

## **АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА**

Качайкин Е.И. (г. Москва), Андреев Д.Ю. (г. Пенза)

Одной из базовых задач, возникающих при автоматизированном анализе рукописного текста, в том числе, для аутентификации, является задача разбиения рукописного текста на примитивы.

Традиционно графические примитивы рукописного текста называются графемами, при этом графема может быть представлена несколькими глифами (фрагментами графемы). Графема является минимальной значимой единицей рукописного текста: для алфавитного письма графемами являются буквы. Однако, для автоматического анализа рукописного текста имеет смысл выделять графические примитивы более низкого уровня, такие, как штрихи и засечки, из различных комбинаций которых состоят графемы рукописного текста. Далее для удобства предлагается называть графемами именно эти графические примитивы. Выделение подобного вида графических примитивов соответствует физиологии процесса рукописного письма: движения пера при письме всегда состоят из коротких базовых элементов: штрихов, полукругов, окружностей, слабо связанных или не связанных между собой.

Далее предлагается алгоритм для разделения графем рукописного текста, основанный на выделении наименее связанных элементов.

Предполагается, что исходные данные представляют собой изображение рукописного текста, состоящее из нескольких строк, прошедшее предварительную обработку. Алгоритм выделения графем состоит из двух базовых этапов: выделение строк на изображении исходного текста и выделение графем на строке.

Алгоритм выделения строк на изображении состоит в следующем:

1. Производится подсчет средней яркости для всех горизонтальных строк изображения.
2. Производится поиск граничных строк: строка  $i$  называется граничной, если значения яркости  $L_{i-1}$  и  $L_i$  связаны со средней яркостью  $L$ , вычисленной на шаге 1, неравенством  $(L_{i-1} - L) \cdot (L_i - L) < 0$ .
3. Производится расчет средней ширины строки: рассчитывается среднее значение разности индексов соседних граничных строк.
4. Граничные строки, расстояние между которыми отличается от среднего на величину, большую некоторого порога (являющегося параметром алгоритма), считаются ошибочными и убираются из списка.

Оставшиеся граничные строки считаются результатом работы алгоритма – границами строк рукописного текста. Результаты работы алгоритма приведены на рисунке 1.

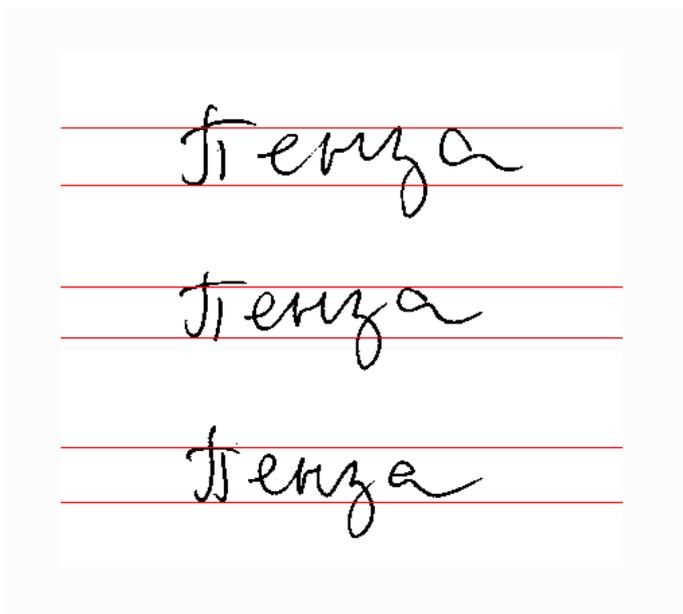


Рис. 1. Результаты работы алгоритма выделения строк на изображении рукописного текста.

Алгоритм выделения графем в строке состоит в следующем:

1. Задается некоторое начальное значение угла наклона почерка.
2. Формируется скользящее окно в форме параллелограмма с выбранным углом наклона и определенной шириной, являющейся параметром алгоритма.
3. Производится перемещение скользящего окна по горизонтали до конца строки с определенным шагом, являющимся параметром алгоритма.
4. В каждом положении скользящего окна вычисляется среднее значение яркости всех пикселей в окне.
5. Вычисляется распределение средних значений яркости пикселей в окне для всех положений окна.
6. Положения скользящего окна, в котором средняя яркость окна является максимальной (наибольшее количество белых пикселей), отмечаются как границы фонем.
7. Угол наклона почерка изменяется на некоторый шаг, являющийся параметром алгоритма.
8. Если все возможные углы наклона почерка пройдены, выполняется следующий шаг, иначе угол наклона изменяется на заданный шаг и производится переход к шагу 2 алгоритма.
9. Анализируются распределения значений яркости окна, полученные на шаге 5 алгоритма.
10. В качестве наиболее достоверного выбирается угол наклона, при котором найдено наибольшее количество положений окна, при котором значение средней яркости окна максимально (найденное максимальное количество разрывов и областей слабой связи графем).

Найденные на шаге 6 положения окна для определенного на шаге 10 угла наклона считаются результатом работы алгоритма.

Пример работы алгоритма приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Результаты работы алгоритма выделения графем на изображении рукописного текста.

Таким образом, описанный выше алгоритм достаточно точно выявляет графические примитивы рукописного текста, соответствующие базовым движениям пера при письме. Однако некоторые графемы пропускаются, что обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования алгоритма, либо использования его совместно с другими аналогичными алгоритмами [1].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Елфимов А. В., Воячек С.А., Качайкин Е.И., Куликов С.В. Обучение нейросетевого идентификатора авторства рукописных текстов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2009. № 6. С. 17–21.

Материал получен 12.09.2014. Опубликовано на основании положительной рецензии к.т.н. Безяева А.В.