

Е. Т. РАМАЗАНОВ*, **С. Е. СИБАНБАЕВА**, **Н. В. КОРОЛЕВА**

Алматинский Менеджмент Университет, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИМЕРУ ЛОКАЛЬНОГО OLAP КУБА

В статье приводятся результаты исследования по разработке системы управления знаниями на предприятии на основе концепции управления знаниями. Рассмотрены догадки по функциональной схеме в концепции системы. Предложена схема системы по аналогии с локальным OLAP (online analytical processing) кубом. Построен эвристический алгоритм обнаружения знаний в данных. Приводится математическое описание алгоритма, основанного на методах логики первого порядка, продукционной модели представления знаний и методах обнаружения знаний в данных и интеллектуальном анализе. Данное исследование опирается на предыдущие работы по разработке методов извлечения знаний из данных, предложенный метод также применяет эталонные алгоритмы при построении формальной системы, которая при обработке таблиц формирует базу знания. Машина вывода выполняет роль формальной системы по К. Гедделю и проверяет утверждение(гипотезу) в полученном запросе от источника запроса. При этом в результате обработки запросов формируются поверхностные знания, продукция формальной логической модели. Показана принципиальная возможность построения локального «Knowledge» куба. Также в статье приводятся результаты работы алгоритма на известном примере анализа данных библиотеки Seaborn python, Таблицы «tips».

Ключевые слова: системы управления знаниями, обнаружение знаний в данных и интеллектуальном анализе, логическое исчисление, исчисления логики предикат, интеллектуальные системы.

Введение. В 80-90-х годах XX века американские, японские и западно-европейские экономисты М. Алави, Н. Бонтис, У. Букович, К. Вииг, Т. Дэвенпорт, И. Нонака, Г. Пробст, Й. Руус, К.-Э. Свейби, Х. Такеучи, Д. Тис, Л. Эдвинссон заложили концептуальные основы управления знаниями (Knowledge management). Сейчас эта концепция считается одной из инновационных подходов управления предприятием. Данной концепцией доказывается, что управление на основе принципов концепции приводит к развитию предприятия. В концепции также упоминается применение для некоторых процессов системы управления знаниями. Это информационная система. В частности, в работах Нонака и Такеучи или Давенпорта [1, 2] упоминается аналогичная информационная система. О системе управления знаниями говорится и в других источниках. Существуют попытки построения такой системы, например, в публикациях тех лет идет речь об архитектуре этой системе (Том Шорт, старший консультант по управлению знаниями в IBM Global Services). Следует отметить, что существуют и научные работы, например, как работа [3]. Однако, как показывает практика, предложенные решения не получили широкого применения. В настоящее время, с ростом интереса к совершенствованию аналитической деятельности предприятия, с одной стороны, и развитием научных идей и технологий в области построения информационных систем – с другой стороны, вопрос о разработке систем управления знаниями вновь может стать актуальным. Следует также рассмотреть такую систему, как инструмент

* E-mail корреспондирующего автора: ermekramazanov@gmail.com

интеллектуального анализа данных предприятия, которая могла бы дополнять или проверять выводы анализа или визуализаций данных.

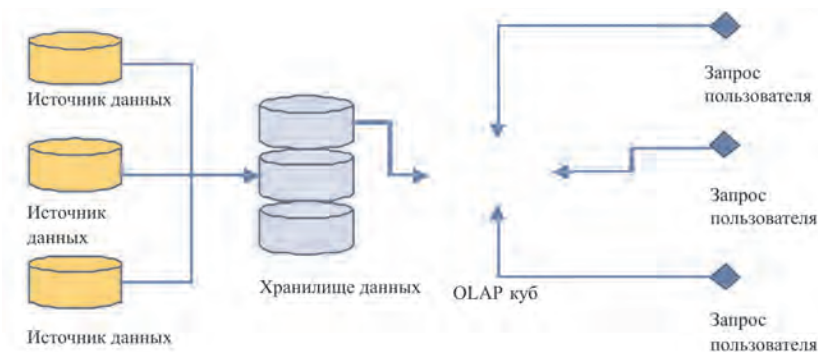


Рисунок 1 – Функциональная схема OLAP системы [4]

