

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Пинт Э. М., канд. техн. наук, проф.,
Романенко И. И., канд. техн. наук, доц.,
Петровнина И. Н., канд. техн. наук, доц.,
Еличев К. А., канд. техн. наук, доц.*

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ПОЛНЫЙ АЛГОРИТМ РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРОМ ПЕЧАТНЫХ ЗНАКОВ РАЗНЫХ ШРИФТОВ И ДРУГИХ СИМВОЛОВ

rom@yandex.ru

Создано оригинальное устройство восприятия и распознавания печатных знаков разных шрифтов и других символов. Разработан рациональный метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов и других символов и, как следствие, программы для компьютера, реализующие этот метод.

Ключевые слова: устройство, программа, матрица, печатных знак, оператор.

Авторами создано оригинальное читающее устройство, состоящее из фотоэлектронной системы считывания и компьютера и, как следствие, программа для компьютера, реализующая рациональный метод распознавания печатных знаков разных шрифтов и других символов.

Целью исследований явилось создание такого метода распознавания, который в отличие от других методов отличался относительной простотой реализации и требовал для компьютера на распознавание одного печатного знака (символа) выполнения сравнительно небольшого количества операций. Создание на базе рационального метода распознавания читающего устройства до сих пор является актуальной проблемой. Разработанное авторами читающее устройство обладает перечисленными выше достоинствами.

Читающие устройства могут быть использованы для непосредственной обработки результатов научных исследований и инженерных работ, для автоматизации процессов поиска информации в фонде литературы, при обработке статистических сведений, накапливающихся в промышленности, транспорте, при строительстве дорог, промышленных и гражданских объектов, для автоматического ввода иностранных текстов в компьютер и перевода этих текстов.

Предложенный метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов можно распространить на распознавание других образов, например, специальных знаков, что позволит автоматизировать работу дорожных машин.

Как известно, читающее устройство должно выполнять две основные функции: воспринимать знаки текста и распознавать каждый знак.

С помощью фотоэлектронной системы считывания печатные знаки и другие образы считываются и эта информация поступает в память компьютера.

Рассмотрим основные алгоритмы программы для компьютера, которая реализует разработанный авторами рациональный метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов.

В результате теоретического анализа выяснилось, что характерными информативными признаками знаков являются направления элементов знака, составляющие для каждого знака определенную специфическую последовательность в порядке обхода по контуру относительно определенной кольцевой точки.

Анализ контуров знаков показал, что для определенных восьми направлений (рис. 1) все идеально напечатанные знаки рассматриваемых печатных шрифтов, представленные в виде последовательности номеров направлений в порядке обхода по контуру знака, распознаются друг относительно друга независимо от масштаба элементов знака. Таким образом, выбранные восемь направлений действительно являются оптимальными и достаточными, поскольку несут необходимые признаки для распознавания всех знаков рассматриваемых печатных шрифтов.

Рассмотрение каждого идеально напечатанного знакового контура с представлением его в виде специфической последовательности номеров направлений (которая была названа стандартным видом знака) позволило составить стандартные виды знаков русского алфавита.

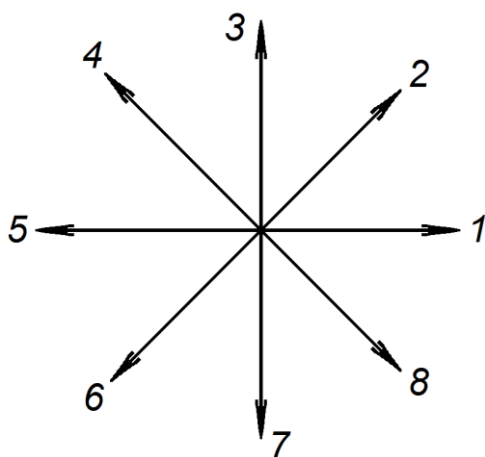


Рис. 1

Исследованное устройство для ввода и распознавания печатных знаков состоит из системы считывания и компьютера. При помощи системы считывания изображение знака дискретно преобразуется в электрические импульсы, поступающие в определенном порядке в компьютер. Знак определенным образом вписывается в дискретную прямоугольную матрицу запоминающего устройства компьютера, где заполненные ячейки памяти соответствуют элементам изображения знака. Была разработана программа, реализующая предложенный метод распознавания печатных знаков [1].

