

HISOBLASH VA AMALIY МАТЕМАТИКА MUAMMOLARI

ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
PROBLEMS OF COMPUTATIONAL
AND APPLIED MATHEMATICS



ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

№ 1(46) 2023

Журнал основан в 2015 году.

Издается 6 раз в год.

Учредитель:

Научно-исследовательский институт развития цифровых технологий и
искусственного интеллекта.

Главный редактор:

Равшанов Н.

Заместители главного редактора:

Азамов А.А., Арипов М.М., Шадиметов Х.М.

Ответственный секретарь:

Ахмедов Д.Д.

Редакционный совет:

Азамова Н.А., Алоев Р.Д., Бурнашев В.Ф., Загребина С.А. (Россия),
Задорин А.И. (Россия), Игнатъев Н.А., Ильин В.П. (Россия),
Исмагилов И.И. (Россия), Кабанихин С.И. (Россия), Карачик В.В. (Россия),
Курбонов Н.М., Маматов Н.С., Мирзаев Н.М., Мухамедиева Д.Т., Назирова Э.Ш.,
Нормуродов Ч.Б., Нуралиев Ф.М., Опанасенко В.Н. (Украина), Раджабов С.С.,
Расулов А.С., Садуллаева Ш.А., Самаль Д.И. (Беларусь),
Старовойтов В.В. (Беларусь), Хаётов А.Р., Хамдамов Р.Х., Хужаев И.К.,
Хужаеров Б.Х., Чье Ен Ун (Россия), Шабозов М.Ш. (Таджикистан),
Шадиметов Х.М., Dimov I. (Болгария), Li Y. (США), Mascagni M. (США),
Min A. (Германия), Rasulev B. (США), Schaumburg H. (Германия), Singh D. (Южная
Корея), Singh M. (Южная Корея).

Журнал зарегистрирован в Агентстве информации и массовых коммуникаций при
Администрации Президента Республики Узбекистан.

Регистрационное свидетельство №0856 от 5 августа 2015 года.

ISSN 2181-8460, eISSN 2181-046X

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы.

Адрес редакции:

100125, г. Ташкент, м-в. Буз-2, 17А.

Тел.: +(99871) 231-92-45.

E-mail: journals@airi.uz.

Сайт: journals.airi.uz (www.pvpm.uz).

Дизайн и компьютерная вёрстка:

Шарипов Х.Д.

Отпечатано в типографии НИИ РЦТИИ.

Подписано в печать 28.02.2023 г.

Формат 60x84 1/8. Заказ №1. Тираж 100 экз.

Содержание

<i>Равшанов Н., Аминов С.М.</i> Моделирование многофазной фильтрации в многослойной деформируемой пористой среде	5
<i>Ибрагимов А.А., Хамроева Д.Н.</i> Полная проблема собственных значений для несимметричных интервальных матриц	31
<i>Жалолов О.И., Хаятов Х.У.</i> Алгоритм построения оптимальной интерполяционной формулы в пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$	47
<i>Равшанов Н., Мухамедиева Д.Т., Курбонов Н.М., Тухтамуродов Н.У.</i> Моделирование нелинейной фильтрации флюидов в пористой среде с применением технологий искусственного интеллекта	60
<i>Мадражимов Ш,Ф., Махаров К.Т.</i> Классификация объектов выборки с пропусками в данных	78
<i>Мухамедиева Д.Т., Рустамов Е.Н.</i> Алгоритм обработки знаний	88
<i>Адылова Ф.Т., Давронов Р.Р., Сафаров Р.А., Кушимуратов С.И.</i> Теория чат-ботов и её приложения в здравоохранении	101
<i>Равшанов Н., Пекось О.А., Бакаев И.И.</i> Прогнозирование сердечно-сосудистых заболеваний методами машинного обучения	109
<i>Исмаилов О.М., Мирзахалилов С., Исмаилов М.О.</i> Исследование методов и алгоритмов репликации в системах с распределенной базой данных	116

УДК 004.82

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ*

^{1*} *Мухамедиева Д.Т.*, ² *Рустамов Е.Н.*

*dilnoz134@rambler.ru

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», ул. Кари Ниязий 39, 100000, г. Ташкент, Узбекистан;

²Научно-исследовательский институт развития цифровых технологий и искусственного интеллекта, 100125, Узбекистан, Ташкент, м-в. Буз-2, 17А.

В работе рассматривается вопрос, связанный с проектированием базы знаний и разработкой алгоритма обработки знанием. Предполагается, что обработка знание это и есть распознавание нужного знания. Описывается понятие данные об объекте, сведения об объекте и порождения информация об объекте. Вводится понятие информационная единица, в которой интерпретируется информация об объекте. При этом говорится, что интерпретация информации в этой единице порождает знание. Приводится один из возможных алгоритмов представления знаний и на основе этого представления проектируется база знание(БЗ). Предлагается алгоритм обработки знание ассоциирующиеся в процедуре распознавания необходимого знания в заданном контексте для решения поставленной задачи. Отмечается, что представление знаний в БЗ в виде продукции отображает причинно-следственную суть рассматриваемого предметного объекта (или явление). Такое представление знание легко поддается к табличному представлению при условии, если инженер знаний правильно выберет контекст, где будет интерпретироваться(обрабатывается) информация. Табличное представления БЗ повышает эффективность управления базой знаний в интеллектуальных информационных системах.

Ключевые слова: данные, информационная единица, продукционное представление, интерпретация в заданном контексте.

Цитирование: *Мухамедиева Д.Т., Рустамов Е.Н.* Алгоритм обработки знаний // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2023. – № 1(46). – С. 88-100.