Зададимся вопросом о построении системы управления знаниями, которая, согласно той же концепции управления знаниями, может обнаружить «потенциально явные знания», преобразовывать их в «явные». В данной статье сосредоточим свое внимание на рассмотрении подхода по реализации такой системы. Обзор литературы показывает, что при разработке подобных систем задача обнаружения, обогащения базы «явных» знаний является основной задачей для систем управления знаниями. Речь идет об обеспечении процесса «комбинации явных знаний» в модели Нонака и Такеучи. Рассуждая на основе имеющегося обзора при проектировании функциональной схемы системы управления знаниями, можно заметить, что систему можно реализовать как экспертную систему, которая отличается от классической системы тем, что база знаний может обогащаться продукцией извлеченных из данных. Непосредственно из источников данных. На стороне взаимодействия с клиентом система введет себя как классическая экспертная система, отвечая на запрос. Наиболее удобной в такой интерпретации функциональная схема может быть схема локального OLAP куба. Как показано на рисунке 1, следуя догадке, функциональная схема системы может быть представлена по аналогии с локальным OLAP кубом (Рисунок 2).

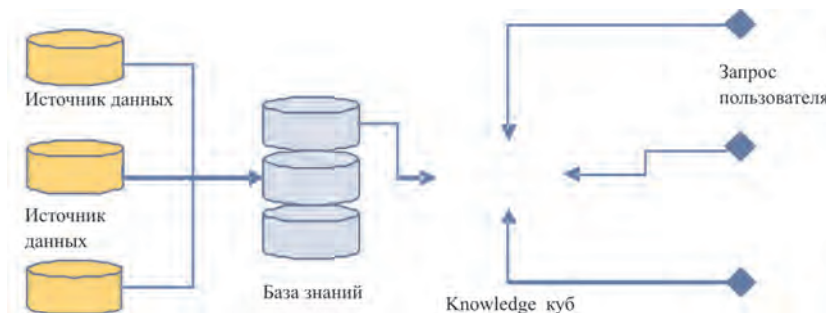


Рисунок 2 – Функциональная схема системы управления знаниями.

Как показано на рисунке, в рассматриваемой функциональной схеме ключевую роль занимает «Knowledge куб», которая по предположению согласуется с моделью Нонака и Такеучи[5] «комбинации явных знаний» должны порождать новые знания, утверждения полученные на основе существующих высказываний или данных, полученных из других источников, например, внешней базы данных.

Методы и материалы. Решения по построению системы управления знаниями мы сводим к построению интеллектуальной системы. При этом мы опираемся на работы в области применения методов обнаружения знаний в данных (KnowledgeDiscoveryinDataBasesandDataMining) и интеллектуальном анализе. В частности, опираемся на работы[6, 7], в которых построены эвристические системы с применением технологий обнаружения знаний в данных. Однако в таких работах извлечение знаний из таблиц основываются на определённом шаблоне формул предикат или логической формуле, которая требует конкретный тип структуры таблицы. Другими словами, метод проверяет строки таблицы с приведенной заранее известной формы гипотезы (логической формуле), с помощью которой извлекают строки из таблиц соответствующей этой логической формуле. В данной работе рассматривается комбинированный подход, который заключается в построении логических формул, утверждений на базе различных срезов таблицы. Сама интеллектуальная система выполняет роль формальной системы, которая состоит из множества аксиом и множества правил вывода. Становиться очевидным, что элемент локального Knowledge куба – это тоже формальная система, которая обладает собственным множеством аксиом и правилами вывода.

Представим локальный «Knowledge» куб как формальную систему в логике первого порядка, на базе срезов таблиц. В функциональной схеме таблицы являются источниками базы знания, которая в нашем случае представляется множеством аксиом. Покажем общий подход извлечения утверждения из таблиц на основе срезов. Достаточно представить срезами формулы исчисления предикатов.

