

ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ЗНАНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Мухамедиева Дилноз Тулкуновна 1,
Рустамов Ербол Насимович 2,
Васиева Дилфуза Дилшод кизи 3

1Профессор кафедры Цифровых технологий и искусственного интеллекта,
Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров
ирригации и механизации сельского хозяйства”

Email: dilnoz123@rambler.ru , Orcid ID: 0000-0002-4561-4474

2Исследователь кафедры Цифровых технологий и искусственного интеллекта,
Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров
ирригации и механизации сельского хозяйства”

Email: rustamoverbol24@gmail.com , Orcid ID: 0009-0000-1976-0059

3Докторант кафедры Цифровых технологий и искусственного интеллекта,
Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров
ирригации и механизации сельского хозяйства”

Email: vasiyevadilfuza1997@gmail.com

Аннотация

В условиях цифровизации и развития искусственного интеллекта особую значимость приобретает проблема преобразования информации в знания. Работа посвящена рассмотрению информационной основы знания и формализации процессов, обеспечивающих это преобразование в интеллектуальных информационных системах. Центральным понятием здесь выступает формализация знаний, под которой понимается представление или описание объекта или ситуации на основе информации с использованием определённых знаковых систем. Формализация знаний рассматривается как ключевая деятельность человека и машины при решении задач в предметной области. В простейшем случае для описания реального объекта может быть достаточно средств естественного языка, позволяющих однозначно обозначать объекты и фиксировать процессы в виде систем понятий. Однако такие описания носят неструктурированный характер и не всегда пригодны для автоматизированной обработки. Поэтому в теории интеллектуальных систем принципиально важно различать данные, информацию и формализованные знания. Последние представляют собой организованную, логически связанную и интерпретируемую совокупность сведений, пригодную для хранения, обработки и использования в базах знаний.

Ключевые слова: Сведения, данные, информация, база данных, база знаний, логика, опорное множество оценки глобальных и локальных свойств.

Introduction

Введение

Формализованные знания являются неотъемлемой частью интеллектуальных информационных систем, предназначенных для поддержки человеческой деятельности. Существенной особенностью таких систем является наличие внутренней модели объекта управления, реализованной в виде базы знаний. База знаний в этом контексте выступает не просто хранилищем сведений, а моделью предметной области, отражающей её свойства, отношения и закономерности. Именно наличие такой модели позволяет интеллектуальной системе выполнять функции анализа, интерпретации и принятия решений. Особое внимание в работе уделяется семантическому аспекту знаний. Информация превращается в знание только тогда, когда она интерпретирована в определённом контексте и связана с другими элементами предметной области. Таким образом, знание возникает не как простая сумма информационных единиц, а как результат их осмысленного объединения и структурирования. В этом смысле формализация знаний тесно связана с выявлением причинно-следственных связей и имплицитивных отношений между информационными элементами, которые отражают сущностные свойства исследуемого объекта.

Переход от текстового и документального представления информации к семантическому уровню рассматривается как необходимое условие повышения эффективности современных информационных систем. Семантическое представление обеспечивает учёт смысла и содержания данных, что делает возможным извлечение связанной и релевантной информации для пользователя. Для решения этой задачи в интеллектуальных системах широко применяются онтологии и продукционные модели знаний, позволяющие описывать как общие знания о мире, так и специализированные знания конкретной предметной области. В целом, информационная основа знания в интеллектуальных системах формируется через последовательное преобразование сведений в данные, данных — в информацию, а информации — в формализованные знания. Такой подход обеспечивает теоретическую и практическую базу для проектирования современных баз знаний и алгоритмов их обработки. Рассматриваемые в работе положения подчеркивают, что без формализации семантики информации невозможно создание эффективно функционирующих интеллектуальных систем, способных поддерживать принятие решений в условиях больших объёмов и высокой динамики данных.

