



**RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING  
YANGI O‘ZBEKISTON  
RIVOJIGA TA’SIRI**

Xalqaro ilmiy-amaliy  
konferensiyasi to'plami

21 IYUN

2023





---

**RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING YANGI O'ZBEKISTON  
RIVOJIGA TA'SIRI**

**ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ  
НОВОГО УЗБЕКИСТАНА**

**IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE DEVELOPMENT  
OF NEW UZBEKISTAN**

---

Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plami



JUNE 21, 2023  
KOKAND UNIVERSITY

"O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" O'zbekiston Respublika Prezidentining 5847-sonli Farmonida ko'zda tutilgan vazifalardan biri – ilmiy izlanish yutuklarini amaliyotga joriy etish yo'li bilan fan sohalarini rivojlantirish, ya'ni xalqaro ilmiy hamjamiyatda e'tirof etilishiga xizmat qilishdir. Shu va boshqa tegishli farmonlarda va qarorlarda belgilangan vazifalarini amalga oshirish maqsadida 2023 yil 21-iyun kuni Qo'qon universiteti "Raqamli texnologiyalar va matematika" kafedrası "Raqamli texnologiyalarning Yangi O'zbekiston rivojiga ta'siri" mavzusidagi xalqaro miqyosida o'tkaziladigan ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plamini e'lon qiladi



### **MAS'UL MUHARRIR**

**Zahidov G'ofurjon Erkinovich** – iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

### **TAHRIRIYAT HAY'ATI**

**G'ulomov Saidahrur Saidahmedovich** – iqtisodiyot fanlari doktori, akademik;

**Ahmedov Durbek Quدراتillayevich** - iqtisodiyot fanlari doktori, professor;

**Mahmudov Nosir Mahmudovich** – iqtisodiyot fanlari doktori, professor;

**Butaboyev Muhammadjon** - iqtisodiyot fanlari doktori, professor;

**Islamov Anvar Ashirkulovich** - iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent;

**Ruziev Shohrusbek Ravshan o'g'li** - iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

**Mulaydinov Farxod Murotovich** – Qo'qon universiteti, Raqamli texnologiyalar va matematika kafedrası mudiri

**Texnik muharrir – Solidjonov Dilyorjon Zoirjon o'g'li**



Ta'lim sifati yangi O'zbekiston taraqqiyotini yanada yuksaltirishning muhim omili / Raqamli texnologiyalarning Yangi O'zbekiston rivojiga ta'siri xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi to'plami. Kokand university, 2023 yil 21 iyun, - «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» 2023.

© Matn. Mualliflar, 2023.

© Kokand university, 2023.

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», original maket, 2023.

72	<b>SANOAT KORXONALARI UCHUN BULUTLI YECHIMLAR</b> - Mulyadinov Farxod Murotovich	309-316
73	<b>RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA KORXONA STRATEGIYASI</b> - Urishev Baxtiyor Abdusamatovich, Hojiyev Ixtiyor Bahodirjon o'g'li	317-322
74	<b>ХИЗМАТ КЎРСАТИШ КОРХОНАЛАРИНИНГ ИННОВАЦИОН ФАОЛИЯТИДА РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ</b> - Худайбердиева Наргиза Низомиддин қизи	323-327
75	<b>RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING TILGA TA'SIRI: RETRONIMLAR</b> - Xolmonova Sadoqat Abdubannoyevna	328-332
76	<b>ZAMONAVIY AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARINING MUAMMOLARI VA YECHIMLARI</b> - Abdullaev Akhrorjon Axadjon o'g'li	333-338
77	<b>МОДЕЛЬ РАСПОЗНАЮЩИХ ОПЕРАТОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА ПОСТРОЕНИИ ДВУМЕРНЫХ ПОРОГОВЫХ ПРАВИЛ</b> - Н. М. Мирзаев, Ф.Ф. Мелиев	339-343
78	<b>PUFAKCHALI SARALASH ALGORITMI VA UNING PYTHONDA IFODALANISHI</b> - Jumakulov Abdumannon Kodirjonovich	344-348
79	<b>ZILZILA SABABLARI VA UNING OQIBATLARI</b> - Xoldarov Xatamjon Mo'ydinovich	349-353
80	<b>XIZMAT KO'RSATUVCHI KOMPANIYALARDA SUN'IY INTELEKTDAN FOYDALANISH</b> - A.O.Tillavoldiyev	354-357
81	<b>TURISTIK MAHSULOTLAR VA XIZMATLAR MOHIYATIGA YONDASHUVLAR VA ULARNI DIVERSIFIKATSIYALASH JARAYONINING NAZARIY-USLUBIY JIHLTLARI</b> - Sultonova Yulduzxon Kamoldinovna	358-362
82	<b>XORIJIY TIL SIFATIDA INGLIZ TILINI O'RGANISH UCHUN ENG YAXSHI ELEKTRON MANBALAR</b> - Dilyorjon Solidjonov	363-365
83	<b>TADBIRKORLIK SUB'EKTLARINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ORQALI RIVOJLANTIRISH</b> - Rustam Tohirov Solijonovich	366-370

