

УДК 81.322

DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-3-503-510

СПОСОБ СОПОСТАВЛЕНИЯ СИМВОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С МНОЖЕСТВОМ СВЯЗАННЫХ ОБРАЗЦОВ

METHOD OF TEXT SEARCH WHICH USE LINKED MULTIPLY QUERY

В.В. Серебровский¹, И.Н. Ефремова¹, В.В. Ефремов¹, Н.А. Емельянова²
V.V. Serebrovsky¹, I.N. Efremova¹, V.V. Efremov¹, N.A. Emelianova²

¹) Юго-Западный государственный университет, Россия, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94

²) Курский государственный медицинский университет, Россия, 305041, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

¹) South-West State University, 94 50 Let Oktiabria St, Kursk, 305040, Russia

²) Kursk State Medical University, 3 K. Marksa St, Kursk, 305041, Russia

E-mail: sv1111@mail.ru, Efremova-IN@inbox.ru, v2@bk.ru, nata-e-@mail.ru

Аннотация

В статье описывается разработанный авторами способ поиска с использованием нескольких образцов. При этом множество образцов связаны логическими функциями с однозначно определенными пространственными и временными отношениями. Способ основывается на продукционном подходе, разработан для обеспечения сложных вариантов поисковых возможностей. Представлен алгоритм преобразования исходного представления системы продукции в таблицу переходов автомата, реализующего разработанный способ сопоставления с множеством образцов. Также представлен алгоритм, позволяющий преобразовывать таблицу переходов автомата в автоматную модель продукционной системы. Проведено моделирование разработанного способа и анализ полученных результатов. Способ предназначен для повышения эффективности вычислительных систем при выполнении процедур поиска в тексте и обработке символьной информации.

Abstract

One of the fundamental tasks of modern computer information systems is the processing of character information, the volume of which prevails in the total volume of all information. At the present time, the product approach is effectively applied to the tasks of processing symbol information. The paper deals with the specifics of text search using the production approach. The main essence of the approach is to find the occurrences of the sample in the text and possible implementation of substitution (modification of the text). The sample and substitution in the product formula are presented, respectively, as an antecedent and consequent. The paper deals with the specifics of a text search using a production approach as applied to information retrieval tasks. Within the framework of this task, the search information request is presented as an antecedent, and the sequential exists only for the modifying query. The main part of the paper describes a search method developed by the authors using several samples connected by logical functions. At the same time, many samples are connected by logical functions with uniquely defined spatial and temporal relations. The method is designed to provide more sophisticated search options. Algorithmic and automaton models of the method have also been developed. An algorithm is presented for transforming the initial representation of the production system into a transition table of an automaton implementing the developed method of comparison with a multitude of samples. Also presented is an algorithm for converting a table view into a production automaton model. The method improves the efficiency of the computing system when implementing search procedures and processing symbol information. The proposed method can be used in systems for processing symbol information.

Ключевые слова: поиск вхождений, текстовый поиск, сопоставление с образцом, обработка символьной информации, символьная информация.

Keywords: search of entry, text search, processing of character information, product approach, symbol information.

Введение

Обработка символьной информации (ОСИ) относится к фундаментальным задачам информационных систем. Количество символьной информации, обрабатываемой, хранимой и передаваемой вычислительными системами, весьма существенно в общем объеме информации. В настоящее время в приложении к задачам ОСИ эффективно продолжает использоваться продукционная парадигма. Суть продукционного подхода состоит в том, что в исходном тексте осуществляется поиск вхождений образца и модификация найденного фрагмента текста (его замена на слово-подстановку). Образец и подстановка в формуле продукции представляются, соответственно, как антецедент и консеквент [Марков, Нагорный, 1984; Марков, 2003].

В работе рассматриваются вопросы специфики текстового поиска с использованием продукционного подхода применительно к задачам информационного поиска. В рамках данной задачи поисковый информационный запрос представлен антецедентом, а консеквент существует только для запроса с модификацией [Ефремов и др., 2012; Ефремова, Ефремов, 2012; Ефремов и др., 2014; Ефремова, Ефремов, 2015].

Допустим, S_1, S_2 – слова, состоящие из символов алфавита $B = \{b_i\}$, где i изменяется от 1 до n , а n – количество символов алфавита. При этом S_2 – поисковый образец (искомое слово), S_1 – слово (текст), в котором осуществляется поиск.