Методы

В большинстве современных систем управления *ПО* очень остро встал вопрос о придании им свойства принятия решений, свойства интеллектуальности, т.е. реализации в них каких-то моделей принятия решений интеллектом (человеком). Одной из существенных особенностей таких систем является наличие внутри системы модели внешнего мира, которая называется *внутренним представлением или структурным описанием ПО*. В процедуре внутреннего представления центральное место занимает создание базы знаний (*БЗ*) выбранной системы *ПО*. Внутренние представления *ПО* определяются своим опорным множеством X . Сведения $(p)\delta(x_i)$ только об объектах

из этого множества помещаются в базу данных (БД). Кроме этого БД ориентирована на вполне определенную совокупность возможных свойств объектов из X . Только эти свойства фиксируются в БД [1]. Для описания такой совокупности допустимых свойств введены решетки $ue_j \in L$ для множества X . Так как всякое свойство ПО из X однозначно выделяет подмножество в X , то решетка L определяется семейством подмножеств из X . Допустимыми свойствами для данного БД являются только свойства из соответствующей фиксированной $ue_j \in L$. Другими словами решетка L для X – это словарь свойств, из которых составляются тексты для помещения их в БД. Эта БД определяется своим опорным множеством X и своей $ue_j \in L$. Схематически БД можно изобразить следующим образом:

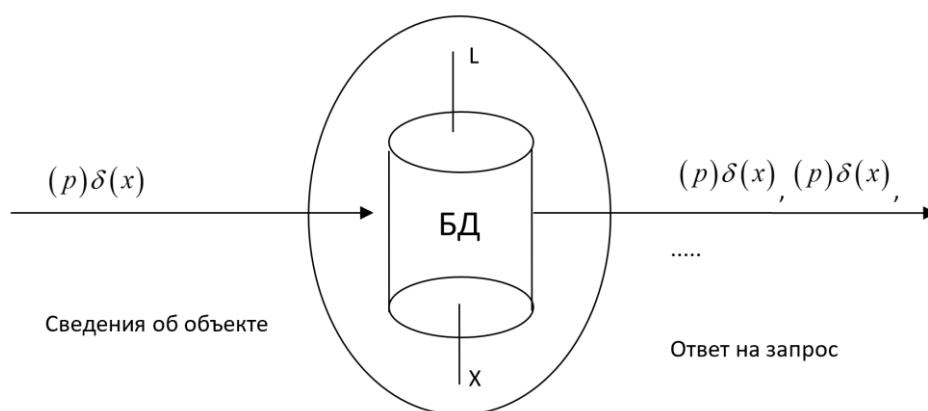


Рис. 1. Семантика базы данных

БД отвечает только на запросы извне от пользователей. Ответом в БД является информация о некотором объекте $x \in X$.

База знаний является преобразователем информации $I^x(x)$, т.е. она выступает пользователем данных БД. База знаний в общем случае определяется несколькими опорными множествами объектов, и для каждого из этих множеств должна быть определена своя решетка L . В БЗ хранятся знания об отношениях между ПО опорных множеств. Схематически БЗ можно изобразить следующим образом (рис. 2).