## **МОДЕЛЬ РАСПОЗНАЮЩИХ ОПЕРАТОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА ПОСТРОЕНИИ ДВУМЕРНЫХ ПОРОГОВЫХ ПРАВИЛ**

**Н. М. Мирзаев,**

НИИ Цифровых технологий и искусственного интеллекта г.н.с.

**Ф.Ф. Мелиев**

НИИ Цифровых технологий и искусственного интеллекта базовый докторант

**Аннотация:** В работе рассматриваются модели распознающих операторов, основанных на построении двумерных пороговых правил. Отличительная особенность предлагаемой модели заключается в выделении предпочтительных пороговых правил с последующим вычислением оценки принадлежности объектов и обеспечение существенного уменьшения числа вычислительных операций при распознавании неизвестных объектов. Для проверки работоспособности предложенного алгоритма проведены экспериментальные исследования при решении модельной задачи. Предложенная модель может быть использована при составлении различных программ, ориентированных на решение задач прогнозирования и классификации объектов, заданных в пространстве признаков большой размерности.

**Ключевые слова:** модель распознающих операторов, подмножества взаимосвязанных признаков, представительный признак, элементарные преобразования, предпочтительные модели.

### **Введение**

Анализ существующих публикаций по распознаванию образов, в частности [1-6], показывает, что на сегодняшний день построен и достаточно глубоко изучен ряд моделей распознавания. Среди них можно выделить следующие наиболее известные модели алгоритмов распознавания: модели, основанные на использовании принципа разделения; статистические модели; модели, построенные на принципе потенциалов; модели, основанные на вычислении оценок и др. Эти модели, в основном, ориентированы на решение задач, где объекты описаны в пространстве признаков небольшой размерности, хотя на практике чаще встречаются прикладные задачи, связанные с распознаванием образов, заданных в пространстве признаков большого размера. В связи с этим, вопросы разработки и усовершенствования моделей распознавания, ориентированных на решение задач диагностирования, прогнозирования и классификации объектов, заданных в пространстве признаков достаточно большой размерности, являются актуальными.

Цель данной работы заключается в построении модели распознающих операторов, основанных на выделении предпочтительных двумерных пороговых правил, с учетом

большой размерности признакового пространства. Следует отметить, что отдельные понятия и обозначения заимствованы из [2].

### 1. Постановка задачи

Пусть задан произвольный набор объектов  $\tilde{S}^q$  ( $\tilde{s}^q = \{s_1', \dots, s_q'\}$ ,  $\tilde{S}^q \subset \mathfrak{S}$ ), описанных в пространстве исходных признаков  $X$ . Каждому объекту  $s_u'$  ( $s_u' \in \tilde{S}^q$ ) в этом пространстве соответствует описание (числовая характеристика) объекта  $J(S) = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_n)$ . При этом размерность  $n$  пространства исходных признаков достаточно большая. В этих условиях большинство признаков взаимосвязаны, что затрудняет использование многих алгоритмов распознавания [6, 7]. Задача состоит в построении такого оператора  $B$ , который с применением решающего правила  $C$  по начальной информации вычисляет значение предиката  $P_j(s_i')$ .

### 2. Метод решения

В данной работе рассмотрен подход, основанный на выделении предпочтительных двумерных пороговых правил для решения задачи построения распознающих операторов с учетом большой размерности признакового пространства. На базе этого подхода предложена модель распознающих операторов, основанных на построении двумерных пороговых правил методами дискриминантных функций. Задание этих распознающих операторов включает следующие основные этапы.