Назовем формулой подстановки (продукцией) формулу вида:

$$S_2 \rightarrow + T, \quad (1)$$

где S_2 и T – слова, состоящие из символов алфавита B , а «+», «→» не являются символами алфавита B . При этом слова S_2 и T не равны.

Сравнение слов S_1 и S_2 , или сопоставление их на равенство, является процесс, в результате которого будет заключено о графическом равенстве этих слов.

Слова графически равны, если они состоят из одинаковых символов, следующих друг за другом в одном и том же порядке для обоих слов. Запись $S_1 \underline{=} S_2$ обозначает, что слова S_1 и S_2 графически равны друг другу.

Имеет место вхождение слова S_2 в слово S_1 только в случае истинности следующего равенства:

$$S_1 \underline{=} Q_1 S_2 Q_2, \quad (2)$$

где S_1, S_2, Q_1 и Q_2 – слова, состоящие из символов алфавита B .

Продукция (1) работает следующим образом: слово S_1 и слово S_2 сравниваются; если обнаружено вхождение (2), первый слева фрагмент слова S_1 , равный слову S_2 , заменяется словом T . Специальный маркер «+» может принимать одно из допустимых значений: «*», если необходимо, чтобы подстановка срабатывала только единожды (в случае заключительной формулы); вторым и последним допустимым значением маркера является пустое множество, если необходимо, чтобы подстановка срабатывала каждый раз при обнаружении вхождения. Следует заметить, что слово S_1 просматривается каждый раз сначала и слева направо. Левая часть формулы (1) – антецедент, правая – консеквент (или модификатор).

Определим поисковый запрос как формулу (или систему формул) вида (1). Применительно к данному случаю антецедент является образцом для поиска информации, а консеквент задан только для запроса с модификацией [Ефремова, Ефремов, 2014; Ефремова и др., 2018].

Предлагаемый метод

Для обеспечения больших поисковых возможностей введем следующее.

Продукцией с множеством связанных образцов назовем продукцию, антецедент которой можно описать формулой:

$$S_2 \underline{=} S_2^i \{Q\}_{k_1, k_2} S_2^j, \quad (3)$$

где k_1 и k_2 – минимальное и максимальное, соответственно, возможное значение длины слова Q , состоящего из символов алфавита V . При этом, k_1 и k_2 – натуральные числа и $k_1 \leq k_2$.

Если $k_1=k_2=0$, формула (3) выполняет конкатенацию слов; если $k_2=\delta$, где δ – вспомогательный служебный код, определенный заранее, при выполнении поиска возможно маскирование произвольного фрагмента текста; в иных случаях, т. е. если k_1, k_2 – константы и не верно равенство $k_2=\delta$, то при выполнении поиска возможно маскирование фрагмента текста длиной, находящейся в диапазоне от k_1 до k_2 .

Простой образец S_2 является просто словом, состоящим из символов алфавита V . Сложно составной образец S_2^* включает в себя простые образцы $\{S_2^i\}$, операции ξ_i , производимые над входным текстом и каждым i -м образцом, логические функции φ_{ij} для связки образцов $\{S_2^i\}$, где $i, j=1, m$, m – количество простых образцов.

В качестве операций, производимых над входным текстом и каждым i -м образцом, использованы:

1. сравнение на равно;
2. сравнение на неравно;
3. сравнение на больше;
4. сравнение на меньше;
5. определение символа.

Если при кодировании текста использованы неравномерные коды, описанные, например, в [Ефремова, Ефремов, 2014], требуется операция, встречающаяся в контексте остальных, определение символа, для этого требуется наличие кодовой таблицы или алгоритма ее формирования, для операций 3 и 4 требуется наличие способов определения метрики алфавита.

Логические функции φ_{ij} для связки образцов $\{S_2^i\}$ представляют собой булевы функции над результатами, получаемыми при выполнении операций ξ_i . Предполагается запись логического выражения в конъюнктивной нормальной форме и то, что для аргументов выражения однозначно определены пространственно-временные отношения. Пространственно-временные отношения φ_{ij} описываются многокомпонентными выражениями вида 3.

