

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ**

УДК:044.931:378.147(083.76)

**ПОДХОД РАСПОЗНАВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВ НА ОСНОВЕ ЭТАЛОНОВ И ОБУЧЕНИЯ**

**Батырканов Жениш Исакунович**, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и внешним связям, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66, E-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

**Кудакеева Гулида Маданбековна**, аспирант кафедры «Автоматическое управление», Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66, E-mail: [gulida87\\_87@mail.ru](mailto:gulida87_87@mail.ru)

В данной работе предлагаются структура и алгоритмы классификации устройства распознавания зрительных образов. В структуре используется рецепторная матрица, нейронный слой и компьютер. В компьютере на этапе обучения создается база эталонных образов в виде числовых матриц.

Предлагается два варианта алгоритма распознавания. В первом варианте алгоритм распознавания использует «принцип близости» и находит минимальную норму разности числовых матриц предъявленного образа с числовыми матрицами эталонных образов. Найденная минимальная норма является ключом к классификации.

Во втором варианте вычисляются скалярные произведения вектора изображения на векторы эталонов. Максимальное скалярное произведение и определяет искомый класс.

**Ключевые слова:** Образ, объект распознавания, классификация, нейрон, процедура обучения, эталонный образ.

**RECOGNITION APPROACH OF VISUAL IMAGES BASED ON STANDARDS AND TRAINING**

**Batyrcanov Jenish Isakunovich**, D.Sc.(Engineering), Professor, Vice Rector for Research and foreign Relations, Kyrgyz State Technical University after name of I.Razzakov, 66 Mir Ave., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, E-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

**Kudakeeva Gulida Madanbekovna**, post-graduate student of "Automatic control", Kyrgyz State Technical University after name of I.Razzakov, 66 Mir Ave., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, E-mail: [gulida87\\_87@mail.ru](mailto:gulida87_87@mail.ru)

There are two variants of a pattern recognition algorithm. In the first variant recognition algorithm uses the "proximity principle" and finds the minimum norm of the difference of the presented numerical matrix image with a numerical matrix of reference images.

Recognition algorithm uses the "proximity principle" and finds the minimum norm of the difference between presented numerical matrix for image with a numerical matrix of reference model. Found the minimum norm is the key to classification.

In the second embodiment computes the dot product of a vector image on target vectors. The maximum inner product and determines the desired class.

**Key words:** image, object recognition, classification, neuron, learning procedure, reference images.

Современные системы автоматизации связи, компьютерные сети все шире и глубже применяют различные типы систем распознавания. Это в первую очередь промышленные роботы, оснащенные различными сенсорными чувствительными устройствами, это компьютерные сканирующие устройства письменных текстов и звуковой информации, это системы распознавания отпечатков пальцев, распознавание по радужной оболочке глаза, распознавание залежей нефти и газа, и многое другое.

На сегодняшний день очень большое количество прикладных задач относятся к задачам распознавания зрительных образов. При этом под образом понимается конкретное проявление изучаемого объекта.

Распознавание изображений (зрительных образов) – это частный случай распознавания образов, в котором распознаваемыми сигналами являются изображения, получаемые в результате проектирования объектов реального мира на плоскость. Распознавание зрительных образов является одним из наиболее важных для практики случаев общей проблемы распознавания образов. Задачи распознавания зрительных образов заключаются в создании методов и устройств, позволяющих автоматически классифицировать различные изображения. Изображения могут быть значительны на бумаге, фотопленке или просто быть картинами окружающего мира.

Существуют различные подходы и алгоритмы к распознаванию зрительных образов: подход на основе вычисления оценок; подход на основе аналогии; подход на основе сравнений с эталонами и другие.

На основе вышеуказанных алгоритмов разработаны различные программные пакеты: Fine Reader; From Reader; ABBY Fine Reader 4.0.

Вышеуказанные программные пакеты решают и эффективны только для ограниченного класса задач распознавания, таких как распознавание печатных текстов, заглавных символов.

В связи с вышесказанным разработка новых подходов и алгоритмов распознавания зрительных образов является актуальной проблемой.