1. *Выделение групп сильно связанных признаков.* На данном этапе определяются независимые группы сильно связанных признаков (НГСП). Пусть  $\mathfrak{X}$  – всевозможные непересекающиеся группы рассматриваемых признаков  $\{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}$ . Совокупность всех таких групп обозначаем через  $W$ . Из  $W$  выделяем множество групп сильно связанных признаков и обозначаем через  $W_{\mathfrak{B}}$  ( $W_{\mathfrak{B}} \subset W$ ,  $n' = |W_{\mathfrak{B}}|$ ).

2. *Формирование набора представительных признаков.* На данном этапе выделяется набор представительных признаков. Основная идея выбора представительных признаков состоит в их «независимости» в рамках выделенного набора представительных признаков. При его формировании используются следующие условия: 1) представительные признаки должны быть сильно связанными в своей группе признаков; 2) выделенные множества представительных признаков должны быть независимыми.

3. *Определение моделей элементарных преобразований.* На этом этапе выполняется построение моделей элементарных преобразований:

$$y_1 = f(x_1', x_2'), y_2 = f(x_1', x_3'), \dots, y_i = f(x_{i_1}', x_{i_2}'), \dots, y_n = f(x_{n_1}'_{-1}, x_{n_1}'),$$

$$i_1, i_2 \in \{1, 2, \dots, n'\}, \quad i_1 \neq i_2, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\}, \quad n = C_{n'}^2,$$

где  $f$  – функция из заданного множества моделей элементарных разделяющих функций  $F$ , например:

$$y_i = c_{i_0} + c_{i_1}x'_{i_1} + c_{i_2}x'_{i_2}. \quad (1)$$

На этом этапе в качестве параметра рассматриваемой модели задаются параметры  $\bar{\zeta} = \{\bar{c}_1, \bar{c}_2, \dots, \bar{c}_i, \dots, \bar{c}_n\}$  для класса  $K_j$  (где  $\bar{c}_i = (c_{i_0}, c_{i_1}, c_{i_2})$ ,  $j = \overline{1, l}$ ).

4. *Выделение групп сильно связанных моделей элементарных преобразований.* В результате выполнения данного этапа определяется совокупность «независимых» групп моделей элементарных преобразований. Основная идея данного этапа не отличается с точки зрения вычислительных процедур от первого этапа данной модели.

5. *Определение базовых моделей элементарных преобразований.* В результате выполнения данного этапа выделяются базовые модели элементарных преобразований и формируется множество  $\mathfrak{B}$ , состоящее из  $n'$  базовых моделей элементарных преобразований. В результате выполнения данного этапа получаем  $n'$  базовых моделей элементарных преобразований, что намного меньше, чем построенных на этапе 3, т.е.  $n' < n$ .

6. *Выделение предпочтительных моделей элементарных пороговых правил принятия решений.* В результате выполнения данного этапа определяются предпочтительные модели элементарных пороговых правил принятия решений. В результате выполнения данного этапа получаем  $n''$  базовых моделей элементарных преобразований:  $d_1(K_j, S), \dots, d_i(K_j, S), \dots, d_{n''}(K_j, S)$ .

7. *Оценка для класса по совокупности предпочтительных элементарных пороговых правил.* Оценка принадлежности объекта  $S$  к классу  $K_j$  ( $j = \overline{1, l}$ ) вычисляется следующим образом [11]:

$$B(S) = (\mathfrak{G}_1(S), \dots, \mathfrak{G}_j(S), \dots, \mathfrak{G}_l(S)),$$

$$\mathfrak{G}_j(S) = \sum_{u=1}^{n''} \gamma_u d_u(K_j, S), \quad (2)$$

где  $\gamma_u$  – параметр алгоритма ( $u = 1, \dots, n''$ ).

Таким образом, мы определили модель распознающих операторов, основанных на построении двумерных пороговых правил. Любой распознающий алгоритм из этой модели полностью определяется заданием набора параметров  $\bar{\pi}$ . Совокупность всех распознающих операторов из предлагаемой модели обозначим через  $B(\bar{\pi}, S)$ . Поиск наилучшего алгоритма осуществляется в пространстве параметров  $\bar{\pi}$ .

