



УДК 004.5, 004.652

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

Р.В. Посевкин^а^а Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Адрес для переписки: rus_posevkin@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 26.12.17, принята к печати 08.02.18

doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-2-262-267

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Посевкин Р.В. Применение семантической модели базы данных при реализации естественно-языкового пользовательского интерфейса // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 2. С. 262–267. doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-2-262-267

Аннотация

Предмет исследования. Исследованы основные стадии обработки естественного языка, такие как морфологический, синтаксический и семантический анализ. Показаны взаимосвязи сущностей запроса, семантической модели и внутреннего представления базы данных. **Метод.** Предложен метод использования семантической модели базы данных в рамках реализации естественно-языкового пользовательского интерфейса к базе данных. Показан процесс преобразования данных, содержащихся в семантической модели, в промежуточное К-представление пользовательского запроса и дальнейшее преобразование в SQL-запрос к базе данных на основе подстановки полученного выражения в заранее predetermined шаблон. **Основные результаты.** Описано применение семантической модели базы данных в естественно-языковом пользовательском интерфейсе. Приведен пример преобразования как достаточно простого естественно-языкового запроса в SQL-запрос к базе данных, так и более сложного, содержащего в себе вложенный подзапрос. Показаны результаты экспериментального исследования предложенного метода по использованию семантической модели базы данных в рамках естественно-языкового пользовательского интерфейса к базе данных. **Практическая значимость.** Внедрение предложенного подхода позволит решить проблему извлечения информации из базы данных на основе пользовательского запроса на естественном языке, а также улучшит процесс устранения неоднозначностей в рамках этапа обработки естественного языка. Наличие информации о внутренней структуре базы данных позволяет построить более точный SQL-запрос к базе данных.

Ключевые слова

пользовательский интерфейс, естественно-языковой запрос, база данных, семантическая модель, SQL-запрос

DATABASE SEMANTIC MODEL APPLICATION IN NATURAL LANGUAGE USER INTERFACE DEVELOPMENT PROCESS

R.V. Posevkin^а^а ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Corresponding author: rus_posevkin@mail.ru

Article info

Received 26.12.17, accepted 08.02.18

doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-2-262-267

Article in Russian

For citation: Posevkin R.V. Database semantic model application in natural language user interface development process. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 262–267 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-2-262-267

Abstract

Subject of Research. The paper considers common natural language processing stages such as morphological, syntactic and semantic analysis. We describe connections between query parts, semantic model and internal database representation. **Method.** A method is proposed for the database semantic model application as a part of the natural language user database interface. There is a description of the semantic model data transforms to intermediate Q-representation of the user query. The next step is transforming of Q-representation to database SQL query based on substitution to predefined query template. **Main Results.** We give an account of the semantic model application as a part of natural language user interface. An example is provided of the transformation of both simple and nested natural language user queries to the database SQL query. The

paper presents experimental research results of the proposed method of the semantic model application as a part of the natural language user database interface. **Practical Relevance.** Implementation of the proposed approach gives the possibility to resolve the problem of extracting information from the database based on user's natural language query. This method also improves the process of resolving the ambiguity during natural language processing. The presence of information about internal database structure makes it possible to create more accurate database SQL query.

Keywords

user interface, natural language text, database, semantic mode, SQL query

Введение

Сегодня в мире сформировался класс программного обеспечения, где для взаимодействия человека с машиной наиболее эффективным подходом является использование естественно-языкового пользовательского интерфейса. Для работы с различными программами на мобильных устройствах (смартфоны, планшеты) могут применяться голосовые помощники, такие как Siri, Cortana, Google Now [1]. Также в последнее время широкое распространение получили чат-боты, что позволяет пользователю взаимодействовать с программной системой с помощью привычного естественного языка, используемого в ежедневной коммуникации. Естественно-языковой пользовательский интерфейс активно применяется в вопросно-ответных системах, где для получения ответа на вопрос пользователя требуется извлечение информации из связанной базы данных (БД). При этом пользователю не требуется знать внутреннюю структуру БД и вручную формировать SQL-запросы. В данном контексте актуальна задача по преобразованию запроса на естественном языке в структурированный запрос к БД.

Под пользовательским интерфейсом понимается система программных решений, реализующих поиск, получение, просмотр и обработку информации из внешнего хранилища – структурированного источника данных [2]. При этом естественно-языковой интерфейс – это разновидность пользовательского интерфейса, который принимает на вход и обрабатывает запросы на естественном языке, а также может использовать естественный язык для вывода найденной информации пользователю.