1 Введение

С развитием интеллектуальных систем и ростом интереса к семантической обработке информации проблемы распознавания начали рассматриваться с точки зрения информационного подхода к определению точки в пространстве [1, 2]. Так как, процедуры создания интеллектуальных информационных систем(ИИС), тесно связана семантической обработкой информации, то, обучающую базу должны описывать исходя из информационного определения точки в пространстве. Определения сходства или различия объектов легче осуществить, если мы сумеем оценить информационную семантику предметного объекта. В свою очередь такая оценка достигается представлением этих объектов (точек) в виде базы знаний (БЗ). Создание БЗ тесно связано с понятиями «данные», «сведения», «информация», и «знание». При этом информация должна быть семантической полученной от интерпретации данных и сведения. Актуальность этой проблемы обусловлена как необходимостью решения

*Работа выполнена в рамках проекта прикладных исследований, грант № YoBV-Atex-2018-10.

задачи, определением семантики свойств точки, так и связанных с созданием базы знаний. Для интеллектуальных информационных систем, работающих с семантическими информацией, само создание базы знаний тесно связано представлением знаний для обработки, хранения и передачи.

2 Целью работы

Является алгоритмизация порождения знание из информации являющиеся основой проектирования базы знаний и процедуру обработки знания.

3 Метод решение.

Совпадают ли между собой понятия «данные об объекте», «сведение об объекте» и «информация об объекте?». Оказывается, эти понятия разные. В самом деле, можно привести примеры разных данных [3].

Понятие «информация об объекте» $x \in X$ определяется как такое семейство сведений $\delta(x)$ об этом объекте, которому принадлежит, наряду с каждым сведением из этого семейства, все и простейшие (очевидные) логические следствия. Другими словами, если $\delta(x)$ принадлежит семейству, то и всякое $\delta'(x)$ где $\delta < \delta' < X$, также принадлежит семейству, то и $\delta_3(x)$, где $\delta_3 = \delta_1 \cap \delta_2$ также принадлежит семейству. Только, и только в этом случае, если конечно $x \in X$, данные $\Delta(x)$ можно воспринимать как «информацию об объекте». В этом и заключается фрактальность контекста. Когда эта фрактальность нарушается, тогда сведения приобретают не истинный характер. Одним из эффективных (в практическом смысле) алгоритмов интерпретации $\Delta(x)$, является табличный метод.

Определение 1. Непустое семейство элементарных сведений о точке x_0 из X назовем элементарной информацией о точке x_0 из X и обозначим $B^j_{uj}(x_0)$ если выполняются три условия.

- 1) из $\delta(X_0) \in B^j_{uj}(X_0)$ следует, что δ - не пустое подмножество, т.е. $\delta \neq \emptyset$
- 2) из $\delta(X_0) \in B^j_{uj}(X_0)$ следует, что любое более общее истинное сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $B^j_{uj}(X_0)$, т.е. для любого надмножества $\delta \supset \delta X$ будет $\delta(X_0) \in B^j_{uj}(X_0)$
- 3) из $\delta_1(x_0), \delta_2(x_0)$ следует, что $\delta_1(x_0) \& \delta_2(x_0) \in B^j_{uj}(x_0)$.

x выражает контекст интерпретации $\Delta(x)$ в $x \in X$. При этом, $\Delta^x(x)$ - будет носителем $B^j_{uj}(x_0)$ ассоциирующий глобальное свойство информации о точке x_0 [4]

Определение 2. Элементарную информацию $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$ о точке x_0 из X назовем всякое подсемейство $\Delta^x(x_0)$ сведений, входящих в состав $B^j_{uj}(x_0)$, таких, что для любого сведения $\tilde{\delta}(x_0)$ из $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$ существует менее общее сведение $\delta \subset \tilde{\delta}$.

Носитель, состоящий, из одного сведения называется одиночным. Если $\Delta^x(x)$ -носитель $B^j_{uj}(x_0)$, то говорят, что информация $B^j_{uj}(x_0)$ принесена $\Delta^x(x_0)$. В табличной структуре данных таким носителем является строка, т.е. запись.

Утверждение 1. Всякий носитель $\Delta^x(x_0)$ однозначно определяет принесенную им информацию $B^j_{uj}(x_0)$ в x .

Доказательство проведем методом от противного. Пусть, кроме $B^j_{uj}(x_0)$ имеется другая информация $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$ ассоциирующий локальные свойства точки 0 с тем же носителем $\Delta^x(x_0)$. Рассмотрим любое сведение $\tilde{\delta}(x_0)$ из $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$, тогда, по определению носителя, существует менее общее сведение $\delta(x_0)$ из $\Delta(x_0)$, $\delta \subset \tilde{\delta}$. Но $\Delta(x_0)$ является носителем $B^j_{uj}(x_0)$ в x и, следовательно, сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $B^j_{uj}(x_0)$. Тогда по определению элементарной информации любое более общее сведение, в частности $\tilde{\delta}(x_0)$, принадлежит $B^j_{uj}(x_0)$. Тем самым доказано, что $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$

является подсемейством $J^x(x_0)$. Аналогично доказывается, что $B^j_{uj}(x_0)$ является подсемейством $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$. Следовательно, $B^j_{uj}(x_0) = b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$.

Когда решаемая практическая задача рассматривается в информационном пространстве, тогда носитель информации играет существенную роль. Так как при проектировании базы знаний (БЗ), именно носитель будет определять, в каком информационном измерении интерпретируется $B^j_{uj}(x_0)$.

