

УДК 621.374

***МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАЗРАБОТАННОЙ
МЕТОДИКИ РАЗЛИЧЕНИЯ ТИПОВ ПЕЧАТНЫХ ФИГУР (БУКВ, ЦИФР)
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА (ПК)***

Пинт Э.М.,

к.т.н., профессор

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, г. Пенза

Еличев К.А.,

к.т.н., доцент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, г. Пенза

Петровнина И.Н.,

к.т.н., доцент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, г. Пенза

Светкина В.В.,

студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, г. Пенза

Аннотация

До сих пор существует проблема различения типов образов различных печатных шрифтов, что необходимо для ускорения трудоемкого процесса обработки печатной информации на различных предприятиях. Во введении статьи анализируются существующие до настоящего времени методики различения типов печатных фигур (букв, цифр). В результате проведенного анализа установлено, что существующие методики позволяют различать печатные фигуры одного шрифта. Авторы статьи разработали устройство,

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

состоящее из входной части и персональной ЭВМ (ПК). Входная часть преобразует изображение буквы (цифры), находящееся в оригинале, в определенные электрические сигналы, которые идут в матрицу из ячеек запоминающего устройства ПК. Если ячейка матрицы заполнена, то она запоминает элементарный темный участок изображения буквы (цифры).

Авторами создана программа для ПК, реализующая новую методику различения печатных букв, цифр. По этой программе осуществляется контурное очерчивание изображения печатной фигуры, хранящееся в матрице запоминающего устройства ПК. В результате очерчивания образуется ряд направлений, которые дают части фигуры или его код. По этому коду, который упрощается, различаются печатные фигуры. Для достоверного различения печатных фигур, необходимо было, чтобы различение осуществлялось с большой надежностью. В настоящей статье описываются мероприятия, разработанные авторами, дающие возможность обеспечить большую надежность различения печатных фигур. В результате, после реализации мероприятий по повышению надежности, новое устройство различало печатные фигуры разнообразных шрифтов, а также при разных масштабах изображений печатных образов, при определенном изменении положений частей формы образа, при наличии определенных украшений в изображении фигур и помех. Разработанное устройство, после реализации мероприятий, направленных на повышение надежности различения печатных фигур, позволит автоматизировать на самых различных предприятиях сложные процессы по обработке печатной информации.

Ключевые слова: печатный образ, ЭВМ, матрица запоминающего устройства ПК, контурное очерчивание формы фигуры, направления частей формы фигуры, код фигуры, упрощенный код фигуры, надежность различения печатных фигур, повышение надежности различения печатных фигур.

***MEASURES TO IMPROVE THE RELIABILITY OF THE DEVELOPED
METHOD OF DISTINGUISHING THE TYPES OF PRINTED FIGURES
(LETTERS, NUMBERS) USING A PERSONAL COMPUTER (PC)***

Pint E.M.,

Ph.D., professor

Penza State University of Architecture and Construction

Russia, Penza

Elichev K.A.,

Ph.D., associate professor

Penza State University of Architecture and Construction

Russia, Penza

Petrovnina I.N.,

Ph.D., associate professor

Penza State University of Architecture and Construction

Russia, Penza

Svetkina V.V.,

student

Penza State University of Architecture and Construction

Russia, Penza

Annotation

Until now, there is a problem of distinguishing the types of images of different printed fonts, which is necessary to speed up the laborious process of processing printed information at various enterprises. In the introduction of the article, the existing methods of distinguishing the types of printed figures (letters, numbers) are analyzed. As a result of the analysis, it was found that the existing techniques make it possible to distinguish between printed figures of the same font. The authors of the article have developed a device consisting of an input part and a personal computer (PC). The input part converts the image of the letter (number), which is in the

original, into certain electrical signals that go to the matrix from the memory cells of the PC. If the cell of the matrix is full, then it memorizes the elementary dark section of the image of the letter (number).

The authors have created a PC program that implements a new method of distinguishing between printed letters and numbers. This program is used to outline the image of the printed figure stored in the memory matrix of the PC. As a result of the delineation, a series of directions is formed, which give the parts of the figure or its code. This code, which is simplified, distinguishes the printed shapes. To reliably distinguish between printed figures, it was necessary that the distinction be carried out with great reliability. This article describes the measures developed by the authors, which make it possible to ensure greater reliability in distinguishing printed figures. As a result, after the implementation of measures to improve reliability, the new device distinguished the printed figures of various fonts, as well as at different scales of images of printed images, with a certain change in the positions of parts of the image form, in the presence of certain decorations in the image of figures and interference. The developed device, after the implementation of measures aimed at increasing the reliability of distinguishing printed figures, will automate complex processes for processing printed information at various enterprises.