Пусть задана таблица $table(p_1, p_2, \dots, p_n)$, где p_i есть атрибут сущности таблицы. Тогда, представляя каждый атрибут предикатной в логике, мы можем построить множество аксиом формальной системы или базу знаний в функциональной схеме, предложенной выше:

$$\forall xP(x) \sim \{[table[table[p] * a], len(table[table[p] * a]) \approx len(table)]\} \quad (1)$$

$$\exists xP(x) \sim \{[table[table[p] * a], len(table[table[p] * a]) \neq 0]\} \quad (2)$$

$$P(x) \& Q(y) \sim \{[table[(table[p] * a) \& (table[q] * b)]]\} \quad (3)$$

$$P(x) | Q(y) \sim \{[table[(table[p] * a) | (table[q] * b)]]\} \quad (4)$$

$$\forall x \neg P(x) \sim \{[table[(table[p] * a)], sum(table[p] * a) \approx len(table)]\} \quad (5)$$

$$\exists x \neg P(x) \sim \{[table[(table[p] * a)], sum(table[p] * a) \neq 0]\} \quad (6)$$

$$\neg\forall xP(x)\sim\{[table[(table[p]! = a)], sum(table[p]! = a)! = 0\} \quad (7)$$

$$P(x) \rightarrow Q(y) = \neg P(x)|Q(y) \quad (8)$$

$$\forall xP(x) \rightarrow P(y), P(y) \rightarrow \exists xP(x) \quad (9)$$

Формула (8) следует из формул (4), (5) и (6). Следует отметить, что в формулах (1)–(9), символ a , b – агрегатные функции, $*$ – логическое выражение. В формулах (1)–(9) используются коды на языке python команды модуля pandas. x , y – экземпляры сущности таблицы.

Формулы (1)–(9) являются также основой для построения арифметики формальной системы по К. Гедделю, которые дают возможность перейти на уровень языка дедуктивной логики и строит логические выводы на основе интерпретатора правил. Здесь в основе интерпретатора лежит метод продукции и некоторые правила по типу *modus ponens*.

Приведем несколько примеров формул множества правил вывода.

$$\frac{\forall xP(x)\rightarrow\forall yQ(y),\forall xP(x)}{\forall yQ(y)}, \frac{\forall xP(x)\rightarrow\exists yQ(y),\forall xP(x)}{\exists yQ(y)} \quad (10)$$

$$\frac{F\rightarrow\exists xP(x)}{F\rightarrow\forall xP(x)}, \frac{\forall xP(x)\rightarrow F}{\exists xP(x)\rightarrow F} \quad (11)$$

Формула (11) представляет правила обобщения и конкретизации. Формула (10) и другие правила реализуются на основе модели продукции. Приведем пример сопоставления и срабатывания правила (10):

$$\text{If } len(table[(table[p] * a)\&(table[q] * b)]) > 0: print('ЭуQ(y)') \quad (12)$$

Результаты и их обсуждение. В результате рассмотрения задачи построения системы управления знаниями нам удалось построить алгоритм интеллектуальной системы, которая может разрешить задачи предусмотренных в концепции управления знаниями предприятия. А именно, в части «комбинации явных знаний». При этом удалось предложить самостоятельную систему, которая может применяться в аналитической деятельности предприятия. Продуктом такой системы являются утверждения, сделанные на основе обработки таблиц и обнаружения в них знаний. Эти утверждения могут корректировать или дополнять выводы анализа, например, сделанных на основе интеллектуального анализа и визуализации данных. В результате исследования нам удалось построить алгоритм получения знаний из таблиц и построение логических выводов по запросам, в полной мере советуемый функциональной схеме. Фрагмент алгоритма, реализующий один отчет локального куба, приводится в качестве примера на рисунке 3 а)–б). Здесь показаны примеры реализации формул (1)–(9), на основе языка Python применив модули Pandas и Prolog.