Разработкой естественно-языкового пользовательского интерфейса активно занимаются исследователи по всему миру, предлагая различные подходы. В ранних реализациях предлагалось активное использование словарей и грамматик, а также пошаговое формирование запроса пользователем [3]. Проект NaLIR [4] предполагает построение дерева зависимостей, использование правил и эвристик при разборе естественно-языкового запроса. В свою очередь, проект Sqlizer [5] использует методы машинного обучения для формирования SQL-запросов на основе естественно-языкового представления.

Одной из важнейших компонент естественно-языкового пользовательского интерфейса является семантическая модель, описывающая внутреннюю структуру и взаимосвязи внутри используемой базы данных [6].

В настоящей работе предлагается подход к обработке запроса пользователя на естественном языке, заключающийся в использовании семантической модели базы данных для формирования SQL-запроса. Гибкость и многозначность русского языка значительно затрудняет интерпретацию запросов. Таким образом, семантическая модель БД может быть использована для решения ряда задач, связанных с разрешением неоднозначности естественного языка [7].

Преобразование естественно-языкового запроса в SQL-запрос к базе данных

Процесс обработки естественно-языкового запроса пользователя состоит из последовательного выполнения морфологического, синтаксического и семантического анализа [8].

На первом этапе обработки пользовательского запроса производится морфологический и морфемный анализ. Для каждого слова предложения в формальной записи строятся отношения, задающие соответствия для значений грамматических категорий [9]. В результате морфологического анализа определяются морфологические характеристики каждого слова, такие как падеж, склонение, часть речи. При морфемном анализе для каждого слова выделяются морфемы – приставка, корень, суффикс, окончание.

На этапе синтаксического анализа выделяются отношения синтаксических связей внутри предложения. Далее определяются главные и второстепенные члены предложения, тип предложения. Синтаксический анализ выполняется поэтапно: при описании формальной структуры предложения используется полученная на этапе морфологического анализа информация. На данном этапе используются синтаксические и лексические правила анализируемого языка [10, 11].

Следующий шаг обработки запроса на естественном языке заключается в построении его семантического представления. При этом семантическое представление естественно-языкового запроса пользователя строится на основе данных семантической модели базы данных. Подобное представление является выражением стандартного концептуального языка. Таким образом, формируется К-представление запроса [12]. В дальнейшем К-представление запроса преобразуется в SQL-запрос, который отправляется к базе данных. В результате процесс выглядит следующим образом:

ЕЯ-запрос пользователя → *К-представление запроса* → *SQL-запрос к БД*
и представлен на рис. 1.

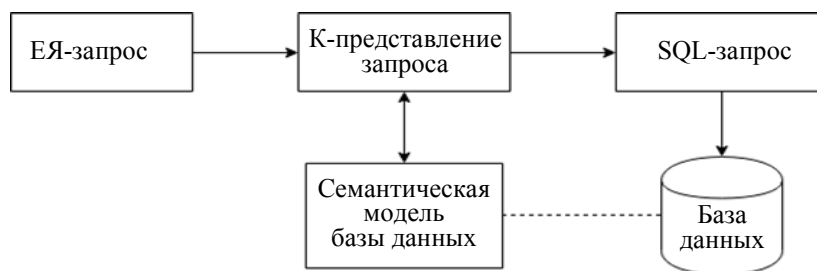


Рис. 1. Процесс обработки естественно-языкового запроса с использованием семантической модели базы данных

В семантической модели описываются различные сущности, данные о которых содержатся в базе данных, а также отношения между ними. Отношения между сущностями аналогичны связям в диаграммах сущность-связь (ER-диаграммы). Пример подобной диаграммы для описания отношения между сотрудником и подразделением представлен на рис. 2. Отношения являются двунаправленными. Они могут иметь вид 1:1, 1:N, N:M. При этом возможно наличие вычисляемых сущностей [13]. Значение таких сущностей зависит от значений связанных сущностей. Например, сущность ФИО представляется как

ФИО = (Фамилия: строка, Имя: строка, Отчество: строка).



Рис. 2. Диаграмма сущность-связь для описания отношения между сотрудником и подразделением

В семантической модели могут быть также описаны последовательности, которые представляют собой список из упорядоченных элементов. При этом порядок внутри последовательности может быть задан произвольным образом. Последовательности являются средством для описания шкал, которые не заданы в базе данных. Последовательность может иметь значение для запросов вида *сотрудники с образованием выше средней школы*. В этом случае модель содержит иерархию уровней образования.