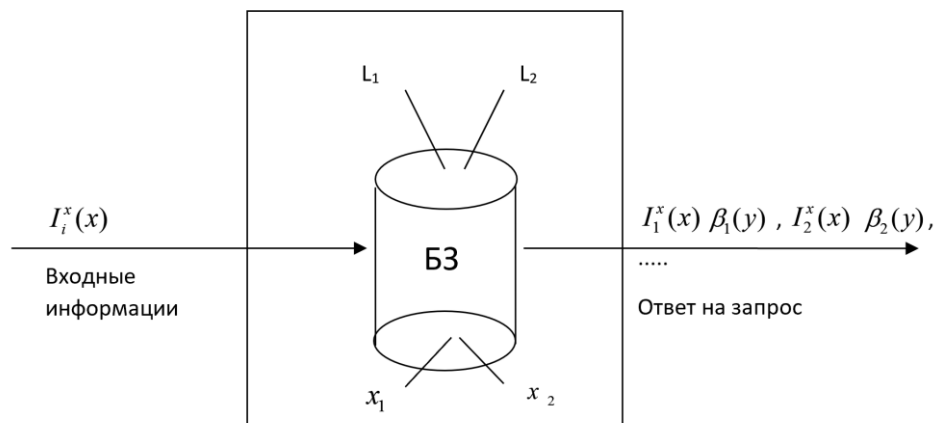


Рис. 2. Семантика базы знаний

Здесь для простоты рассмотрены только два опорных множества X_1 и X_2 с соответствующими решетками L_1 и L_2 . БЗ отвечает только на запросы в отличие от БД, которая должна для ответа выработать новые сведения на основе имеющихся у нее знаний. Для этого ей потребуется входные $I^x(x)$, из БД. После получения входных $I^x(x)$, об объекте $x \in X$, БЗ преобразует их в выходные знания об объекте $y \in X_2$, т.е. запрашиваемый ответ. Примером БЗ может служить различного рода специалисты(знающие люди),компетентные органы и т.д. Еще примерами могут служить автоматизированные интеллектуальные системы различного назначения, где БЗ является основной частью этих систем, например, контроля, прогноза, диагностики, принятия решения и т.д. Очень интересным отношением являются импликативные отношения между $I^x(x)$, выражающих причинно-следственные свойства объекта. Схемы БД и БЗ показанные на рисунках 1 и 2 являются концептуальной основой создания интеллектуальной информационной системы [1].

Что интересно, свойства объекта, имеющие «причинно-следственные» связи, представляют знания большего объема о ПО [2]. Здесь мы хотели напомнить, в последнее время в литературе появляется множество статей связанных с миварным пространством. Мы думаем, что это один из подходов представления знаний в виде продукций [3].

Продукционное представление знаний в миварном пространстве, т.е. в пространстве «предметный объект, свойство, отношения» имеет свои определенные недостатки. В этом случае представление продукционной базы знаний в табличной форме затрудняется. Еще в этой работе не определяется получение знаний из информации. В миварном пространстве информационная семантика ПО учитывается в понятийной цепочке. Но пока алгоритмические вопросы обработки знаний в таком пространстве до конца не разработаны.

Если ПО будем рассматривать как явление, то тогда секвенция превращается в импликативную связь. Тогда продукция не будет означать замены фрагментов, а будет выражать «причинно-следственную» связь. В этом случае мы можем намного глубже (в физическом смысле) понять семантику ПО, взаимосвязь отношений частей, происходящих в ПО. Мы можем понять переходы отношения в связи, связи, в сущности, сущности в отношения и т.п. В этом случае ПО представляется, как совокупность информационных сущностей, где каждая сущность характеризуется информационными единицами, изменяющимися во времени. Предположим, что имеется возможность для любой точки из некоторого множества X проверять выполнение какого-либо свойства и тем самым выделить актуально или потенциально подмножество $\delta(x_i)$ для тех точек из X , которые обладают этими свойствами. В дальнейшем будем отождествлять понятие свойство и понятие подмножество точек из X , обладающих данным свойством. В свою очередь для любого подмножества можно определить такое свойство, которое целиком определяло бы это подмножество. В связи с этим будем обозначать одной

буквой (символом) свойство и подмножество всех точек из X , обладающих этим свойством $ПО$. Пусть S_0 – точка X и $\delta(x_i)$ – некоторые непустые множества X , которые определяются свойством $\delta(x_i)$. Тогда факт принадлежности $S_0 \in \delta$ или истинное высказывание “точка S_0 из X обладает свойством $\delta(x_i)$ ” будем называть элементарным сведением о точке S_0 из X и записывать в виде одноместного предиката: $\delta(S_0), \delta \subset X$. (1)

