит в два этапа: сначала проверяется ключ, затем, если ключ близок к искомому, извлекаются и сравниваются непосредственно сами изображения. Недостатки данных систем - необходимость вычисления ключа для каждого пополняющего базу изображения, и хранение его в базе, однако достигается существенный выигрыш во времени поиска. В данный класс можно определить системы, не попавшие в первый класс, но построенные на анализе геометрических черт лица и сравнения с эталоном.

Третьей категории относятся такие методы, как нейронные сети, вероятностные модели и некоторые другие. В отличие от предыдущих классов, сами изображения в базе могут и не храниться. Изображения кодируются некоторым вектором, который служит одновременно и ключом поиска. При необходимости картинка может быть восстановлена по своему вектору и некоторым данным,

вычисленным в процессе настройки (обучения) системы. Основным недостатком подобных систем - уменьшение точности распознавания при поиске в реальных базах данных (от 10 000 объектов и больше), кроме того, при постоянном пополнении базы система будет нуждаться в своевременном дополнительном обучении [4].

При организации системы идентификации на основе антропометрических точек лица особую роль играет способы формирования баз данных изображений. На сегодняшний день в мире имеются разные системы управления базой изображений (СУБИ). Некоторые СУБИ были созданы такими фирмами, как NEC, FACE, Krimnet, Image Pro Discovery и т.д (названия СУБИ указаны соответственно названиям фирм). Каждая система имеет свои недостатки и преимущества.

Одним из основных методов распознавания является определение геометрических характеристик лица (рисунок 1). Суть метода состоит в том, что в лице отмечаются ключевые точки. Затем определяется расстояние (геометрические характеристики) между соответствующими ключевыми точками. Ключевые точки в лице человека могут находиться в различных местах. Например, на краю глаза, на губе, на мочке уха, на носу и т.д.

Лицо человека похоже на мощное сигнальное устройство, так как, с его помощью можно получить много полезной информации. Для успешного распознавания надо решить ряд вопросов:

1. Определение антропометрических точек и автоматический расчет геометрических характеристик изображения человеческого лица, данного для распознавания;
2. Включение в базу геометрических характеристик изображения человеческого лица на основании антропометрических точек;
3. Определение алгоритма для изображения человеческого лица без масштабирования;
4. Идентификационный процесс;
5. Процесс распознавания лица и оповещение пользователя системы об этом.

Как показывает криминалистическая практика, необходимо выделить около 30 особых точек на изображении человека. Эти точки должны быть максимально устойчивыми к небольшим изменениям (ракурса, освещения, мимики, косметики, возрастные изменения и т.п.) изображения[4].

В процессе предварительных экспериментов нами были отобраны 19 особых точек лица, которые показаны на рис. 1.

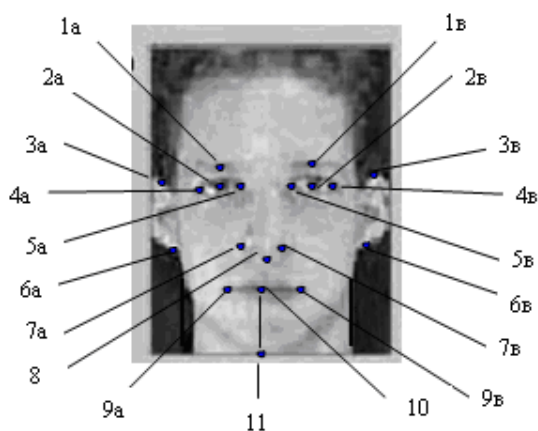


Рис.1. Антропометрические точки на фронтальной проекции лица человека

Как следует из рис.1 идентификационные точки обозначены следующим образом: центр брови (1а и 1в); центр зрачка (2а и 2в); верхние крайние точки ушей (3а и 3в); правый угол правого глаза – 4а; левый угол левого глаза – 4в; левый угол правого глаза – 5а; правый угол левого глаза – 5в; нижние точки окончания мочек ушей (6а и 6в); крайние точки носа по горизонтали (7а и 7в); кончик носа (8), который определяется как центральная точка между носовыми отверстиями; уголки рта (9а и 9в); центр рта (10) – как точка пересечения линии разделяющей верхнюю и нижнюю губы объекта, и перпендикуляра, опущенного из точки определяющей кончик носа объекта; кончик подбородка (11).

Будем выделять следующие расстояния (рис. 2):

- 1) между центрами сетчатки глаз (2а , 2в);
- 2) между внутренними уголками глаз (5а ,5в);
- 3) между центром сетчатки глаза и центром брови [(1а , 2а), (1в , 2в) ;
- 4) между центром сетчатки глаза и серединой линии смыкания губ [(2а , 10), (2в , 10)];
- 5) между центром сетчатки глаза и нижней точкой носа [(2а ,8), (2в ,8)];
- 6) максимальная ширина носа (7а, 7в);
- 7) между центром сетчатки глаза и подбородком [(2а , 11), (2в , 11)];

- 8) между серединой линии смыкания губ и подбородком (10, 11);
- 9) между кончиком носа и подбородком (8, 11);
- 10) ширина рта (9а, 9в);
- 11) ширина лица на уровне линии глаз;
- 12) ширина лица на уровне нижней точки носа;
- 13) ширина лица на уровне линии смыкания губ;
- 14) между наружным уголком глаза и верхней точкой уха [(3а, 4а), (3в, 4в)];
- 15) между верхними точками ушей (3а, 3в);
- 16) между нижними точками ушей (6а, 6в);
- 17) между верхними и нижними точками уха [(3а, 6а), (3в, 6в)].