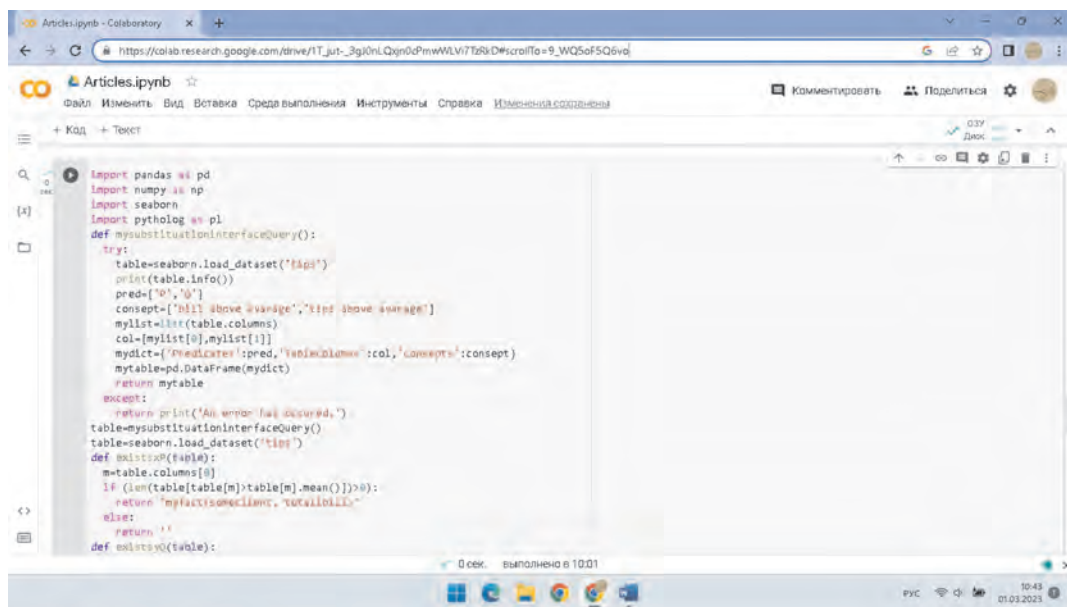


Рисунок 3 – Фрагмент работы алгоритма локального куба, а)

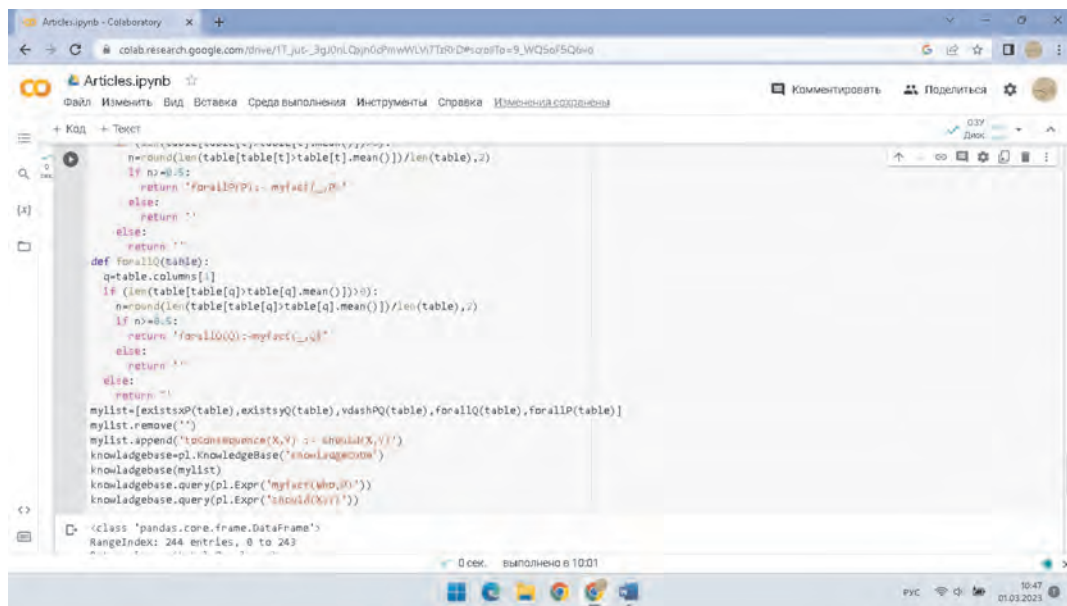


Рисунок 3 – Фрагмент работы алгоритма локального куба, б)

На рассмотренном этапе практическое применение «Knowledge» куба ограничена логикой первого порядка. Существует необходимость расширить модель представления знаний системы, применив методы нечеткой логики, а также возможно индуктивной логики. Следует также отметить необходимость графического интерфейса.