### 3. Экспериментальная проверка

В целях практического использования и проверки работоспособности рассмотренной модели операторов разработаны функциональные схемы программ распознавания. Программная реализация разработанных операторов осуществлена на языке C++. Работоспособность разработанной программы проверена на модельном примере.

Исходные данные распознаваемых объектов для модельного примера сгенерированы в пространстве зависимых признаков. Количество классов в данном эксперименте равно двум. Объем обучающей выборки – 300 реализаций (по 150 реализаций для объектов

каждого класса). Объем контрольной выборки – 100 реализаций (по 50 реализаций для объектов каждого класса). Количество признаков в модельном примере равно 160. Число подмножеств сильно связанных признаков – 4.

В качестве испытуемых моделей распознающих операторов были выбраны: модель распознающих операторов, основанных на вычислении оценок; модель распознающих операторов, основанных на принципе потенциалов; модель, распознающих операторов, основанных на построении двумерных пороговых правил, предлагаемой в настоящей работе. Сравнительный анализ перечисленных моделей распознающих операторов при решении рассмотренной задачи проведён по следующим критериям: 1) точность распознавания объектов контрольной выборки; 2) время, израсходованное алгоритмом на обучение; 3) время, израсходованное алгоритмом на распознавание объектов из контрольной выборки.

Для вычисления этих критериев при решении прикладных задач разбиение произведено по стандартной методике перекрестной проверки [11]: генерируются 10 случайных разбиений выборки на 10 блоков примерно равной длины и равными долями классов, и каждый блок поочерёдно становится контрольной выборкой, остальные – обучающей. Точность распознавания и временные показатели определялись как средние.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов при решении данной задачи показали более высокую точность предложенных распознающих операторов по сравнению с традиционными алгоритмами распознавания. Время, израсходованное алгоритмом на обучение, в предложенной модели затрачено больше, чем на сравниваемых алгоритмах распознавания. Следует отметить, что время, израсходованное алгоритмом на распознавание объектов из контрольной выборки, меньше, чем тот же показатель сравниваемых алгоритмов распознавания.

### **Заключение**

В настоящее время решение задач распознавания образов, описанных в пространстве признаков большой размерности, связано со значительными вычислительными трудностями. Предложенная модель распознающих операторов улучшает точность и значительно сокращает число вычислительных операций при распознавании неизвестного объекта, заданного в пространстве взаимосвязанных признаков, и может быть использована при составлении различных программных комплексов, ориентированных на решение прикладных задач распознавания.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Ю.И. Журавлев Избранные научные труды / Ю.И. Журавлев. – М.: Магистр, 1998. – 420 с.
2. М. Шлезингер Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию / М. Шлезингер, В. Главач – Киев: Наукова думка, 2004. – 535 с.

3. Н.Г. Загоруйко Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.
4. E. Cuevas Applications of Evolutionary Computation in Image Processing and Pattern Recognition / E. Cuevas, D. Zaldívar, M. Perez-Cisneros . – New York: Springer, 2016.
5. Pattern Recognition: Analysis and Applications. Edited by S. Ramakrishnan. – New York: ITeXLi, 2016.
6. М.М. Камилов Современное состояние вопросов построения моделей алгоритмов распознавания / М.М.Камилов, Н.М. Мирзаев, С.С. Раджабов, // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2009. – № 2. –С.67-72.
7. М.М. Камилов Модели алгоритмов распознавания, основанных на оценке взаимосвязанности признаков / М.М. Камилов, Ш.Х. Фазылов, Н.М. Мирзаев, С.С. Раджабов– Ташкент: Fan va texnologiya, 2020. – 149 с.
8. О.Н. Мирзаев Выделение подмножеств сильно связанных признаков при построении экстремальных алгоритмов распознавания // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2015. –С. 145- 151.
9. О.Н. Мирзаев Выделение репрезентативных признаков при построении алгоритмов распознавания // Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2008. – №6. – С. 23-27.
10. Ш.Х. Фазылов, Н.М. Мирзаев, О.Н. Мирзаев Построение распознающих операторов в условиях взаимосвязанности признаков / Ш.Х. Фазылов, Н.М. Мирзаев, О.Н. Мирзаев // Радиоэлектроника, информатика, управление. – Запорожье, 2016. - № 1. – С. 58- 63.
11. Braga-Neto U.M., E.R. Dougherty Error Estimation for Pattern Recognition. –New York: Springer, 2016. - 312 p.