

А.В. Боженюк, В.В. Заярный

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

**Введение.** Задача распознавания образов в общем случае состоит из двух этапов [1]. Вначале необходимо выделить образы из всего набора сигналов (набор гидроакустических сигналов, различные изображения на плоскости, в том числе текст и др.), а затем распознать выделенные образы. Данная работа посвящена выделению образов из набора сигналов расположенных на плоскости.

**Метод предварительной обработки сигналов.** Под сигналом в дальнейшем будем понимать самые разные понятия: числа с плавающей точкой, байты, целые, структуры, в которых значения определяются путем обработки нескольких полей (например, амплитуды и фазы).

Под двумерным набором сигналов будем подразумевать, что каждому сигналу можно сопоставить две координаты  $X$  и  $Y$ . Также будем использовать термин «плоскость сигналов».

Образом будем называть совокупность связанных координат  $X$  и  $Y$  таких сигналов, значения которых отличаются от значений окружающих сигналов (фона).

Распознанный образ – это образ, которому сопоставлено его значение.

Под плоскостью признаков будем подразумевать совокупность признаков, сопоставленных каждому сигналу, имеющих одинаковые с этим сигналом координаты  $X$  и  $Y$ .

В предлагаемом методе выделение образов производится на плоскости признаков, и при этом значения сигналов не меняются. Для выделения образов из набора сигналов, предлагается сначала найти локальные экстремумы на плоскости сигналов. В зависимости от вида сигналов искомые образы могут быть либо среди максимальных, либо среди минимальных локальных экстремумов. В дальнейшем будем предполагать, что интересующие нас образы находятся среди максимальных локальных экстремумов.

При выделении локальных экстремумов трудностей не возникает, когда у значения соседних сигналов разные. В случае максимальных значений сигналов значения всех соседних сигналов будут меньше. Однако, если имеются области одинаковых значений сигналов, достаточно трудно определить, расположена ли точка, имеющая соседние точки с одинаковыми значениями сигналов, среди максимальных, минимальных или набора промежуточных значений сигналов.

В случае одномерных сигналов область одинаковых значений сигналов имеет легко устанавливаемые границы. Значения сигналов в соседних с границами точках позволяет легко определить, является ли область одинаковых значений сигналов максимумом, минимумом или средним значением сигналов.

В случае двумерных сигналов для этих целей можно применить заливку с затравкой. Алгоритмы заливки с затравкой широко известны и описаны в [2,3]. Процедура заливки с затравкой включена в Delphi [4], но эта процедура применима только к изображениям и может изменить одно значение цвета на другое внутри замкнутого контура.

Когда необходимо обрабатывать различные сигналы, то процедуры обработки изображения неприменимы. В этом случае приходится переписывать процедуру заливки с затравкой так, чтобы можно было при необходимости переопределять функцию принадлежности точки к заливаемому объекту. Путем изменения этой функции можно производить заливку различных объектов по разным признакам.

На рис.1 представлен пример сечения двумерного сигнала, проведенного через два локальных экстремума (максимума), где величина  $X_1$  – максимум (объект 1);  $X_2$  – нижняя граница объекта 1;  $X_3$  – верхняя граница объекта 1;  $X_4$  – первый минимум;  $X_5$  – второй минимум;  $X_6$  – локальный максимум (объект 2);  $X_7$  – нижняя граница объекта 2;  $X_8$  – верхняя граница объекта 2;  $X_9$  – третий минимум.

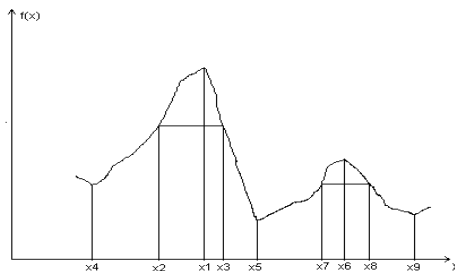


Рис.1. Пример сечения двумерного сигнала

Поскольку значение  $f(x_2)$  больше значения  $f(x_6)$ , то чтобы не выделять следующий объект с точки  $x_2$ , необходимо не только выделить объект, но и отметить точки, не принадлежащие никаким другим объектам (поглощенные точки). На рисунке (см. рис.1) этими поглощенными точками являются интервалы  $[x_4..x_2]$ ,  $[x_3..x_5]$ ,  $[x_8..x_9]$ .

