

УДК 681.323:519.246

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ

Калабухов Е.В.

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,*

Введение

Задача off-line распознавания рукописных символов представляется на сегодняшний момент как одна из актуальных, так и наиболее трудных в решении в связи с разнообразием стилей письма. В данной статье предлагается концепция построения системы распознавания, использующей структурный классификатор образов и клеточный автомат (КА). В системе можно выделить два основных этапа: предварительная обработка изображения и классификация. Используемый классификатор базируется на рассмотрении исходного изображения как совокупности отрезков прямых (векторов), соединенных друг с другом под определенными углами [2,3]. Такое представление изображения можно выразить с помощью ненаправленного графа изображения, в котором дуги соответствуют отрезкам прямых, а вершины - точкам соединения этих прямых. При этом вершины графа сохраняют координаты точек соединения для возможности использования в дальнейшем таких пространственных признаков, как длина отрезков, углы между отрезками и т.п. Поэтому задачей этапа предварительной обработки будет описание изображения графом.

1. Предварительная обработка

Этапы предварительной обработки:

1. преобразование многоградационного входного изображения в черно-белое по определенному порогу (thresholding);
2. фильтрация;
3. утоньшение;
4. получение предварительного графа изображения;
5. получение окончательного графа изображения.

На первом этапе исключается лишняя информация и упрощается дальнейшая обработка изображения. На этапе фильтрации уменьшается искаженность изображения различного рода шумами, возникшими на этапах формирования (неинформационные штрихи, пятна, кляксы) и ввода-преобразования изображения [4,6]. Утоньшение - циклическое уменьшение ширины объекта до единичной без изменения формы [4,6]; на данном этапе исключается из рассмотрения ширина символа, возникающая при использовании различных инструментов письма. Получение предварительного графа утоньщенного изображения представляет собой переход от графического представления данных к более сжатому математическому описанию. Пятым этапом предварительной обработки является получение окончательного графа изображения из предварительного. При этом устраняются такие недостатки как небольшие перешейки, шумовые шпоры («хвостики»), проводится аппроксимация ломаных с целью уменьшения числа вершин графа. Все это необходимо чтобы повысить достоверность распознавания, упростить набор символов для обучения классификатора, повысить производительность системы распознавания.

Использование последовательных алгоритмов для выполнения этапов 2-4 значительно снижает общую производительность системы распознавания, так как приводит к существенным затратам времени на обмен с памятью. В настоящее время предложено множество быстрых

алгоритмов фильтрации, утоньшения и т.п., использующих операции клеточной логики и выполнимых на КА [4]. Основными достоинствами применения КА являются параллельная обработка данных, снижение потоков данных в системе, возможность ввода новых быстрых алгоритмов предобработки в систему.

Выполнение выше описанной предобработки выделяет максимум структурной информации о символе.

2. Сегментация и классификация

Под сегментацией будем понимать выделение графов символов из полученного на этапе предобработки общего графа изображения. В простейшем случае, когда символы написаны отдельно, задача сегментации сводится к задаче выделения связанных подграфов из общего графа изображения. В случае слитного написания символов необходимо учитывать их размеры и связующие элементы, что сильно затрудняет процессы сегментации и классификации.

Выбор структурного классификатора обусловлен устойчивостью классификаторов данного типа к таким основным искажениям как вариации наклона, растяжение-сжатие, поворот и т.п. [7]. Данным классификатором создается описание графа символа с помощью последовательности четырех множеств примитивов. При этом имеется легко расширяемая база данных, содержащая описания классов. Для каждого распознаваемого объекта строится описание, которое затем ищется в базе данных. Если найдено совпадение, то символ распознается, в противном случае существует возможность добавить описание символа в базу, создав тем самым новый класс.

Заключение

Используя выше изложенную концепцию, была построена модель системы распознавания рукописных символов. В качестве алгоритмов фильтрации применены модифицированные алгоритмы [6], утоньшения - [1], получения графа скелета изображения - [5], классификатора - модифицированный способ описания символа [2,3]. Результаты верного распознавания: при специальном обучении на конкретный почерк - ~95%, смешанное обучение - ~88%. Время работы не оценивалось в связи с использованием на этапе предобработки моделирования алгоритмов КА в однопроцессорной среде. В дальнейшем планируется улучшить классификатор системы, отработать алгоритмы сегментации; рассматривается возможность создания специализированной аппаратуры предобработки изображения.

Литература

1. Naccache N.J., Shinghal R. SPTA: a proposed algorithm for thinning binary patterns. - IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1984, Vol. SMC-14, No. 3, pp. 409-418.
2. Nishida H. Structural feature extraction using multiple bases. - Computer Vision and Image Understanding, 1995, Vol. 62, No. 1, pp. 78-89.
3. Nishida H., Mori S. An algebraic approach to automatic construction of structural models. - IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1993, Vol. 15, No. 12, pp. 1298-1311.
4. Престон К., Дафф М. Дж. Б., Левьяльди С. и др. Основы клеточной логики с приложениями к обработке изображений в медицине // ТИИЭР. - 1979. - Т. 67. - № 5. - С. 149-185.
5. Садыхов Р.Х., Калабухов Е.В. Алгоритм формирования графа скелета изображения на клеточном автомате: Мат. 2-й междунар. конф. «Автоматизация проектирования дискретных систем» (12-14 ноября

- 1997г., Минск. - Том 2). - Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1997. - С.160-167.
6. Фу К. Робототехника: пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 620 с.
 7. Фу К. Структурные методы в распознавании образов - М.: Мир, 1977.

УДК 681.323:519.246

ИССЛЕДОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ РАЗРЫВОВ В ЗАДАЧАХ СТРУКТУРНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ

Маленко О.Г.

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

Введение

Структурные методы обладают большим потенциалом при распознавании рукописных символов, так как позволяют строить классификаторы нечувствительные к таким часто встречающимся искажениям рукописных символов, как наклон, растяжение-сжатие, поворот [1,2]. Обычно при этом используют предварительную обработку с целью получения графа с помощью классических операций скелетизации и аппроксимации [3,4]. Задачей скелетизации является описание изображения тонкими линиями (для преобразования его в граф), а аппроксимация должна свести число этих линий к минимуму. Кроме того, необходимо также устранить из изображения незначимую информацию (мелкие штрихи, неровности и т.п.). К указанным проблемам необходимо добавить проблему устранения разрывов. Действительно, малозаметный разрыв на изображении символа приведет в процессе вышеописанной