В формуле (1) предикатный символ является символом свойства δ и одновременно символом подмножества $\delta \in X$ а предикатный аргумент является семантическим указателем, т.е. символом (идентификатором) точки $S_0 \in X$. Набор $\Delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n\}$ выражает свойства системы предметной области ($ПО$). Так, если некоторую описываемую $ПО$ обозначить как S_i , а свойства соответственно $\delta_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$, то $ПО$ представим в виде:

$$S_i = \{S_{ji}(\delta_{ji}), S_{2i}(\delta_{2i}), \dots, S_{mi}(\delta_{mi})\}. \quad (2)$$

Она будет допустима если $\delta \in X$. Очевидно, что в предлагаемой концепции, набор значений $\Delta \in X$ будет информационными единицами, если $\delta_{ji} \in ue_{ji}$. При этом S_i – будет информационной совокупностью, состоящей из их информационных сущностей $S_{ji}(\delta_{ji})$.

Определение 1. Пусть задан набор Δ , элементарные информации $I^\delta(s)$ об S_i и носитель знаний $\Delta(s) \in \Phi^{ue_j}(\Delta(s))$. Тогда множество Σ_Q будет продукционной базой знаний для S_i в контекстной решетке L :

$$\Sigma_Q = \{\Phi_{ji}^{ue}(\Delta'(S_{ji}))\}_{mxn}. \quad (3)$$

Таблица T_{ij}^τ выражает информационную совокупность $I^*(K_j(S_{ij}))$ в виде данных. Эти данные собираются следующим образом: $ПО S$ разделяется на S_n информационные сущности, где каждая информационная сущность характеризуется набором свойств Δ . В этом случае каждая $s_n \in S$ будет контекстом для интерпретации $(p)\delta_i(x_0)$ описывающая свойства этой части S . В данном случае эта процедура имеет важное значение при проектировании табличной формы продукционного знания $\Phi^{ue_i}(\Delta(x))$.

Данная процедура схематически выглядит как показано на рисунке 3.

Где ГЗ характеризует глобальные знания об $ПО$ (например, животное) и ЛЗ локальные знания объекта (например, корова). Построенная секвенция и будет фракталом

продукционного знания $ПО$ или закономерностью, описывающей исследуемый объект (явления)[4]:

$$(\Gamma Z) \rightarrow \sum_{i=1}^n (\mathcal{L}Z)_i. \quad (4)$$

Таким образом, фрактал продукции Φ_k выражается в следующем виде:

$$Q^m : \{\Phi_k\} = (B_u^i \rightarrow \sum_{c=1}^{g(i)} b_c^{u,j})_k \quad (5)$$

где $B_u^i \in \{b_1^i, \dots, b_{kij}^i\}$; $b_c^{u,j} \in \{b_1^{u,i}, \dots, b_{gul}^{u,i}\}$, здесь фрактал $A \rightarrow B$ определен лишь для случая $A=1$ стандартным образом: $A=1$, то $B=1$.

Продукционное знание (5) назовем фракталом знания. На основе этих фракталов, составим некую модель знания, ассоциирующей исследуемый объект. Именно эта модель знания и будет базой знания, выбранной $ПО$, если строки этой таблицы будут группироваться по фракталам Q^m , имеющим причинно-следственные связи, то при таком рассуждении классы будут основой локальных знаний. В свою очередь фрактал Q^m имеет причинную и следственную характеристику. По диалектическому содержанию «причинно-следственные» связи Q^m характеризуют знание. В работе [5] Q^m определяется как элементарная закономерность.