Суть предлагаемого ниже подхода к распознаванию заключается в использовании нейронного подхода построения распознающего устройства использующего эталоны и процедуру обучения. Структура распознающего устройства приведена на рис. 1.

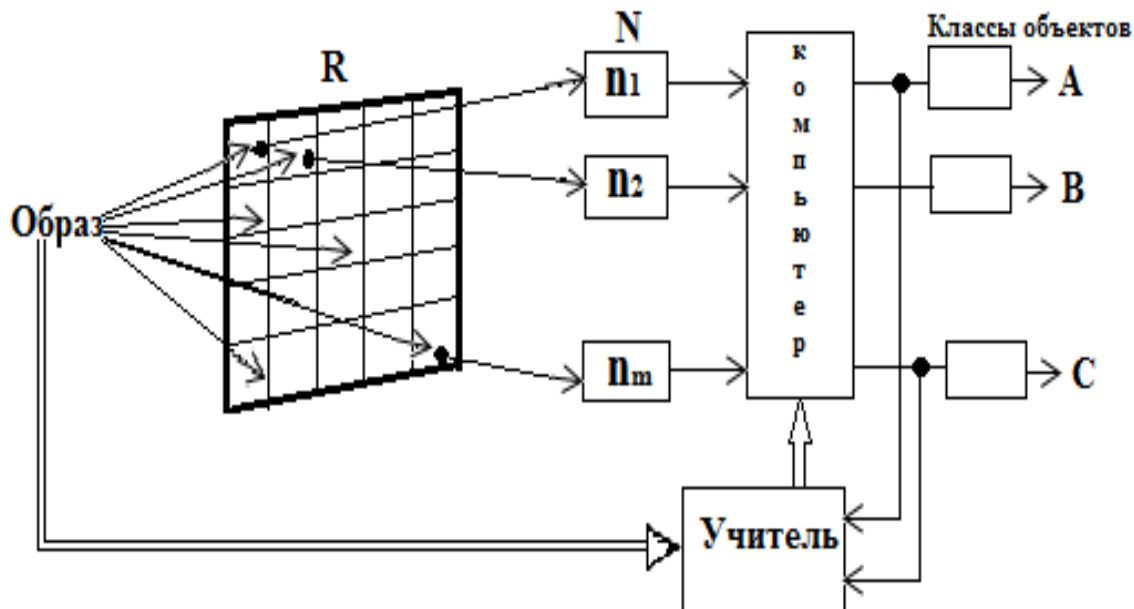


Рис. 1. Структура распознающего устройства

На рисунке обозначены: R-рецепторная матрица; N-нейронный слой; А,В, С - класс объектов.

В нейронном слое N количество нейронов равно количеству ячеек рецепторной матрицы R, при этом каждая ячейка матрицы соединена только с одним нейроном. Здесь под нейроном понимается искусственный нейрон, т.е. это сумматор с порогом или пороговый элемент.

**Процедура обучения.**

Она заключается в следующем. Последовательно на рецепторную матрицу подается определенное количество образов первого объекта «А». При предъявлении конкретного образа  $A^1$  активируются определенные ячейки рецепторной матрицы. Активацию ячеек матрицы можно представить в виде конкретной числовой матрицы, при этом размер числовой матрицы определяется размером рецепторной матрицы. Имеем числовую матрицу типа

$$A^1 = \begin{pmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 & a_{1N}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 & a_{2N}^1 \\ a_{M1}^1 & a_{M2}^1 & a_{MN}^1 \end{pmatrix}, \tag{1}$$

где  $a_{ij}^1 = \begin{cases} 0, \\ 1. \end{cases}$

Далее, предъявляется образ  $A^2$  объекта «А», и так до последнего возможного образа  $A^L$  объекта «А». Вся эта совокупность образов  $A^1, A^2, \dots, A^L$  объекта «А» записывается при помощи учителя в память компьютера, как база данных эталонных образов объекта «А». Вся вышеописанная процедура повторяется для всех объектов В, ..., С. В итоге в компьютере создается база данных эталонных образов объектов А, В, ..., С

$$\begin{aligned} A &= \{A^1, A^2, \dots, A^L\}, \\ B &= \{B^1, B^2, \dots, B^P\}, \\ C &= \{C^1, C^2, \dots, C^M\}. \end{aligned}$$

После этапа обучения наступает режим распознавания.