Для упрощения формирования составных и вложенных SQL-запросов в семантическую модель БД также могут быть включены множества [14]. Множества определяют набор сущностей определенного класса. Например, множество *Мужчины* можно определить как *подмножество множества Сотрудники, у которых пол мужской*. Данному множеству соответствует формальное выражение

$\exists y: x \in E \cup s_x \in M.$

Формирование подобного множества может быть осуществлено следующим образом:

```

create set Men
from Employee x
where x in Employees
and x.sex in Male
  
```

В пользовательских запросах на естественном языке возможно присутствие ограничений на числовые значения некоторых параметров, например, на возраст сотрудника. Подобные ограничения могут быть сформулированы пользователем с использованием выражения «возрастом от 25 до 40 лет» и т.п. Выражения, задающие ограничения, могут входить как в состав простых фраз, так и в состав более сложных конструкций [15]. Для формулировки числовых ограничений возможно применение логической связки «отрицание», например: *не старше пятидесяти лет*.

Также пользователь может сформулировать запрос с неявным указанием единиц измерения – *сотрудники от 20 до 30*. В подобных случаях система должна автоматически подставить соответствующую единицу измерения (в данном случае – годы). Подобные данные также могут быть включены в состав семантической модели.

В простейшем случае К-представление пользовательского запроса можно представить в виде объекта, с последующими свойствами этого объекта, в виде (ключ, значение):

все сотрудники(Пол, Мужской)*

Формальный запрос имеет следующий вид:

Запрашиваемый объект(запрос1, все сотрудники(Элемент, S1),
Описание1 (пол *(Элемент, S1) : y1, пол (y1, Мужской)))*

В данном случае «сотрудники» – предметная область, заданная используемой БД, «пол» – поле в таблице сотрудников. При этом соответствие поля в базе данных наименованию на естественном языке задано в семантической модели БД. В конечном итоге подобный запрос будет преобразован в следующий SQL-запрос:

*select * from employee where employee.sex='Male'*

Предложенный подход предполагает достаточно гибкую привязку к БД. Для связи естественно-языковых сущностей и соответствующих полей таблиц используются промежуточные таблицы. Связь может быть прямая (поле *Пол* соответствует полю *sex*), а может быть оформлена в виде вложенного запроса к БД.

При этом преобразование К-выражения в SQL-запрос к базе данных осуществляется методом подстановки полученного выражения в заранее predeterminedный шаблон.

Обработка запроса, содержащего вложенный подзапрос

Одним из преимуществ предлагаемого подхода к обработке естественно-языковых запросов с использованием семантической модели БД является возможность обработки и формирования более сложных SQL-запросов, содержащих в себе вложенный подзапрос. Подобные запросы встречаются довольно часто, в особенности в процессе связывания данных, извлекаемых из разных таблиц базы данных.

Рассмотрим пример подобного запроса, представленного в таблице.

Запрос на естественном языке	Телефоны всех мужчин отдела логистики
К-представление пользовательского запроса	Запрашиваемый объект ((запрос1, все сотрудники*(Элемент, S1), Описание1 (пол * (Элемент, S1) : y1, пол (y1, Мужской)) \wedge Описание2 (работа в отделе * (Элемент, S1) : y2, ID отдела (y2, S2))), (запрос2, все отделы*(Элемент, S2), Описание3 (ID * (Элемент, S2) : y2, название отдела (y2, Логистика))))
SQL-запрос	<code>select phone from employee where employee.sex='male' and employee.id_department in (select id from department where department.title='logistics')</code>

Таблица. Этапы преобразования запроса на естественном языке в SQL-запрос к базе данных

С учетом структуры хранения данных в БД пользовательский запрос можно декомпозировать на следующие этапы:

1. выборка идентификаторов отделов, название которых соответствует запрашиваемому;
2. выборка сотрудников, пол которых – мужской и которые работают в искомом отделе;
3. получение номера телефона найденных сотрудников.

Связи сущностей естественно-языкового запроса, семантической модели БД и внутреннее представление БД представлены на рис. 3.



Рис. 3. Взаимосвязи сущностей запроса, семантической модели и внутреннего представления баз данных

В данном случае для обработки запроса требуется извлечение данных из таблиц *employee* и *department*. В результате в семантической модели БД должно быть указано, как связаны между собой эти две таблицы, а именно то, что идентификатор *employee.id_department* соответствует идентификатору *department.id*.

Также необходимо включение данных о синонимах и расположении данных, им соответствующим, в таблицах БД. Таким образом, будет записано соответствие сущности *телефон* полю *employee.phone* базы данных.