Так как текст просматривается последовательно, возможны некоторые коллизии при поиске вхождений [Ефремова, Ефремов 2013; Ефремова и др., 2017]. К примеру, образец $S_2 \underline{\Omega} P R_3 P R_4$, где P, R_3, R_4 – слова из символов алфавита V , при сопоставлении с текстами типа $S_1 \underline{\Omega} P R_3 P R_3 P R_4$, вхождение образца S_2 не будет найдено, если после частичного совпадения образца и текста начать очередную итерацию со следующей позиции текста и началом образца. Образец, который может вызывать коллизии при сопоставлении, в общем случае имеет вид $S_2 \underline{\Omega} P_1 \dots P_n R_3 \{P_i\} R_4 \dots \{P_n\} \dots R_k$, где P и R – слова из символов алфавита V . Назовем $\{P_i\} \underline{\Omega} P_1 \dots P_i$ i -ой рекурсией. Назовем P_1 минимальной рекурсией, а $P_1 \dots P_n$ максимальной рекурсией.

Алгоритм преобразования исходного представления системы продукций в таблицу переходов автомата, описывающего способ сопоставления символьной информации с множеством связанных образцов, изображен на рисунке 1. При этом для связи образцов используются логические функции с однозначно определенными пространственно-временными отношениями. Поясним некоторые обозначения на рис. 1: J – номер образца; I – позиция символа в образце; $MAXNJ$ – количество символов максимальной рекурсии; обозначение X_1 подразумевает под собой формулу $S_2^*[J]=S_2^*[L]$; S_2 – образцы в своем исходном представлении; S_2^* – сложно структурированный образец; t и m – коды состояния автомата; S^n – множество исходных состояний автомата, S^n – множество состояний перехода для автомата; X – массив значений на входе автомата; Y – массив значений на выходе автомата; C – переменная; Z – служебные символы.