Компьютер по программе, начиная с ячейки с наименьшим номером, обходит дискретно представленный знак по главным направлениям. Так как линии контура знака имеют толщину, которая к тому же непостоянна для разных зна-

ков, необходимо выделять главные направления и совершать обход по ним, не принимая во внимание направления, возникающие от толщины линий, а также от декоративных украшений, дефектов и пр. Поэтому главное направление выбирается как направление, имеющее количество ячеек, большее или равное весу, а вес (определенное количество ячеек матрицы) должен быть хотя бы на одну ячейку больше количества ячеек, составляющих толщину линий знака.

Компьютер для каждой заполненной ячейки матрицы отыскивает возможные направления, образуемые соседними с исследуемой заполненными ячейками по всем восьми направлениям, для последующего перехода по главному направлению на соседнюю ячейку.

При обходе по контуру встречаются случаи, когда выявляются лишь направления, где количество заполненных ячеек меньше веса (так называемой суммы). Обход тогда совершается в сторону направления, именуемого наибольшей суммой ячеек.

Знак после обхода представляется в виде номеров главных направлений и номеров направлений от некоторых сумм. Например, как следует из рис. 2, запись по направлениям буквы «Г» будет 33333211. Алгоритм этой части программы, относящейся к нахождению главных направлений и сумм, представляется следующим образом:

$$R_1 \left(\left\{ F_2^1 \Phi_3 \Pi_4 \Pi_5 F_6^1 \Pi_7 R_8 \left\{ F_9^2 A_{10} F_{11}^2 \Pi_{12} F_{13}^2 P_{14} L_{15} A_{16} \Pi_{17} \right\} R_{17} \Pi_{18} F_{19}^1 \Pi_{20} \right\} J R_{21} \Pi_{22} F_{23}^1 \Pi_{24} \right)$$

где: R_v – оператор, который заносит определенное число в индексный регистр, $\{$ – правый знак перехода (или J), F_v – оператор переадресации по индексу, Ψ_v – оператор формирования, Π_v – оператор переноса из одних ячеек оперативной памяти в другие, A_v – арифметический оператор, P_v – логический оператор, L – левый знак перехода, $\}$ – операторы F_{S+1} , P_{S+2} .

Во время обхода по направлениям производится так называемое стирание по толщине и стирание исследованной ячейки, т.е. стирание содержимого заполненных ячеек, составляющих толщину линий знака, и стирание содержимого исследованной по восьми направлениям ячейки. Это делается для того, чтобы толщина линий не изменяла направление обхода (в противном слу-

чае линия будет обходиться несколько раз) и чтобы исключить возможность обхода по только что пройденному пути. На рис. 3 крестиками зачеркнуты ячейки, содержимое которых стирается при стирании по толщине.