Key words: printed image, computer, PC storage matrix, contour delineation of the shape of a figure, directions of parts of the shape of a figure, figure code, simplified figure code, reliability of distinguishing printed figures, increasing the reliability of distinguishing printed figures.

После рассмотрения изданных статей найдены шесть методик различения печатных фигур.

Первая методика основана на различении печатных фигур при наличии трафаретов. Была создана машина [4, 15], в которой изображение печатной фигуры проецировалось на диск, в котором были трафареты цифр, а за диском

размещался фотоэлемент. Когда фотоэлемент затемнялся, определялся тип цифры.

По второй методике цифры различались с использованием отметок или определенной формы. Цифры различались машиной [2, 14, 19], при этом эти фигуры были в виде полосок по вертикали.

Для третьей методики, авторы исследований [1, 5-7, 13, 16] использовали число прямых и кривых отрезков фигуры, расположение этих отрезков (рис. 1). Кроме того, для различения печатных фигур определялось число пересечений образа горизонтальными линиями, расположенными на разной высоте, подсчитывалось число конечных точек фигуры.

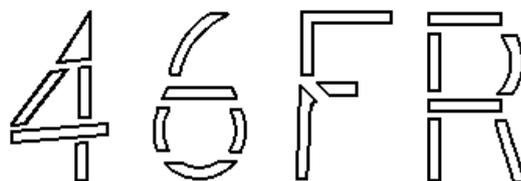


Рис. 1 – Вид частей фигуры¹

По четвертой методике различения печатных фигур осуществлялось по наличию или отсутствию черного поля изображения фигуры в определенном месте. Устройство [3] определяло печатные цифры при делении фигур на пять частей.

По пятой методике для определения печатных фигур использовались проекции площади образа на ось по горизонтали (рис. 2) и на ось по вертикали.

¹ Разработано авторами

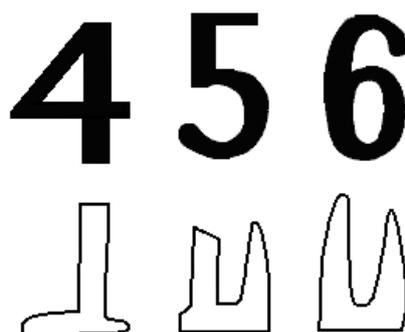


Рис. 2 – Вид проекции площади фигуры цифры на ось по горизонтали²

Печатные буквы, цифры различались также с использованием самообучающихся ЭВМ. В этом случае изображения печатных фигур вводились с использованием фотоэлементов в запоминающее устройство ЭВМ. Процесс обучения ЭВМ включал такие части:

1. размещение плоскостей, определяющих какой-либо образ по отношению к другим образам, предъявляемым к ЭВМ (рис. 3, а, б, в);
2. ликвидация ненужных плоскостей (рис. 3, г);
3. ликвидация ненужных частей плоскостей (рис. 3, г);
4. различение новых фигур.

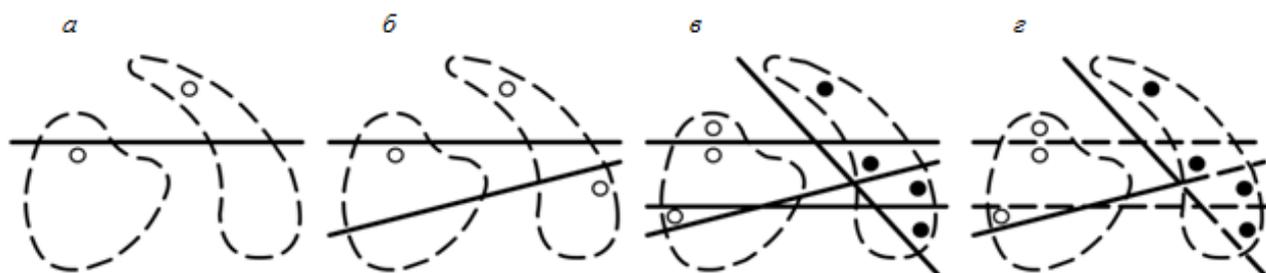


Рис. 3 – Процесс обучения ЭВМ³

Предпринимались попытки создать машинный интеллект с возможностью выполнения операций по постоянному самообучению [9, 17, 18].

