

Раздел 2 МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ТЕХНИКЕ

Section 2 MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN THE TECHNIQUE

УДК 005.11
doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-5

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОИСКА И СРАВНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СУБЪЕКТ-СУБЪЕКТНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ

Н. Ю. Зайцева¹, Т. В. Моисеева²

^{1,2} Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара, Россия
¹ nat.polyaeva@yandex.ru, ² mtv-2002@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Общепринятый сегодня подход к управлению в организационных системах отличается тем, что участники проблемных ситуаций оказываются исключены из процессов их разрешения. Дополнение традиционного подхода к управлению возможностью разрешать проблемные ситуации самими участниками-акторами позволяет обогатить процессы принятия решений за счет использования волевых и интеллектуальных ресурсов субъектов. Для информационной поддержки акторов разрабатывается система поддержки принятия решений, при проектировании которой встала задача выбора методов поиска и сравнения различных объектов в процессе интересубъективного управления разрешением проблемных ситуаций. Целью исследования является анализ и выбор методов поиска и сравнения различных объектов в базе данных, базе знаний, библиотеке прецедентов системы поддержки принятия решений, которые можно применить при разработке алгоритмов поддержки и принятия решений акторами, выстраивающими персональные онтологии проблемных ситуаций как результат коммуницирования на площадке системы поддержки принятия решений. *Материалы и методы.* Материалы – основные положения теории интересубъективного управления разрешением проблемных ситуаций. Методы – методы сравнения и поиска в базе данных и базе знаний подобных объектов – алгоритмы нечеткого сравнения строк, а также теория управления, системный анализ, теория принятия решений, инженерии знаний. *Результаты.* Проведен обзор методов поиска и сравнения данных с акцентом на методы, применимые при субъект-субъектном (интерсубъективном) управлении разрешением проблемных ситуаций. Среди широко известных алгоритмов выделены четыре наиболее популярных алгоритма нечеткого сравнения строк: алгоритм Хэмминга, редакционное расстояние (алгоритм) Левенштейна, редакционное расстояние (алгоритм) Дамерау-Левенштейна и расстояние (алгоритм) Джаро – Винклера. Среди алгоритмов поиска,

применимых для одномерных строковых массивов данных, выделены и рассмотрены следующие: алгоритм простого поиска (линейный алгоритм), алгоритм Робина – Карпа и алгоритм Кнута – Морриса – Пратта. *Выводы.* Предлагается использование линейного алгоритма как наиболее подходящего для решения задач, связанных, например, с поиском в библиотеке прецедентов по названиям проблемных ситуаций и ключевым словам.

Ключевые слова: субъект-субъектный подход, интерсубъективное управление, проблемные ситуации, методы поиска, методы сравнения, система поддержки принятия решений

Финансирование: исследование подготовлено по плану научно-исследовательских работ Самарского федерального исследовательского центра РАН по теме «Разработка и исследование теории и методов цифровизации управления сложными системами на основе аналитического и численного моделирования, компьютерных онтологий и многоагентных сетей».

Для цитирования: Зайцева Н. Ю., Моисеева Т. В. Обзор методов поиска и сравнения объектов при применении субъект-субъектного подхода к управлению // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2024. № 2. С. 63–81. doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-5

METHODS FOR SEARCHING AND COMPARING OBJECTS WHEN APPLYING THE SUBJECT-SUBJECT APPROACH TO MANAGEMENT REVIEW

N.Yu. Zaitseva¹, T.V. Moiseeva²

^{1,2} Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Institute for the Control of Complex Systems RAS, Samara, Russia

¹ nat.polyaeva@yandex.ru, ² mtv-2002@yandex.ru

Abstract. *Background.* The generally accepted approach to management in organizational systems today differs in that participants in problematic situations (PrS) are excluded from the processes of their solution. Complementing the traditional approach to management with the ability to solve PrS by the actors themselves makes it possible to enrich decision-making processes through the use of volitional and intellectual resources of subjects. For information support of actors, a decision support system (DSS) is being developed, the design of which faced the task of choosing methods for searching and comparing various objects in the process of intersubjective management of PrS solution. The purpose of the study is to analyze and select methods for searching and comparing various objects in the database, knowledge base, and library of DSS precedents, which can be used in the development of algorithms for supporting and making decisions by actors building personal ontologies of the DSS as a result of communication on the DSS site. *Materials and methods.* The materials are the main provisions of the theory of intersubjective management of problematic situations solution. Methods of comparison and search in the database and knowledge base of similar objects – algorithms for fuzzy string comparison and methods for finding substrings in a string, as well as management theory, system analysis, decision theory, knowledge engineering. *Results.* A review of methods for searching and comparing data is carried out, with an emphasis on methods applicable to subject-to-subject (intersubjective) management of the PrS solution. Among the well-known algorithms, four of the most popular fuzzy string comparison algorithms are highlighted: Hamming algorithm, Levenshtein editorial distance (algorithm), Damerau–Levenshtein editorial distance (algorithm) and distance (algorithm) Jaro–Winkler. Among the search algorithms applicable to one-dimensional string arrays of data, the following are highlighted and considered: the simple

search algorithm (linear algorithm), the Robin–Karp algorithm and the Knuth–Morris–Pratt algorithm. *Conclusions.* It is proposed to use a linear algorithm as the most suitable for solving problems related, for example, to searching the library for use cases by the names of the PrS and keywords.

Keywords: subject-subject approach, intersubjective management, problem situations, search methods, comparison methods, decision support system

Financing: the study was prepared according to the plan of research works of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences on the topic "Development and research of the theory and methods of digitalization of management of complex systems based on analytical and numerical modeling, computer ontologies and multi-agent networks".

For citation: Zaitseva N.Yu., Moiseeva T.V. Methods for searching and comparing objects when applying the subject-subject approach to management review. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2024;(2):63–81. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-5

Введение

Традиционное управление организационными системами (ОС) в основном ориентировано на построение таких структур управления, в которых строго соблюдается иерархия «руководитель – подчиненный», для каждого обезличенного элемента нижнего уровня сформулированы строгие правила, регламентирующие их деятельность, а функция принятия решений делегирована представителям высшего менеджмента. Явным недостатком такого управления, не соответствующего современной постнеклассической парадигме научной рациональности В. Степина [1, 2], является бессубъектность – исключение участников проблемных ситуаций (ПрС), складывающихся в ОС, из процессов принятия решений, направленных на поиск выхода из ПрС. Одним из инновационных подходов к управлению, использующих интеллектуальные и волевые ресурсы субъектов, является intersubъективный подход к разрешению ПрС В. Виттиха, названный им «теория intersubъективного управления» [3–6]. Недавно была предложена методология управления, основанного на концепции intersubъективного разрешения ПрС [7]. Разработан и описан укрупненный алгоритм разрешения ПрС при intersubъективном подходе к управлению [8, 9]. Формируется понятийно-терминологический аппарат теории intersubъективного управления [10]. В настоящее время ведется разработка системы поддержки принятия решений (СППР), использующей укрупненный алгоритм разрешения ПрС [11–15]. При этом одной из важных задач, требующих решения, является выбор методов поиска и сравнения различных объектов в процессе intersubъективного управления разрешением ПрС для дальнейшего их применения при детализации укрупненного алгоритма разрешения ПрС. В научной литературе описано достаточно много методов поиска и сравнения. Отличительной особенностью данного исследования является не просто обзор наиболее популярных методов, но их анализ с позиции применимости при выстраивании алгоритмов поддержки и принятия решений акторами, которые строят персональные онтологии ПрС как результат коммуницирования на площадке СППР. К СППР данного типа относится разрабатываемая авторами система, основой функционирования которой является концепция intersubъективного подхода к управлению.