**Алгоритмы распознавания.**

Предлагается два варианта алгоритма распознавания.

**1-вариант**

Процедура классификации, т.е. отнесение предъявленного образа к тому или иному объекту происходит по следующей схеме.

При предъявлении рецепторной матрицы, например, образа «X» на основе нейронного слоя в компьютере образуется числовой образ в виде матрицы

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12}, \dots, x_{1N} \\ x_{21} & x_{22}, \dots, x_{2N} \\ \dots & \dots \\ x_{M1} & x_{M2}, \dots, x_{MN} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Чтобы отнести образ «X» к тому или иному классу объектов A, B, ... C, осуществляется процедура последовательного вычисления нормы от разностей матрицы «X» со всеми матрицами  $A^1, A^2, \dots, A^L, B^1, \dots, C^1, \dots, C^M$ , которые хранятся в базе эталонных образов объектов A, B, ... C. Удобно норму вычислять в виде Евклидовой нормы

$$\|X - A^k\| = \left( \sum_i \sum_j (X_{ij} - a_{ij}^k)^2 \right)^{1/2}. \quad (4)$$

Среди этого множества существует одна минимальная норма, пусть, например, минимальная норма разностей будет для образа  $B^s$

$$\|X - B^s\| = \left( \sum_i \sum_j (X_{ij} - b_{ij}^s)^2 \right)^{1/2}. \quad (5)$$

Тогда компьютер активирует выход «B» выходного слоя, это говорит о том, что предъявленный образ «X» относится к объекту «B».

Описанный алгоритм классификации (распознавания) работает не только в случаях, когда матрица «X» совпадает с одним из  $A^1, \dots, C^M$ , но и в тех случаях, когда «X» не совпадает ни с одним из них. Но и здесь, согласно «принципу близости», классификация проходит успешно. Суть «принципа близости» в теории распознавания заключается в том, что образы для одного и того же объекта в пространстве признаков расположены близко друг к другу.

**2-вариант**

После реализации в компьютере числового образа в виде матрицы «X» формула (3) все матрицы  $A^1, A^2, \dots, A^L, B^1, \dots, C^1, \dots, C^M, X$  переводятся в векторную форму в виде

$$\bar{X} = (X_{11}, X_{12} \dots X_{1N}, X_{21}, \dots, X_{2N}, \dots X_{M1}, \dots X_{MN})^T, \quad (5)$$

Далее осуществляется вычисление скалярных произведений вектора  $\bar{X}$  со всеми векторами  $\bar{A}^1, \dots, \bar{C}^M$ .

Скалярное произведение вектора изображения  $\bar{X}$  на вектор эталонов  $\bar{A}^1, \dots, \bar{C}^M$  характеризует их сходство, при этом изображение «X» относят к тому классу эталонов, для которого скалярное произведение дало максимальное значение.

**Выводы**

1. Предложена структура распознающего устройства с процедурой эталонов обучения.
2. Для более точной достоверной работы распознающего устройства необходимо увеличивать количество ячеек рецепторной матрицы, а также увеличивать базу эталонных образов распознаваемых объектов.

**Список литературы**

1. Хант Э. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1978.
2. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс=Neural Networks: A Comprehensive Foundation. -2-e изд. – М.: «Вильямс», 2006.
3. Журавлев Ю.И. Избранные научные труды. – Изд. Магистр, 2002, - 420с.
4. Батырканов Ж.И. Системы искусственного интеллекта. – Б.: ИЦ «Текник», 2013.

**References**

1. Hunt E. Iskusstvennyi intellekt [Artificial Intelligence]. -M.: Mir, 1978
2. Simon Haykin. Neironnye seti : polnyi kurs [Neural networks: a complete course] = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. -2 izd. -M.: "Williams", 2006
3. Zhuravlev Y.I. Izbrannye nauchnye trudy. [Selected research papers.] -Izd. Magistr, 2002, -420s.
4. Batyrkanov J.I. Systemy iskusstvennogo intellekta. [Artificial intelligence systems]. -B.: Izd "Teknik", 2013