Определение 3 Непустое семейство элементарной информации $B^j_{uj}(x_0)x_0$ о точке x_0 из X назовем элементарным знанием о точке x^0 из X , при заданном в X информационной единицы (j) и обозначим $\Phi(B^j_{uj}(x_0))$, если выполняется следующий условие $\Phi^i(\Delta(x)) = B^j_{uj}(x_0) \rightarrow \sum_{c=1}^{q(i)} b_c^{u,j}(x_0)$ Из $B^j_{uj}(x_0) \in \Phi(B^j_{uj}(x_0))$ следует, что $B^j_{uj}(x_0)$ непустое подмножество, т.е. $B^j_{uj}(x_0) \neq \emptyset$, в этом случае $\Phi(B^j_{uj}(x_0))$, будет глобальным знанием, из $B^j_{uj}(x_0) \in \Phi(B^j_{uj}(x_0))$, следует, что любое более общее информация $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$ также принадлежит $\Phi(B^j_{uj}(x_0))$, т.е. для любого надмножества $b^{u,j}_{q(i)}(x_0) \in B^j_{uj}(x_0)$ в $B^j_{uj}(x_0) \in \Phi(B^j_{uj}(x_0))$. При этом $e_j \supset p$. В этом случае $\Delta^{ue}(x_0)$ будет носителем знание $\Phi(B^j_{uj}(x_0))$.

Определение 4. Определение свойств элементарной информации $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$, т.е. носителя знание $\Delta^{ue}(x_0)$ в заданной информационной единице ue_j , назовем обработкой знания $\Phi^i(\Delta(x)) = B^j_{uj}(x_0) \rightarrow \sum_{c=1}^{q(i)} b_c^{u,j}(x_0)$ в информационной единице ue_j . По своему содержанию ue_j является контекстом, где интерпретируется элементарная информация $B^j_{uj}(x_0)$.

Например [5, 6], знание: Φ^{ue} : «сужение или разрыв сосудов головного мозга приведет к мозговому инсульту». Здесь $B^j_{uj}(x_0)$ - сужение или разрыв сосудов головного мозга. $b^{u,j}_{q(i)}(x_0)$ - мозговой инсульт (ϵ_n - паралич, глубокий парез, сопор и т.д.) В этом случае знание Φ^{ue_j} представляется как продукционное знание

$$\Phi^{ue_j}(\Delta(x)) = B^j_{uj}(x_0) \rightarrow \sum_{c=1}^{q(i)} b_c^{u,j}(x_0). \quad (1)$$

Где ue_j – это мозговой инсульт. Здесь надо отметить, что термин “продукция” принадлежит американскому логик Э. Поту. В понимании Пота, в качестве продукций выступала только та ее часть, которую теперь называют ядром. Запись “Е ЛИ А, ТО В” трактовалась как оператор замены источника А цепочкой В в некотором выходном слове, т.е. продукции были тем, что позже стали называть подстановками и использовать при описании различных уточнений понятия алгоритма. На основе введенных понятий приведем алгоритм проектирования базы знаний.

Алгоритм проектирование базы знаний.

1. На первом шаге алгоритм А с помощью операции $Qj_1, \dots, Oj_{q(j)}$, находит xV^j_1, \dots, V^j_{uj} . те характеризующие знания о предметной области (ПО) S_j , которые составляют существенные стороны этой ПО. С помощью этих сторон мы можем определить, что это та предметная область.

2. На этом шаге алгоритм А, с помощью операции $Q^j_1, \dots, O^j_{q(j)}$ находит $b^{u,j}_1, \dots, b^{u,j}_{q(i)}$ те характеризующие свойства S_j , с помощью которых, если они являются информационными носителями, определяются импликативные отношения со свойствами B^j_1, \dots, B^j_{uj} ,

3. После нахождения $B_1^j, \dots, B_{u_j}^j$, и $b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}$ алгоритм производит семантическое описание S_j с помощью набора формул выражающая базу знаний:

$$I^*(K_J(S_J)) : \{\Phi^j\}^j = (B_u^j \rightarrow \sum_{c=1}^{q(i)} b_c^{u,j}) \tag{2}$$

где, $B_u^j = \{B_1^j, \dots, B_{k(j)}^j\}$; $b_c^{u,j} = \{b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}\}_c$.

Формулу (1) можно написать в виде таблицы 1.

Таблица 1 – База знание

Знания	Информационные единицы	Класс знаний
	$ue_1, \quad ue_2, \quad \dots, \quad ue_q$	
Φ_1^1	$(B_1^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,1})_1 (B_1^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,1})_2 \dots (B_1^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,1})_q$	К ₁
Φ_1^2	$(B_1^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,1})_1 (B_1^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,1})_2 \dots (B_1^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,1})_q$	
...	...	
Φ_1^n	$(B_1^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,1})_1 (B_1^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,1})_2 \dots (B_1^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,1})_q$	
Φ_2^1	$(B_2^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,2})_1 (B_2^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,2})_2 \dots (B_2^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,2})_q$	К ₂
Φ_2^2	$(B_2^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,2})_1 (B_2^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,2})_2 \dots (B_2^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,2})_q$	
...	...	
Φ_2^n	$(B_2^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,2})_1 (B_2^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,2})_2 \dots (B_2^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{l,2})_q$	
...
Φ_n^1	$(B_n^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,n})_1 (B_n^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,n})_2 \dots (B_n^1 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{1,n})_q$	К ₁
Φ_n^2	$(B_n^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,n})_1 (B_n^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,n})_2 \dots (B_n^2 \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{2,n})_q$	
...	...	
Φ_n^m	$(B_n^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{m,n})_1 (B_n^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{m,n})_2 \dots (B_n^l \rightarrow \bigcup_{c=1}^{q(i)} b_c^{m,n})_q$	