Субъектно-ориентированный подход к управлению

Различные аспекты традиционного управления широко освещены в современной научной литературе [16–19], в то время как субъектно-ориентированный подход только набирает обороты и в основном описан теоретиками в области философии, психологии, управления и пр. [20–34]. Во многих случаях при разработке методологии нового подхода можно воспользоваться известными методами, применяя их в иных условиях. Ключевые особенности субъектно-ориентированного интерсубъективного подхода к управлению, влияющие на выбор моделей, методов и алгоритмов, а также архитектуру СППР, следующие.

Субъекты, действующие в рамках ОС, оказываются в различных ПрС, требующих разрешения. ПрС считается такое интеллектуальное затруднение субъекта, при котором он не видит выхода из сложившейся ситуации и не может разрешить ее самостоятельно. Активные участники ПрС, начинающие действовать, называются акторами [5]. Акторы понимают, что их виденье ситуации (персональная онтология) ограничено, поэтому они объединяются с другими акторами в ситуативные ассоциации, выстраивают общую онтологию ПрС и находят решение интерсубъективно, коммуницируя друг с другом (рис. 1) [35].

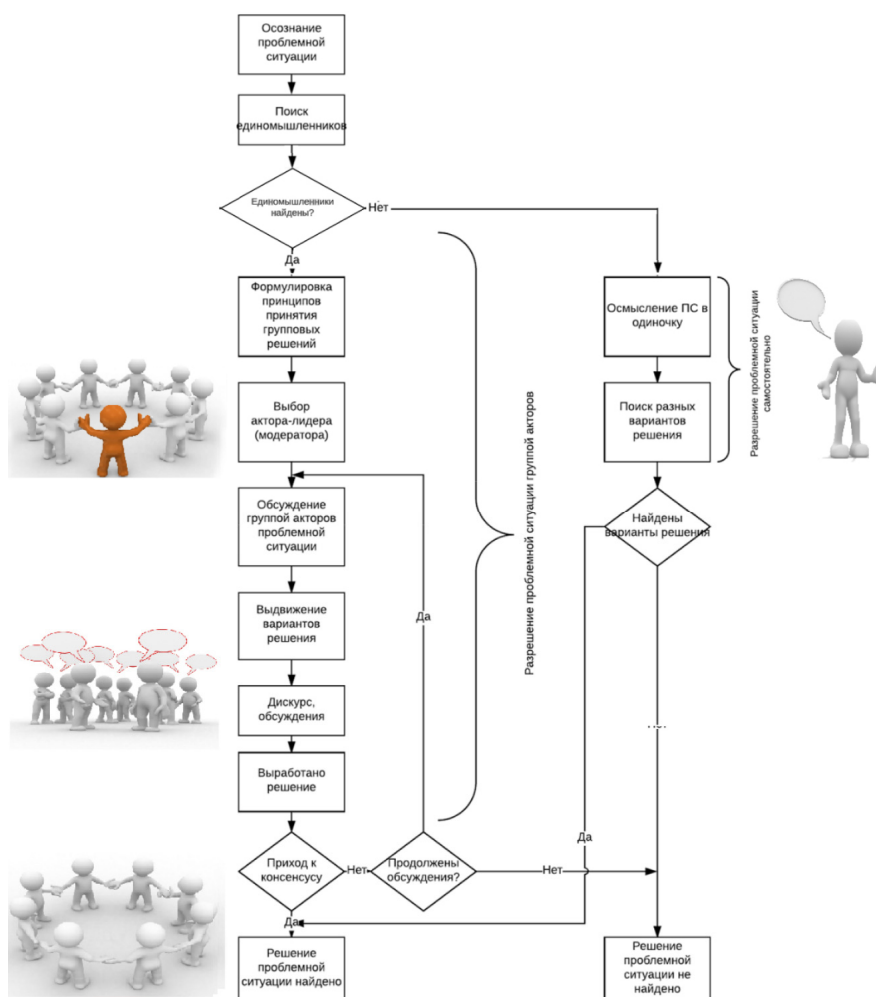


Рис. 1. Алгоритм разрешения проблемных ситуаций

Формальное описание субъектов, взаимодействующих друг с другом и участвующих в процессе поиска выхода из ПрС, положенное в основу алгоритма коллегиального intersубъективного разрешения ПрС, включает в себя следующие объекты [36–39]:

- акторы A_i , где $i = 1, \dots, I$, оказавшиеся и осознавшие себя в некотором затруднении (проблемной ситуации);
- акторы объединяются в группу G_j , где $j = 1, \dots, J$, либо пытаются разрешить ПрС самостоятельно;
- проблемная ситуация PS_j , где $j = 1, \dots, J$;
- каждый актор при осознании ПрС формулирует название, которое представляется одномерным строковым массивом $N_{ij}[n]$, где $i = 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$, $n = 1, \dots, 5$, а также свои «персональные» ключевые слова $K_{ij}[k]$, где $i = 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$, $k = 1, \dots, 7$. Количество слов в названии предлагается ограничить пятью, а количество ключевых слов – семью.

Актор, осознавший себя в ПрС, переходит к наиболее важному (т.е. определяющему дальнейший ход развития событий) этапу – «поиск единомышленников» (см. рис. 1). Если других акторов, оказавшихся в подобной ПрС, не найдено, то разрешение ПрС происходит в одиночку, но особый интерес для данного исследования представляют этапы, на которых акторы нашли друг друга и объединились для разрешения общей ПрС [40].

Этап поиска единомышленников становится достаточно ответственным, поскольку именно на этом этапе необходимо понять, кто нужен актору для успешного разрешения ПрС, реализовать привлечение акторов, оказавшихся в подобной ПрС, т.е. при проектировании СППР необходимо учесть, что на нее оказывается возложена функция организации отбора «подходящих» акторов для объединения их усилий (и формирования ситуативной ассоциации – сообщества акторов-единомышленников) (рис. 2).

