рыбоводных прудов, внедрённых в условиях Таджикистана // Современные проблемы математики и её приложений. Материалы международной научной конференции (21-22 июня 2018 г.) – Душанбе: ФМГУ. 2018. С. 60-66.

[5] Komilov F.S., Kosimov I.L. Kontseptualnoye modelirovaniye ekosistemy makrofitno-rybovodno gopruda [Conceptual modeling of the macrophytefishpond ecosystem] // Bulletin of the Tajik National University. 2012. № 1/3 (85). Pp. 58-66. (In Russian)

[6] Komilov F.S., Kosimov I.L. Matematicheskoye modelirovaniye ekologo-ekonomicheskoy sistemy pruda [Mathematical modeling of the ecological and economic system of the pond] // Bulletin of the Tajik State University of Commerce. 2013. №1. Pp. 57-64. (In Russian)

[7] Kosimov I.L., Komilov F.S.Matematicheskoye modelirovaniye ekosistemy makrofitno-rybovodnogo pruda s belym amurom [Mathematical modeling of a macrophytefishpond ecosystem with white amur] // Herald of the Pedagogical university. Series of natural-mathematical sciences and technique of their training. 2013. №5 (54). P.109-115. (In Russian)

[8] Komilov F.S., Kosimov I.L. O razrabotkematematicheskoymodeliekosistemyrybovodnogopruda [On the development of the mathematical model of a fishpond ecosystem] // Science, new technologies and innovations in Kyrgyzstan. 2015. №5. Pp. 18-22. (In Russian).

[9] Komilov F.S., Kosimov I.L., Odinayev R.N. Ҷojahoi asosi itarhrezi ikompjuteri idinamikai ekosistemai makrofiti ihavzimohiparvarī вotahqiqi mahsulnoki iamurisafed [The main concept of computer modeling of macrofhyte-fishpond ecosystem dynamics with research on white amur for maximum productivity] // Bulletin of the Tajik National University. Series of natural sciences. 2016. No. 1-1 (192). Pp. 65-73. (In theTajik).

Элмуродова Барно Эргашевна – старший преподаватель кафедры информационных технологий Каршинского филиала ТУИТ имени Мухаммада Ал-Хоразми. Адрес: Узбекистан, 100180, г. Карши, ул. Бешкентское шоссе, 3 км. Тел.(+99890) 4255072,
E-mail: barno-elmurodova@mail.ru

Зойир Узоқов – доцент кафедры “Программный инжиниринг” Каршинского филиала ТУИТ имени Мухаммада Ал-Хоразми. Адрес: Узбекистан, 100180, г. Карши, ул. Бешкентское шоссе, 3 км.

Elmurodova B, Uzokov Z

Mathematic model of natural and water pressure ecosystem

Abstract: The article focuses on the development of a carp soaking ecosystem mathematical model in the natural and artificial reservoir. The purpose of the mathematical model development is to identify the laws of the water basin ecosystem and to manage the biological processes that can be used to increase its fishery productivity.

Key words: mathematical modeling, ecosystem, fishing water basin, bentos, macrophite, phytoplankton, zooplankton, nitrogen, phosphorus, carbon, detrit.

УДК 681.327.8

Абдуллаев М.М., Шамшиева Б.М.

Предикаты сходства для классификация сигналов и их применение в системах защиты информации

Аннотация: Предлагаются выражения предикатов сходства для сопоставления векторов сигналов и их признаков. Рассматриваются вопросы установления принадлежности распознаваемого сигнала к некоторому классу путем вычисления предикатов сходства, определенных на множестве изображений сигналов. Предикаты сходства являются более общими чем меры сходства, что определяет целесообразность использование методов классификации сигналов на их основе в системах защиты информации.

Ключевые слова: классификация, сигналы, предикаты сходства, векторы и признаки сигналов, распознавание, методы классификации, передача сигналов, защита информации.

Введение

В статье предлагаются выражения предикатов сходства для сопоставления векторов сигналов и их признаков, принимающие значения из множества неотрицательных чисел, алгебры множеств, алгебры изображающих чисел и их объединений. Многие работы по классификации сигналов опираются на гипотезу о компактности образов, которая позволяет решать большинство практических задач едиными методами, основанными на использовании меры сходства в метрическом пространстве признаков. Эти методы отличаются друг от друга, главным образом, выбираемым пространством и используемой функцией от расстояния в качестве меры сходства [1].