здесь верхний индекс формулы Φ показывает номер класса, нижней индекс – номер знаний содержащий $(B_1^j, \dots, B_{u_j}^j)$ и $(b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j})$. Индексы τ, τ_0, k_0 фиксируют номера $(B_1^j, \dots, B_{u_j}^j)$, соответствующие классу 1, 1, j . Индекс c фиксирует номера $(B_1^j, \dots, B_{u_j}^j)$, соответствующие τ, τ_0, k_0 , причинно-следственно связанные с $(B_1^j, \dots, B_{u_j}^j)$. А набор формул $\{\Phi_k^j\}^{ue_j}$ – семантическим описанием S_J в виде продукционных знаний. *Алгоритм обработки знаний.*

Определяется семантическая метрика в виде функции релевантности для двух допустимых продукционных знаний (ПЗ) $\Phi_u^{j,j}, \Phi_{\tau_0}^{j,j}$, т.е. двух класс знаний $I^u(K_J(S_J))$ и $I^{\tau_0}(K_J(S_J))$

$$\rho'(\Phi_u^{j,j}, \Phi_{\tau_0}^{j,j}) = \rho'(B_u^j, (B_u^j)_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \text{если } B_u^j = (B_u^j)_{\tau_0}, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (3)$$

Если $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1$, то алгоритм вычисляет $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j)$, т.е. релевантность по ЛПБ.

$$\rho_c(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \rho_c(b_c^{u,j}, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \begin{cases} \rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1 \\ b_c^{u,j} = (b_c^{u,j})_{\tau_0} \end{cases} \\ 0, & \begin{cases} \rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) \neq 1 \\ b_c^{u,j} \neq (b_c^{u,j})_{\tau_0} \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

2. На этом этапе определяется релевантность информационных объектов $I^u(K_J(S_J))$ и $I^{\tau_0}(K_J(S_{\tau_0}))$. Понятно в этом случае Φ_u^j и $\Phi_{\tau_0}^j$ сравниваются с точки зрения информационной единицы представленной в виде продукционных знаний. Вычисляется функция

$$\Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = W_{\tau_0} \Gamma_{\tau_0}^J(\Phi_u^j, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = W_{\tau_0} \frac{1}{h_{\tau_0}} \sum_{c=\{ \}} \delta_c^{u,j} \rho_C(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) \quad (5)$$

W_{τ_0} - важность формулы $(\Phi_{\tau_0}^j)$;

h_{τ_0} - мощность множества $\{i, \dots, i_{\tau_0}\}$

$\delta_c^{u,j}$ - важность $b_c^{u,j}$.

3. На этом шаге вычисляется число голосов, поданных за класс K_j объектом Φ_u^j :

$$\Gamma^j(\Phi_u^j) = \sum_{\tau_0 \in \{ \}}^{m(j)} \gamma_{u,j} \Gamma_{\tau_0}^j(\Phi_u^j, b^{u,j}) \quad (6)$$

Таким образом, на этом алгоритм строит числовую матрицу:

$$\|\Gamma_{ij}\|_{gx\tau}, \Gamma_{ij} = \Gamma^j(\Phi_u^j) \quad (7)$$

где γ_{ij} -вес u -го B_{uj}^j в j -ом классе.

4. С помощью правила вывода (решающее правило) r переходим к информационной матрице:

$$r^A \|\Gamma_{ij}\|_{gx\tau} = \|\beta_{ij}^A\|_{gx\tau} \quad (8)$$

являющейся знанием о вхождении S_{τ} в класс K_j , $\{\beta_{ij}^A\} \in \{1, 0, \Delta\}$, где символы 1, 0, 1 кодируются соответственно факты: $\Phi_{\tau_0}^j \in K_j$, $\Phi_{\tau_0}^j \notin K_j$, неизвестно, принадлежит $\Phi_{\tau_0}^j$ к K_j или нет.

Эту матрицу можно интерпретировать как коэффициент онтологии знаний. А класс K_j уровнями онтологии. Четвертый этап алгоритма нам показывает механизм порождения онтологии знаний.

5. Примем правило вывода в следующем простом виде: среди элементов $(\Gamma_i, \dots, \Gamma_{j\tau})$ находим максимальный элемент $\max(\Gamma_{ij})$, тогда в строке $(\beta_{1j}^A, \dots, \beta_{ij}^A)$ элемент β_{ij}^A равен 1, остальные – 0. Если среди $(\Gamma_{ij}, \dots, \Gamma_{i\tau})$ нет максимального элемента, то и строка

$(\beta_i^A, \dots, \beta_{i\tau})$ состоит Δ . Когда в строке встречается Δ , это говорит что в \sum_Q не существует знания, принадлежащего описанию $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$. В таком случае $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$ присоединяется к \sum_Q , отмечается появление в БЗ нового знания. Все это сказанное можно охарактеризовать в следующей теореме.

Теорема 1. Знания Φ_k^j и Φ_{k-1}^j вместим друг в друга, если

$$\Phi_{c_0}^j (\Phi_k^j, b_c^{u,j}) \neq \Gamma_{c-1}^j (\Phi_{k-1}^j, b^{u,j}).$$

Доказательство: По формуле (5)

$$\Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = W_{\tau_0} \Gamma_{\tau_0}^j(\Phi_u^j, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = W_{\tau_0} \frac{1}{h_{\tau_0}} \sum_{c=\{\}} \delta_c^{u,j} \rho_C(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j)$$

для

$$\Gamma_{\tau_0-1}(\Phi_k^j (b^{u,j})_{\tau_0-1}) = W_{\tau_0-1} \frac{1}{h_{\tau_0-1}} \sum_{c \in \{\}} \delta_c^{u,j} \rho_{\tau_0-1}(\Phi_{\tau_0}^j, \Phi_{\tau_0}^j).$$

Это означает что,

$$b_c^{u,j} \in \Phi_{\tau_0-1}^j \vee b_c^{u,j} \in \Phi_{\tau_0}^j$$

т.е. одинаковые знания находятся в $\Phi_{\tau_0-1}^j$ и $\Phi_{\tau_0}^j$. Это противоречит формуле (7).

