

УДК 681.327

СИСТЕМА ПЕРЕВОДА РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ВЕКТОРНОЕ

Буча В.В., Буча О.А., Ковалева И.Л.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Сегодня уже для всех стало привычным понятие электронного документа. Для набора текста используется текстовый редактор Word, чертеж получается в AutoCad. Однако только небольшой процент новых документов создается с нуля. Чаще новый документ, новый проект создаются на основе уже имеющихся путем внесения изменений и корректировки. Если имеющиеся документы представлены только на бумажных носителях, то оптимальным способом их перевода в электронный вид является использование сканера.

После сканирования получается так называемое растровое изображение, или набор точек. Однако большинство систем автоматизированного проектирования (САПР) работают с векторной графикой — математически описанными графическими объектами. Перевод растрового изображения в векторную графику может быть выполнен в процессе векторизации. Векторизация, как правило, выполняется на утоньшенном растровом изображении. Поэтому одной из основных задач предварительной обработки растрового изображения является его утоньшение.

Утоньшение изображения

Алгоритмы утоньшения были и продолжают оставаться объектом пристального изучения в рамках проблематики обработки изображений и распознавания образов.

При реализации алгоритмов утоньшения за основу взято понятие «остовный пиксел».

Определение : Остовом множества пикселей R называется множество, формируемое следующим образом: сначала определяются пиксели остова (обозначим их P) и пиксели контура, принадлежащие множеству R . После этого все пиксели контура, не являющиеся остовными, удаляются и, полученное в результате этой процедуры, множество заменяет множество R . Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет сформировано множество, включающее только остовные пиксели.

Отнесение пикселей к категории остовных ведется на основании анализа конфигурации окрестных пикселей.

Программная реализация алгоритмов, основанных на конфигурациях, приведенных в [1,2], показала, что при использовании этих конфигураций наблюдается эффект стягивания изображения в один пиксел. Авторы источников, из которых были взяты тестируемые конфигурации, упоминают о возможности эффекта стягивания, но нигде не приводят четкого готового решения для его исключения.

Для исключения эффекта стягивания предлагается остовным пикселом считать пиксел, который имеет одного соседа (рис.1).

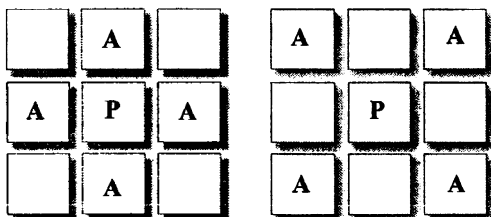


Рис.1. Пиксел P— остовной. Один пиксел из группы A и центральный пиксел имеют ненулевое значение

Пример работы алгоритма утоньшения, реализующего подход, предложенный выше, приведен на рис.2.

Векторизация

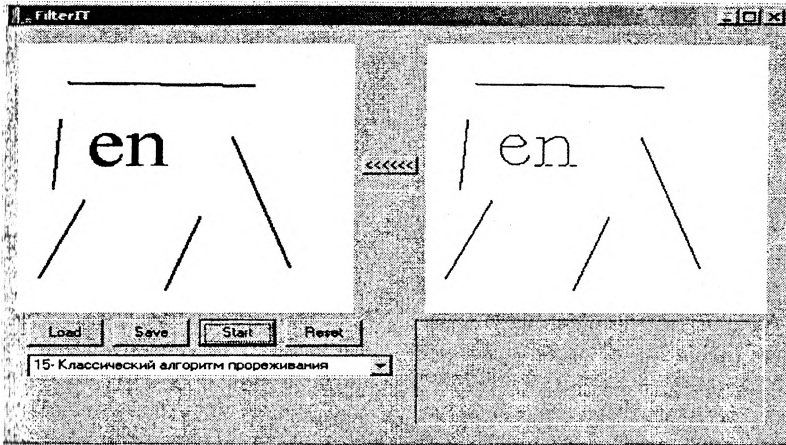
Существуют различные методы векторизации: отслеживающие, сканирующие и их комбинации. Описываемая система перевода растрового изображения в векторное реализует комбинацию методов.

Процесс векторизации начинается с того, что каждый пиксель утоньшенного растрового изображения анализируется на основании его связности с восемью соседними пикселями и помечается определенным образом. Все черные (единичные) пиксели растра в зависимости от расположения окружающих их пикселей в определенной окрестности классифицируются как конечная точка, элемент линии (промежуточная точка) и узловая точка. Изолированные пиксели отбрасываются. Из такого размеченного растра выбираются ключевые точки, т.е. пиксели, помеченные как конечные и узловые. Их координаты запоминаются в соответствующих массивах. Дальше, начиная с этих точек, отслеживаются объекты изображения, и формируется вектор, координаты которого заносятся в соответствующий массив.

Для выполнения векторизации автоматически рассматриваются все возможные комбинации связей ключевых точек:

1. конечная точка — конечная точка
2. конечная точка — узел

3. конечная точка — угловая точка
4. узел — узел
5. узел — конечная точка
6. узел — угловая точка
7. угловая точка — угловая точка
8. угловая точка — узел
9. угловая точка — конечная точка
10. промежуточная точка — промежуточная точка (распознавание окружности).



а) исходное изображение

б) тонкое изображение

Рис.2. Результат работы алгоритма утоньшения

Те комбинации ключевых точек, которые связаны между собой промежуточными точками, формируют вектор. Изолированные пиксели отбрасываются.

В процессе векторизации обрабатываются ситуации, связанные с определением коллинеарности ключевых и промежуточных точек. Если промежуточные точки коллинеарны, то вектор, соединяющий ключевые точки, является отрезком, если нет — кривой.

Определение принадлежности линии к классу прямых и дуг

В системе используется алгоритм, отслеживающий изменения тангенса наклона набора промежуточных точек. Идея алгоритма была позаимствована из «Субоптимального алгоритма построения линий по точкам» [2]. Алгоритм был проверен и доработан. В его основу положено следующее утверждение:

Утверждение: Если точка (u, v) не принадлежит прямой, то ее расстояние от этой прямой равно $\frac{d}{L}$, где $d = u \cdot (y_1 - y_2) + v \cdot (x_2 - x_1) + y_2 \cdot x_1 - y_1 \cdot x_2$,

$$L = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_2 - x_1)^2}, \text{ где}$$

x_1, y_1 — начальные координаты отрезка;

x_2, y_2 — конечные координаты отрезка;

u, v — координаты промежуточной точки.

Знак при $\frac{d}{L}$ указывает, с какой стороны от прямой находится точка. Если в задачу не входит определение, с какой стороны от прямой находится точка, а только — нахождение расстояния от этой точки до прямой, то d можно считать по модулю.

Проверку коллинеарности обеспечивает вычисление $\frac{d}{L}$ для всех промежуточных точек. Можно задать максимальное значение расстояния таким образом, что точки множества не будут считаться коллинеарными, если какая-нибудь из них отстоит от прямой на расстояние, большее заданного максимума.

Заключение

Разработанная система перевода растрового изображения в векторное позволяет облегчить анализ и обработку изображения (векторный формат лучше приспособлен к сохранению логических отношений объектов графического документа). Система выполняет векторизацию отрезков, многоугольников, окружностей и кривых. Разработан и реализован алгоритм, который распознает множественное пересечение графических примитивов. Имеется возможность экспортировать полученное векторное изображение в графическую систему AutoCAD или записывать координаты полученных векторов в файл. Для экспорта полученного векторного описания использовались объектная модель AutoCad и технология OLE/COM.

Литература

1. Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение — Минск, 1999
2. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1986 — 400с.