

б) в среде MathCAD процесс создания программы идёт параллельно с её отладкой. Пользователь может, введя в MathCAD новое выражение, сразу определить значения переменных, построить график, выполнить визуальный экспресс-анализ, найти и устранить ошибку;

в) пакет MathCAD постоянно совершенствуется от версии к версии, в него интегрирован мощный математический аппарат, позволяющий решать возникающие проблемы без вызова внешних процедур. Короткий перечень этих средств включает в себя: решение линейных и нелинейных алгебраических уравнений и систем; решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем (метод Коши и краевая задача); решение дифференциальных уравнений в частных производных; статистическую обработку данных, интерполяцию, экстраполяцию, аппроксимацию и др.; матричную и тензорную математику;

г) в пакет MathCAD встраиваются мощные справочники и учебники по математике и прикладным наукам;

д) пользователь может вводить не только численные значения переменных, но и дополнять их размерностями использованных величин;

е) система MathCAD имеет средства анимации, позволяющие создавать модели не только в статике (числа, таблицы, графики), но и в динамике (клипы);

ж) в пакете MathCAD имеются средства символической математики, которые обеспечивают получение не только численного, но и аналитического решения;

з) из среды MathCAD можно пользоваться всевозможными интернет-приложениями.

С использованием программы MathCAD нами самостоятельно рассчитано учебное задание в рамках управляемой студенческой работы по теоретической механике.

Заключение. Использование MathCAD позволяет использовать его при рассмотрении учебных задач, связанных с проведением громоздких, многократно повторяющихся вычислительных процедур, решением математических задач, построением графиков и поверхностей, наглядным представлением результатов задач в учебных работах.

УДК 004.93

С. Д. Фадеев, О. И. Наранович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ

Введение. Большинство ученых и практиков из сферы информационных технологий осознают роль, которую играет компьютерное зрение, но мало кто знает обо всех областях, в которых оно используется. Например, известно, что компьютерное зрение используется в системах наблюдения, а также при работе с изображениями и видео в Интернете. Немногие знают, какое место занимают подобного рода приложения в таких областях, как безопасность, конструирование беспилотников и в биомедицинских анализах.

С момента выхода первой версии в январе 1999 года библиотека OpenCV используется во многих приложениях и научно-исследовательских работах: сшивка изображений спутниковых карт, выравнивание отсканированных изображений, уменьшение шума на медицинских снимках, анализ объектов, системы обнаружения вторжения, системы контроля, наземные и подземные аппараты. OpenCV была ключевой частью робота “Stanley” из Стенфорда, который выиграл 2 млн дол. США в пустынной гонке роботов [1].

Целью данного исследования является обзор средств и методов, используемых для разработки комплекса аппаратно-программных средств, позволяющих производить детектирование и распознавание лиц.

Основная часть. Несмотря на большое разнообразие существующих алгоритмов, можно выделить общую структуру процесса распознавания лиц. На первом этапе производится детектирование и локализация лица на изображении. На этапе распознавания производится выравнивание изображения лица (геометрическое и яркостное), вычисление признаков и непосредственно распознавание — сравнение вычисленных признаков с заложенными в базу данных эталонами [2].

Для детектирования лиц используются каскады Хаара. В большинстве случаев, когда нужно простое сравнение двух достаточно похожих фрагментов изображения его реализуют через их ковариацию. Берётся образец (лицо) и передвигается по полученному изображению в направлении осей x и y в поисках точки, где отличие образца от изображения достигает своего минимума.

Данный способ быстр в реализации, интуитивен, популярен и досконально известен. Но он содержит следующие недостатки: неустойчивость при смене освещения; неустойчивость при изменении масштаба или повороте изображения; неустойчивость, если часть изображения — изменяющийся фон; невысокая скорость работы — если нужно обнаружить область $n \times n$ на изображении $m \times m$, то количество операций будет пропорционально $n^2 \times (m - n)^2$.

Для устранения недостатков, описанных выше, используют следующие принципы: освещение нейтрализуется нормировкой или переходом к бинаризации области; изменения масштаба и небольшие повороты нейтрализуются изменением разрешения при корреляции; фон при таком подходе не изменяется; скорость оптимизируют путём поиска с большим шагом или при маленьком разрешении [3].