Релевантность Φ_k^j и $\Phi_{\tau_0}^j$ определяется вычислением следующего предиката $P(\Phi_k^j, \Phi_{\tau_0}^j)$:

$$P(\Phi_k^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \begin{cases} 1 & \Phi_k^j \Phi_{\tau_0}^j, \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) > \varepsilon \\ 0 & \Phi_k^j \Phi_{\tau_0}^j, \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) < \varepsilon \\ \Delta & \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = \varepsilon \end{cases} \quad (9)$$

где порог ε задается или выявляется из свойств Φ_u^j .

Решение практической задачи. Описание задачи. Перед тренерами сборных команд всегда стоит очень сложная задача связанная отбором спортсменов для участия в соревнованиях высокого ранга, например чемпионат Азии, чемпионат Мира, Олимпийские игры и т.д. каждая ошибка в процессе отбора спортсменов на спорт высших достижений может привести не только финансовой потери, но имеет и социальные потери [7]. В данном случае, критерием отбора служит спортсмена с сильной мышечной характеристикой спортсмена [8, 9].

Таким образом, решающее значение в достижении победы имеют способности проявления скоростно-силовых качеств мышц, под которыми понимается быстрота развития максимума рабочего усилия, причем при углубленной спортивной специализации образование этих способностей происходит у каждого индивида по разному, т.е. концентрируется на определенных группах мышц.

В эксперименте приняли участие 25 дзюдоистов сборной команды РУз в возрасте 19-22 лет, являющихся мастерами спорта. Методом полидионографии Ю.В. Верхопанского на тензополидинамометрическом стенде А.В.Коробкова [10] обследовались спортивно-силовые способности 22 групп мышц: сгибателей, разгибателей конечностей тела. Способности каждой группы мышц характеризовались четырьмя показателями: относительной силы мышц, градиентами взрывной, стартовой и уско-ряющей сил мышц. Признаки (всего 88), представленные в таблице, характеризуют скоростно-силовой профиль мышечной системы обследуемых дзюдоистов и имеют следующую содержательную интерпретацию. Относительная сила (F_{otn}) - это сила мышц в пересчете на собственную массу тела P :

$$F_{otn} = \frac{F_{max}}{P}.$$

Взрывная сила (I) - это общая качественная характеристика, выделяющая движение, которые требуют проявления значительных нервомышечных напряжений в кратчайшее время, из ряда других движений скоростно-силового типа и оценивающая способность к быстрой наращивания до максимума:

$$I = \frac{F_{max}^*}{t_{max}}.$$

Стартовая сила (Q) - это характеристика способности мышц к быстрому развитию рабочего усилия в начальный момент их напряжения

$$Q = \frac{F_p}{t_p}.$$

Ускоряющая сила (G) - способность мышц к быстрой наращивания рабочего усилия в условиях начинающегося их сокращения:

$$G = \frac{F_{max} - P}{t_{max} - t_p}.$$

В частности по материалам обследования установлено, что у спортсменов высокой квалификации наблюдается явно выраженное различие скоростно-силовых свойств мышц.

Номер признака	Введенное обозначение для относительной силы, градиентов взрывного, стартового и ускоряющего усилий соответственно
Пресс	X_1, X_2, X_3, X_4
Спина	2-я группа мышц X_5, X_6, X_7, X_8
Стопа правая - разгиб	3-я группа мышц $X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$
Бедро правое - разгиб	4-я группа мышц $X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}$
Бедро правое - сгиб	5-я группа мышц $X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}$
Голень правая - разгиб	6-я группа мышц $X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}$
Голень правая - сгиб	7-я группа мышц $X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}$
Стопа левая - разгиб	8-я группа мышц $X_{29}, X_{30}, X_{31}, X_{32}$

Бедро левое - разгиб	9-я группа мышц $X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}$
Бедро левое - сгиб	10-я группа мышц $X_{37}, X_{38}, X_{39}, X_{40}$
Голень левая - разгиб	11-я группа мышц $X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}$
Голень левая - сгиб	12-я группа мышц $X_{45}, X_{46}, X_{47}, X_{48}$
Предплечье правое - сгиб	13-я группа мышц $X_{49}, X_{50}, X_{51}, X_{52}$
Плечо правое - сгиб	14-я группа мышц $X_{53}, X_{54}, X_{55}, X_{56}$
Предплечье правое - разгиб	15-я группа мышц $X_{57}, X_{58}, X_{59}, X_{60}$

Плечо правое - разгиб	16-я группа мышц $X_{61}, X_{62}, X_{63}, X_{64}$
Плечо правое - приведение	17-я группа мышц $X_{65}, X_{66}, X_{67}, X_{68}$
Предплечье левое - сгиб	18-я группа мышц $X_{69}, X_{70}, X_{71}, X_{72}$
Плечо левое - сгиб	19-я группа мышц $X_{73}, X_{74}, X_{75}, X_{76}$
Предплечье левое - разгиб	20-я группа мышц $X_{77}, X_{78}, X_{79}, X_{80}$
Плечо левое - разгиб	21-я группа мышц $X_{81}, X_{82}, X_{83}, X_{84}$
Плечо левое - приведение	22-я группа мышц $X_{85}, X_{86}, X_{87}, X_{88}$

На основе этих данных строим БЗ для решения поставленной задачи.