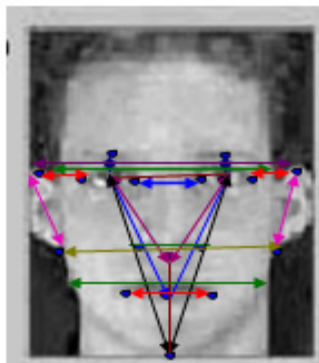


Рис.2. Расстояния между антропометрическими точками

Расстояния (1), (2), (4), (5), (6), (7), (8), (11) будем считать основными, поскольку влияние на них таких факторов, как прическа, макияж, украшения и пр. незначительны.

Введение признаков в виде отношения для идентификационных единиц делает их масштабно не зависящими от расстояния, с которого делается фотография человека. В данном случае, использование реальных величин размеров головы и её участков не возможно определить, а для признаков совершенно неважно, на каком расстоянии находился человек во время съемки от объектива.

Дополнительно для практических целей расстояния (1)–(17) были разделены на две группы:

- расстояния, измеряемые в соответствии горизонтальному направлению ((1), (2), (6), (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16));
- расстояния, измеряемые в соответствии вертикальному направлению.

Несомненно, признаки, составленные, на основе соотношений между расстояниями входящими в первую группу будут достаточно устойчивыми повороту головы человека по вертикальной оси по фотографии, а признаки, составленные, на основе расстояний второй группы будут достаточно устойчивыми наклону головы человека вниз или вверх по горизонтальной оси. Считаем, что такая же устойчивость признаков будет сохранена в случае одновременного поворота и наклона головы человека. Пределы поворота и наклона головы человека на фотографии, конечно же, будут определены возможностями выделения особых точек и определения соответствующих расстояний.

Эксперименты показали достаточно хорошие результаты (около 1-1,5% отклонений) по устойчивости признаков в группах при повороте головы человека до 25 градусов и наклоне – до 15 градусов. Отклонение головы влево или вправо не учитывалось.

Перейдем к описанию СУБИ «Распознавание» разработанной авторами системы для идентификации личности.

Разработанная нами СУБИ «Распознавание» отличается по определяемым признакам от имеющихся систем. Первоначально для СУБИ «Распознавание» была организована база данных. В нее были включены фотографии 300 человек, охватывающие изображения лиц различительных размеров. Кроме того, в базу данных для каждого лица были включены индивидуальные данные (имя, фамилия, отчество, день рождения, цвет глаз, рост).

База данных была сформирована на основе данных, полученных из отдела кадров предприятия и изображения личности. Кроме общей информации, для каждой личности здесь дано 16 признаков, определяющих геометрическую характеристику лица. Число этих признаков можно увеличить. На момент пополнения базы данных для данной личности особые точки (рис.1) одновременно в двух группах определяются вручную, автоматически определяются и хранятся расстояния (1)–(17).

Далее вычисляются признаки для соответствующих групп и тоже хранятся в базе. Эти данные определяются и вычисляются лишь один раз в момент формирования базы данных. Определенные данные человека (пол, раса, возраст, регион, особые приметы и т.п.), которые имеются в базе данных,

могут служить ключом поиска. Задача идентификации сводится к нахождению из базы данных нескольких изображений (от одного до десятка) наиболее похожих на заданное изображение. Заданное изображение сравнивается с изображениями имеющихся в базе данных путем вычисления евклидова расстояния между двумя точками в 16 – мерном пространстве.

Признаки, определяющие геометрическую характеристику лица, считаются основными. Признаки черт лиц каждого человека, включенных в базу данных, отличаются от черт лиц других людей. Оценки соответствующие этим признакам определяются в соответствии с антропометрическими точками человеческого лица. На основании отмеченных нами точек вертикальные и горизонтальные характеристики считываются, и автоматически включаются в базу данных. Таким образом, нужная информация о 300 людях хранится в базе.

Разработанная по предложенному методу система СУБИ “Распознавание” может применяться в системах информационной безопасности (доступ к компьютерам, базам данных и т.д.), наблюдения и расследования криминальных событий, а также в банковской сфере. Поиск в базах данных по фотопортретам человека, автоматизированный контроль удостоверений личности особенно актуальны для правоохранительных органов большинства стран в контексте увеличения количества террористических актов и уголовных преступлений на фоне повышения общей мобильности населения.

Литература:

- [1] Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания – Москва «Высшая школа» 2004 , стр. 3-30.
- [2] Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение – Москва 2005, стр.126-167.
- [3] Brunelli R., Poggio T. Face recognition: features versus templates //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.15, No 10, October 1993. - pp. 1042-1052.
- [4] Samal A., Iyengar P.A. Automatic recognition and analysys of human faces and facial expressions: a survey // Pattern Recognition 1992, Vol. 25, No - pp. 65-77.