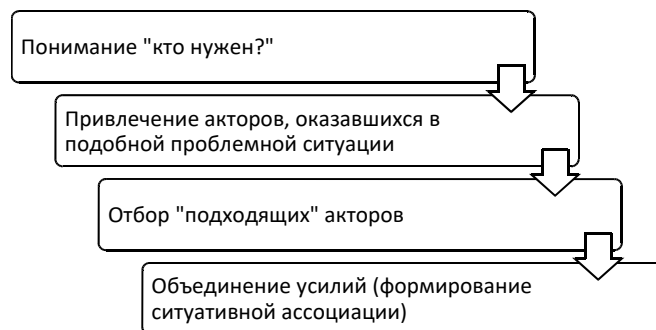


Рис. 2. Поиск единомышленников

Далее следует важный этап работы: сравнение всех названий ПрС и ключевых слов, характеризующих ПрС, продуцируемых акторами, которые могли оказаться в схожей ПрС. Для этого следует провести сравнение одномерных строковых массивов, выявить подобные, схожие, часто употребляемые слова, которые впоследствии согласовываются акторами. Именно за акторами закрепляется утверждение единых названия и ключевых слов по ПрС (а не за различными средствами информационной поддержки, в частности СППР, которые могут лишь предложить варианты).

Наиболее естественный вариант дальнейшего поведения акторов – это попытка найти результаты разрешения подобных ситуаций, чтобы воспользоваться ими при решении собственной задачи, поэтому после сравнения и выявления общего названия и ключевых слов по ПрС в алгоритме присутствует организация процесса поиска подобных ПрС, уже разрешенных ранее или находящихся в процессе разрешения. В том случае, когда база данных СППР наполнена различными ПрС (у каждой есть свое уникальное название и ключевые слова), формальное описание обогащается:

- в СППР регистрируется новый актор $NewA_i$, где $i = 1, \dots, I$;
- актор осознает себя в некоторой новой ПрС $NewPS_j$, где $j = 1, \dots, J$;
- актор вводит название $NewN_{ij}[n]$, где $i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J, n = 1, \dots, 5$ и ключевые слова $NewK_{ij}[k]$, где $i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J, k = 1, \dots, 7$.

Далее необходимо организовать поиск в базе подобных/схожих ПрС для того, чтобы предложить их новому пользователю, поскольку, возможно, подобная ситуация уже была разрешена (т.е. можно посмотреть окончательный результат) либо находится в процессе разрешения (т.е. можно присоединиться к обсуждению и процессу разрешения ПрС, не создавая новое обсуждение по разрешению подобной/схожей ПрС).

Наиболее важный и сложный этап – это последующее групповое принятие решения акторами [41–43].

Итак, при декомпозиции процесса интересубъективного управления было выявлено, что на многих этапах разрешения ПрС необходимо осуществить сравнение и поиск в базе подобных объектов, например для того чтобы:

- найти в базе (библиотеке) прецедентов подобные ПрС;
- помочь акторам найти себе подобных, т.е. оказавшихся в похожей ПрС;
- объединить акторов в группу по разрешению единой общей ПрС;
- отобрать из всех акторов, зарегистрированных в системе, «нужных», которые заинтересованы в разрешении определенной ПрС, и т.д.

Следовательно, возникает необходимость анализа и выбора методов поиска и сравнения ключевых элементов разрешения ПрС, соответствующих концепции субъектно-ориентированного интересубъективного подхода к управлению. При выборе методов учитывалось, какие типы данных будут использоваться СППР при различных видах анализа, сравнения и поиска. Оказалось, что наиболее часто в СППР происходит обращение к строковым типам данных, в которых, например, хранятся названия ПрС и ключевые слова. Именно по ним производятся сравнение и поиск объектов на различных этапах разрешения ПрС. Для реализации данных задач используется алгоритм нечеткого сравнения строк. Существует множество реализаций данного алгоритма, однако базовый принцип у них похож – все они выявляют разницу между входным словом и словом из словаря (из базы) и выдают на выходе информацию о степени схожести.

Обзор и анализ методов поиска и сравнения различных объектов при интересубъективном управлении процессом разрешения проблемных ситуаций

Выбор методов поиска и сравнения определяется тем, какие функции возложены на соответствующую базу данных СППР. К основным функциям базы прецедентов интересубъективно-ориентированной СППР относятся: хра-

нение, защита, обновление прецедентов, а также функции, представляющие наибольший интерес: поиск, сравнение и отбор прецедентов, реализовать которые можно с использованием фильтров, запросов и простейших базовых методов, например «найти», «заменить», «сортировать» (рис. 3).



Рис. 3. Функции базы прецедентов

Наибольший интерес представляют методы поиска и сравнения по введенному актором-пользователем слову или словосочетанию («ключ» или «ключевое слово»). В зависимости от типа данных могут использоваться различные методы, зачастую они могут даже пересекаться или быть применимы как к поиску в массивах, так и строках, например последовательный (линейный) поиск применим к различным типам данных (рис. 4). В исследовании сделан акцент именно на поиске (сравнении, анализе и отборе) в нечетких строковых типах данных. Таким образом, рассмотрим методы, реализующие нечеткий («неточный») поиск и сравнение похожих, но необязательно полностью в точности совпадающих строк, в отличие от классических методов «четкого» поиска и сравнения, в которых совпадение должно быть максимальным.



Рис. 4. Методы поиска и сравнения по типам данных

На рис. 4 отображена большая часть разнообразных методов поиска и сравнения данных, но особое внимание уделено методам, применимым при субъект-субъектном (интерсубъективном) управлении разрешением ПрС.

Среди широко известных алгоритмов выделим четыре наиболее популярных алгоритма нечеткого сравнения строк (рис. 5):

- алгоритм Хэмминга [44];
- редакционное расстояние (алгоритм) Левенштейна [45];
- редакционное расстояние (алгоритм) Дамерау – Левенштейна [46];
- расстояние (алгоритм) Джаро – Винклера [47–50].