1. Определяем $B_{uj}^j(x_0)$:

$$B_1^j = X_{17} < 0, 8; B_2^j = (X_{17} \geq 0, 8) \vee (X_{37} \geq 0, 8);$$

$$B_3^j = \left(\frac{X_{17}}{X_{37}} \geq 1, 311\right) \vee \left(\frac{X_{37}}{X_{17}} \geq 1, 311\right); B_4^j = B_1^j \wedge B_3^j.$$

2. Определяем $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$:

$$b_1^{u,j} = (X_{17} \geq 0, 8) \vee (X_{37} \geq 0, 8);$$

$$\begin{aligned}
b_2^{u,j} &= (X_{49} \geq 0, 78) \vee (X_{69} \geq 0, 78); \\
b_3^{u,j} &= (X_{53} \geq 0, 72) \vee (X_{73} \geq 0, 72); \\
b_4^{u,j} &= (X_{13} \geq 2, 6) \vee (X_{33} \geq 2, 6); \\
b_5^{u,j} &= \left(\frac{X_{17}}{X_{37}} \geq 1, 311\right) \vee \left(\frac{X_{37}}{X_{17}} \geq 1, 311\right); \\
b_6^{u,j} &= \left(\frac{X_{49}}{X_{69}} \geq 1, 3\right) \vee \left(\frac{X_{69}}{X_{49}} \geq 1, 3\right); \\
b_7^{u,j} &= (1, 18 \geq \frac{X_{53}}{X_{73}} \geq 1) \vee (1, 18 \geq \frac{X_{73}}{X_{53}} \geq 1); \\
b_8^{u,j} &= (1, 06 \geq \frac{X_{13}}{X_{33}} \geq 1) \vee (1, 06 \geq \frac{X_{33}}{X_{13}} \geq 1); \\
b_9^{u,j} &= (b_1^{u,j} \wedge b_5^{u,j}); \quad b_{10}^{u,j} = (b_2^{u,j} \wedge b_6^{u,j}); \\
b_{11}^{u,j} &= (b_3^{u,j} \wedge b_7^{u,j}); \quad b_{12}^{u,j} = (b_4^{u,j} \wedge b_8^{u,j}).
\end{aligned}$$

Таблица 2. Структурное описание знаний трех эталонных классов являющиеся БЗ

Класс I

$$\begin{aligned}
\Phi_1^1 &: b_1^1 \rightarrow (b_9^{1,1} + b_{10}^{1,1} + b_{11}^{1,1} + b_{12}^{1,1}); \\
\Phi_2^1 &: B_1^1 \rightarrow (b_9^{1,1} + b_{10}^{1,1} + b_{11}^{1,1} + b_{12}^{1,1}); \\
\Phi_3^1 &: B_1^1 \rightarrow (b_9^{1,1} + b_{10}^{1,1} + b_{11}^{1,1} + b_{12}^{1,1}).
\end{aligned}$$

Класс II

$$\begin{aligned}
\Phi_4^2 &: B_1^2 \rightarrow (b_5^{1,2} + 2b_1^{1,2} + 2b_{10}^{1,2} + b_{11}^{1,2} + b_{12}^{1,2}); \\
\Phi_5^2 &: B_1^2 \rightarrow (b_5^{1,2} + 2b_1^{1,2} + 2b_2^{1,2} + b_{11}^{1,2} + b_{12}^{1,2}); \\
\Phi_6^2 &: B_4^2 \rightarrow (b_2^{4,2} + b_5^{4,2} + 2b_{10}^{4,2} + b_{11}^{4,2} + b_{12}^{4,2}).
\end{aligned}$$

Класс III

$$\Phi_7^3 : B_4^3 \rightarrow (b_5^{4,3} + b_{10}^{4,3} + b_{11}^{4,3} + b_{12}^{4,3}).$$

По нашему мнению, информации, вошедшие в $B_{uj}^j(x_0)$, представляют наследственный (генетический) потенциал занимающихся, а информация $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$ характеризуют особенности мышечной системы, приобретенные в двигательных актах конкретного технического арсенала. Сформированные классы по признакам $B_{uj}^j(x_0)$, и $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$ не следует трактовать как некие постулаты, к которым требовалось бы сводить структуру скоростно-силовых способностей мышечной системы всех без исключения спортсменов. Очевидно, что каждый из эталонных классов представляет характерные особенности мышечного аппарата, охватывающий на основе и $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$ узловые звенья его характеристики.

В этой связи в работе отмечается, что олимпийский чемпион с присущими только ему качествами нервно-мышечного аппарата, как правило, уникален. Выявить, сохранить и тем более способствовать развитию этих качеств при существующей системе подготовки довольно трудная задача.

Рассмотрим на примере. Допустим, чтобы отобрать спортсмена S^* на команду надо определить какому классу относится данный спортсмен по таб. 2. Обозначим его показатели через $S^* = (x^*15, x^*17, x^*33, x^*37, x^*49, x^*53, x^*69, x^*73)$. Характеристиками этих восьми признаков приведены в таблице:

Признаки S^* имеют следующие значения:

$$\begin{aligned}
x^*15 &= 2, 68; & x^*15 &= 0, 58; \\
x^*17 &= 0, 8; & x^*53 &= 0, 72; \\
x^*33 &= 2, 54; & x^*69 &= 0, 78; \\
x^*37 &= 0, 61; & x^*73 &= 0, 67;
\end{aligned}$$

Определяем, к какому типу (элементу) $B_{uj}^j(x_0)$ соответствует S^* . Он соответствует $B_4^j(S^*)$, так как $b_2^j(S^*) = (x_{17}^* \geq 0, 8) \vee (x_{37}^* \geq 0, 8)$ выполняется, $b_3^j(S^*) = (x_{17}^* \geq 1, 311) \vee (x_{37}^* \geq 1, 311)$.