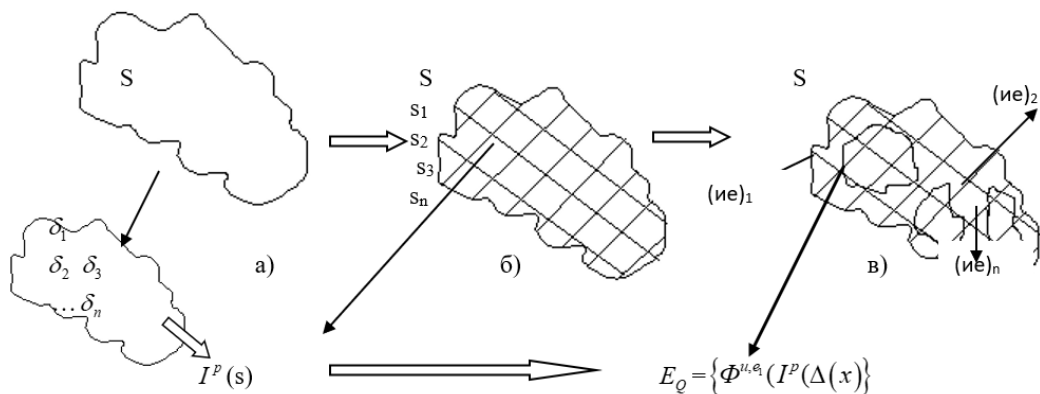


Рис. 3. Схематический алгоритм построения продукционной БЗ для предметной области $ПО S$

Таким образом $I(K_i)$ будет локальным знанием, т.е. $\mathcal{L}Z(K_i)$. Из этого следует, что массив некоторых классов организует глобальное знание. Например, класс домашних животных, класс хищных животных, класс диких животных и т.д. порождает общее знание о животных. Значит глобальное знание и локальное знание связаны «следственно-причинной» связью:

$$3_t: (\Gamma Z)_t \rightarrow \sum_{p=1}^n (\mathcal{L}Z)_p^t, \quad (6)$$

и эта формула является основой продукционной БЗ.

Здесь каждая S_n описывается совокупностью наборов свойств $\Delta(x) = \{\delta_1(s), \delta_2(s), \dots, \delta_n(s_n)\}$, и эти данные сводятся в таблицу T_{nm}^τ , которая и будет реляционным представлением продукционной БЗ о ПО. Где в T_{nm}^τ строках этой таблицы ставятся *информационные* сущности, а по столбцам информационные единицы ue_j , где эти сущности интерпретируются в контексте τ :

$$\Sigma_Q : \Phi_k^j = (I^\Sigma((B)_u^j) \rightarrow \tilde{I}^\Sigma\left(\sum_{c=1}^n b_c^{u,j}\right). \quad (7)$$

На пересечении строки и столбца T_{nm}^τ ставится соответствующее продукционное знание. Таким образом, у нас получится следующая процедура, ассоциирующая реляционное представление продукционной Б.:

$$\text{РП: } T_{nm}^\tau \rightarrow T_{i,q}^{\Sigma_n}. \quad (8)$$

Эту процедуру назовем процедурой реляционного представления продукционных знаний о ПО.

При определении релевантности(схожести) фрактала продукции, очень важную роль играет построение $\tilde{I}^\Sigma(B_u^i)$ и $\tilde{I}^\Sigma\left(\sum_{c=1}^n b_c^{u,j}\right)$ на основе первичных данных, сведенных в таблицу T_{mnl} . Во многих случаях $\tilde{I}^\Sigma((B)_u^j)$ и $\tilde{I}^\Sigma\left(\sum_{c=1}^n b_c^{u,j}\right)$ определяются с помощью

экспертных оценок. Это во многом сделает объективность БЗ, зависимой от субъективности экспертов. Если мы сумеем определить эти значения алгоритмической процедурой, то такая зависимость не существовала бы. В работах [6-8] приводятся алгоритмы, оценивающие

$$\tilde{I}^\Sigma(B_u^i) \text{ и } \tilde{I}^\Sigma\left(\sum_{c=1}^n b_c^{u,j}\right).$$

Пусть первичные ue_j организованы в виде T_{nm}^τ (рис. 3). Для определения рангов столбцов этой таблицы существует множество алгоритмов.