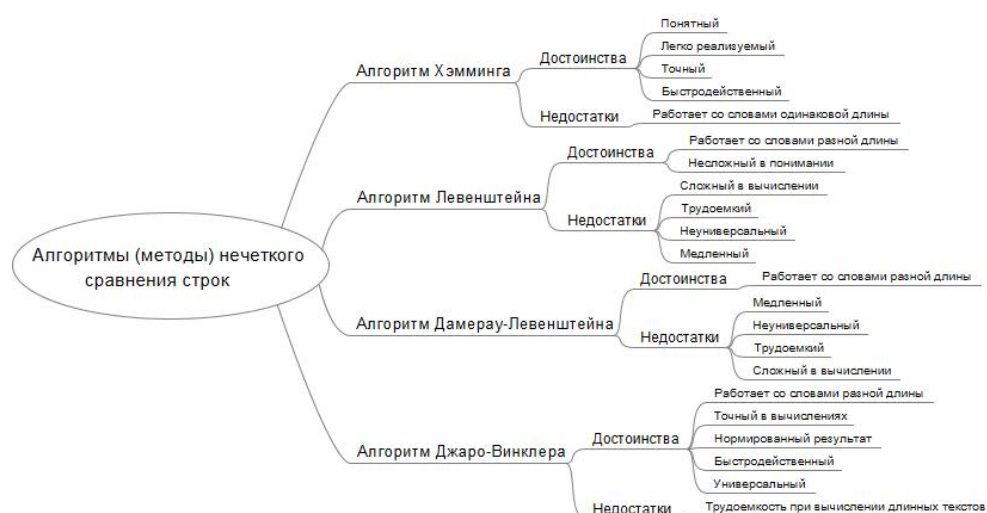


Рис. 5. Алгоритмы нечеткого сравнения строк

Алгоритм Хэмминга базируется на простом принципе – подсчет числа позиций, в которых соответствующие символы двух сравниваемых слов отличаются. К сожалению, простота порождает недостаток подобного решения – возможность сравнивать только слова одинаковой длины. Однако реализовать алгоритм достаточно легко без сторонних решений. К тому же есть библиотеки, упрощающие работу с данным алгоритмом.

С позиции интерсубъективного подхода к разрешению ПрС алгоритм Хэмминга неприменим для сравнения названий ПрС и ключевых слов акторов, поскольку он сравнивает слова одинаковой длины, а строковые массивы акторов наиболее вероятно состоят из различных слов различной длины.

Алгоритм Левенштейна немного сложнее предыдущего, в его основе лежит расчет количества операций, необходимых для преобразования одной строки в другую. Существуют три таких операции:

- вставка символа (например, знание → познание);
- удаление символа (например, осознание → сознание);
- замена одного символа на другой (например, актер → актор).

Сравнение строковых массивов при применении интерсубъективного подхода к разрешению ПрС с использованием данного алгоритма затруднительно, поскольку, чтобы проанализировать схожесть массивов, может потребоваться большое число операций, тем самым увеличится время ожидания при работе СППР.

Алгоритм Дамерау – Левенштейна характеризуется дополнительной операцией транспозиции, позволяющей контролировать замену символов при перемене мест букв в слове (например, ситуация → истуация), что позволяет сравнивать строки различной длины. Сложность реализации алгоритма сопоставима со сложностью реализации алгоритма Левенштейна, однако время его выполнения увеличивается. При сравнении слова со словом из словаря это существенно усложняет анализ больших текстов.

В базе интерсубъективно-ориентированной СППР хранится большое число строковых массивов, содержащих названия ПрС и ключевые слова, поэтому при использовании данного алгоритма для сравнения строковых массивов время выполнения операций критически увеличивается.

Расстояние Джаро – Винклера основывается на поиске точных и неточных совпадений в анализируемых строках. Под точным совпадением подразумевается совпадение значения и порядкового номера символа, под неточным – совпадение значения и порядкового номера символа плюс/минус длина совпадений L . Среди преимуществ отметим возможность сравнения строк разной длины, высокую скорость работы и выдачу нормированного результата по умолчанию.

Алгоритм Джаро – Винклера для сравнения строковых текстовых массивов при реализации алгоритма интерсубъективного разрешения ПрС подходит наилучшим образом, поскольку быстрее справляется с поставленной задачей, чем алгоритмы Левенштейна и Дамерау – Левенштейна, и является более универсальным решением по сравнению с алгоритмом Хэмминга.

Очевидно, что использование алгоритма Джаро – Винклера для сравнения строковых массивов является наиболее перспективным при проектировании СППР, ориентированной на применение интерсубъективного подхода к разрешению ПрС (табл. 1). Данный метод сравнения подходит для слов разной длины, является достаточно быстрым и универсальным, а также не требует больших мощностей вычислительной машины, особенно если предварительно выполнить предобработку и лемматизацию текста для улучшения качества распознавания.

Таблица 1

Сравнительный анализ алгоритмов нечеткого сравнения строк

Наименование алгоритма	Сравнительные характеристики				
	Сравнивает слова разной длины	Быстрый	Универсальный	Трудоемкий	Сложный в вычислении
Алгоритм Хэмминга	Нет	Да	Нет	Нет	Нет
Алгоритм Левенштейна	Да	Нет	Нет	Да	Да
Алгоритм Дамерау – Левенштейна	Да	Нет	Нет	Да	Да
Алгоритм Джаро – Винклера	Да	Да	Да	Нет	Нет

Рассмотрим алгоритмы поиска, применимые для одномерных строковых массивов данных (рис. 6). Организовать поиск можно используя разные методы нахождения подстроки в строке. Наиболее часто используемые методы следующие:

- алгоритм простого поиска (линейный алгоритм) [51, 52];
- алгоритм Робина – Карпа [53];
- алгоритм Кнута – Морриса – Пратта (КМП) [54].



Рис. 6. Алгоритмы поиска подстроки в строке

Алгоритм простого поиска, или линейный алгоритм

Линейный алгоритм – это простой алгоритм поиска подстроки, который заключается в последовательном переборе всех символов строки, хранящейся в базе данных СППР, и проверки совпадения с искомой подстрокой, которую ввел новый актер-пользователь $NewA_i$, где $i = 1, \dots, I$. Если совпадение не найдено, то алгоритм сдвигает искомую подстроку на один символ вправо и начинает поиск снова.

При организации поиска в библиотеке прецедентов СППР, ориентированной на применение интерсубъективного подхода к разрешению ПрС, положительными чертами линейного алгоритма являются такие, как простота его реализации, понятность, хорошая работа с одномерными строковыми массивами данных. Конечно, при анализе больших строк применение алгоритма характеризуется низкой производительностью, а также высокой длительностью и использованием большого объема памяти.

Алгоритм Робина – Карпа

Алгоритм Робина – Карпа, основанный на концепции хеширования, относится к эффективным алгоритмам поиска. В случае его применения при интерсубъективном подходе к управлению разрешением ПрС сначала необходимо вычислить хеши для подстроки, введенной новым актером-пользователем $NewA_i$, где $i = 1, \dots, I$, а также хеши строк (названий и ключе-

вых слов ПрС). Затем производится сравнение хешей. Если хеши совпадут, то организовывается дополнительное посимвольное сравнение. Если совпадение найдено – алгоритм завершается. Если совпадение не найдено – вычисляется хеш-значение следующей подстроки путем сдвига окна на один символ вправо и вычисления хеш-значения для новой подстроки.

