



- создан программный пакет для организации человеко-машинного интерфейса.

Полученная система распознавания в будущем может использоваться во многих проектах требующих голосового управления. Преимуществами разработанной системы над уже существующими программными продуктами являются поддержка любого языка, минимальные требования к ресурсам вычислительной техники, высокая скорость работы, простота использования.

### **Литература**

1 Ульман Л. Основы программирования на РНР : монография / Л. Ульман. . – Москва : ДМК Пресс, 2001. – 288 с. : ил. (Самоучитель).

2 Мазуркевич А. МВ РНР: настольная книга программиста /А. Мазуркевич, Д. Еловой. – Минск : Новое знание, 2003. – 480 с. : ил.

А.Н. Ионов, Л.С. Зеленко, Д.С. Оплачко

## **РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДЕСКРИПТОРОВ SURF И МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ**

(Самарский университет)

### **Введение**

В современном мире цифровых технологий каждый день появляется достаточно большое количество фотографий. Американская статистика свидетельствует о появлении 9,5 миллиардов фотографий в день, сделанных только американцами, при этом больше трети фотографий снимается телефоном [1]. При большом объеме фотографий поиск нужной фотографии может занять достаточно большое время, кроме того, может возникнуть проблема, связанная с неопределенностью того, что изображено на фотографии.

В связи с этим возникает потребность в автоматизации данного процесса, это можно сделать с помощью SURF-дескрипторов (SURF – Speeded Up Robust Features), которые позволяют выделить основные признаки изображения, и метода опорных векторов (SVM – Support Vector Machines), который позволяет определять принадлежность изображения к тому или иному классу.

### **Общий принцип работы алгоритма поиска изображения**

Методы поиска по содержанию основаны на представлении изображения в виде векторов признаков (дескрипторов) – наборов численных параметров, описывающих характеристики изображения, например, такие как цвет, текстуру и т.д. Вектора признаков принимают значения в пространстве признаков. Если на таком пространстве задать меру, то можно сравнивать изображения друг с другом, вычисляя расстояние между соответствующими векторами признаков.



Для решения задачи автоматической классификации изображений можно использовать следующий алгоритм проведения классификации изображений:

- загрузить изображение;
- выделить SURF-признаки;
- сопоставить их со словарем;
- выполнить классификацию изображения.

Метод SURF положительно зарекомендовал себя в задачах поиска объектов на изображениях, 3D-реконструкции, при сравнении изображений [2]. Его помощью можно решить две задачи: поиск особых точек изображения и создание их дескрипторов (описательного элемента, инвариантного к изменению масштаба и поворота). Кроме того, сам поиск ключевых точек тоже должен обладать инвариантностью, т.е. повернутый объект сцены должен обладать тем же набором ключевых точек, что и образец.

Особые точки ищутся с помощью матрицы Гессе [3]. Детерминант матрицы Гессе (т.н. гессиан) достигает экстремума в точках максимального изменения градиента яркости. Так как метод не инвариантен к масштабу, то он использует разномасштабные фильтры для нахождения гессианов. Для каждой ключевой точки считается градиент и масштаб. Градиент в точке вычисляется с помощью фильтров Хаара. Размер фильтра берется равным  $4s$  (где  $s$  – масштаб особой точки). Вид фильтров Хаара показан на рисунке 1, где черные области имеют значения «-1», а белые «+1».



Рис. 1. Фильтры Хаара

После нахождения ключевых точек, метод SURF формирует их дескрипторы. Дескриптор представляет собой набор из 64 (либо 128) чисел для каждой ключевой точки [4]. После того, как были получены основные точки с помощью метода SURF, необходимо заняться классификацией полученных данных. Для этих целей был использован метод опорных векторов SVM, широко используемый на практике в задачах классификации и регрессии [5], суть работы метода очень проста: алгоритм создает линию или гиперплоскость, которая разделяет данные на классы.

Метод SVM был выбран на основании следующих преимуществ [6]:

- Задача выпуклого квадратичного программирования хорошо изучена и имеет единственное решение.
- Метод опорных векторов эквивалентен двухслойной нейронной сети, где число нейронов на скрытом слое определяется автоматически как число опорных векторов.



– Принцип оптимальной разделяющей гиперплоскости приводит к максимизации ширины разделяющей полосы, а, следовательно, к более уверенной классификации.

Рассмотрим работу алгоритма на следующем примере. Есть набор данных, который необходимо классифицировать и разделить на два класса. Основная цель задачи – найти линию, которая разделит эти два класса. На рисунке 2 изображено положение исходных данных.