Необходимость анализа и формализации задач, связанных со сравнением и классификацией объектов (точек), осознавали ученые далекого прошлого. “Его (Аристотеля) величайшим и в то же время чреватым наиболее опасными последствиями вкладом в науку была идея классификации, которая проходит через все его работы. Аристотель ввел или по крайней мере кодифицировал способ классификации предметов, основанный на сходстве и различии...” [9]. В принципе эти методы являются алгоритмами обработки знаний.

Результат

Существует черный ящик, ассоциирующий язвы желудка. Имеется входная информация $I^{вх}(\Delta(x_0))$ и информация выходная, т.е. информация $I^{вых}(\Delta(x_0))$ о положении язвы желудка после операции (рис.4).

Решенная первая задача связана с построением передаточной функции. Основной задачей в теории автоматического управления является построение передаточной функции для систем управления. По своей сути на основе этой функции принимаются управленческие решения.

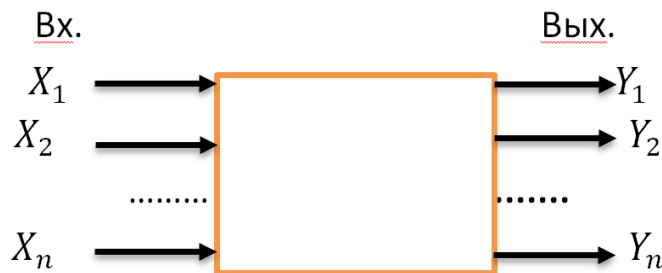


Рис. 4. Блок схема

Передаточная функция $W(p) = Y / X$. Если находя входящего признака имеющее следственное свойство и выходного признака имеющее



Рис. 5. Информационная постановка задачи ваготомии

Требуется найти передаточную функцию для этого черного ящика, т.е.

$$W = I^{вх}(\Delta(x_0)) / I^{вых}(\Delta(x_0)) = B_u^j \quad (4.1)$$

Из формулы видно, мы должны найти такие δ_j совпадающие глобальные и локальные свойства для $I^{вх}(\Delta(x_0))$ и для $I^{вых}(\Delta(x_0))$.

Решение поставленной задачи. Из полученной информации была составлена допустимая таблица $T_{8,130}^{ваг}$ следующим образом (признаков 8, т.е. $m = 8$, $n = 130$):

- δ_1 - дебит свободной соляной кислоты (натощак);
- δ_2 - дебит свободной соляной кислоты в базальном периоде (БПК);
- δ_3 - дебит свободной соляной кислоты при инсулиновой стимуляции (МПК);
- δ_4 - дебит свободной соляной кислоты при гистаминовой стимуляции (МПК);
- δ_5 - дебит свободной соляной кислоты натощак после операции;
- δ_6 - дебит свободной соляной кислоты после операции в базальном периоде (БПК);

δ_7 - дебит свободной соляной кислоты после операции при инсулиновой стимуляции (МПК4);

δ_8 - дебит свободной соляной кислоты после операции при гистаминовой стимуляции (МПК2).

После обработки алгоритмом A_1 $T_{8,130}^{ваз}$ получили ранговые векторы \vec{R}_1 и \vec{R}_2 .

$$r_{1,2}(\delta_{1,2}) = 0.77, r_{1,3}(\delta_{1,3}) = 0.46, r_{1,4}(\delta_{1,4}) = 0.133, r_{1,5}(\delta_{1,5}) = 0.2,$$

$$r_{1,6}(\delta_{1,6}) = 0.1, r_{1,7}(\delta_{1,7}) = 0.4, r_{1,8}(\delta_{1,8}) = 0.233;$$

$$r_{2,3}(\delta_{2,3}) = 0.4, r_{2,4}(\delta_{2,4}) = 0.7, r_{2,5}(\delta_{2,5}) = 0.205, r_{2,6}(\delta_{2,6}) = 0.206,$$