Алгоритм обладает несомненными достоинствами, такими как быстрый поиск подстроки в среднем случае, особенно для длинных строк и подстрок, и возможность эффективного поиска нескольких подстрок сразу с использованием одинакового хеш-кода для всех искомых подстрок. Хеширование также позволяет пропустить множество неподходящих подстрок. Существуют и минусы, которые с позиции применения алгоритма при интересующем управлении разрешением ПрС являются достаточно важными. Возможны ложные совпадения, которые необходимо дополнительно проверять посимвольно, реализуя тем самым несколько алгоритмов поиска. Если встречаются слишком маленькие или слишком большие хеш-значения, то может возникнуть проблема переполнения, которую также придется обрабатывать.

Алгоритм Кнута – Морриса – Пратта

На данный момент этот алгоритм считается самым быстрым, так как он выполняется за линейное время. Он полезен, когда необходимо провести поиск в большом объеме данных.

Алгоритм КМП строит таблицу префиксов (это основная часть алгоритма) для подстроки и использует ее для определения наилучшей позиции для продолжения поиска, когда происходит несовпадение символов.

Таблица префиксов содержит информацию о наибольшем префиксе, который одновременно является суффиксом (т.е. подстрокой, которая начинается с начала строки) этого элемента.

После того как реализована префикс-функция, можно перейти к реализации алгоритма поиска. Суть алгоритма заключается в сравнении символов строки и подстроки. В том случае, когда символы не равны, извлекается значение из таблицы префиксов и используется как индекс для перехода. Таким образом можно пропускать некоторое количество символов, что позволяет быстрее найти нужную подстроку.

Плюсы применения алгоритма КМП – линейное время выполнения и эффективность обработки больших текстов с множеством вхождений. С позиции применения в анализируемой интересующей ориентированной СППР отметим существенный минус использования: необходимо заранее построить таблицу префиксов, что может занять большое количество времени и памяти, сложность для понимания и реализации.

Сравнение алгоритмов поиска подстроки в строке (табл. 2) показало, что линейный алгоритм, несмотря на наличие недостатков, подходит наилучшим образом для организации поиска в базе данных СППР по разрешению ПрС с применением интересующего подхода. Данный алгоритм прост и понятен в реализации, требуется только подождать необходимое на выполнение операции поиска время.

Таблица 2

Сравнение алгоритмов поиска подстроки в строке

Наименование алгоритма	Сравнительные характеристики				
	Быстрый	Универсальный	Трудоемкий	Сложный в вычислении	Часто встречаются ошибки
Линейный алгоритм	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Алгоритм Робина – Карпа	Нет	Нет	Да	Нет	Да
Алгоритм Кнута – Морриса – Пратта	Нет	Нет	Да	Да	Да

Заключение

Проектирование СППР, ориентированной на применение субъект-субъектного подхода к управлению, началось с разработки алгоритма управления разрешением проблемных ситуаций, что потребовало провести выбор методов поиска и сравнения различных объектов, соответствующих концепции теории интересубъективного управления.

При выборе методов учитывалось, что наиболее часто в СППР происходит обращение к строковым типам данных, по которым осуществляются сравнение и поиск объектов на различных этапах разрешения проблемных ситуаций акторами. Для реализации данных задач используется алгоритм нечеткого сравнения строк, поэтому в исследовании был сделан акцент на методы, реализующие нечеткий («неточный») поиск и сравнение похожих, но необязательно полностью в точности совпадающих строк, в отличие от классических методов «четкого» поиска и сравнения, в которых совпадение должно быть максимальным.

Были рассмотрены наиболее популярные алгоритмы нечеткого сравнения строк: алгоритм Хэмминга, редакционное расстояние (алгоритм) Левенштейна, редакционное расстояние (алгоритм) Дамерау – Левенштейна и расстояние (алгоритм) Джаро – Винклера. Сравнительный анализ алгоритмов по таким параметрам, как длина сравниваемых слов, быстродействие, универсальность, трудоемкость и сложность вычислений, позволил выделить алгоритм Джаро – Винклера как наиболее подходящий для сравнения строковых массивов в разрабатываемой СППР.

Среди алгоритмов поиска, применяемых для одномерных строковых массивов данных, были выделены следующие методы: алгоритм простого поиска (линейный алгоритм), алгоритм Робина – Карпа и алгоритм Кнута – Морриса – Пратта. Сравнительный анализ алгоритмов по таким параметрам, как длина сравниваемых слов, быстродействие, универсальность, трудоемкость, сложность вычислений и частота появления ошибок, показал, что линейный алгоритм, несмотря на наличие недостатков, подходит наилучшим образом для организации поиска в базе данных СППР по разрешению ПрС с применением интересубъективного подхода.

Таким образом, на начальном этапе проектирования субъектно-ориентированной СППР при описании алгоритма разрешения проблемных ситуаций акторами, коммуницирующими друг с другом и представляющими друг другу свои персональные онтологии, были определены основные методы поиска и сравнения объектов, которые могут использоваться, например, при разработке алгоритма объединения акторов в ситуативные ассоциации по конкретной проблеме или при алгоритмизации процесса выбора прецедентов из библиотеки прецедентов СППР.

Список литературы

1. Новая философская энциклопедия : в 4 т. / под ред. В. С. Степина. 2-е изд., испр. и доп. М. : Мысль, 2010. 2659 с.
2. Степин В. С., Горохов В. Г., Розов М. А. Философия науки и техники : учеб. пособие. М. : Гардарики, 1996. 400 с.
3. Vittikh V. A. Introduction to the theory of intersubjective management // Group Decision and Negotiation. 2015. Vol. 24, iss. 1. P. 67–95.
4. Vittikh V. A. Evergetics: Science of intersubjective management processes in everyday life // International journal management concepts and philosophy. 2016. Vol. 9, № 2. P. 63–72.
5. Vittikh V. A. Heterogeneous actor and everyday life as key concepts of evergetics // Group decision and negotiation. 2015. Vol. 24, № 6. P. 949–956.
6. Виттих В. А. Понятие интерсубъективности в эвергетике // Онтология проектирования. 2014. № 4 (14). С. 90–97.
7. Моисеева Т. В. Методологические основы поддержки принятия решений по управлению инновационным развитием социотехнических объектов на основе интерсубъективного подхода // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5, № 2 (11). С. 66–95.
8. Моисеева Т. В., Поляева Н. Ю. Моделирование проблемной ситуации в теории интерсубъективного управления // Вестник Дагестанского технического университета. Технические науки. 2018. № 45 (1). С. 160–171.
9. Моисеева Т. В. Управление знаниями при интерсубъективном управлении инновационным развитием социотехнических объектов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2018. № 3 (59). С. 41–55.
10. Моисеева Т. В. Формирование понятийно-терминологического аппарата теории интерсубъективного управления // Онтология проектирования. 2020. Т. 10, № 3 (37). С. 351–360.
11. Поляева Н. Ю. Разрешение проблемных ситуаций: архитектура системы поддержки принятия решений // Эргодизайн. 2023. № 2 (20). С. 117–124.
12. Поляева Н. Ю. Анализ СППР как средства поддержки интерсубъективного подхода к управлению // Современная наука: проблемы и перспективы развития : VII Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2023. С. 54–57.
13. Исаева Е. М., Поляева Н. Ю. Достоинства и недостатки системы поддержки принятия решений при интерсубъективном подходе к управлению // Россия и мировые тенденции развития : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Омск, 2023. С. 395–403.
14. Исаева Е. М., Моисеева Т. В., Поляева Н. Ю. Организация работы с прецедентами в СППР по разрешению проблемных ситуаций с помощью интерсубъективного подхода // Актуальные проблемы развития экономики и управления в условиях новой реальности : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. М., 2023. С. 219–228.