Основная часть. Установление принадлежности принятого сигнала к некоторому классу сводится по существу к вычислению некоторого *К*-местного предиката, определенного на множестве изображений сигналов. Методы классификации в этом смысле определяются формой предиката, как это показано в таблице 1.

Основу большинства методов составляет вычисление двухместного предиката $P(X,Z)$, значение которого во многом определяет характеристики, как самого процесса классификации, так и аппаратных средств ее реализации. При этом требуемые вычислительные затраты и, следовательно, время классификации тем меньше, чем проще вычисляется значение предиката при одной и той же априорной информации.

Предлагаемые в данной статье выражения предикатов сходства могут служить основой для методов, базирующихся на вычислении двухместных предикатов, определенных на множестве изображающих сигналов, имеющих более простой вид по сравнению с известными предикатам используемыми для сопоставления изображений сигналов в метрических пространствах.

Таблица 1.

№	Модель	Метод	Предикат	Примечание
I.	Статистическая	Байеса Максимального правдоподобия Неймана-Пирсона	$\max\limits_{g=\overline{1,q}} \left\| P\left(K^g / X^j\right) \right\|$ $\ln\left[f\left(X^j, K^g\right) / f\left(X^j, K^q\right)\right] > \ln\delta$ $P_1 \int\limits_{x_0}^{\infty} f\left(X^j, K^g\right) dx \le \Delta$	X^j - j-вектор признаков; K^g - g-ый класс ; Δ и δ –пороги; $\ln\delta$ – логарифмический порог распознавания.
2.	На принцип разделения	Линейный	$\sum\limits_{i=1}^{n}\left(\lambda_{1i}-\lambda_{2i}\right)x_i > \lambda_{2(n+1)} - \lambda_{1(n+1)}$	$\lambda_{1i}, \lambda_{2i}$ - весовые коэффициенты ; $i=\overline{1,n}$.
3.	Перцептронная	С обучением	$\sum\limits_{i=1}^{n} b_i(\varphi)\cdot\varphi_i(x) > \delta$	δ –порог; $b_i(\varphi)$ и $\varphi_i(x)$ – функции весовых коэффициентов.
4.	Метрическая	Распознавание по расстоянию до эталона Вычисления предиката сходства: а) неявная форма б) явная форма	$\left(\sum\limits_{i=1}^{n}\left\|x_i - z_i\right\|^{\nu}\right)^{\mu/\nu} < \Delta$ $\sum\limits_{i=1}^{n} b_i P_i\left(x_i, z_i\right) \ge \delta^g$ $\sum\limits_{i=1}^{n}\left(x_i \wedge z_i\right) \ge \sum\limits_{i=1}^{n}\delta_i^g\left(x_i \vee z_i\right)$	Δ - порог; μ - порог сходства векторов; γ - весовой коэффициент

Формирование порогов сравнения. Для вычисления значений истинности, рассмотренных выше предикатов сходства, на этапе классификации сигналов необходимо располагать априорными сведениями о значениях порогов сравнения, которые могут быть сформированы по следующим принципам:

– единый порог сравнения для всех классов;

– порог сравнения для каждого отдельного признака, но общего для всех эталонов;

– порог сравнения для каждого отдельного класса;

– порог сравнения для каждого отдельного признака конкретных классов в зависимости от используемого алгоритма.

Используемый вид порога сравнения соответствующим образом определяет качество классификации, и целесообразность его использования, в конечном итоге, определяется характеристиками классов. Наиболее простой алгоритм получается, когда единый порог используется для всех классов и признаков. Более сложный алгоритм, в тоже время более надежная классификация получается при использовании отдельного порога для каждого класса и признака. В последнем случае априорная информация о классах объектов должна быть достаточной для составления соответствующей матрицы порогов.

Матрица порогов является наиболее полной формализованной формой представления априорной информации о классах и по ней легко получить другие способы представления порогов сравнения. Матрица порогов сравнения представляет собой прямоугольную таблицу предикатов, строки которой соответствуют классам сигналов (образам), столбцы – их признакам, в клетках которой записаны значения порогов сравнения. Для составления матрицы порогов сравнения достаточно составить строку из минимальных значений порогов по классам сигналов и составить столбцы по минимальным значениям порогов по признакам классификации.