² Разработано авторами

³ Разработано авторами

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Анализ проведенных исследований показывает, что все существующие методики различения печатных фигур в настоящее время не используются (кроме третьей методики), так как при их реализации различаются печатные фигуры только одного какого-либо печатного шрифта.

Третья методика позволяет различать печатные фигуры при определенных вариациях их формы, но количество распознаваемых фигур оказывается ограниченным одним каким-либо шрифтом.

Предлагаемое авторами устройство позволяет различать с большой надежностью печатные фигуры разных шрифтов, а также независимо от изменений масштабов фигур, от изменения положения частей фигур, от наличия определенных помех.

Для того, чтобы понять, изложенные далее, разработанные авторами мероприятия по повышению надежности различения печатных фигур, необходимо кратко изложить суть, усовершенствованной авторами методики различения печатных фигур.

Созданное устройство включает входную часть и ЭВМ (ПК). Входная часть считывает изображение печатной фигуры с оригинала путем создания рядов электрических импульсов, которые подаются в определенном порядке в прямоугольную матрицу, состоящую из ячеек запоминающего устройства ЭВМ. В результате изображение печатного образа заносится в матрицу. Заполненным ячейкам матрицы соответствуют элементарные участки изображения образа [10, 11].

Авторы нашли критерии для различения печатных фигур [4, 10, 11]. Этими критериями являлись направления из выбранной совокупности направлений. Направления совокупности образуются частями формы печатных образов. Выбранная после анализа совокупность направлений состоит из восьми направлений, сдвинутых относительно друг друга на 45 °. Каждое направление имеет свой номер.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

По усовершенствованной к настоящему времени программе для ПК осуществляется контурное очерчивание изображения печатного образа, расположенного в матрице запоминающего устройства ПК. Для этого в самом начале программы определяется заполненная ячейка матрицы, соответствующая концевой точке формы печатного образа. Для этой ячейки находится так называемое решающее направление, которое определялось количеством заполненных ячеек большим, чем количество ячеек, соответствующее максимальной ширине частей изображения буквы, цифры (так называемый вес). После нахождения решающего направления к адресу начальной заполненной ячейки добавляется определенное двоичное число, соответствующее найденному решающему направлению, и следует перемещение на соседнюю заполненную ячейку в этом направлении. Далее аналогично осуществляется нахождение решающего направления для соседней заполненной ячейки и т.д. При перемещении от одной заполненной ячейки к другой запоминается номер решающего направления. В результате образуется ряд, состоящий из номеров решающих направлений, или код фигуры. Затем код фигуры по определенному алгоритму сокращается (упрощается) и по нему по определенным правилам различается тип печатной фигуры.

При очерчивании формы образа выявились так называемые развилки (перекрестия) и суммы.

Развилка возникала в том случае, если для какой-либо заполненной ячейки матрицы образовывались два (или более) решающих направления. Тогда адрес заполненной ячейки запоминался, и очерчивание происходило по решающему направлению с наименьшим номером. После этого осуществлялось очерчивание по другому решающему направлению, начиная с заполненной ячейки, адрес которой запоминался и т.д.

Сумма образовывалась в том случае, когда для какой-либо заполненной ячейки матрицы выявлялось нерешающее направление, где количество

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

заполненных ячеек было меньше веса. Тогда, чтобы очерчивание не прерывалось оно происходило по нерешающему направлению. Если выявлялось несколько сумм, то очерчивание происходило по нерешающему направлению, где количество заполненных ячеек больше, а при одинаковых суммах очерчивание шло по нерешающему направлению с наименьшим номером.

Полученный код образа состоял из номеров решающих направлений, а также из номеров некоторых нерешающих направлений.

Для того, чтобы ширина частей формы букв, цифр не оказывала влияния на различие типа фигуры, ячейки, составляющие лишнюю ширину частей формы фигуры, освобождались от заполнения по определенным правилам.

Как отмечалось выше, полученный код фигуры по установленным правилам сокращался (упрощался) в результате выбрасывания нерешающих направлений из кода, которые возникали из-за изменения положения частей формы образа, из-за наличия помех, украшений формы и т.д.