15. Исаева Е. М., Кузнецов К. Д., Моисеева Т. В., Поляева Н. Ю. Анализ функциональных особенностей СППР при интерсубъективном управлении разрешением проблемных ситуаций // Цифровая трансформация социальных и экономических систем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. М., 2023. С. 1142–1150.
16. Бурков В. Н., Коргин Н. А., Новиков Д. А. Введение в теорию управления организационными системами. М. : Либроком, 2009. 264 с.
17. Губанов Д. А., Макаренко А. В., Новиков Д. А. Методы анализа терминологической структуры предметной области (на примере методологии) // Управление большими системами. 2013. № 43. С. 5–33.
18. Райков А. Н. Конвергентное управление и поддержка решений. М. : ИКАР, 2009. 245 с.
19. Друкер П. Задачи менеджмента в XXI веке. М. : Вильямс, 2007. 272 с.
20. Горский Ю. М., Степанов А. М., Теслинов А. Г. Гомеостатика: гармония в игре противоречий. Иркутск : Репроцентр, 2008. 634 с.
21. Клейнер Г. Гуманистический менеджмент, социальный менеджмент, системный менеджмент – путь к менеджменту XXI века // Российский журнал менеджмента. 2018. № 2. С. 231–252.
22. Корнейчук Б. В. Ценностные основы креативной экономики // Креативная экономика. 2012. № 8. С. 10–17.
23. Крылов С. М. Неокибернетика: алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего. М. : ЛКИ, 2008. 288 с.
24. Курейчик В. М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2012. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-postroeniya-sistem-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 10.06.2024).
25. Лепский В. Е. Методологические основы стратегических рефлексивных игр как механизма формирования саморазвивающихся инновационных сред. Междисциплинарные проблемы средового подхода к инновационному развитию. М. : Когито-Центр, 2011. 240 с.
26. Лепский В. Е. Технологии управляемого хаоса – оружие разрушения субъектности развития // Информационные войны. 2010. № 4. С. 69–78. URL: http://www.reflexion.ru/Library/Lepsky_2010.pdf (дата обращения: 10.06.2024).
27. Лепский В. Е. Эволюция представлений об управлении: (методологический и философский анализ). М. : Когито-Центр, 2015. 106 с.
28. Лепский В. Е. Экономическая кибернетика саморазвивающихся сред (кибернетика третьего порядка) // Управленческие науки. 2015. № 4. С. 22–33.
29. Моисеева Т. В. От управления субъектами – к интерсубъективному управлению // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2019. № 2 (36). С. 166–173.
30. Орлов А. И. Солидарная информационная экономика – основа новой парадигмы экономической науки // Россия: тенденции и перспективы развития. 2020. № 15-1. С. 163–167.
31. Остром Э. Управляя общим. Эволюция институтов коллективной деятельности. М. : ИРИСЭН, 2010. 447 с.
32. Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Неокибернетика в современной структуре системных знаний // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. № 2 (3). С. 3–10.
33. Харитонов В. А., Алексеев А. О. Концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-subektno-orientirovannogo-upravleniya-v-sotsialnyh-i-ekonomicheskikh-sistemah> (дата обращения: 10.06.2024).
34. Mancilla R. Introduction to Sociocybernetics (Part 1): Third Order Cybernetics and a Basic Framework for Society // Journal of Sociocybernetics. 2011. Vol. 42, № 9. P. 35–56.

35. Смирнов С. В. Формальный подход к представлению смысла проблемной ситуации в процессах коллективного принятия решений // Материалы XII Всерос. совещания по проблемам управления. М. : ИПУ РАН, 2014. С. 6261–6270.
36. Моисеева Т. В. Интерсубъективное управление: модель проблемной ситуации // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : труды XXI Междунар. конф. (3–6 сентября 2019 г., Самара, Россия). Самара : Офорт, 2019. Т. 2. С. 471–474.
37. Моисеева Т. В., Поляева Н. Ю. Моделирование проблемной ситуации в теории интерсубъективного управления // Вестник Дагестанского технического университета. Технические науки. 2018. № 45 (1). С. 160–171.
38. Moiseeva T., Polyayeva N. Intersubjective Management Theory: Conceptualization of the Subject Area // Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020). Ufa-Stavropol, Russia. 2020. Vol. 483. P. 19–23.
39. Moiseeva T. Intersubjective Management: Model of the Problem Situation // Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP) : proceedings 2019 XXI International Conference IEEE Xplore / ed. by S. A. Nikitov, D. E. Bykov, S. Yu. Borovik, Yu. E. Pleshivtseva. P. 765–768.
40. Малинина Н. С. Ролевые позиции участников группы как фактор принятия группового решения // Вестник Томского государственного университета. 2015. № 390. С. 185–189.
41. Микони С. В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2009. 272 с.
42. Колбин В. В. Математические методы коллективного принятия решений : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2015. 256 с.
43. Новиков Д. А. Математические модели формирования и функционирования команд. М. : Издательство физико-математической литературы, 2008. 184 с.
44. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки : пер. с англ. М. : Мир, 1976, 594 с.
45. Левенштейн В. И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов // Доклады Академий Наук СССР. 1965. Vol. 163, № 4. P. 845–848.
46. Дамерау Фред Дж. Методика компьютерного обнаружения и исправления орфографических ошибок // Communications of the ACM. 1964. Vol. 7 (3). P. 171–176.
47. Jaro M. A. Advances in record linkage methodology as applied to the 1985 census of Tampa Florida // Journal of the American Statistical Association. 1989. Vol. 84, № 406. P. 414–420.
48. Jaro M. A. Probabilistic linkage of large public health data file // Statistics in Medicine. 1995. Vol. 14, № 5-7. P. 491–498.
49. Winkler W. E. String Comparator Metrics and Enhanced Decision Rules in the Fellegi-Sunter Model of Record Linkage // Proceedings of the Section on Survey Research Methods. 1990. P. 354–359.
50. Winkler W. E. Overview of Record Linkage and Current Research Directions // Research Report Series. 2006.
51. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. М. : Мир, 1989. 360 с.
52. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ. М. : Вильямс, 2016. 1328 с.
53. Karp R. M., Rabin M. O. Efficient randomized pattern-matching algorithms // IBM Journal of Research and Development. 1987. Vol. 31 (2). P. 249–260.
54. Knuth D. E., Morris J. H., Pratt V. R. Fast pattern matching in strings // SIAM Journal on Computing. 1977. Vol. 6 (2). P. 323–350.