Значит выполняется и $b_7^j(S^*) = b_2^j(S^*) \wedge b_3^j(S^*)$.

В таблице структурных описаний в классе K_1 нет формул (эталонов) с $B_{uj}^j(x_0)$ элементами, равным B_4^j , в классе K_2 - эта формула

$$\Phi_6^2 : B_4^2 \rightarrow (b_2^{4,2} + b_9^{4,2} + b_{10}^{4,2} + b_{11}^{4,2} + b_{12}^{4,2}),$$

а в классе K_3 -

$$\Phi_7^3 : B_4^3 \rightarrow (b_9^{4,3} + b_{10}^{4,3} + b_{11}^{4,3} + b_{12}^{4,3}).$$

Рассмотрим, как собираются голоса, поданные объектами через формулы Φ_6^2 .

Шаг 1. Перевод S^* в структурный вид:

$$\begin{aligned}
\Phi^{*j} : B_4^{*j} \rightarrow & (b_1^{4,j*} + b_2^{*4,j} + b_3^{*4,j} + b_4^{*4,j} + b_5^{*4,j} + b_6^{*4,j} + b_7^{*4,j} + \\
& + b_8^{*4,j} + b_9^{*4,j} + b_{10}^{*4,j} + b_{11}^{*4,j} + b_{12}^{*4,j})
\end{aligned}$$

Шаг 2. Вычисление функции близости по элементам $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$, составляющим Φ_6^2 :

$$\rho_1(\Phi^{*2}, (\Phi_6^2)) = \rho_1(b_2^{*4,j}, (b_2^{4,j})_6) = 1$$

(так как в м описании S^* : Φ^{*2} есть $B_2^{4,j}$).

Аналогично:

$$\begin{aligned}
\rho_9(\Phi^{*2}, (\Phi_6^2)) &= \rho_9(B_9^{*4,j}, (B_9^{4,j})_6) = 1; \quad \rho_{10}(\Phi^{*2}, (\Phi_{10}^2)) = \rho_{10}(\overline{B}_{10}^{*4,j}, (\overline{B}_{10}^{4,j})) = 0; \\
\rho_{11}(\Phi^{*2}, (\Phi_{11}^2)) &= \rho_{11}(B_{11}^{*4,j}, (B_{11}^{4,j})) = 1; \quad \rho_{12}(\Phi^{*2}, (\Phi_{12}^2)) = \rho_{12}(B_{12}^{*4,j}, (B_{12}^{4,j})) = 1.
\end{aligned}$$

Оценка Φ_6^2 за $S^*(\Phi^{*1})$ составит

$$\begin{aligned}
\Gamma_6^2(S^*) &= \Gamma_6^2(\Phi^{*2}, (\Phi_6^2)) = \frac{1}{5} \cdot \sum_{C=\{1,9,10,11,12\}} \delta_c^{4,2} \cdot \rho_c(B_c^{*4,2}, (B_c^{4,2})_6) = \\
&= \frac{1}{5} \cdot (1 + 1 + 0 + 1 + 1) = \frac{4}{5} = 0, 8 \quad (\delta^{4,2} = 1).
\end{aligned}$$

Для формула Φ_7^3 из класса K_3 составит

$$\begin{aligned}
\Gamma_7^3(S^*) &= \Gamma_7^3(\Phi^{*3}, (\Phi_7^3)) = \frac{1}{4} \cdot \sum_{C=\{9,10,11,12\}} \delta_c^{4,3} \cdot \rho_c(B_c^{*4,3}, (B_c^{4,3})) = \\
&= \frac{1}{4} \cdot (1 + 1 + 1 + 1) = 1.
\end{aligned}$$

Шаг 3. Вычисление оценки по классу K_3 за S^* :

$$\Gamma^2(S^*) = \Gamma^2(\Phi^{*2}) = \max\{\Gamma_6^2(S^*)\} = \max\{0, 8\} = 0, 8$$

(здесь и в классе K_3 имеется по одному эталону, поэтому оценка по нему и является максимальной);

$$\Gamma^3(S^*) = \Gamma^3(\Phi^{*3}) = \max\{\Gamma_7^3(S^*)\} = \max\{1\} = 1,$$

то есть

$$\Gamma^2(S^*) = 0, 8; \Gamma^3(S^*) = 1.$$

Числовая матрица имеет вид

$$\Gamma^j(S^*) = \|\Gamma_j^*\|_{1 \times 3} = \{0; 0, 8; 1\}$$

($\Gamma^1(S^*) = 0$, поскольку в таблице структурных описаний нет эталонов с элементами $B_{uj}^j(x_0)$, равным B_4^j).

Шаг 3. Отнесение S^* к одному из классов

$$r(\|\Gamma_j^*\|_{1 \times 3}) = r\{0; 0, 8; 1\} = \|B_{ij}\| = \{0; 0; 1\},$$

где $\delta_1 = 0, 1$: $\beta_{1,1} = 0$; $\beta_{1,2} = 0$; $\beta_{1,3} = 1$.

Таким образом, объект S^* отнесен к классу K_3 .

Данное разбиение объектов на “эталонные” классы будет способствовать эффективной корректировке индивидуальных программ с соответствующим подбором средств спортивной тренировки дзюдоистов.

