

ВЕКТОРИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ

к.т.н. Ю.В. Паржин, Н.Ю. Любченко, Н.М. Ненашева
(представил д.т.н., проф. А.В. Королёв)

Рассматриваются вопросы выделения непроектируемых структурных элементов в контуре распознаваемого изображения и формирования на их основе обобщенных структурных элементов распознавания. Приводится структурная схема алгоритма векторизации простых двумерных контурных изображений, представленных в файлах формата BMP.

Постановка проблемы и анализ литературы. Для распознавания контурных изображений на основе использования принципа общности свойств, необходимо осуществить предварительную обработку данных изображений для выделения признаков распознавания. Одним из этапов предварительной обработки является векторизация структуры контура изображения. Существует множество подходов к построению процедур векторизации контуров изображений [1, 2, 3], однако все они ориентированы на решение задач, учитывающих специфику конкретных методов распознавания. Особенностью процедуры векторизации контура распознаваемого изображения при применении структурно-лингвистического метода распознавания на основе построения денотативной и концептуальной структур распознавания, является необходимость определения ориентации структурных компонентов контура изображения при обработке информации, представленной в формате BMP [4].

Целью данной статьи является рассмотрение вопроса выделения непроектируемых структурных элементов в контуре распознаваемого изображения, формирования на их основе обобщенных (производных) структурных элементов первого уровня и определения их пространственной ориентации на плоскости.

Первый этап векторизации – определение элементарных неориентированных элементов (ЭНОЭ) контура изображения (точек), составляющих матрицу D^1 размером $m \times m$, ij -й элемент которой (d_{ij}^1) – это значение реакции элемента (детектора) прибора с зарядовой связью (ПЗЗ), осуществляется фотоувствительными приборами сканирующего устройства или ПЗЗ:

$$D^1 = \begin{pmatrix} d_{11}^1 & d_{12}^1 & \cdots & d_{1m}^1 \\ d_{21}^1 & d_{22}^1 & \cdots & d_{2m}^1 \\ \vdots & & & \\ d_{m1}^1 & d_{m2}^1 & \cdots & d_{mm}^1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

Определим, что элемент матрицы d_{ij}^1 участвует в процессе векторизации, если его значение равно единице.

На втором этапе векторизации осуществляется определение элементарных ориентированных отрезков (ЭОО) контура изображения. Детектирование ЭОО определяется функцией структурной непрерывности [4]:

$$g(x_i, x_{i+1}) = S_i. \quad (2)$$

Следовательно,

$$g(d_i^1, d_{i+1}^1) = d_{ij}^{2k}, \quad (3)$$

где d_i^1, d_{i+1}^1 – элементы матрицы D^1 , последовательно расположенные в определенном направлении ориентации.

В векторном представлении d_i^1, d_{i+1}^1 – координаты единичного вектора d_{ij}^{2k} . Множество одинаково направленных единичных векторов ($j = \overline{1, n}$), расположенных на одной прямой i , образуют скользящий вектор d_i^{2k} . Множество коллинеарных компланарных скользящих векторов d_i^{2k} ($i = \overline{1, m}$), определяют k -е направление ориентации и образуют множество векторов D^{2k} . Количество подобных множеств зависит от количества детектируемых направлений ориентации.

При определении на множестве векторов типа d_{ij}^{2k} операций сложения и умножения на число, образуется векторное пространство D^2 , состоящее из подпространств, образованных множествами D^{2k} :

$$D^2 = \sum_{k=1}^n D^{2k}, \quad D^{2k} \subset D^2. \quad (4)$$

В этом случае функция

$$g(D^1) = D^2 \quad (5)$$

является векторным полем [5].

Определим направления ориентации $\varphi = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$ – базовыми направлениями. Определим также изменение направлений ориентации, при котором:

- $k < k + i$, где i – приращение индекса, k – индекс направления ориентации – правым изменением ориентации;
- $k > k + i$ – левым изменением ориентации.