$$r_{2,7}(\delta_{2,7}) = 0.83, r_{2,8}(\delta_{2,8}) = 0.2;$$

$$r_{3,4}(\delta_{3,4}) = 0.5, r_{3,5}(\delta_{3,5}) = 0.1, r_{3,6}(\delta_{3,6}) = 0.233, r_{3,7}(\delta_{3,7}) = 0.33, r_{3,8}(\delta_{3,8}) = 0.1;$$

$$r_{4,5}(\delta_{4,5}) = 0.1, r_{4,6}(\delta_{4,6}) = 0.1, r_{4,7}(\delta_{4,7}) = 0.2, r_{4,8}(\delta_{4,8}) = 0.17;$$

$$r_{5,6}(\delta_{5,6}) = 0.3, r_{5,7}(\delta_{5,7}) = 0.03, r_{5,8}(\delta_{5,8}) = 0.03;$$

$$r_{6,7}(\delta_{6,7}) = 0.46, r_{6,8}(\delta_{6,8}) = 0.466;$$

$$r_{7,8}(\delta_{7,8}) = 0.5.$$

С помощью формулы строим \vec{R}_1 :

$$\vec{R}_1 = (0.77, 0.46, 0.133, 0.2, 0.1, 0.4, 0.233, 0.4, 0.77, 0.205, 0.206, 0.83, 0.2, 0.5, 0.1, 0.233, 0.33, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.17, 0.3, 0.03, 0.03, 0.46, 0.466, 0.5);$$

С помощью формулы строим \vec{R}_2 :

$$\delta_1 \delta_2 \delta_3 \delta_4 \delta_5 \delta_6 \delta_7 \delta_8$$

$$\vec{R}_2 = (0.287, 0.36, 0.26, 0.23, 0.12, 0.23, 0.29, 0.21).$$

Из вектора \vec{R}_2 входной δ_2 и выходной δ_7 имеют высокие ранги. Из этого следует, что отношения δ_2 / δ_7 имеют причинные свойства в изучаемом процессе, т.е.

$(\Phi^{ваз} = (\delta_2 / \delta_7) \rightarrow \sum_{i=1}^8 \delta_i)$ будет фракталом продукционной БЗ для задачи «ваготомии».

Прогноз рецидива язвы. Прогноз осуществляется с помощью отношений δ_2 / δ_7 , которые проверяли на каждом больном. Если $\delta_2 / \delta_7 < Q_{2,7}$, то больной клинически адекватен, т.е. нормальный - рецидива не будет.

Если $\delta_2 / \delta_7 < Q_{2,7}$, то следует ожидать рецидива язвы. Здесь $Q_{2,7} = 1$, найден на обучающей выборке. Таким образом, причинным тестом (ИТ), прогнозирующим клиническую адекватность ваготомии, является отношение δ_2 / δ_7 .

После предложения этого критерия клиницисты провели ретроспективный анализ.

Сравнение результатов. Для оценки степени достоверности предлагаемого нами причинного теста IT для определения адекватности ваготомии и прогнозирования рецидива заболевания совместно с клиницистами проведен сравнительный анализ результатов прогнозирования причинного теста IT и существующими тестами.

Результаты сравнительной оценки различных способов определения адекватности ваготомии, проверенные у 131 больного, перенесших стволовую ваготомию с дренирующими операциями в желудочно-кишечном отделении (ЖКО) республиканский специализированный центр хирургии, были следующими (табл. 1).

Таблица 1 Результаты тестирования

№	Тест	Результаты	
		Правильные	Ложные
1	W.R.Waddal	71/ 54.3 %	60/ 45.7 %
2	W. Bauchhach	103/ 78.6 %	28/ 21.4 %
3	F. Stempien	62/ 47.4 %	69/ 52.6 %
4	IT	111/ 84.8 %	20/ 16.2 %

Из приведенных данных видно, что по тесту ваготомия была неадекватной у 69 из 131 оперированного больного, т.е. в 52,6% случаев. По тестам W.R. Waddal, W. Bachrach она оказалась неадекватной соответственно в 45,7 и 21,4% наблюдений, а по IT - в 15,2%.