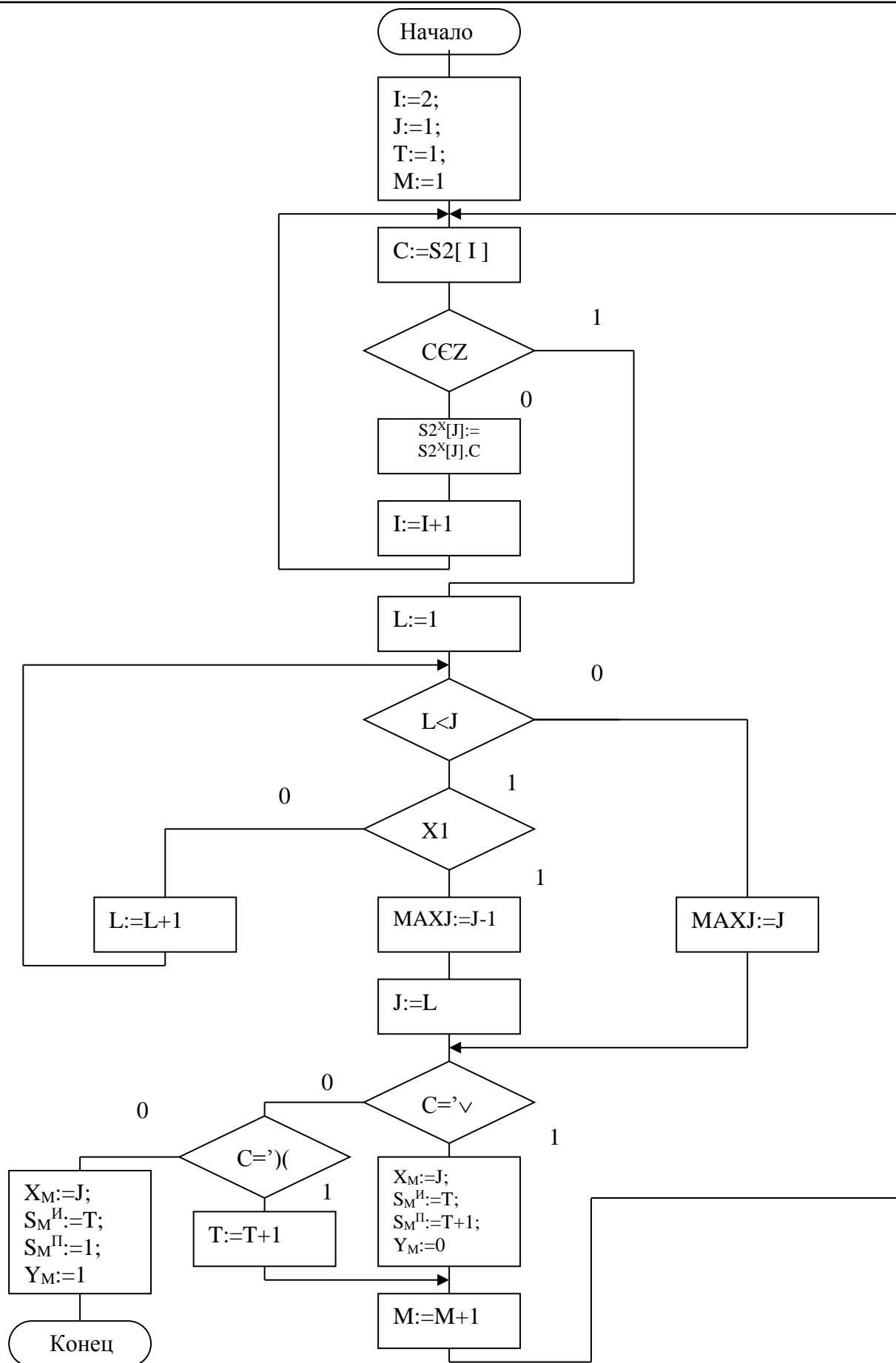


Рис. 1. Алгоритм преобразования
Fig. 1. Conversion algorithm

Представлен алгоритм преобразования исходного представления системы продукций в таблицу переходов автомата, реализующего разработанный способ сопоставления с множеством образцов.

Алгоритм, позволяющий преобразовывать таблицу переходов автомата в автоматную модель продукционной системы, будет иметь вид:

$$\{ "\wedge" \rightarrow * "\backslash" \} \Rightarrow \{ "\backslash" PX \rightarrow "; " PX " \rightarrow " \} \Rightarrow \{ "; " \rightarrow * "\wedge" \},$$

где “ – служебный вспомогательный символ алгоритма, заключающий в скобки обрабатываемые символы.

Результаты и их обсуждение

Моделирование способов проводилось с использованием сгенерированных текстов и образцов с целью регулируемости параметров текста, таких как входной алфавит; вероятности обнаружения в тексте каждой из букв алфавита; минимальная и максимальная длины слов текста; количество слов в исходном тексте; количество вхождений образцов во входной текст; равномерности вхождений образцов во входной текст (распределены равномерно, наибольшая встречаемость в начале, середине или в конце обрабатываемого текста); число образцов; минимальные и максимальные размеры образцов.

Таблица 1
Table 1

Зависимость числа тактов, необходимых для поиска вхождений в тексте, от числа вхождений образца (Н) в текст объемом 6897 байт
The dependence of the number of ticks required to search for entries in the text, and the number of entries of the sample (H) in the 6897 bytes text

Способ	H=2	H=12	H=22	H=32
Стандартный поиск вхождений	23840	23860	23880	23900
Разработанный способ	15927	15967	16007	16047

Генерация текстов и образцов проводилась с использованием аттрактора Хенона типа (4), относящегося к странным аттракторам, использовано начало отсчета 20–70 шагов, конкретные значения выбирались из указанного диапазона с использованием стандартной функции генерации случайных чисел. Аттрактор Хенона был выбран из расчета, что его сложность не уступает сложности характеристик реальных текстов.

Результаты моделирования приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что разработанный способ имеет лучшие скоростные характеристики и результат заметен более с увеличением количества вхождений образца в текст.

$$\begin{cases} X_n = Y_{n-1} + 1 - 1,4 * X_{2n-1}; \\ Y_n = 0,3 * X_{n-1} \\ X_0 = 00000000001 \\ Y_0 = 0,0000000001 \end{cases} \quad (4)$$

Предложенный алгоритм может использоваться также и для других процедур в рамках подхода, описанного в [Ефремова, Ефремов, 2012; Ефремов и др., 2017].

Заключение

Таким образом, описан способ сопоставления символьной информации с множеством связанных образцов, повышающий эффективность вычислительных систем при выполнении процедур поиска в тексте и ОСИ. Разработан алгоритм преобразования исходного представления системы продукций в таблицу переходов автомата, реализующего разработанный способ сопоставления с множеством образцов. Также разработан алгоритм, позволяющий преобразовывать таблицу переходов автомата в автоматную модель продукционной системы. Разработанный авторами способ может применяться в системах ОСИ, описанных, например, в работах [Шнырков и др., 2012ab; Ефремова, Ефремов, 2014; Серебровский и др., 2014; Серебровский и др., 2015; Ефремова и др., 2016; Родионов и др., 2017].