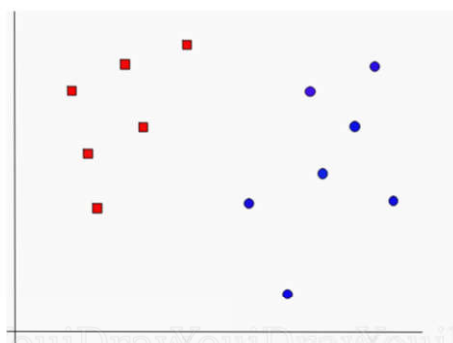


Рис. 2. Расположение исходных данных в двумерном пространстве

Алгоритм SVM работает таким образом, что он ищет точки на графике, которые расположены непосредственно к линии разделения ближе всего. Эти точки называются опорными векторами. Затем алгоритм вычисляет расстояние между опорными векторами и разделяющей плоскостью. Это расстояние называется зазором. Основная цель алгоритма – максимизировать расстояние зазора. Лучшей гиперплоскостью считается такая гиперплоскость, для которой этот зазор является максимально большим. На рисунке 3 изображена линия, которая позволяет максимизировать зазор для классов.

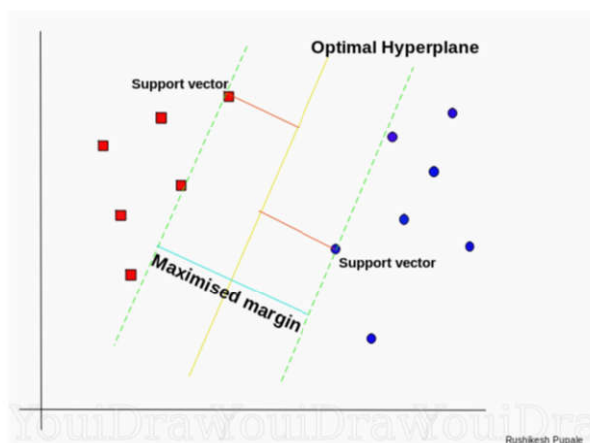


Рис. 3. Пример оптимально построенной линии разделения

### Заключение

Авторами была проведена апробация разработанного алгоритма с применением дескрипторов SURF и классификаций SVM. В качестве входных данных использовались 100 картинок, которые были разделены на 4 класса. В



результате обучения классификатора были получены следующие результаты: к первому классу классификатор отнес 18 из 25, ко 2 – 20 из 25, к 3 – 22 из 25, к 4 – 19 из 25. Таким образом, классификатор определяет принадлежность изображений к классам с вероятностью от 0,72 до 0,85.

### Литература

- 1 How Many Photos Do Americans Take a Year? – Hyperallergic [Электронный ресурс]. URL: <https://hyperallergic.com/48765/how-many-photos-do-americans-take-a-year/> (дата обращения: 04.04.2020).
- 2 Применение метода SURF – Habr [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/152679/> (дата обращения: 05.04.2020).
- 3 Гессиан функции – Wiki [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гессиан\\_функции](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гессиан_функции) (дата обращения: 05.04.2020).
- 4 Применение метода SURF – PVSM [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pvsm.ru/programmirovanie/16929> (дата обращения: 05.04.2020).
- 5 Алгоритм машинного обучения. Метод Опорных Векторов (SVM) – Habr [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/428503> (дата обращения: 07.04.2020).
- 6 Метод опорных векторов (SVM) – университет ИТМО [Электронный ресурс]. URL: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Метод\\_опорных\\_векторов\\_\(SVM\)](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Метод_опорных_векторов_(SVM)) (дата обращения: 07.04.2020).

В.В. Коневский, А.В. Гайдель

## ТРЕКИНГ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Понимание механизмов движения клеток является актуальной проблемой в биомедицинских исследованиях [1]. Правильная характеристика того, как клетки изменяют свою форму и двигаются по мере взаимодействия с окружающей средой, является ключом к пониманию клеточной миграции и ее последствиям [2]. Это важно, как для развития нормальной ткани, так и для многих заболеваний [1].

Сегментирование и отслеживание клеток вручную является чрезвычайно трудоемкой задачей из-за большого количества данных, полученных в ходе исследований живых клеток. Таким образом, анализ покадровых экспериментов все больше опирается на автоматизированные методы обработки изображений. Но большинство стандартных методов сегментации и отслеживания неэффективны в условиях низкого качества, присутствует высокая плотность клеток и их неоднородное окрашивание [3]. Клетка может погибнуть или поделиться. К этому добавляется