References

1. Stepin V.S. (ed.). *Novaya filosofskaya entsiklopediya: v 4 t. 2-e izd., ispr. i dop. = The New Philosophical Encyclopedia: in 4 vol. 2nd ed., ispr. and add.* Moscow: Mysl', 2010:2659. (In Russ.)

2. Stepin V.S., Gorokhov V.G., Rozov M.A. *Filosofiya nauki i tekhniki: ucheb. posobie = Philosophy of science and technology : textbook*. Moscow: Gardarika, 1996:400. (In Russ.)
3. Vittikh V.A. Introduction to the theory of intersubjective management. *Group Decision and Negotiation*. 2015;24(1):67–95.
4. Vittikh V.A. Evergetics: Science of intersubjective management processes in everyday life. *International journal management concepts and philosophy*. 2016;9(2):63–72.
5. Vittikh V.A. Heterogeneous actor and everyday life as key concepts of evergetics. *Group decision and negotiation*. 2015;24(6):949–956.
6. Vittikh V.A. The concept of intersubjectivity in evergetics. *Ontologiya proektirovaniya = The ontology of design*. 2014;(4):90–97. (In Russ.)
7. Moiseeva T.V. Methodological foundations of decision-making support for the management of innovative development of sociotechnical objects based on an intersubjective approach. *Sistemnaya inzheneriya i informatsionnye tekhnologii = System engineering and information Technologies*. 2023;5(2):66–95. (In Russ.)
8. Moiseeva T.V., Polyayeva N.Yu. Modeling of a problem situation in the theory of intersubjective management. *Vestnik Dagestanskogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Bulletin of Dagestan Technical University. Technical sciences*. 2018;(45):160–171. (In Russ.)
9. Moiseeva T.V. Knowledge management in intersubjective management of innovative development of sociotechnical objects. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki = Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Technical Sciences*. 2018;(3):41–55. (In Russ.)
10. Moiseeva T.V. Formation of the conceptual and terminological apparatus of the theory of intersubjective management. *Ontologiya proektirovaniya = The ontology of design*. 2020;10(3):351–360. (In Russ.)
11. Polyayeva N.Yu. Resolution of problematic situations: architecture of a decision support system. *Ergodizayn = Ergodesign*. 2023;(2):117–124. (In Russ.)
12. Polyayeva N.Yu. Analysis of DSS as a means of supporting an intersubjective approach to management. *Sovremennaya nauka: problemy i perspektivy razvitiya: VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Modern science: problems and prospects of development : VII International scientific and practical conference*. Omsk, 2023:54–57. (In Russ.)
13. Isaeva E.M., Polyayeva N.Yu. Advantages and disadvantages of a decision support system with an intersubjective approach to management. *Rossiya i mirovye tendentsii razvitiya: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem = Russia and global development trends : materials of the All-Russian scientific and practical conference with the international participation*. Omsk, 2023:395–403. (In Russ.)
14. Isaeva E.M., Moiseeva T.V., Polyayeva N.Yu. Organization of work with precedents in the DSS to resolve problematic situations using an intersubjective approach. *Aktual'nye problemy razvitiya ekonomiki i upravleniya v usloviyakh novoy real'nosti: materialy Vseros. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf. = Actual problems of economic development and management in a new reality : materials of All Russia. (national) scientific and practical conference*. Moscow, 2023:219–228. (In Russ.)
15. Isaeva E.M., Kuznetsov K.D., Moiseeva T.V., Polyayeva N.Yu. Analysis of the functional features of the DSS in intersubjective management of problem situations. *Tsifrovaya transformatsiya sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistem: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Digital transformation of social and economic systems : materials of the International scientific and practical conference*. Moscow, 2023:1142–1150. (In Russ.)
16. Burkov V.N., Korgin N.A., Novikov D.A. *Vvedenie v teoriyu upravleniya organizatsionnymi sistemami = Introduction to the theory of management of organizational systems*. Moscow: Librokom, 2009:264. (In Russ.)

17. Gubanov D.A., Makarenko A.V., Novikov D.A. Methods of analyzing the terminological structure of the subject area (on the example of methodology). *Upravlenie bol'shimi sistemami = Management of large systems*. 2013;(43):5–33. (In Russ.)
18. Raykov A.N. *Konvergentnoe upravlenie i podderzhka resheniy = Convergent management and decision support*. Moscow: IKAR, 2009:245. (In Russ.)
19. Druker P. *Zadachi menedzhmenta v XXI veke = Management tasks in the XXI century*. Moscow: Vil'yams, 2007:272. (In Russ.)
20. Gorskiy Yu.M., Stepanov A.M., Teslinov A.G. *Gomeostatika: garmoniya v igre protivorechiy = Homeostatics: harmony in the game of contradictions*. Irkutsk: Reprintsentr, 2008:634. (In Russ.)
21. Kleyner G. Humanistic management, social management, system management – the path to management of the XXI century. *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta = Russian Journal of Management*. 2018;(2):231–252. (In Russ.)
22. Korneychuk B.V. Value foundations of creative economics. *Kreativnaya ekonomika = Creative Economics*. 2012;(8):10–17. (In Russ.)
23. Krylov S.M. *Neokibernetika: algoritmy, matematika evolyutsii i tekhnologii budushchego = Neocybernetics: algorithms, mathematics of evolution and technologies of the future*. Moscow: LKI, 2008:288. (In Russ.)
24. Kureychik V.M. Features of building decision support systems. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Proceedings of the Southern Federal University. Technical sciences*. 2012;(7). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-postroeniya-sistem-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (accessed 10.06.2024).
25. Lepskiy V.E. *Metodologicheskie osnovy strategicheskikh refleksivnykh igr kak mekhanizma formirovaniya samorazvivayushchikhsya innovatsionnykh sred. Mezhdistsiplinarnye problemy sredovogo podkhoda k innovatsionnomu razvitiyu = Methodological foundations of strategic reflective games as a mechanism for the formation of self-developing innovative environments. Interdisciplinary problems of the environmental approach to innovative development*. Moscow: Kogito-Tsentr, 2011:240. (In Russ.)
26. Lepskiy V.E. Technologies of controlled chaos – a weapon of destruction of subjectivity of development. *Informatsionnye voyny = Information wars*. 2010;(4):69–78. (In Russ.). Available at: http://www.reflexion.ru/Library/Lepsky_2010.pdf (accessed 10.06.2024).
27. Lepskiy V.E. *Evolutsiya predstavleniy ob upravlenii: (metodologicheskiy i filosofskiy analiz) = Evolution of ideas about management: (methodological and philosophical analysis)*. Moscow: Kogito-Tsentr, 2015:106. (In Russ.)
28. Lepskiy V.E. Economic cybernetics of self-developing environments (cybernetics of the third order). *Upravlencheskie nauki = Managerial sciences*. 2015;(4):22–33. (In Russ.)
29. Moiseeva T.V. From the management of subjects to intersubjective management. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya = Science of man: humanitarian studies*. 2019;(2):166–173. (In Russ.)
30. Orlov A.I. Solidary information economy – the basis of a new paradigm of economic science. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya = Russia: trends and prospects of development*. 2020;(15-1):163–167. (In Russ.)
31. Ostrom E. *Upravlyaya obshchim. Evolyutsiya institutov kolektivnoy deyatel'nosti = Managing the general. The evolution of institutions of collective activity*. Moscow: IRISEN, 2010:447. (In Russ.)
32. Sokolov B.V., Yusupov R.M. Neocybernetics in the modern structure of system knowledge. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika = Robotics and technical cybernetics*. 2014;(2):3–10. (In Russ.)