Список литературы

1. Ефремов В.В., Ефремова И.Н., Емельянова Н.А. 2017. Методика определения целесообразности объединения различных функций в одном устройстве. В кн.: Интеллектуальные информационные системы. Труды Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГТУ: 55–58.
2. Ефремов В.В., Ефремова И.Н., Серебровский В.В. 2012. Системы продукций для сжатия символьной информации. Известия Юго-Западного государственного университета, 4–2(43): 50–52.
3. Ефремов В.В., Ефремова И.Н., Серебровский В.В., Черепанов А.А. 2014. Информационные системы обработки и сжатия текста. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. Т. 29. 172 (1): 182–184.
4. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2012. Методика объединения разноплановых процедур. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2–3: 14–16.
5. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2012. Способ сопоставления символьной информации с множеством образцов. Известия ЮЗГУ, 3 (42). Ч.1: 50–53.
6. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2013. Способ аннулирования коллизий при сопоставлении слов. Известия ЮЗГУ, 1 (46): 20–22.
7. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2014. К вопросу повышения эффективности автоматической обработки текстов. В кн.: Современное общество, образование и наука. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 9 частях, Часть 8. Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком": 22–23.
8. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2014. Параллельный алгоритм вычисления эффективных кодов для представления символьной информации. В кн.: Математические методы и инновационные научно-технические разработки. Курск: ЮЗГУ: 89–93.
9. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2014. Способы и устройства обработки символьной информации. Курск: Юго-Зап.гос.ун-т, 182.
10. Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2015. Способ неточного поиска в тексте, содержащем ошибки антропогенного характера. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2(15): 54–61.
11. Ефремова И.Н., Ефремов В.В., Емельянова Н.А. 2016. К вопросу учета смысловой составляющей текста в информационно-поисковых системах в медицине. В кн.: Научные механизмы решения проблем инновационного развития сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа: АЭТЕРНА: 229–230.
12. Ефремова И.Н., Ефремов В.В., Емельянова Н.А. 2017. Способ последовательного поиска вхождений в тексте с учетом возможных коллизий. Известия Юго-Западного государственного университета, 4(73): 68–74.
13. Ефремова И.Н., Ефремов В.В., Емельянова Н.А. 2018. Использование двухкомпонентных продукций в задачах обработки символьной информации. В кн.: Интеллектуальные информационные системы Труды Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Воронеж: ВГТУ: 134–136.
14. Марков А.А. 2003. Избранные труды. Т. 2: Теория алгоритмов и конструктивная математика, математическая логика, информатика и смежные вопросы. М., МЦНМО, 626.

15.Марков А.А., Нагорный Н.М. 1984. Теория алгоритмов. М., Наука, 432.

16.Родионов В.Э., Чекулаева Т.В., Ефремова И.Н. 2017. Системы для поддержания трудоустройства выпускников вузов. В кн.: Программная инженерия: современные тенденции развития и применения. Сборник материалов Всероссийской конференции. Курск: 30–33.

17.Серебровский В.В., Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2014. К вопросу представления семантики естественно-языковых текстов. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2: 37–41.

18.Серебровский В.В., Ефремова И.Н., Ефремов В.В. 2015. К вопросу учета смысловой составляющей текста в информационно-поисковых системах. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2(15): 8–12.

19.Шнырков В.И., Ефремов В.В., Ефремова И.Н., Бочанова Н.Н. 2012. Разработка концепции информационной системы построения информационно-образовательного мультимедийного интерактивного пространства. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2-3: 16–20.

20.Шнырков В.И., Ефремова И.Н., Ефремов В.В., Аникина Е.И. 2012. Структура информационной системы построения информационно-образовательного мультимедийного интерактивного пространства. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2–3: 46–49.

References

1. Efremov V.V., Efremova I.N., Emel'janova N.A. 2017. Method of determining the feasibility of combining different functions in one device. In: *Intellectual'nye informacionnye sistemy Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. [Intellectual information systems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Voronezh: VSTU: 55–58.

2. Efremov V.V., Efremova I.N., Serebrovskij V.V. 2012. Production systems for compressing symbolic information. *Journal Proceedings of the Southwest State University*, 4–2(43): 50–52. (in Russian)

3. Efremov V.V., Efremova I.N., Serebrovskij V.V., Cherepanov A.A. 2014. Information systems for text processing and compression. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies*. T. 29. 172 (1): 182–184. (in Russian)

4. Efremova I.N., Efremov V.V. 2012. Method of matching symbolic information with multiple samples. *Journal Proceedings of the Southwest State University*, 3 (42). Ch.1: 50–53. (in Russian)

5. Efremova I.N., Efremov V.V. 2012. Methods of combining diverse procedures. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*. 2–3: 14–16. (in Russian)

6. Efremova I.N., Efremov V.V. 2013. The way to cancel collisions when matching words. *Journal Proceedings of the Southwest State University*, 1 (46): 20–22. (in Russian)

7. Efremova I.N., Efremov V.V. 2014. On the issue of increasing the efficiency of automatic text processing. In: *Sovremennoe obshhestvo, obrazovanie i nauka sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 9 chastjah, Chast' 8*. [Modern society, education and science collection of scientific papers on the materials of the International Scientific and Practical Conference: in 9 parts, Part 8.] Tambov: Consalting company Ucom: 22–23.

