

АНАЛИЗ И РАСПОЗНАВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВ РУКОПИСНЫХ АРАБСКИХ ЦИФР

Калохович Д. О., БГТУ, Брест

Современный мир не мыслим без компьютеров: они проникли во все сферы человеческой деятельности. Компьютер может использоваться как обыкновенный калькулятор, центр развлечения и досуга, средство связи, так и в качестве мощного инструмента управления и автоматизации процесса производства, математической и физической лаборатории, средства для обработки данных. А так как около 80 процентов информации человек получает благодаря зрению, то становится ясна важность задачи моделирования человеческого зрения.

Постановка задачи. Пусть дан цифровой образ арабской цифры, представленный в виде матрицы A размерности $n \times m$, в которой каждый элемент соответствует некоторой точке на экране. Значения элементов матрицы A являются либо 0 (для обозначения точек фона), или 1 (для обозначения точек образа арабской цифры). Требуется распознать данный образ, то есть сопоставить ему некоторый элемент из множества арабских цифр $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ [1].

Можно выделить два метода.

Метод 1. Пусть для каждой арабской цифры имеется ее «идеальный» образ, хранимый в матрице B_i , где $i = \overline{1, 10}$, с некоторой размерностью $k \times l$. Выполним масштабирование «идеального» образа арабской цифры с целью приведения его размеров с $k \times l$ точек к $n \times m$ точкам. Полагаем, что «ориентация» анализируемого образа совпадает с обычной (слева - направо, сверху - вниз). Сохраним новый образ цифры в матрице B'_i .

В дальнейшем находим последовательность чисел:

$$a_i = \sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^m (B'_i[r, q] - A[r, q]), \text{ где } i = \overline{1, 10}. \quad (1)$$

Если известно, что образ повернут на некоторый угол φ по часовой стрелке, то для его распознавания будем поворачивать «идеальные» образы. Возьмем некоторое натуральное число p и образуем угол $\alpha = \left[\frac{2\pi}{p} \right]$. Матрицу, в которой

хранится «идеальный» образ, повернутый на угол ψ , будем обозначать B_i^* . При повороте будем масштабировать «идеальный» образ с целью приведения его размеров к $n \times m$ точкам.

Масштабирование будем производить линейное, то есть если необходимо изменить размер изображения образа с $k \times l$ точек на $n \times m$, то новые координаты будут вычисляться по следующему формуле (начало координат помещаем в нижний левый угол):

$$\begin{cases} x' = \lfloor n/k * x \rfloor, & \{n/k * x\} < 0.5, \\ x' = \lfloor n/k * x \rfloor + 1, & \{n/k * x\} \geq 0.5, \\ y' = \lfloor m/l * y \rfloor, & \{m/l * y\} < 0.5, \\ y' = \lfloor m/l * y \rfloor + 1, & \{m/l * y\} \geq 0.5. \end{cases} \quad (2)$$

где (x, y) - координаты точки в старой системе координат, (x', y') - координаты точки в новой системе координат.

Поворот изображения будем осуществлять также линейно (угол поворота $0 < \alpha < \pi/2$):

$$\begin{cases} x' = \lfloor x * \cos \alpha + y * \sin \alpha \rfloor, & \{x * \cos \alpha + y * \sin \alpha\} < 0.5, \\ x' = \lfloor x * \cos \alpha + y * \sin \alpha \rfloor + 1, & \{x * \cos \alpha + y * \sin \alpha\} \geq 0.5, \\ y' = \lfloor -x * \sin \alpha + y * \cos \alpha \rfloor, & \{-x * \sin \alpha + y * \cos \alpha\} < 0.5, \\ y' = \lfloor -x * \sin \alpha + y * \cos \alpha \rfloor + 1, & \{-x * \sin \alpha + y * \cos \alpha\} \geq 0.5. \end{cases} \quad (3)$$

В дальнейшем находим последовательность чисел:

$$a_i = \min \left(\sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^m (B_i^{(0)}[r, q] - A[r, q]), \dots, \sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^m (B_i^{(\alpha^p)}[r, q] - A[r, q]) \right),$$

где $i = \overline{1, 10}$.