Заключение

Необходимость основного алгоритма обработки знаний понадобится при решении задачи классификации или в процедуре распознавания. В идеале, взаимоотношение человека и машины должно происходить так же, как и между двумя людьми. То есть человек ставит задачу в произвольной форме, а машина подбирает наилучшее представление для вывода решения. Для этого в семантике знаний, составляющих

основу БЗ, должны быть релевантными $\tilde{I}^{\Sigma}(B_u^i)$ и $\tilde{I}^{\Sigma}\left(\sum_{c=1}^n b_c^{u,j}\right)$. Это снимает не только

психологическую нагрузку с пользователя, но и делает ненужным специальное обучение работе с ЭВМ. Для этого инженер знания не только построит знание, отражающее закономерности, происходящие в исследуемой ПО, но сумеет представить эти знания в памяти ЭВМ. При проектировании продукционных БЗ необходимо различать глобальные и локальные свойства знаний, так как, фрактал знаний имплекативно связан с этими свойствами. В этой работе приведенные теоретические положения превращения информации в знание решают вопрос не только алгоритмизации получения знания, но и вопрос представления знания в машине. Приведенные математические методы, обосновывающие объективность порождения знания, показаны на примере создания продукционного знания. Полученные результаты этой работе будут выступать алгоритмической основой создания базы знаний различного типа.

Литература

- 1.Хаббард Дж. Автоматизированное проектирование баз данных: Пер. С англ. – М.: Мир, 1984. – 296 с.
- 2.Staab S., Studer R.(eds.) Handbook on Ontologies (International Handbooks on Information Systems). – Springer Verlag, 2004. – 660 p., Harvard Business Review on Knowledge Management. – Harvard Business School Press, 2003.
- 3.Тузовский А.Ф., Ямпольский В.З. От баз данных к базам знаний // Информационные технологии территориального управления, Томская модель информатизации (1972-2004 годы). – 2004. - №42. – с.49-56., Davenport T., Prusak L. Working Knowledge: how organization manage what they know. – Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- 4.Д.Т. Мухамедиева, Е.Н. Рустамов. Алгоритмические аспекты проектирования интеллектуальных информационных систем. Материалы VII Международной научно-практической конференции «Роль инновационных технологий в новом мире», I часть / Алматы, 2022. С.3-13.
5. Поспелов Д.А. Представление знаний. Искусственный интеллект. Кн.г. Модели и методы: Справочник. / -М: Радио и связь, 1980. – 304 с.
6. Д.Т.Мухамедиева, Е.Н.Рустамов. Алгоритмические аспекты проектирования интеллектуальных информационных систем. Материалы VII Международной научно-практической конференции «Роль инновационных технологий в новом мире», I часть / Алматы, 2022. С.3-13.
7. Маслов П.П. Обнаружение и извлечение причинно-следственных закономерностей из текста на естественном языке // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания – Онтология - Теория» (ЗОНТ - 09), Новосибирск, том 2, 2009, стр. 3 – 10.
8. Рустамов Н.Т., Турежанов С.К. К вопросу применения распознавания в задачах медицинской диагностики. Вестник им. Х.А. Яссауи, Туркестан 2000, с.100-102.
- 9.Аристотель. Сочинения Т.1-4.-М.: Мысль, 1975-1983, Бераланфи Л. (Bertalanffy L. von). General Systems Theory: Foundation, development, applications. – L.: The Penguin Press, 1971, XXII.
- 10.Rustamova E., Muhamediyevaa D. T., Safarova L. U. Development and management of product knowledge base //Proc. of SPIE Vol. – 2024. – Т. 13065. – С. 130650W-1.
11. Tulkunovna D. M., Rustamov E. Semantic Representation Of Production Knowledge //2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). – IEEE, 2022. – С. 1-4.