

УДК 681.5(075.8)

**А.Е. Смирнов****МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРА ВАГОНА С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЗМА НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА**

*Описан простой метод распознавания номеров вагонов на ходу по видеоизображению. Метод предполагается использовать в системах диагностики, работающих в режиме реального времени. Алгоритм основан на нечетком сравнении фрагментов изображения номера вагона с шаблонными изображениями цифр.*

**Введение.** Номер вагона является его уникальным идентификатором. Поэтому номер вагона является достаточно важной информацией о вагоне и активно используется в информационных системах, работающих в сети железных дорог.

Однако в настоящее время информационные системы не могут обеспечить достаточно точную информацию о номерах вагонов, находящихся в составе поезда.

Для обеспечения автономной работы и информационной независимости систем экспресс-диагностики подвижного состава, работающих в режиме реального времени, которые позволяют производить измерение и контроль геометрических параметров колесных пар вагонов, возникает необходимость своевременно определять список номеров вагонов состава.

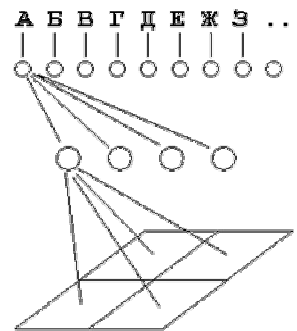
В данной работе предлагается метод распознавания номера вагона состава на ходу по фотоизображению с применением механизма нечеткого вывода.

Изображение вагона получается посредством съемки с помощью фотокамеры. Исходными данными для решения задачи распознавания номера вагона является фрагмент фотоизображения вагона, содержащий его номер (рисунок 1).

**Рисунок 1 – Изображение номера вагона**

**Алгоритмы, использующие нейронные сети** для распознавания символов, часто строятся следующим образом. Поступающее на распознавание изображение символа (растр) приводится к некоторому стандартному размеру. Как правило, используется растр размером 16x16 пикселей.

Значения яркости в узлах нормализованного растра используются в качестве входных параметров нейронной сети. Число выходных параметров нейронной сети равняется числу распознаваемых символов. Результатом распознавания является символ, которому соответствует наибольшее из значений выходного вектора нейронной сети (на рисунке 2 показана только часть связей и узлов растра)

**Рисунок 2 – Схематическое изображение структуры нейронной сети**

Повышение надежности таких алгоритмов связано, как правило, либо с поиском более информативных входных признаков, либо с усложнением структуры нейронной сети.

Надежность распознавания и потребность программы в вычислительных ресурсах во многом зависят от выбора структуры и параметров нейронной сети.

Работа системы распознавания такого типа обычно состоит из следующих фаз:

– Изображения цифр приводятся к единому размеру (16x16 пикселей).

– Полученное изображение подается на вход нейронной сети.

– По наибольшему из значений выходного вектора нейронной сети идентифицируется распознанный символ.

Нейронная сеть имеет три внутренних уровня и 10 узлов в верхнем уровне. Нижние слои сети не являются полностью связанными. Узлы нижнего уровня совместно используют общий набор весов.

В качестве входных параметров нейронной сети вместо значений яркости в узлах нормализованного растра могут использоваться значения, характеризующие перепад яркости. Такие входные параметры позволяют лучше выделять края буквы. Поступающие на распознавание изображения приводятся к размеру 16x16 пикселей. После этого они подвергаются дополнительной обработке с целью выделения участков с наибольшими перепадами в яркости.

Отличительной чертой реализованного алгоритма является использование нейронной сети с достаточно большим числом входных признаков. Из исходного изображения выделяются 2312 первичных признаков, характеризующих перепады яркости в узлах растра. Кроме того, используются признаки, вычисляемые по всему растру и характеризующие форму распознаваемого символа.

Одним из широко используемых методов повышения точности распознавания являются одновременное использование нескольких различных распознающих модулей и последующее объединение полученных результатов (например, путем голосования). При этом очень важно, чтобы алгоритмы, используемые этими модулями, были как можно более независимы. Это может достигаться как за счет распознающих модулей, использующих принципиально различные алгоритмы распознавания, так и специальным подбором обучающих данных[1].

Данный метод, хотя и отличается высокой надежностью (99% правильно распознанных символов), имеет ряд недостатков:

- Сложная программная реализация.
- Большой объем вычислений.

**Распознавание номера вагона с использованием механизма нечеткого вывода** состоит из трёх фаз:

- предварительная обработка изображения;
- разбиение изображения на отдельные цифры;
- распознавание каждой цифры отдельно.

Предварительная обработка изображения состоит из следующих графических операций:

- 1) преобразование цветовой палитры в черно-белую палитру;

- 2) инвертирование цветов;

- 3) пороговая фильтрация.

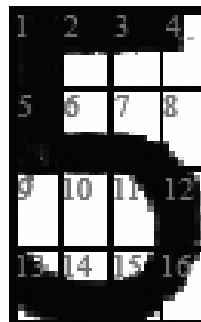
Изображение после обработки представлено на рисунке 3:

52852993

**Рисунок 3 – Преобразованное изображение**

Дальнейшая обработка преобразованного изображения осуществляется путем распознавания отдельно каждой цифры, при котором используется механизм нечеткого вывода. Предлагаемый метод распознавания включает следующие этапы.