Аналогично можно распознавать образы, если они повернуты на некоторый угол φ против часовой стрелки. Если известно, что образ может быть повернут как по часовой, так и против часовой стрелки, следует поворачивать

«идеальный» образ в двух направлениях - «подводным» камнем данного подхода является тот факт, что невозможно «отличить» цифру «6» от «9».

Выбираем такую a_r , чтобы выполнялось неравенство $|a_r| < |a_i|$ для $i = \overline{1, 10}$. Образу, хранимому в матрице A , будет соответствовать число, чей «идеальный» образ хранится в матрице B_r . Если существует два и более r_1, r_2 таких, что $|a_{r_1}| = |a_{r_2}|$, то считаем образ не поддающимся распознаванию данным методом.

Очевидно, что, имея для каждой цифры несколько «идеальных» образов, можно увеличить «качество» распознавания.

Метод 2. Суть метода распознавания заключается в векторизации образа (замене его частей графическими примитивами: отрезками, дугами, окружностями), и в дальнейшем анализе составных частей образа. Можно выделить следующие этапы распознавания:

- 1) «утонышение» образа;
- 2) нахождение «конечных» точек;
- 3) нахождение «узловых» точек;
- 4) векторизация образа;
- 5) распознавание образа.

Для «утонышения» образа с целью выделения его средних линий осуществим итеративное удаление его внешних контуров методом «жука»[2].

Будем считать, что точка «конечная», если она смежная только с одной другой точкой образа.

Возьмем некоторую точку образа. Заклучим эту точку в центр квадрата со стороной a (точка будет лежать на пересечении диагоналей квадрата). Данная точка будет являться «узловой», если на «внутренней» стороне квадрата найдутся такие две точки, что острый угол между двумя прямыми, образованными данной точкой и двумя другими точками, лежит в интервале значений $(0; \pi/2)$.

После выделения «конечных» и «узловых» точек выполняем векторизацию образа методом Хафа [3]. Для этого обрабатываем участки образа между «ближайшими» выделенными точками. Можно составить следующую таблицу:

Таблица. Признаки образов (через запятую указаны возможные значения).

Цифра	Количество конечных точек	Количество узловых точек	Количество дуг	Количество окружностей	Количество отрезков
1	2, 3	1, 2	0	0	1, 2, 3
2	2	1	1	0	1
3	2	1, 2	2	0	2
4	1, 3	2, 3	0	0	3
5	2	2	1	0	2
6	1	1	1	1	0, 1
7	2, 4	1, 2	0	0	2, 3
8	0	1	0	2	0
9	1	1	1	1	0, 1
0	0	0	0	1	0

Для более качественного распознавания образа можно также в качестве его признаков использовать некоторые геометрические свойства составляющих данный образ примитивов, их взаимное расположение.

После выполнения всех этапов образу можно сопоставить некоторую арабскую цифру.

Литература. 1. <http://www/recognition.mccme.ru/pub/RecognitionLab.html>.

2. Абрамеев С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение – Мн.: Амалфея, 2000 – 303 с. **3.** <http://cgm.graphicon.ru:8080/issue1/hough/index.html>.

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕГИСТРАЦИОННЫХ НОМЕРНЫХ ЗНАКОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Кириль А.Н., БГТУ, Брест

Введение

Распознавание образов (а часто говорят - объектов, сигналов, ситуаций, явлений или процессов) - самая распространенная задача, которую человеку приходится решать практически каждую секунду от первого до последнего дня своего существования.

Распознавание речи и текста значительно упрощает взаимодействие человека с компьютером. Растущий геометрической прогрессией поток транспорта требует постоянного контроля, что даже нескольким людям на оживленных участках не под силу. Здесь на помощь могут придти компьютеры.