33. Kharitonov V.A., Alekseev A.O. The concept of subject-oriented management in social and economic systems. *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015;(109). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-subektno-orientirovannogo-upravleniya-v-sotsialnyh-i-ekonomicheskikh-sistemah> (accessed 10.06.2024).
34. Mancilla R. Introduction to Sociocybernetics (Part 1): Third Order Cybernetics and a Basic Framework for Society. *Journal of Sociocybernetics*. 2011;42(9):35–56.
35. Smirnov S.V. A formal approach to presenting the meaning of a problematic situation in the processes of collective decision-making. *Materialy XII Vseros. soveshchaniya po problemam upravleniya = Materials of the XII All-Russian. meetings on management problems*. Moscow: IPU RAN, 2014:6261–6270. (In Russ.)
36. Moiseeva T.V. Intersubjective management: a model of a problematic situation. *Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: trudy XXI Mezhdunar. konf. (3–6 sentyabrya 2019 g., Samara, Rossiya) = Problems of management and modeling in complex systems : Proceedings of the XXI International Conference (September 3–6, 2019, Samara, Russia)*. Samara: Ofort, 2019;2:471–474. (In Russ.)
37. Moiseeva T.V., Polyayeva N.Yu. Modeling of a problem situation in the theory of intersubjective management. *Vestnik Dagestanskogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = Bulletin of Dagestan Technical University. Technical sciences*. 2018;(45):160–171. (In Russ.)
38. Moiseeva T., Polyayeva N. Intersubjective Management Theory: Conceptualization of the Subject Area. *Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020)*. Ufa-Stavropol, Russia. 2020;483:19–23.
39. Moiseeva T. Intersubjective Management: Model of the Problem Situation. *Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP): proceedings 2019 XXI International Conference IEEE Xplore*. Ed. by S.A. Nikitov, D.E. Bykov, S.Yu. Borovik, Yu.E. Pleshivtseva. 2019:765–768.
40. Malinina N.S. The role positions of the group members as a factor in making a group decision. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Tomsk State University*. 2015;(390):185–189. (In Russ.)
41. Mikoni S.V. *Mnogokriterial'nyy vybor na konechnom mnozhestve al'ternativ: ucheb. posobie = Multicriteria choice on a finite set of alternatives: textbook*. Saint Petersburg: Lan', 2009:272. (In Russ.)
42. Kolbin V.V. *Matematicheskie metody kollektivnogo prinyatiya resheniy: ucheb. posobie = Mathematical methods of collective decision-making : textbook*. Saint Petersburg: Lan', 2015:256. (In Russ.)
43. Novikov D.A. *Matematicheskie modeli formirovaniya i funktsionirovaniya komand = Mathematical models of the formation and functioning of teams*. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury, 2008:184. (In Russ.)
44. Piterson U., Ueldon E. *Kody, ispravlyayushchie oshibki: per. s angl. = Codes correcting errors : trans. from English*. Moscow: Mir, 1976:594. (In Russ.)
45. Levenshteyn V.I. Binary codes with correction of drops, inserts and substitutions of symbols. *Doklady Akademiy Nauk SSSR = Reports of the Academies of Sciences of the USSR*. 1965;163(4):845–848. (In Russ.)
46. Damerau F.J. Methods of computer detection and correction of spelling errors. *Communications of the ACM*. 1964;7(3):171–176. (In Russ.)
47. Jaro M.A. Advances in record linkage methodology as applied to the 1985 census of Tampa Florida. *Journal of the American Statistical Association*. 1989;84(406):414–420.
48. Jaro M.A. Probabilistic linkage of large public health data file. *Statistics in Medicine*. 1995;14(5-7):491–498.

49. Winkler W.E. String Comparator Metrics and Enhanced Decision Rules in the Fellegi-Sunter Model of Record Linkage. *Proceedings of the Section on Survey Research Methods*. 1990:354–359.
50. Winkler W.E. Overview of Record Linkage and Current Research Directions. *Research Report Series*. 2006.
51. Virt N. *Algoritmy i struktury dannykh = Algorithms and data structures*. Moscow: Mir, 1989:360. (In Russ.)
52. Kormen T. *Algoritmy: postroyeniye i analiz = Algorithms: construction and analysis*. Moscow: Vilyams, 2016:1328. (In Russ.)
53. Karp R.M., Rabin M.O. Efficient randomized pattern-matching algorithms. *IBM Journal of Research and Development*. 1987;31(2):249–260.
54. Knuth D.E., Morris J.H., Pratt V.R. Fast pattern matching in strings. *SIAM Journal on Computing*. 1977;6(2):323–350.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Юрьевна Зайцева

младший научный сотрудник лаборатории анализа и моделирования сложных систем, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт проблем управления сложными системами РАН (Россия, г. Самара, Садовая, 61)
E-mail: nat.polyaeva@yandex.ru

Natalya Yu. Zaitseva

Junior researcher at the laboratory of analysis and modeling of complex systems, Samara Federal Research Scientific Center RAS, Institute for the Control of Complex Systems RAS (61 Sadovaya street, Samara, Russia)

Татьяна Владимировна Моисеева

доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории анализа и моделирования сложных систем, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт проблем управления сложными системами РАН (Россия, г. Самара, Садовая, 61)
E-mail: mtv-2002@yandex.ru

Tatiana V. Moiseeva

Doctor of technical sciences, associate professor, leading researcher at the laboratory of analysis and modeling of complex systems, Samara Federal Research Scientific Center RAS, Institute for the Control of Complex Systems RAS (61 Sadovaya street, Samara, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 20.10.2023

Поступила после рецензирования/Revised 02.05.2024

Принята к публикации/Accepted 17.06.2024