В случае существования непрерывно-ориентированного элемента контура изображения (НОЭ), определяемого функцией

$$g(x_i, \dots, x_{i+n}) = S_i, \quad (6)$$

определяется наличие линейного отрезка в контуре изображения, имеющего метрическую характеристику, отличную от единицы.

Таким образом, определение НОЭ осуществляется при условии

$$\left(d_{ij}^{2k}, d_{i,j+1}^{2k}, \dots, d_{i,j+n}^{2k} \right) \in d_i^{2k} \subset D^{2k}. \quad (7)$$

Данному подмножеству элементов матрицы соответствует сколь-зущий вектор $d_{i,|m|}^{2k}$:

$$d_{ij}^{2k} + d_{i,j+1}^{2k} + \dots + d_{i,j+n}^{2k} = (n+1) \cdot d_{ij}^{2k} = d_{i,|m|}^{2k}, \quad (8)$$

где $m = n + 1$, $|m|$ – модуль вектора md_{ij}^{2k} .

Вектор $d_{i,|m|}^{2k}$ определяет существование НОЭ, имеющего метрическую характеристику, равную $|m|$.

При существовании функций [4]:

$$h(x_i) = p_i, \quad g(x_i, \dots, x_{i+n}) = S_i, \quad (9)$$

либо

$$h(x_{i+n}) = p_i, \quad g(x_i, \dots, x_{i+n}) = S_i, \quad (10)$$

определяются конечные элементы линейного отрезка в контуре изображения (КЭО).

Иными словами, если в цепочке рассматриваемых элементов

$$d_{ij}^{2k}, d_{i,j+1}^{2k}, \dots, d_{i,j+n}^{2k}, \quad (11)$$

не существует элементов со значением, равным единице, и с индексами $j - 1$ и $j + n + 1$, то, в этом случае, определяется КЭО, которым соответствуют элементы \bar{d}_{ij}^{2k} , $\bar{d}_{i,j+n}^{2k}$.

Таким образом, элементы второго этапа процесса векторизации формируются в результате использования функций структурной непрерывности (g) и структурного прерывания (h) и полностью описывают денотативную структуру распознаваемого изображения.

На рис. 1 представлена структурная схема алгоритма векторизации двумерных монохромных контурных изображений. Блоки 1 – 4 описывают процедуру "захвата" контура, т.е. нахождения начальной точки обхода кон-

тура. В блоке 6 осуществляется присвоение начальных значений переменным, где s_0 – переменная, определяющая направление ориентации НОЭ.