Если при сравнении характеристик нового объекта (спортсмена) с “эталонными” классами будет наблюдаться существенное различие, то алгоритм (обучение) предусматривает образование нового “промежуточного” класса, куда могут войти менее подготовленные спортсмены, а выбор средств тренировки для перевода его из “промежуточного” класса в эталонный реализуется на основе меры близости к конкретному “эталонному” классу, а непосредственно управление осуществляется с помощью изменения в процессе подготовки атлетов скоростно-силовых характеристик групп мышц по $B_{uj}^j(x_0)$ $b_{q(i)}^{u,j}(x_0)$

Предложенный метод обработки знаний представленный в работе, позволяет осуществить решение задачи классификации спортсменов по уровню их скоростно-силового статуса и преобразовать субъективные обобщения двигательных способностей в формальную меру исчисления. На этой основе появляется возможность целенаправленной регуляции скоростно-силовых способностей атлетов, координации структуры двигательного аппарата.

4 Заключение

Проектированию и управления базам знаний не хватает строгой теории. Пока в них царит эвристика. При задании модели проблемной области в виде совокупности знаний нельзя быть уверенным в ее полноте и непротиворечивости. Причина неудач создания теории кроется в расплывчатости понятия знаний и продукции, в той интерпретации, которая приписывается ядру, а также в различных способах управления системой продукции. Введение алгебраических операций над знаниями дает возможность интеллектуализации информационных систем спроектированных на основе, не только продукционного представления знаний. Процедура формализации представления проектирования баз знаний раскрывает фрактальную суть образования

онтологии знаний. Табличное представление знаний само по себе самостоятельная алгоритмическая задача. Решение этой задачи помогает создать систему управления базами знаний (СУБЗ) являющейся необходимой частью любой интеллектуальной системы. Онтологическое свойство знаний, вытекает именно из семантических свойств информации. Если интерпретировать одну и ту же информацию в разных контекстах, то семантика знаний будет другой. Такое свойство информации является предпосылкой появления онтологии знаний. Поэтому представление знания через «данные», «информация» имеет принципиальное значение при проектировании БЗ и СУБЗ. А применения алгоритмов распознавания для описанных задач дают неплохие результаты.

Литература

- [1] *Рустамов Н.* Прикладное распознавание. Туркестан, – 1999. – 84 с. – ISBN-9965-450-13-7.
- [2] *Чичкин А.В.* Математическая информатика - М.: Наука. Гл.ред.физ.-матлит., – 416 с.
- [3] *Тузовский А.Ф., Ямпольский В.З.* Системы управления знаниями в образовании // Современные средства и системы автоматизации. Томск: Изд-во Том. ун-та, – 2002. – С. 295–299.
- [4] *Горского Д.П., Таванской П.В.* Логика. Под ред. Москва: ГИПЛ, – 1956. – 280 с.
- [5] *Рустамов Н.Т., Исраилов Р.И., Рустамов Б.К.* К вопросу проектирование базы знаний (на примере мозгового инсульта) Ташкент.: «Издательство инновационного развития», – 2020. – 112 с.
- [6] *Досанов Н.Е., Рустамов Е.Н.* Фрактальность продукционных знаний., Алматы, ТРУДЫ III Международной научно-практической конференции «Роль инновационных технологий в новом мире», Том. 1, – 2019. – С. 41–49.
- [7] *Рустамов Н.Н., Худияров Г.Б., Рустамов Е.Н.* Отбор претендующих на спорт высших достижений. Монография. Ташкент: «Fan va technology», – 2016. – 136 с.
- [8] *Рустамов Н.Т., Бобылев С.В., Маллаев Л.Н., Ибрагимов Г.Т.* Управление сложными объектами методами распознавания., Ташкент. – 1990. – 20 с. (Препринт) АН УзССР, НПО «Кибернетика». Р-4-55. Интегрированные системы обработки информации.
- [9] *Верхошанский Ю.В.* Основы специальной силовой подготовки в спорте., М.: Физкультура и спорт. – 1977. – 215 с.
- [10] *Коробков А.В., Черняев А.В., Третьяков Н.Д.* Методика оценки физической подготовленности спортсмена. М.: Физкультура и спорт. – 1963. – 52 с.

Поступила в редакцию 11.01.2023

UDC 004.82

KNOWLEDGE PROCESSING ALGORITHM*

^{1*}*Muhamediyeva D.T.,* ^{2*}*Rustamov E.N.*

**dilnoz134@rambler.ru*

¹«Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» National Research University,
39 Kori Niyoziy str., 100000, Tashkent, Uzbekistan,

*The research was supported by Agency for Science and Technology of the Republic of Uzbekistan (grant YoBV-Atex-2018-10).

²Research institute for development of digital technologies and artificial intelligence, 17A, Buz-2, Tashkent, 100125, Uzbekistan.

The paper deals with the issue related to the design of the knowledge base and the development of a knowledge processing algorithm. It is assumed that the processing of knowledge is the recognition of the necessary knowledge. The concept of data about an object, information about an object and generation of information about an object is described. The concept of an information unit is introduced, in which information about an object is interpreted. At the same time, it is said that the interpretation of information in this unit generates knowledge. One of the possible knowledge representation algorithms is given and on the basis of this representation a knowledge base (KB) is designed. An algorithm for processing knowledge associated in the procedure for recognizing the necessary knowledge in a given context for solving a given problem is proposed. It is noted that the representation of knowledge in the knowledge base in the form of products reflects the causal essence of the subject object (or phenomenon) under consideration. Such a representation of knowledge easily lends itself to a tabular representation, provided that the knowledge engineer correctly chooses the context where the information will be interpreted (processed). The tabular representation of knowledge base increases the efficiency of knowledge base management in intelligent information systems.

Keywords: data, information unit, production representation, interpretation in a given context.

Citation: Muhamediyeva D.T., Rustamov E.N. 2023. Knowledge processing algorithm. *Problems of Computational and Applied Mathematics*. 1(46): 88-100.