Для этого необходимо написать функцию определения точек поглощения, а в качестве затравок использовать точки контура объекта.

Таким образом, для выделения каждого объекта необходимо:

1. Взять точку локального максимума в качестве затравки и выделить объект путем заливки с помощью функции выделения, отмечая на плоскости признаков точки объекта. При выделении объекта составляется список точек объекта, а также отмечается на плоскости признаков и составляется список точек контура объекта. Список точек контура объекта может быть избыточным. При необходимости следует убрать из этого списка повторяющиеся точки. Это можно сделать, воспользовавшись плоскостью признаков.

2. Перебирая точки контура объекта как затравки и используя функцию определения точек поглощения, посредством заливки выделить и отметить на плоскости признаков поглощенные точки.

При таком подходе функция выделения и функция поглощения являются различными для каждой задачи, а процедура заливки – одна для всех.

При построении области поглощения выделяются шумы, которые хоть немного, но превышают уровень фона. При последующей обработке эти шумы будут отмечены как объекты. Однако эти объекты-шумы можно убрать при последующей обработке.

В некоторых задачах контур объекта бывает, необходим для дальнейшей обработки, т.е. для его распознавания.

Перебирая затравки и повторяя выделение одного объекта, выделяются все объекты.

Однако в этом случае возникает задача нахождения затравочных точек, то есть точек, наверняка принадлежащим объекту. Если ищутся локальные максимумы, то первой затравочной точкой является максимальное значение сигнала на всей плоскости сигнала.

Рассмотрим проблему нахождения следующего локального максимума.

Если отсортировать все значения сигналов по убыванию, то можно рассматривать необработанные (то есть не залитые как объекты и не залитые как поглощенные) значения сигналов в порядке расположения как локальные максимумы, то есть как затравочные точки. Отметим сигналы как объекты и как поглощенные на плоскости признаков.

В качестве примера применения этого алгоритма рассмотрим выделение букв на изображении. Задачу выделения букв из изображения хорошего качества можно считать уже решенной ранее. Поэтому будем рассматривать выделение букв из изображения плохого качества. Под функциями выделения и поглощения точек объекта будем понимать следующее:

*Функция выделения точек объекта* – если точка не обработана и значение сигнала превышает порог, то точка принадлежит объекту. Порог определяется индивидуально для каждого объекта.

*Функция поглощения точек* – если точка является затравочной для поглощения или если точка не обработана и одинаковое или меньшее значение сигнала с расположенной рядом поглощенной точкой, то эта точка поглощается.

На рис.2 приведен фрагмент исходного изображения плохого качества разрешением 200dpi. На рис.3. показаны выделенные из исходного изображения объекты (буквы) предложенным методом. В этом примере мы не убираем шумы. Здесь объекты выделены белым цветом на фоне исходного изображения.

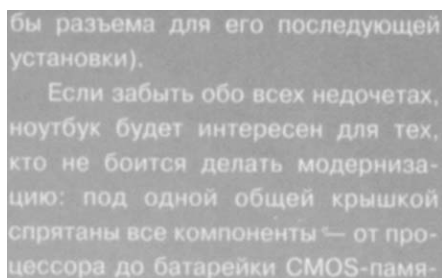


Рис.2. Пример исходного изображения

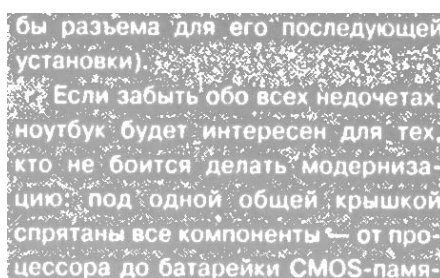


Рис.3. Обработка предложенным методом

Принадлежащие объекту точки отмечаются на плоскости признаков и составляется связный список точек каждого объекта. Поглощенные точки отмечаются на плоскости признаков.