Одним из наиболее известных и проработанных методов для распознавания лиц является метод главных компонент (principal component analysis, PCA), основанный на преобразовании Карунена—Лоева. Первоначально метод главных компонент начал применяться в статистике для снижения пространства признаков без существенной потери информации.

В задаче распознавания лиц его применяют главным образом для представления изображения лица вектором малой размерности (главных компонент), который сравнивается далее с эталонными векторами, заданными в базу данных. Используя этот метод, можно выявить различные изменчивости в обучающей выборке изображений лиц и описать эту изменчивость в базе нескольких ортогональных векторов, которые называются собственными (eigenface). Полученный один раз на обучающей выборке изображений лиц набор собственных векторов используется для кодирования всех остальных изображений лиц, которые представляются взвешенной комбинацией этих собственных векторов. Используя ограниченное количество собственных векторов, можно получить сжатую аппроксимацию входному изображению лица, которую затем можно хранить в базе данных в виде вектора коэффициентов, служащего одновременно ключом поиска в базе данных лиц.

Суть метода главных компонент сводится к следующему. Вначале весь обучающий набор лиц n преобразуется в одну общую матрицу данных, где каждая строка представляет собой один экземпляр изображения лица с шириной m и высотой k , разложенного в строку $m * k$. Все лица обучающего набора должны быть приведены к одному размеру и с нормированными гистограммами. Отобразим процесс преобразования обучающего набора лиц в одну общую матрицу (рисунок 1).

Затем производится нормировка данных и приведение строк к 0-му среднему и 1-й дисперсии, вычисляется матрица ковариации. Для полученной матрицы ковариации решается задача определения собственных значений и соответствующих им собственных векторов (собственные лица) [2]. Отобразим пример первых десяти собственных векторов (собственных лиц), полученных на обучаемом наборе лиц (рисунок 2). Покажем пример построения человеческого лица, полученного с помощью собственных векторов и коэффициентов собственных значений (рисунок 3).

Для выполнения программной части комплекса планируется использовать среду Microsoft Visual Studio 2012 для языка программирования C#. Данный язык обеспечивает комфортное программирование на высоком уровне, обладая большим количеством инструментов разработки. В стек технологий входит также библиотека компьютерного зрения OpenCV. Аппаратная часть комплекса содержит веб-камеру.

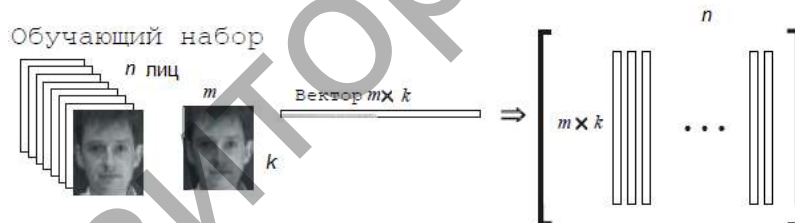


Рисунок 1 — Преобразования обучающего набора лиц в одну общую матрицу

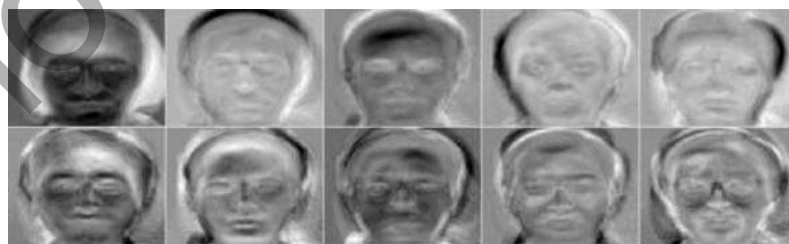


Рисунок 2 — Пример первых десяти собственных векторов (собственных лиц), полученных на обучаемом наборе лиц