Формирование матрицы так же можно осуществлять по результатам статистической обработки матрицы мер сходств, составленной при классификации сигналов из обучающей выборки. При этом столбцы матрицы соответствуют признакам, а строки - общему числу сигналов из обучающей выборки. На основе матрицы порогов сравнения составляется также матрица порогов сильного расхождения, элементы строк которой соответствуют минимальным по столбцам значениям мер сходства в классах. Наличие двух матриц порогов (близости и сильного расхождения) позволяет реализовать несколько алгоритмов классификации сигналов, на основе предлагаемых в работе предикатов сходства.

Определение. Если $X^j = \langle x_1, x_2, \ldots x_n \rangle$ j -ая реализация вектора признаков сигнала, а $Z^k = \langle z_1, z_z, \ldots, z_n \rangle$ k - ая реализация эталонного вектора признаков, то выражение

$$P(x_i, z_i) :: (x_i \wedge z_i) \ge \delta_i (x_i \vee z_i) \qquad (1)$$

является предикатом сходства признаков сопоставляемых векторов x_i и z_i . Знаки “$\wedge$” и “$\vee$” соответствуют выбору меньшего и выбору большего по численному значению из x_i и z_i ; δ_i - порог близости i - ых признаков классифицируемого сигнала и эталона k - ого класса, который принимает значения из интервала [0, l]. Значение данного порога определяется либо в процессе обучения с “учителем” либо задается в виде априорных данных в самообучающихся системах. Предикат (1) может быть применен и для сопоставления векторов признаков. В общем случае предикат сходства двух n - компонентных векторов определяется как:

$$P(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n}(x_i \wedge z_i) \geq \sum_{i=1}^{n}(x_i \vee z_i) \quad (2)$$

или $$P(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n} b_i P_i(x_i, z_i) \geq \delta^k \quad (3),$$

где δ^k - порог принадлежности j-го вектора сигнала k-му классу эталонов; b_i-вес признаков, соответствующий значимости сопоставляемых i-х признаков в описании векторов X^j и Z^k, причем

$$\sum_{i=1}^{n} b_i = 1 \quad .$$

$P(x_i\ ,\ z_i)$ - соответствует предикату (1) и принимает значение "1" ("истинно") при удовлетворении условия (1) и принимает значение "0" ("ложно") - в противном случае.

Полем предикатов сходства может служить множество неотрицательных чисел, алгебра множеств и алгебра изображающих чисел.

Для X_i u Z_l , принимающих значения из алгебры множеств, предикат сходства имеет вид:

$$P_M(x^i, z^i) :: \left|\{a_{x_1}, a_{x_2}, ..., a_{x_l}\}\right| \cap \left|\{a_{z_1}, a_{z_2}, ..., a_{z_h}\}\right| \geq \left|\{a_{x_1}, a_{x_2}, ..., a_{x_l}\}\right| \cup \left|\{a_{z_1}, a_{z_2}, ..., a_{z_h}\}\right| \quad (4),$$

где $a_{x_1}, a_{x_1}, ..., a_{x_1}$ и $a_{z_1}, a_{z_1}, ..., a_{z_h}$ элементы множества M, используемые для задания признаков x_i и z_i ; δ_i – порог сходства.

Для признаков, принимающих значения из алгебры изображающих чисел (в виде двоичных чисел), предикат сходства определяется по выражению (1), а для случаев, когда все разряды равнозначны по информативности, предикат сходства имеет вид:

$$P_B(x_i, z_i) :: \ \left| x_i \ \& \ z_i \right| \geq \delta_i \left| x_i \vee z_i \right| \quad (5)$$

или $$P_B(x_i, z_i) :: \ \left| x_i \oplus z_i \right| \geq \delta_i * 2^{r_{i-1}} \quad (6)$$

где знак " $\oplus$ " - соответствует операции сложения по модулю 2; r_i - количество разрядов признаков; знаки “&” и “$\vee$” означают "логическое умножение" и "логическое сложение" значений признаков x_i и z_i соответственно. В качестве предиката сходства в рассматриваемом случае можно использовать также выражение вида

$$P_M\ (x_i, z_i) :: f(x_i, z_i) \geq \delta_i\ \varphi(x_i, z_i) \quad (7)$$

где $f(x_i\ .\ z_i)$ и $\varphi(x_i\ .\ z_i)$ могут принимать значения в соответствии с формулами коэффициентов Рао, Джекарда, Дейка, Хаммана и т.п.