Алгоритм имеет возможность интегрировать в обработку запроса методы обработки естественного языка. Результаты исследования могут быть представлены как альтернативный источник выводов анализа данных, в основе которой лежит логическое исчисление.

Закключение. Полученные результаты исследования подтвердили начальные предположения о том, что предложенная архитектура системы управления знаниями разрешает ряд задач, которые были предусмотрены концепцией управления знаниями. Прототип также имеет потенциал применения в аналитической деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1 Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York.

2 Davenport, T.H. and Prusak, L. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press, Boston. DOI: 10.4236/ojbm.2016.42024

3 Тарабринс, Сергейс. Обзор по теме исследования «Моделирование системы управления знаниями на основе нейросети» / Сергейс Тарабринс. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 22 (208). – С. 58-62.

4 Kebola(2022) Understanding OLAP Cubes – Logical Model and Metadata. Cubes 1.0 documentation, URL: <https://pythonhosted.org/cubes/model.html>.

5 Nonaka, I. and Takeuchi, H. (2016). The Effect of Intellectual Capital on Organizational Performance: The Mediating Role of Knowledge Sharing (Vol.9 No.1, December 7). *Communications and Network*, DOI: 10.4236/cn.2017.91001

6 Демин Александр Викторович, Витяев Евгений Евгеньевич Разработка универсальной системы извлечения знаний «Discovery» и ее применение // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. –2009. – №1– С. 35-40.

7 Пименов Виктор Игоревич, Воронов Михаил Владимирович, Пименов Илья Викторович Когнитивная визуализация классифицирующих правил, извлеченных из данных, на основе модели бинарной решающей матрицы // Информационно-управляющие системы. –2019. – №6(103) –С. 89-92

8 Doan, A., Naughton, J.F., Ramakrishnan, R., Baid, A., Chai, X. Chen, F., Chen, T., Chu, E., DeRose, P., Gao, B., Gokhale, C., Huang, J., Shen, W., Vuong, B.-Q. (2009). *Information Extraction Challenges in Managing Unstructured Data* (Vol. 37, No. 4.). *ACM SIGMOD Record*.

9 Shigarov, A.(2015) Table understanding using a rule engine (Vol. 42, No. 2.) *Expert Systems with Applications*.

10 Tijerino, Y., Embley, D., Lonsdale, D., Ding, Y., Nagy, G. Towards(2005) ontology generation from tables (Vol. 8, No. 3.). *World Wide Web: Internet and Web Information Systems*.

REFERENCES

1 Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York.

2 Davenport, T.H. and Prusak, L. (1998) *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press, Boston. DOI: 10.4236/ojbm.2016.42024

3 Tarabrins, Sergejs (2018). Obzor po teme issledovaniya «Modelirovanie sistemy upravleniya znanijami na osnove nejroseti» [Review on the topic of the study "Modeling a knowledge management system based on a neural network"] Molodoj uchenyj. № 22 (208), 58-62. (in Russian)

4 Kebola(2022) Understanding OLAP Cubes — Logical Model and Metadata. Cubes 1.0 documentation, URL: <https://pythonhosted.org/cubes/model.html>.