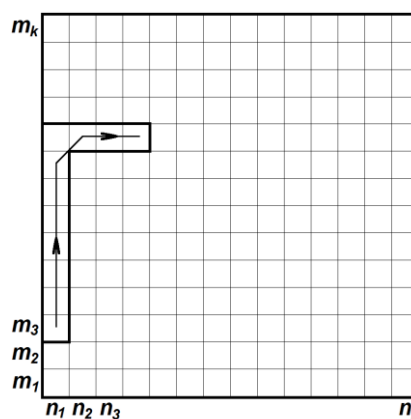


Рис. 2

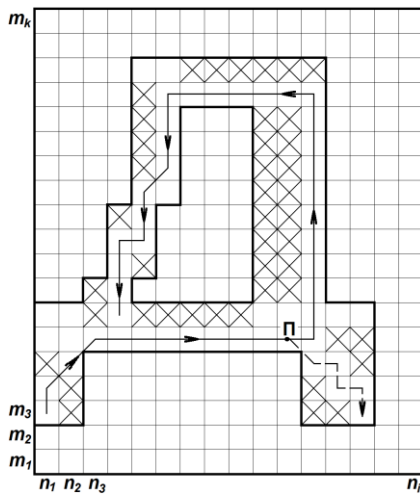


Рис. 3

После обхода знака по направлениям полученная последовательность упрощается с целью исключения нехарактерных наклонов вертикальных и горизонтальных линий, т.е. их выпрямления и с целью исключения нехарактерных отклонений наклонных линий.

В результате этих операций за счет ликвидации нехарактерных направлений знаки с определенной измененной ориентацией в целом и с определенной измененной ориентацией отдельных частей приобретают вид, удобный для окончательного распознавания.

$$R_1 \left\{ F_2 \Phi_3 \Pi_4 F_5 A_6 P_7 L_1 \lambda_m; \underset{1}{J} \underset{8}{R} \underset{9}{L} \underset{2}{F} \underset{10}{A} \underset{11}{P} \underset{12}{L} \underset{2}{F} \underset{13}{A} \underset{14}{F} \underset{15}{\Pi} \underset{16}{\Pi} \underset{17}{\Pi} \underset{18}{\Pi} \underset{19}{\Pi} \underset{20}{L}; \underset{2}{J} \underset{3}{J} \right\} \underset{3}{J} \underset{6}{R} \underset{21}{L}$$

$$\left\{ \underset{7}{F} \underset{22}{P} \underset{23}{L} \underset{4}{L} \left\{ \underset{8}{F} \underset{24}{\Pi} \underset{25}{F} \underset{26}{\Pi} \underset{27}{L}; \underset{8}{L}; \underset{5}{J} \right\} \underset{4}{J} \right\} \underset{5}{J} \underset{7}{R} \underset{28}{L} \underset{6}{L}$$

где λ_m – левый знак перехода, указывающий на передачу управления в следующую часть программы.

Как показал анализ, операции упрощения, вызывая исправление ориентации основных линий знака, как следствие, ликвидируют определенные дефекты, например, размывы линий знака и определенные отклонения формы знака от стандартной.

Полученная упрощенная запись знака по направлениям сравнивается со стандартными

$$R_1 \left\{ F_2 \Pi_3 \right\} R_4 \left\{ F_5 \Pi_6 \right\} R_7 \left\{ F_8 \Pi_9 \right\} R_{10} \left\{ F_{11} \Phi_{12} \Pi_{13} R_{14} \left\{ F_{15} \Phi_{16} \Pi_{17} \Pi_{18} F_{19} \right. \right.$$

$$\left. \Pi_{20} P_{21} \underset{4}{L}; \underset{4}{J} R_{22} \left\{ F_{23} P_{24} \underset{5}{L} F_{25} \Pi_{26} \Pi_{27} R_{28} \right\} \underset{8}{J} F_{29} \Pi_{30} F_{31} \Pi_{32} \right\} R_{33} \left\{ F_{34} \Pi_{35} \right\}$$

$$A_{36} R_{37} \left\} \underset{8}{J} R_{38} \left\{ F_{39} A_{40} P_{41} \underset{12}{L} A_{42} \underset{12}{J} \right\} R_{43} \left\{ F_{44} \Pi_{45} \right\} A_{46} R_{47} \left\{ F_{48} \Pi_{49} \right\} \underset{14}{L}$$

$$R_{50} \left\{ F_{51} \Pi_{52} \right\} \underset{15}{F} F_{53} F_{54} \Pi_{55} \Pi_{56} \left\} \Pi_{57} R_{58} \left\{ F_{59} A_{60} P_{61} \underset{17}{L} F_{62} \Pi_{63} \underset{17}{J} \right\} R_{64}$$

$$\left\{ F_{65} P_{66} \underset{19}{L} \Pi_{67} \underset{19}{J} A_{68} \right\} \underset{18}{L};$$