Предикаты сходства для сопоставления векторов X^j и Z^k, заданных в алгебре множеств и изображающих чисел, соответственно имеют вид:

$$P_{M_1}(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n}(x_i \cap z_i) \geq \sum_{i=1}^{n} \delta_i^g\ (x_i \cup z_i) \ ,$$

$$P_{M_2}(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n} b_i\ P_M(x_i, z_i) \geq \delta^k \ ,$$

$$P_{B_1}(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n} \left| x_i \ \& \ z_i \right| \ \geq \sum_{i=1}^{n} \delta_i \left| x_i \vee z_i \right| \ ,$$

$$P_{B_2}(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{n} b_i\ P_B(x_i, z_i) \geq \delta^k \ .$$

В более общем случае, когда одна группа признаков векторов X^j и Z^k принимает значения из множества неотрицательных чисел $(x_1, x_2, ..., x_l, z_1, z_2, ..., z_l)$, вторая группа – из алгебры множеств $(x_{l+1}, x_{l+2}, ..., x_\rho, z_{l+1}, z_{l+2}, ..., z_\rho)$, а третья группа - из алгебры изображающих чисел

$(x_{\rho+1}, x_{\rho+2}, ..., x_n, z_{\rho+1}, z_{\rho+2}, ..., z_n)$, предикат сходства векторов X^j и Z^k определяется как:

$$P_I(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{l}(x_i \wedge z_i) + \sum_{i=l+1}^{\rho}\left| x_i \cap z_i \right| + \sum_{i=\rho+1}^{n}\left| x_i \ \& z_i \right| \geq \sum_{i=1}^{l} \delta_i\ (x_i \vee z_i) + \sum_{i=1+1}^{\rho} \delta_i \left| x_i \cup z_i \right| + \sum_{i=\rho+1}^{n} \delta_i \left| x_i \vee z_i \right|$$

или

$$P_{II}(X^j, Z^k) :: \sum_{i=1}^{l} b_i P(x_i, z_i) + \sum_{i=l+1}^{\rho} b_i P_M(x_i, z_i) + \sum_{i=\rho+1}^{n} b_i P_B(x_i, z_i) \geq \delta^k$$

В Ташкентском государственном техническом университете, под руководством профессора Хасанова Пулата Фаттаховича, на кафедре «Интеллектуальные и информационные роботы» разработан ряд методов классификации сигналов, основанных на использовании рассмотренных выше предикатов сходства, которые отличаются друг от друга формой используемого предиката, полем предиката, выражением предиката для сопоставления признаков и векторов, числом заданных в классе эталонов, количеством используемых порогов и их градаций [1].

Анализ соответствия между предикатными и метрическими методами классификации, для наглядности, приведен в [2, 3] применительно к количественным признакам, принимающим неотрицательные числовые значения в одномерном и двумерном пространствах, что легко обобщается для n - мерных метрических пространств при $n > 2$.

Таким образом, имеет место утверждение, что предикаты сходства являются более общими, чем моры сходства как в линейных, так и в нелинейных пространствах и не зависят от масштабов представления признаков. В силу этого очевидно целесообразность использования предикатных методов для построения устройств классификации сигналов, предназначенных для систем защиты и передачи информации [4, 6].

Достаточно интересным представляется возможность применения предикатов сходства в вычислительных системах, отличающихся от машин с архитектурой фон Неймана, основанных на искусственных нейронных сетях и обладающих рядом качеств, которые отсутствуют в машинах с архитектурой фон Неймана (но присущи мозгу человека): массовый параллелизм; распределённое представление информации и вычисления; способность к обучению и обобщению; адаптивность; свойство контекстуальной обработки информации; толерантность к ошибкам; низкое энергопотребление.