5 Nonaka, I. and Takeuchi, H. (2016). The Effect of Intellectual Capital on Organizational Performance: The Mediating Role of Knowledge Sharing (Vol.9 No.1, December 7). Communications and Network, DOI: 10.4236/cn.2017.91001

6 Demin Aleksandr Viktorovich, Vitjaev Evgenij Evgen'evich (2009) Razrabotka universal'noj sistemy izvlecheniya znanij «Discovery» i ee primenenie [Development of a universal knowledge extraction system "Discovery" and its application] Vestnik NGU. Serija: Informacionnye tehnologii. №1, 35-40. (in Russian)

7 Pimenov Viktor Igorevich, Voronov Mihail Vladimirovich, Pimenov Il'ja Viktorovich (2019) Kognitivnaja vizualizacija klassificirujushhih pravil, izvlechenyh iz dannyh, na osnove modeli binarnoj reshajushhej matricy [Cognitive visualization of classifying rules extracted from data based on a binary decision matrix model] Informacionno-upravljajushhie sistemy. №6 (103). 89-92. (in Russian)

8 Doan, A., Naughton, J.F., Ramakrishnan, R., Baid, A., Chai, X. Chen, F., Chen, T., Chu, E., DeRose, P., Gao, B., Gokhale, C., Huang, J., Shen, W., Vuong, B.-Q. (2009). Information Extraction Challenges in Managing Unstructured Data (Vol. 37, No. 4.). ACM SIGMOD Record.

9 Shigarov, A.(2015) Table understanding using a rule engine (Vol. 42, No. 2.) Expert Systems with Applications.

10 Tijerino, Y., Embley, D., Lonsdale, D., Ding, Y., Nagy, G. Towards(2005) ontology generation from tables (Vol. 8, No. 3.). World Wide Web: Internet and Web Information Systems.

Е. Т. РАМАЗАНОВ, С. Е. СИБАНБАЕВА, Н. В. КОРОЛЕВА

Алматы Менеджмент Университеті, Алмат , Қазақстан

БІЛІММЕН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЛОКАЛЬДІ «KNOWLEDGE» КУБЫ РЕТІНДЕ ҚҰРУ

Мақалада өнеркәсіпте біліммен басқару жүйесін құрумен байланысты зерттеулер нәтижелері қарастырылған. Жүйеге қойылатын талаптарды Knowledge management концепциясының негізінде құрасырылған. Зерттеу кезінде жасалған эвристикалық алгоритмнің математикалық сипаттамасы келтірілген. Алгоритм деректерден білімді шығару әдістері және білімді құру моделінің негізінде программалық жабдықтың әдісі қарастырылған. Алгоритм кетселерден білімді шығарып, білім қорын формальді жүйе ретінде жасайды. Ережелер интерпретаторы гипотезаларды тексеріп, қортынды шығарады. Формальді жүйе К. Гедельдің аксиомалық теориялар сәйкес келеді. Жүйе өнімі формальді логикалық модельдің жұмысының нәтижесі. Алгоритм Python программалау тілінде жазылған. Мақалада локальді кубты құрудың концептілік негізі көрсетілген.

Түйін сөздер: *біліммен басқару жүйесі, деректерде жіне интеллектуалды талдауда білімді анықтау, шығару, логикалық есептеулер, предикат логикасының есептеулері, интеллектуалды жүйелер.*

E. T. RAMAZANOV, S. E. SIBANBAEVA, N. V. KOROLEVA

Almaty Management University, Almaty, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF LOCAL «KNOWLEDGE» CUBE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM

The article presents the results of a study on the development of a knowledge management system in an enterprise based on the concept of knowledge management. Considered guesses on the functional scheme in the concept of the system. A scheme of the system is proposed by analogy with a local OLAP cube. A heuristic algorithm for detecting knowledge in data is constructed. A heuristic algorithm for detecting knowledge in data is constructed. A mathematical description of the algorithm based on the methods of first-order logic, the production model of knowledge representation and methods of knowledge discovery in data and intellectual analysis is given. Based on previous studies on the development of methods for extracting knowledge from data, a combined method is proposed that, when processing tables, forms a knowledge base. The inference engine checks the statement (hypothesis) in the received request from the request source. The algorithm is written in Python.

Key words: *knowledge management systems, knowledge discovery in data and data mining, logical calculus, predicate logic calculus. intelligent systems.*