Затем полученный код печатной фигуры сопоставлялся с идеальными кодами. Для каждой печатной фигуры был составлен идеальный код, то есть ряд направлений, получаемый путем очерчивания идеально напечатанного контура фигуры. При таком сопоставлении подсчитывалось число несовпавших номеров для каждого идеального кода, и по меньшему числу несовпадений определялся тип фигуры [16].

Для оценки надежности различения типов печатных фигур авторы использовали формулу, включающую отношение количества правильно различаемых печатных фигур к количеству печатных фигур, подлежащих различению.

Для увеличения надежности различения типов печатных фигур авторами были реализованы мероприятия.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

1. При определении кода печатной фигуры выявлялись критерии, о которых говорилось выше (определенные направления, элементов печатной фигуры).

2. При различении печатной фигуры осуществлялось стирание по ширине, то есть приведение ширины частей фигуры к минимальной в одну элементарную ячейку матрицы, и фигуры с разной шириной частей распознавались одинаково.

3. С использованием входной части изображения печатных знаков вписывались в оптимальную матрицу запоминающего устройства ЭВМ, состоящую из 32×32 ячеек.

4. Код фигуры после ее очерчивания сокращался, то есть осуществлялся выброс нерешающих направлений, возникающих из-за изменения положения образа или его частей из-за возможных помех, из-за наличия дополнительных украшений в образах, из-за разных шрифтов и т.д.

5. Идеальные коды составлялись с учетом характерных критериев печатных образов разнообразных шрифтов. В эти критерии входили решающие направления, а также некоторые суммы, возникающие при перемещении во время очерчивания образа от его одного элемента к другому.

6. Различение печатных фигур осуществлялось за счет сопоставления номеров направлений сокращенного кода фигуры с номерами направлений всех идеальных кодов. Совпавшие номера ликвидировались, а несовпавшие номера в идеальном коде и в сокращенном коде фигуры суммировались для каждого идеального кода, и по минимальному числу несовпавших номеров направлений различался тип печатной фигуры. При этом не учитывались возможные суммы, оставшиеся после сопоставления в сокращенном коде фигуры.

Во время экспериментальной части использовались два компьютерных шрифта. У одного из них печатные буквы, цифры имели дополнительные украшения формы, а буквы, цифры другого шрифта их не имели.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Поясним реализацию перечисленных выше мероприятий, направленных на повышение надежности различения типов печатных фигур.

В результате экспериментов была выбрана совокупность направлений, включающая необходимые критерии печатных фигур, которые образовывались после очерчивания фигуры и по которым различались типы фигур. Использование этих признаков значительно повысило надежность различения типов печатных фигур и позволило различать печатные фигуры разнообразных шрифтов.

Согласно второму мероприятию по разработанному авторами алгоритму ширина частей образа приводилась к минимальной в одну заполненную ячейку матрицы. Анализ показал, что если этот процесс не производить, то части формы образа в процессе очерчивания будут обходиться несколько раз, возникают дополнительные ненужные признаки образов, и надежность их различения падает.

По третьему мероприятию в результате исследований было найдено нужное число ячеек прямоугольной матрицы запоминающего устройства ПК. Оптимальная матрица включала в себя 32×32 ячеек. Использование такой матрицы позволяло различать все печатные буквы, цифры разных шрифтов, кроме букв «ш» и «щ» друг относительно друга. При меньшем числе ячеек матрицы не все печатные фигуры различались, а при большем числе ячеек возрастало время, отводимое на различение образов и появлялись дополнительные ненужные признаки образов.

Согласно четвертому мероприятию происходило по определенному алгоритму сокращение определенного после очерчивания кода фигуры. За счет выбрасывания из кода фигуры направлений, возникающих от изменений ориентации фигуры или ее элементов, от помех, от декоративных украшений повышалась надежность различения типа фигуры.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Пятое мероприятие было связано с составлением идеальных кодов печатных фигур. Для повышения надежности различения типов фигур, в идеальные коды вносились дополнительные неосновные направления, образованные теми суммами, которые возникали при очерчивании формы фигуры при перемещении от одной части фигуры к другой.

Наконец, шестое мероприятие было связано с сопоставлением сокращенного кода фигуры с идеальными кодами для различения типа печатной фигуры.