Использование предикатов сходства и методов классификации сигналов на их основе в системах защиты и передачи информации является целесообразным, поскольку предикаты сходства являются более общими, чем меры сходства в линейных и нелинейных пространствах и не зависят от масштабов представления признаков сигналов и их источников [5].

Литература

[1]. Xasanov P.F., Abdullayev M.M. Metodi klassifikasii signalov, osnovanniye na vichislenii predikatov sxodstva. Ruk.dep.v SNIITEI priborostroeniya № 3954-pr 87 ot 20.10.87g.

[2]. Abdullayev M.M. Analiz sootvetstviya predikatov sxodstva k metrikam metricheskix metodov klassifikatsii Ruk.dep.v SNIITEI priborostroeniya № 3955-pr 87 ot 20.10.87g.

[3]. Xodjiyev K.K. Abdullayev M.M. Ob odnom sposobe povisheniya bistrodeystviya sistem prinyatiya resheniy. Tez.Dokl. Vsesoyuzniy NTK “Programmnoe, algoritmicheskoe i texnicheskoe.

[4]. MorvinovV.A., Fomina A.B. Zashita informatsii I informatsionnaya bezopasnost. M.:MGDD(Yu)T, MIREA, GNII ITT “Informatika”, 2004. -69 s.

[5]. Pazizin S.V. Osnovi zashiti informatsii v kompyuternix sistemax (uchebnoe posobiye). – M.:TVP/OPiPM, 2003.-178 s.

[6]. www.cisco.com/global/RU/products/hw/rvpn/rvpn_data_sheet.shtml.

Абдуллаев Махмуджан Мухаммедович
Заведующий кафедры к.т.н. доц. «Мехатроника и робототехника», ТГТУ
Тел.: +998 (90) 187-01-73
Эл. почта: mm.abdullaev@yandex.ru

Шамшиева Барно Махмуджановна
Старший преподаватель кафедры Обеспечение информационной безопасности ТУИТ
Тел.: +998 (99) 894-28-66
Эл. почта: bshamsiyeva@mail.ru

M.M. Abdullaev, B.M. Shamshieva
Predicates of similarity for classification of signals and their application in information protection systems

Annotation. Expressions of similarity predicates are proposed for comparing signal vectors and their signs. The problems of determining the belonging of a recognizable signal to a certain class are considered by calculating the similarity predicates defined on a set of signal images. Similarity predicates are more general than similarity measures, which determines the appropriateness of using methods of classifying signals based on them in information security systems.

Keywords: classification, signals, predicates of similarity, vectors and signs of signals, recognition, classification methods, signal transmission, information protection.

Эл. почта: bshamsiyeva@mail.ru

УДК 681.3.06
Журакулов Т.Т.

Математическая модель и алгоритм расчета процессов управления повышения квалификации специалистов в горно-добывающей промышленности

Аннотация. В статье рассматриваются практические аспекты управления учебным процессом в горной промышленности. Использован системный подход теории теории управления и элементов теории коллекций, создана математическая модель задачи. Создан алгоритм расчета задачи, приведены результаты вычислительного эксперимента и даны практические рекомендации.

Ключевые слова: теория управления, система, системный подход, производство, сети, учебный процесс, обучение, объект, подстрочный индекс, учитель, математическая модель, сбор, разбиение, пересечение, интеграция, матричная матрица, алгебра, вычислительный эксперимент.

Производственные и социально-экономические отрасли страны можно представлять как сложная система управления одной из непрерывных процессов функционирования.

По мере увеличения сложности систем возникает проблеме, меньше связанные с рассмотрением свойств и законов функционирования элементов, а больше – с выбором наилучшей структуры, оптимальной организации взаимодействия элементов, определением оптимальных режимов их функционирования, учетом влияния внешней среды и т.д. Поэтому целесообразно использование системного подхода при решении прикладных задач анализе и синтезе производственных (социально-экономических) систем. Системный подход теории управления опирается на создание структуры управления и математическое моделирование с использованием теории подобия, теории научного эксперимента, теории множеств, математической статистики, теории алгоритмов и ряда других фундаментальных классических теорий. В то же время в области проектирования современных информационно - управляющих систем и программного обеспечения ЭВМ при анализе и синтезе сложных систем все большее применение находит так называемый объектно-ориентированный поход. [1]