где $\frac{l}{k}$ - два левых знака перехода ($\frac{L}{k}, \frac{l}{k}$),

Π_4 - печать числа, определяющего распознаваемый знак

Например (рис. 4), для горизонтальной, наклонной и вертикальной линий с измененной ориентацией записи по направлениям: 118181118111, 221222121222, 332332333233 (вес равен 3 номерам) после операции упрощения будут выглядеть соответственно как 111111111, 222222222, 333333333, т.е. произошло исправление ориентации этих основных линий знака.

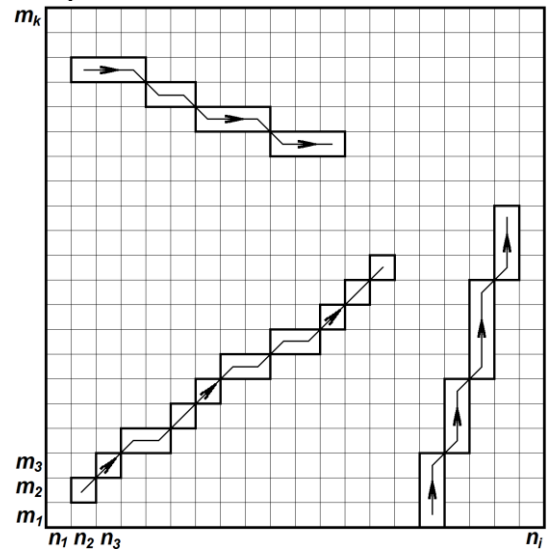


Рис. 4

Логическая схема этой части программы:

видами для его определения. Каждому знаку одного смыслового символа и определенного стиля написания независимо от шрифта соответствует определенный стандартный вид. При сравнении записи знака по направлениям с любым стандартным видом подсчитывается возможное число несовпадений и по окончании сравнения со всеми стандартными видами по меньшему числу несовпадений определяется знак.

Логическая схема этой части программы:

Проведенные исследования дали возможность сделать следующие выводы.

Анализ контуров печатных знаков позволил выявить характерные признаки знаков – направления, выбрать минимально возможное количество определенных направлений (8 направлений) для распознавания независимо от масштаба печатные знаки разных шрифтов.

На основе изложенного выше анализа был разработан рациональный метод распознавания компьютером печатных знаков разных шрифтов и разработана программа для компьютера, реализующая этот метод.

Экспериментальная проверка распознаваемости компьютером наиболее характерных печатных букв и цифр разных шрифтов подтвердила положения разработанного авторами метода распознавания печатных знаков, изложенного выше.

Читающее устройство, реализованное на основе предложенного авторами метода распознавания печатных знаков, может быть использовано для обработки статистической информации, накапливающейся при строительстве дорог, промышленных и гражданских объектов, для

распознавания образов, с помощью которых можно автоматизировать работу дорожных машин [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пинт Э.М., Яшин А.В., Еличев К.А. Оригинальный алгоритм распознавания компьютером кодовой записи направлений контура печатного знака. Original algorithm of recognition by the computer of code record of directions of a contour of a printed character»./Материалы VI международной научно-практической конференции, NAUKOWA PRZESTRZEC EUROPY – 2010. Volume, 17. Nowoczesne informacyjne technologie. Pizemysl. Nauka i studia 2010, с.-104.

2. Пинт Э.М., Романенко И.И., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Управление рабочими органами дорожных машин за счет устройства восприятия и распознавания печатных знаков и символов. Материалы международной научно-практической конференции «Новые дороги России». – Пенза: Изд.ПГУАС, 2011, - с.606.