– **Составление идентификационной таблицы.** Каждой цифре из диапазона 0..9 ставится в соответствие строка идентификационной таблицы  $Z_i, i = \overline{0,9}$ . Строки идентификационной таблицы  $Z_i$  представляют собой векторы  $Z_i = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  и получаются по следующему алгоритму. Для каждой цифры строится эталонное изображение и разбивается на прямоугольные зоны. Каждой зоне присваивается номер (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Разбиение изображения на зоны**

Для каждой  $j$ -й зоны вычисляется доля  $v_j$ , принадлежащая искомой цифре и равная средней яркости точек, входящих в зону. Если изображение цифры полностью занимает  $j$ -ю зону, то  $v_j = 1$ , если цифра не попадает в  $j$ -ю зону, то  $v_j = 0$ .

Таким образом, строки идентификационной таблицы представляют собой векторы  $Z_i = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ . Идентификационная таблица для цифр диапазона 0..9 полностью представлена на таблице.

Символ	Вектор идентификации															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0,96	0,65	0,75	0,87	0,97	0	0	1	0,97	0	0	1	0,68	0,79	0,82	0,66
1	0	0	0,31	0,98	0	0	0	0,95	0	0	0	0,95	0	0	0	95
2	0,86	0,68	0,87	0,47	0,12	0	0,69	0,46	0,08	0,54	0,45	0	0,94	0,87	0,61	0,41
3	0,66	0,74	0,96	0,27	0,04	0,89	0,56	0,12	0,02	0,15	0,24	0,98	0,87	0,76	0,74	0,27
4	0	0,16	0,79	0,99	0,39	0,74	0,18	0,95	0,36	0,36	0,36	0,96	0	0	0	0,93
5	0,98	0,56	0,55	0,27	1	0,45	0,37	0,11	0,01	0	0,34	0,97	0,82	0,57	0,71	0,43
6	0	0,35	0,71	0	0,2	0,9	0,49	0,01	0,98	0,31	0,27	0,88	0,71	0,72	0,7	0,49
7	0,5	0,5	0,75	0,92	0	0,19	0,87	0,1	0,06	0,89	0,08	0	0,81	0,6	0	0
8	0,54	0,74	0,72	0,57	0,65	0,72	0,71	0,64	0,96	0,17	0,21	0,86	0,74	0,82	0,80	0,33
9	0,7	0,68	0,68	0,69	0,86	0,29	0,32	0,94	0,08	0,29	0,93	0,21	0	0,81	0,22	0

– **Вычисление идентификационного вектора**  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  распознаваемой цифры. Выполняется по вышеописанному алгоритму применительно к изображению распознаваемой цифры: разбиение изображения на зоны, вычисление  $w_j$  каждой  $j$ -й зоны[2].

– **Нечеткое последовательное сравнение** вектора  $W$  со строками таблицы  $Z_i$  с помощью функции  $q_i = \sum_{j=1}^n (1 - |z_{ij} - w_j|) / n$ . Значение функции  $q_i$  определяет степень маргинальности («похожести»)  $i$ -го вектора идентификационной таблицы и вектора распознаваемой цифры. Векторы равны, если  $q_i = 1$ .

– **Принятие решения** по максимуму значения  $q_i$ .

Распознавая последовательно каждую цифру номера вагона, получаем его числовой эквивалент, что позволяет обеспечить средства диагностики необходимой информацией.

**Выводы.** В данной работе предложен несложный и удобный метод распознавания номера вагона. К достоинствам метода можно отнести:

– простота реализации. Используемые данные имеют удобную форму представления в виде таблиц, что обеспечивает простоту программной реализации;

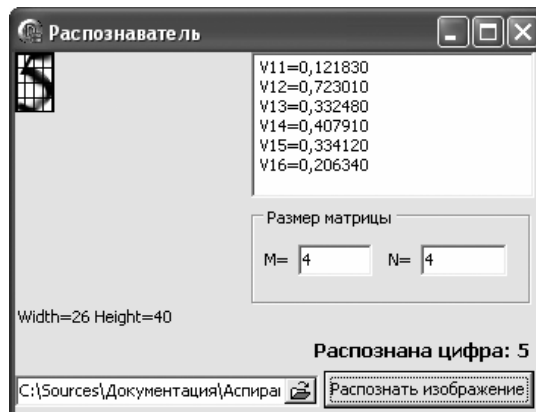
– универсальность. Данный метод может быть применен для распознавания любых символов, выполненных печатным или трафаретным способом;

– быстрдействие и низкую стоимость. Предложенный метод не содержит сложных ма-

тематических операций, требующих больших вычислительных ресурсов, а следовательно, не требует дорогих и мощных микропроцессоров.

Таким образом, снижается стоимость систем, использующих данный метод.

На основе описанного метода реализована программа «Распознаватель». Внешний вид главного окна программы показан на рисунке 5.



**Рисунок 5 – Внешний вид окна программы «Распознаватель»**

Программа реализует распознавание символов на основе графических файлов форматом BMP. После загрузки изображения цифры программа выполняет:

- разбиение изображения на зоны;
- вычисление коэффициента  $v_j$  каждой зоны;
- нечеткое сравнение полученного вектора  $W$  с шаблонными значениями  $Z_i$  и вывод результата.

Разработанную методику планируется использовать в системах измерения и контроля

геометрических параметров вагонов подвижного состава.

**Библиографический список**

1. Мисюрёв А.В. Использование искусственных нейронных сетей для распознавания рукопечатных символов. <http://www.ocrai.narod.ru>

2. Смирнов А.Е., Чистякова В.И. Способ решения задачи идентификации состояний системы // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: материалы 14-й Международной науч.-техн. конф.- Рязань: РГРТА, 2005.- С. 41 -43.