Надежность различения типов печатных фигур повышалась, т.к. при сравнении кода фигуры с идеальными кодами убирались совпавшие номера направлений в сокращенном коде фигуры и в идеальных кодах, а несовпавшие номера в сокращенном коде, возникающие от возможных сумм, не учитывались.

Авторами были разработаны мероприятия по повышению надежности различения типов печатных фигур.

Экспериментами установлено, что реализация этих мероприятий позволила разработанному авторами устройству различать с большой надежностью печатные фигуры, несмотря на разные шрифты, а также, несмотря на изменения масштабов изображений фигур, ориентации элементов формы фигуры, на определенные дефекты печати.

Созданное устройство дает возможность автоматизировать сложный процесс анализа печатной информации на различных предприятиях.

Библиографический список

1. Cuan B., Idrissi K., and Garcia C., «Deep siamese network for multiple object tracking», in 2018 IEEE 20th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), 1–6 (Aug 2018).
2. David H. Direct Reading for Data Processing // Process Control and Automation. 1960. Vol. 7, N. 3. P. 3-30

3. Franken M. and van Gemert J. C., «Automatic egyptian hieroglyph recognition by retrieving images as texts», in Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia, 765–768, ACM (2013).
4. Gayer A. V., Chernyshova Y. S., and Sheshkus A. V., «Effective real-time augmentation of training dataset for the neural networks learning», in Eleventh International Conference on Machine Vision (ICMV 2018), 11041, 110411I, International Society for Optics and Photonics (2019).
5. Gladilin S., Nikolaev D, Polevoi D., and Sokolova N., «Study of multilayer perceptron accuracy improvement under fixed number of neuron», Informatsionnye tekhnologii i vychislitelnye sistemy (1), 96–105 (2016).
6. Ковалевский В.А. Корреляционный метод распознавания изображений // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1962. № 4 (2). С. 684-694.
7. Koch G., Zemel R., and Salakhutdinov R., «Siamese neural networks for one-shot image recognition», in ICML deep learning workshop, 2 (2015).
8. Lee S.-G., Sung Y., Kim Y.-G., and Cha E.-Y., «Variations of alexnet and googlenet to improve korean character recognition performance», Journal of Information Processing Systems 14(1) (2018).
9. Noordeen A., Kannan K., Ravi H., Venkatraman B., and Milton R., «Hierarchical ocr for printed tamil text», in Eleventh International Conference on Machine Vision (ICMV 2018), 11041, 110411G, International Society for Optics and Photonics (2019).
10. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Романенко И.И., Еличев К.А. Система восприятия и передачи изображений печатных символов с оригинала в матрицу запоминающего устройства компьютера, определяющего типы символов // Инженерный вестник Дона. 2019. №1. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5591>.

11. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Анализ формы печатных знаков для выделения существенных признаков и определения знаков компьютером // Нива Поволжья. Пенза. Изд. ПГАУ. 2018. № 3. С. 112-119.
12. Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Еличев К.А. Математическая обработка результатов исследования читающего устройства // Науковедение. 2015. Том 7, № 1. <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1>.
13. Романов В.П. Интегральные методы опознавания. Конференция по обработке информации, машинному переводу и автоматическому чтению текста / Акад. наук СССР. Ин-т науч. информации. – М.: [б. и.], 1961. - 60 т., - 23 с.
14. Seema A., Rajeshwar D. Pattern Recognition in an Electronic Reader // International Journal of Computer Science and Telecommunications, Vol. 3, Issue 8, August 2012, P. 25-29.
15. Сочивка В.П. Электронные опознающие устройства. - М.: Энергия, 1964. 56с.
16. Tafti A. P., Baghaie A., Assefi M., Arabnia H. R., Yu Z., and Peissig P., «Ocr as a service: an experimental evaluation of google docs ocr, tesseract, abbyy finereader, and transym», in International Symposium on Visual Computing, 735–746, Springer (2016).
17. Woodford C. Last updated: 30.12.2018, URL: <http://www.explainthatstuff.com/how-ocr-works.html> .
18. Woodford C. Last updated: 11.11.2018. URL: <http://www.explainthatstuff.com/how-ocr-works.html>.
19. Zhang X., Zhao J., and LeCun Y., «Character-level convolutional networks for text classification», in Advances in neural information processing systems, 649–657 (2015).

Оригинальность 86%