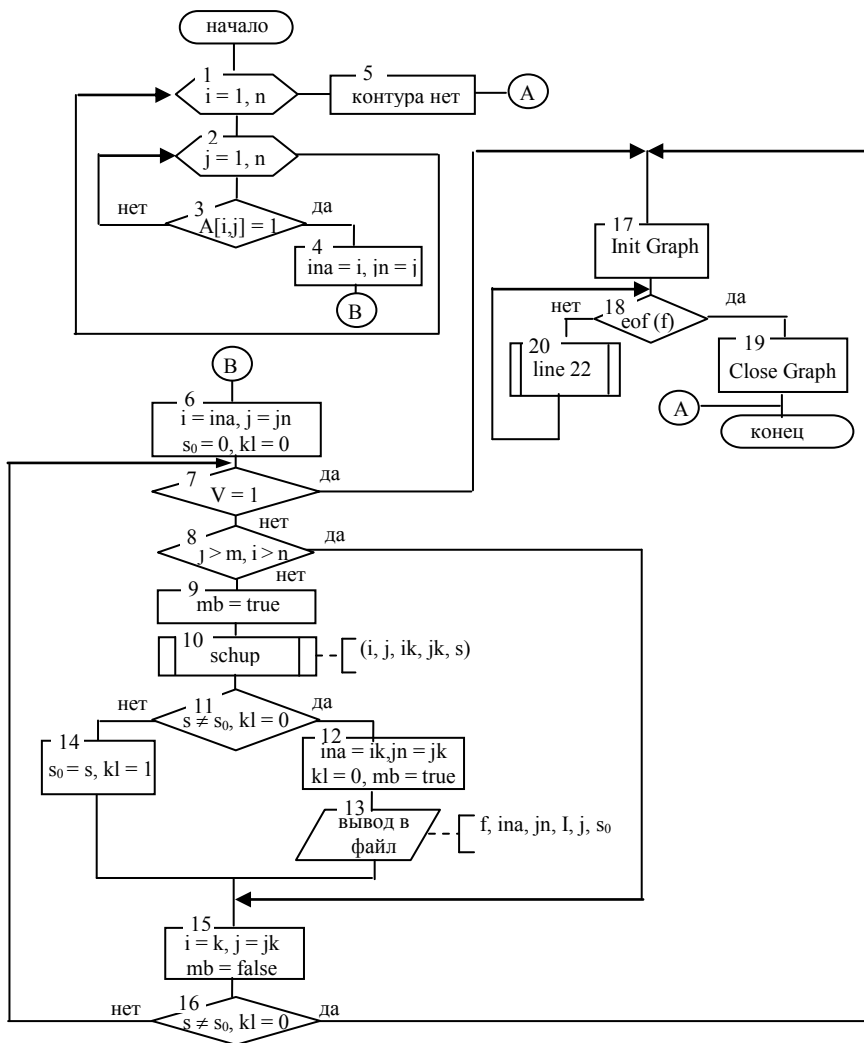


Рис. 1. Структурная схема алгоритма векторизации двумерных монохромных контурных изображений

В блоках 7 – 9 происходит проверка условий прохода контура, выхода за границы области определения контура, установления промежуточного параметра цикла. В блоках 10, 11 происходит вызов процедуры

нахождения приращения новых координат вектора и проверка изменения направления ориентации НОЭ. Блоки 12, 13 описывают процедуру переопределения значений начальных координат НОЭ для следующего направления ориентации. В блоках 14, 15, 16 происходит анализ условий продолжения и окончания алгоритма векторизации. В блоках 17 и 18 происходит вызов процедуры графического режима (режима отображения на экране дисплея результата работы алгоритма векторизации) и проверка условия окончания файла с данными для отображения НОЭ анализируемого контура изображения. Блоки 19, 20 описывают процедуры отображения НОЭ анализируемого контура изображения на экране дисплея ПЕОМ и закрытия файлов графики.

Выводы. Предложенный подход к реализации процесса векторизации двумерных монохромных контурных изображений позволяет осуществлять построение денотативных структур обобщенных элементов контуров распознаваемых изображений, отражающих определяющие признаки распознавания данных изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русын Б.П. Структурно-лингвистические методы распознавания изображений в реальном времени. – К.: Наук. думка, 1986. – 126 с.
2. Бутвина А.В. Выбор начальной точки процесса векторизации контурных изображений // Труды 11-й Всероссийской конференции "Математические методы распознавания образов" – г. Пуцино, 2003.
<http://www.ccas.ru/mmro/received.html>.
3. Геращенко С.В., Анциферов В.Е. Экспериментальные результаты по выделению графических примитивов в задачах распознавания контурных изображений // Труды 11-й Всероссийской конференции "Математические методы распознавания образов" – г. Пуцино, 2003.
<http://www.ccas.ru/mmro/received.html>.
4. Паржин Ю.В. Структурное представление знаний в системах принятия решений // Моделювання та інформаційні технології. – К.: НАНУ, Інститут проблем моделювання в енергетиці. – 2003. – Вип. 22. – С. 128 – 131.
5. Ван дер Варден Б.Л. Алгебра. – М.: Наука, 1976. – 648 с.

Поступила 23.01.2004

ПАРЖИН Юрий Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник НИЛ ХВУ. Окончил в 1982 году ХВВКИУ. Область научных интересов – распознавание образов.

ЛЮБЧЕНКО Наталья Юрьевна, научный сотрудник НИЛ ХВУ. Окончила в 1986 году ХПИ. Область научных интересов – распознавание образов.

НЕНАШЕВА Нелли Михайловна, научный сотрудник НИЛ ХВУ. Окончила в 1977 году Новосибирский электротехнический институт. Область научных интересов – распознавание образов.