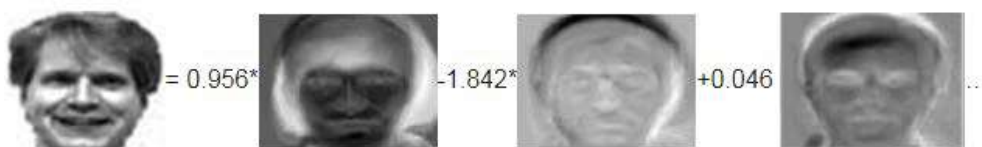


Рисунок 3 — Пример построения (синтеза) человеческого лица с помощью комбинации собственных лиц и коэффициентов собственных значений

Заключение. В ходе работы был проведен обзор необходимых методов и способов для разработки комплекса аппаратно-программных средств с использованием языка программирования C# и библиотеки OpenCV. Программный продукт позволит детектировать и распознавать лица.

Список цитируемых источников

1. *Bradski G. Learning OpenCV / G. Bradski, A. Kaehler. — O'Reilly Media, 2008. — 508 с.*
2. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/>. — Дата доступа: 10.03.2018.
3. Использование каскада Хаара для сравнения изображений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/198338/>. — Дата доступа: 10.03.2018.

УДК 334

А. А. Чухрай

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Введение. Современный этап развития Республики Беларусь характеризуется развитием информационных технологий, мобильных технологий, обеспечением высокой скорости передачи информации, внедрением цифровой подписи и многими другими факторами. Данные факторы свидетельствуют об обретении нового видения экономических и общественных процессов, становления и развития новой экономической модели — цифровая экономика. На сегодня переход на цифровую экономику является одним из ключевых приоритетов развития Республики Беларусь, так как в настоящее время именно уровень внедрения современных цифровых технологий будет в дальнейшем определять конкурентоспособность страны, темпы ее экономического развития, повышение производительности отдельных отраслей.

Основная часть. В настоящее время в нашей стране создаются благоприятные условия для формирования цифрового пространства, реализации и функционирования цифровой экономики. С 2003 года в Республике Беларусь принято три основные государственные программы по информатизации: Государственная программа информатизации Республики Беларусь на 2003—2005 годы и на перспективу до 2010 года «Электронная Беларусь»; Национальная программа ускоренного развития услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий на 2011—2015 годы; Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016—2020 годы [1]. Она разработана в соответствии со Стратегией развития информатизации в Республике Беларусь на 2016—2022 годы, утвержденной на заседании Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 03.11.2015 № 26, и направлена на достижение одного из приоритетов социально-экономического развития Республики Беларусь — эффективные инвестиции и ускоренное развитие инновационных секторов экономики.

Электронное правительство и цифровая экономика определены в качестве приоритетов стратегии информатизации на 2016—2022 годы. Предполагается реализация плана мероприятий в разных отраслях: от социальной сферы до банковского сектора. В частности, в медицине за указанный период документооборот должен быть полностью переведен в электронный вид, в госструктурах — на 95%, в сфере услуг госорганов — не менее чем на 75%. Все это будет осуществляться на основе развития телекоммуникационной инфраструктуры (внедрение 4G-сетей) [2]. Программа включает следующие подпрограммы, содержащие мероприятия национального масштаба в сфере информационно-коммуникационных технологий: «Информационно-коммуникационная инфраструктура», «Инфраструктура информатизации», «Цифровая трансформация» [3].

Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко 21.12.2017 подписал Декрет № 8 «О развитии цифровой экономики» (Декрет № 8) [4]. Данный документ называют революционным, так как с его принятием в Беларуси создаются одни из лучших в мире условий для развития ИТ-отрасли, бизнеса на основе технологии блокчейн и много другого и дает серьезные конкурентные преимущества стране в создании цифровой экономики XXI века.

Появление термина «цифровая экономика» произошло более 20 лет назад, однако до настоящего времени единого, общепринятого определения цифровой экономики не существует. Следует отметить, что в Декрете № 8 отсутствует определение данного понятия, однако исходя из текста документа можно предположить, что цифровая экономика включает в себя следующие элементы.

Во-первых, это экономика, в которой субъекты хозяйствования активно занимаются деятельностью в сфере информационно-коммуникационных технологий, киберспорта, искусственного интеллекта, создания системы беспилотного управления и иных сфер деятельности, которыми занимаются резиденты Парка высоких технологий (далее — ПВТ).