

УДК 004.932.2

А.В. Гороховатский

Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, Харьков

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕДУРЫ СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ СИМВОЛОВ

Предложен метод сравнения линейных описаний объекта на изображении. Описание строится на основе интерпретации структурных связей элементов объекта и обладает устойчивостью к изменениям масштаба и смещений объекта. Рассмотрены методы улучшения производительности сравнения входного набора описаний изображений со всеми описаниями эталонных изображений. С помощью компьютерного моделирования показано, что предложенные модификации сравнения признаков позволяют достичь ускорения процедуры распознавания до 60%.

Ключевые слова: линейное описание, блок, состояние, сравнение описаний, фильтрация, кэширование.

Введение

Процедура измерения количественной меры соответствия между входным набором признаков и эталонным множеством признаков в системах распознавания изображений часто является основой непосредственно метода распознавания. Распознавание обычно предполагает многократное выполнение этой процедуры, что вынуждает реализовывать ее максимально продуктивно как с технической, так и с научной точки зрения.

Статья посвящена разработке методов улучшения производительности сравнения линейных структурных описаний изображений [1, 2] без потерь качества распознавания.

Линейное представление

В [1, 2] предложен метод построения линейных представлений для изображения символа в виде строки набора состояний

$$L \Rightarrow C = \bigcup s,$$

где $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ – совокупность линий (горизонтальных, вертикальных или и тех и других) шириной в один пиксель для изображения $I(x, y)$;

s – состояние из множества k_i состояний $S^i = \{s_1, s_2, \dots, s_{k_i}\}$, $i = \overline{1, m}$, в которое может быть отображена линия l , m – количество блоков во множестве состояний S^i .

Одновременно с линейным описанием для каждого из объектов в поле зрения строится его профиль, который представляет собой более общий аналог описания, а именно отображение $L \Rightarrow P = \bigcup S$. Подобные профили не обладают свойством однозначного соответствия одному из эталонных классов, а мо-

гут соответствовать сразу нескольким классам. Такое отображение может быть использовано для вспомогательных целей, например, для того, чтобы сделать распознавание более «строгим».

Для обеспечения устойчивости профиля и линейного представления к искажениям масштаба выполняется сокращение повторяющихся значений.

Линейные описания с точки зрения реализации представляют собой строку латинских букв-меток, профили – строку цифр.

На рис. 1 приведены примеры тестовых изображений букв латинского алфавита.



Рис. 1. Примеры тестовых изображений

Соответствующие линейные описания для изображений на рис. 1 имеют вид

$$C_1 = \{ab0bab0\},$$

$$C_2 = \{joge0bcb0\},$$

$$C_3 = \{ababa0ajh0\},$$

где символ «а» соответствует реализации состояния «горизонтальная линия», «b» – «вертикальная линия», «с» – «наклонная линия», «е» – «единственная линия раздваивается», «j» – «3 вертикальных линии», «o» – «4 вертикальных линии», «g» – «2 вертикальных линии», «h» – «1 вертикальная и 1 диагональная линия».

Значения до символа «0» характеризуют состояния при сканировании изображения горизонтальными линиями с продвижением сверху вниз, после символа «0» – при сканировании вертикальными линиями с продвижением слева направо.

выбраны 2 изображения с аналогичными эталону параметрами, которые отличаются размерами, при этом первое изображение содержало 7 строк текста, второе – 39.

Обозначим как N и M – время распознавания первого и второго тестовых изображений без всяких рассмотренных ранее модификаций соответственно.

Рассмотрим построение последовательности методов улучшения быстродействия, добавляя поочередно каждый из них к результатам предыдущей обработки.

Предварительная фильтрация базы данных на этапе обучения позволила сократить эталонную базу описания до 1345 элементов вместо 1626 (на 17%).

Практическое улучшение быстродействия составило для обоих тестовых изображений около 15%, позволив достичь значений $0.85N$ и $0.85M$ соответственно.

После сортировки эталонной базы описаний по частоте встречаемости букв латинского алфавита, выполняя сравнение входной буквы сначала с буквой e , потом с буквой t (в соответствии с частотой [4]) и т.д. существенного улучшения быстродействия не получено.

Добавление кэширование позволило сократить время распознавания до значений $0.78N$ и $0.67M$ для обоих тестовых изображений соответственно.

Реализация процедуры прерывания распознавания при нахождении максимального соответствия и отбрасывания ложных классов дала возможность улучшить быстродействие до величин $0.41N$ и $0.39M$.

Выводы

Исследования посвящены разработке методов, модифицирующих процесс распознавания с использованием линейных описаний путем изменения процедуры их сравнения [1, 2] для достижения лучшей

производительности при сохранении исходного качества распознавания.

Новизной работы являются методы сравнения линейных описаний, которые дают возможность сократить количество сравнений между входным набором признаков и эталонными.

Недостатком работы является отсутствие исследований возможностей каждого из рассмотренных методов на скорость распознавания в раздельности.

Вероятно, сортировка эталонных описаний способна улучшить быстродействие, хотя доказательств этому найдено не было.

Эти недостатки могут быть основой для *дальнейших исследований*.

Список литературы

1. Gorokhovatskyi O. Primary Symbol Recognition Using Scanline Structural Descriptions / O. Gorokhovatskyi, O. Peredrii // 6th International Academic Conference of Young Scientists "Computer Science and Engineering 2013" (CSE-2013): Lviv, November 21–23, 2013. – P. 156–157.
2. Гороховатский А.В. Распознавание изображений символов на основе линейного описания структурных характеристик / А.В. Гороховатский, Е.О. Передрий // Системы обработки информации. – X: XV ПС, 2012. – Вып. 7(105). – С. 203–206.
3. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов / В.И. Левенштейн // Доклады Академии Наук СССР. – 1965. – № 163.4. – С. 845–848.
4. Common Letters & Words in the English Language [Электронный ресурс] / Режим доступа к ресурсу: http://ekatetra.enetpress.com/downloads/LF_Common_Letters_Words.pdf.

Поступила в редколлегию 4.12.2014

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. О.В. Сытник, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков.

МЕТОДИ ПОЛІПШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕДУРИ ПОРІВНЯННЯ ОЗНАК ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ЗОБРАЖЕНЬ СИМВОЛІВ

О.В. Гороховатський

Запропоновано метод порівняння лінійних описів об'єктів на зображенні. Опис будується на основі інтерпретації структурних зв'язків елементів об'єкта і має стійкість до змін масштабу і зміцень об'єкта. Розглянуто методи поліпшення продуктивності порівняння вхідного набору описів зображень з усіма описами еталонних зображень. За допомогою комп'ютерного моделювання показано, що запропоновані модифікації порівняння ознак дозволяють досягти прискорення процедури розпізнавання до 60%.

Ключові слова: лінійний опис, блок, стан, порівняння описів, фільтрація, кешування.

PERFORMANCE IMPROVING METHODS FOR COMPARISON OF DESCRIPTIONS FOR RECOGNITION OF SYMBOL IMAGES

O.V. Gorokhovatskyi

Article presents methods for comparison of linear descriptions of objects on an image. Description is based on the interpretation of object's structural elements and is invariant to scale and movement changes. Methods for improving of comparison performance between descriptions of input image and descriptions of all etalon images were presented. Computer simulation shows that the proposed modifications allow to achieve speed improvement preserving quality up to 60%.

Keywords: linear description, block, state, descriptions comparison, filtering, caching.