На рис.4. показанные выделенные из исходного изображения объекты с помощью программы DjVu Solo 3.1. Здесь объекты выделены черным цветом.

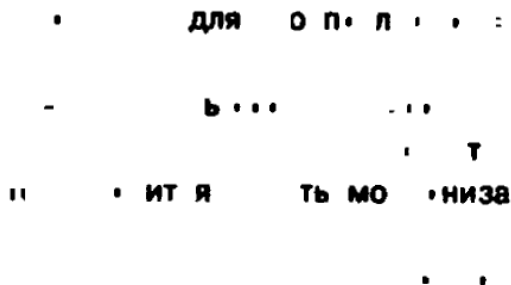


Рис.4. Обработка программой DjVu Solo 3.1

**Заключение.** Из рассмотренного примера видно, что для изображений плохого качества предложенный метод превосходит существующие. Это позволяет использовать данный метод в задачах распознавания образов широкого класса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ту Дж., Гонсалес Р.* Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. – 411 с.
2. *Шикин Е.Б., Боресков Ф.Б.* Компьютерная графика. – М.: Диалог-МИФИ, 1995. – 285 с.
3. *Аммерал А.* Принципы программирования в машинной графике. – М.: Сол Систем, 1992. – 224 с.
4. *Фаронов В.В.* DELPHI. – М.: Питер, 2004. – 639 с.

**С.П. Назаров, Н.И. Чернов**

### ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МНОГОРАЗЯДНЫХ СУММАТОРОВ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ

Анализ развития теории и техники логического синтеза и реализации цифровой и цифроаналоговой элементной базы показывает, что он определяется двумя основными и взаимосвязанными факторами:

- ◆ состоянием развития технологии изготовления таких устройств;
- ◆ состоянием развития теории и методов проектирования цифровых устройств.

Первый фактор оценивается уровнем развития конструирования и технологии изготовления БИС, а также свойствами материалов и уровнем использования их в той или иной технологии для реализации получаемых логических, а затем и схемотехнических решений, а второй – логико-математическими возможностями алгебраических систем, положенных в основу разработки методов логического проектирования и систем проектирования на их основе.

К настоящему времени в разработке БИС и СБИС, в первую очередь в технологически развитых странах, сложилась ситуация, говорящая о том, что все успехи в повышении сложности и улучшении характеристик БИС и СБИС достигнуты за счет развития технологии, конструкторско-технологических и САПР. Функционально-логическое же проектирование развивается гораздо медленнее.

В то же время на рост сложности БИС начинают все больше влиять ограничивающие факторы именно схемотехнического плана. Среди них, прежде всего, следует отметить проблему межсоединений. Суть ее можно проиллюстрировать следующими характеристиками:

1. До 80% полезной площади кристалла современной БИС занимают соединения между компонентами. Если на начальном этапе становления микроэлектроники кристалл ИС представлял собой множество элементов, соединенных линиями связи, то современный кристалл – это паутина проводов, в которую изредка вкраплены элементы. С ростом сложности эта доля может только увеличиваться.

2. До 75% потребляемой БИС мощности расходуется на перезаряд емкостей линий связи в кристалле. С ростом сложности кристалла эта доля также может только возрастать.

Поскольку уровень отечественной технологии и фактические темпы ее развития значительно отстают от соответствующего уровня и темпов развития в индустриально развитых странах, то надеяться на достижение сколько-нибудь значимых успехов в развитии отечественной технологии при следовании ее чисто по пути западной технологии проблематично. К тому же проблема межсоединений при