8. Efremova I.N., Efremov V.V. 2014. Parallel algorithm for calculating effective codes for representing symbolic information. In: *Matematicheskie metody i innovacionnye nauchno-tehnicheskie razrabotki* [Mathematical methods and innovative scientific and technical developments]. Kursk: Southwest State University: 89–93.

9. Efremova I.N., Efremov V.V. 2014. *Sposoby i ustrojstva obrabotki simvol'noj informacii* [Methods and devices for processing symbolic information]. Kursk: Southwest State University, 182.

10.Efremova I.N., Efremov V.V. 2015. The method of inaccurate search in the text that contains human-made errors. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*, 2 (15): 54–61. (in Russian)

11.Efremova I.N., Efremov V.V., Emel'janova N.A. 2016. To the question of taking into account the semantic component of the text in information retrieval systems in medicine. In: *Nauchnye mehanizmy reshenija problem innovacionnogo razvitija sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy*



konferencii [Scientific mechanisms for solving problems of innovation development; collection of articles of the International Scientific and Practical Conference]. Ufa: AETERNA: 229–230.

12. Efremova I.N., Efremov V.V., Emel'janova N.A. 2017. The method of sequential search for occurrences in the text, taking into account possible conflicts. *Journal Proceedings of the Southwest State University*, 4 (73): 68–74. (in Russian)

13. Efremova I.N., Efremov V.V., Emel'janova N.A. 2018. The use of two-component products in the tasks of processing symbolic information. In: *Intellektual'nye informacionnye sistemy Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h chastjah. [Intelligent Information Systems Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. In 2 parts]* Voronezh: VSTU: 134–136.

14. Markov A.A. 2003. *Izbrannye trudy T. 2: Teorija algoritmov i konstruktivnaja matematika, matematicheskaja logika, informatika i smezhnye voprosy [Selected Works. V. 2: Algorithm Theory and Constructive Mathematics, Mathematical Logic, Computer Science and Related Issues]*. Moscow: MCCME, 626.

15. Markov A.A., Nagornyj N.M. 1984. *Teorija algoritmov [Theory of Algorithms]*. Moscow: Nauka, 432.

16. Rodionov V.Je., Chekulaeva T.V., Efremova I.N. 2017. Systems to support the employment of graduates. In: *Programmaja inzhenerija: sovremennye tendencii razvitija i primenenija sbornik materialov Vserossijskoj konferencii [Software engineering: current trends in the development and application of a collection of materials of the All-Russian Conference]*. Kursk: 30–33.

17. Serebrovskij V.V., Efremova I.N., Efremov V.V. 2015. To the question of accounting for the semantic component of the text in information retrieval systems. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*, 2(15): 8–12. (in Russian)

18. Serebrovskij V.V., Efremova I.N., Efremov V.V. K 2014. To the question of the presentation of semantics of natural language texts. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*, 2: 37–41. (in Russian)

19. Shnyrkov V.I., Efremov V.V., Efremova I.N., Bochanova N.N. 2012. Development of the concept of an information system for constructing an information and educational multimedia interactive space. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*, 2–3: 16–20. (in Russian)

20. Shnyrkov V.I., Efremova I.N., Efremov V.V., Anikina E.I. 2012. The structure of the information system of building information and educational multimedia interactive space. *Journal Proceedings of the Southwest State University. Series Management, computer facilities, Computer science. Medical instrument making*, 2–3: 46–49. (in Russian)

Ссылка для цитирования статьи

Reference to article

Серебровский В.В., Ефремова И.Н., Ефремов В.В., Емельянова Н.А. 2019. Способ сопоставления символьной информации с множеством связанных образцов. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика*. 46 (3): 503–510. DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-3-503-510.

Serebrovsky V.V., Efremova I.N., Efremov V.V., Emelianova N.A. 2019. Method of text search which use linked multiply query. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies*. 46 (3): 503–510 (in Russian). DOI 10.18413/2411-3808-2019-46-3-503-510.