При этом естественно-языковая сущность *отдел* или *департамент* отображают необходимость поиска данных в таблице *department*. В совокупности с далее следующей в запросе сущностью *логистика* мы получаем, что необходимо искать по названию отдела, а именно в поле *department.title*. В данном случае также необходимо указание в модели информации о соответствии понятия *логистика* значению *logistics*, хранимому в ячейке таблицы БД.

Также в семантическую модель должна быть включена информация о сущностях, которые непосредственно не хранятся в БД, но могут быть выведены на основе имеющихся данных. В данном случае это уже рассмотренный ранее пример с сущностью *мужчина*. Для текущей структуры БД – это сотрудники, имеющие пол «мужской»: *employee.sex='male'*.

Результаты экспериментального исследования

Проведено экспериментальное исследование предложенного метода по использованию семантической модели БД в рамках реализации естественно-языкового пользовательского интерфейса к БД. Экспериментальная диалоговая система включала в себя БД, содержащую сведения о внутренней структуре организации: сведения о сотрудниках, отделах, должностная иерархия, функциональные обязанности и зоны ответственности. В рамках исследования добровольцами были сформированы вопросы к диалоговой системе на естественном языке. Далее из пула были исключены дубликаты, в итоге было отобрано $|D_{rel}| = 100$ вопросов.

По итогам обработки естественно-языковых вопросов диалоговой системой была проведена ручная оценка корректности формирования SQL-запроса к БД и релевантности полученного ответа. В результате синтаксически корректно сформированными оказались $|D_{retr}| = 68$ SQL-запросов. Однако релевантный ответ был получен в $|D_{rel} \cap D_{retr}| = 62$ случаях. Одна из проблем, которую системе не удалось корректно разрешить в рамках эксперимента, является обработка аббревиатур и сокращений в вопросе на естественном языке. Подобная проблема может быть решена за счет большего наполнения семантической модели и использования тезауруса.

Таким образом, получены точность извлечения $Pr = |D_{rel} \cap D_{retr}| / |D_{retr}| = 0,91$, полнота $Re = |D_{rel} \cap D_{retr}| / |D_{rel}| = 0,62$ и комбинированная F-метрика $2PrRe/(Pr+Re) = 0,74$. Целью дальнейшего исследования является экспериментальная оценка предложенного метода на базах данных, используемых как эталонные для оценки качества и эффективности процесса извлечения данных, таких как ATIS (Air Travel Information Corpus) [16] и NLmaps [17]. Тем не менее, предложенный подход устраняет недостатки существующих решений [18] в части наличия информации о внутренней структуре базы данных, что помогает построить более точный SQL-запрос.

Заключение

Семантическая модель базы данных используется на этапе формирования естественно-языкового интерфейса и его эксплуатации. Семантическая модель должна иметь текстовый формат хранения, понятный человеку и пригодный как для ручного внесения изменений человеком, так и для машинной обработки. В качестве подобного формата представления данных может использоваться XML или JSON [19].

Семантическая модель может быть сформирована вручную проектировщиком базы данных. Также возможен вариант автоматизированного извлечения информации о структуре базы данных и опционального расширения дополнительной информацией.

Семантическая модель базы данных используется в предлагаемой технологии построения естественно-языковых интерфейсов в процессе анализа запроса на естественном языке и формировании К-представления. На основе этого представления запроса в дальнейшем формируется SQL-запрос к базе данных.

В результате предложенная методика использования семантической модели базы данных позволяет улучшить процесс устранения неоднозначностей в процессе обработки естественного языка. Также использование семантической модели базы данных позволяет связать сущности естественно-языкового пользовательского запроса с физическим представлением информации в базе данных. Это, в свою очередь, позволяет сформировать более точный SQL-запрос к базе данных.

Литература

1. Llopis M., Ferrandez A. How to make a natural language interface to query databases accessible to everyone: an example // *Computer Standards and Interfaces*. 2013. V. 35. N 5. P. 470–481. doi: 10.1016/j.csi.2012.09.005
2. Zhou L., Mohammed A.S., Zhang D. Mobile personal information management agent: supporting natural language interface and application integration // *Information Processing and Management*. 2012. V. 48. N 1. P. 23–31. doi: 10.1016/j.ipm.2011.08.008
3. Codd E. Seven steps to rendezvous with the casual user / In: *Data Base Management*. Eds. J. Kimbie, K. Koffeman. North-Holland Publ., 1974. P. 179–200.
4. Li F., Jagadish H.V. NaLIR: an interactive natural language interface for querying relational databases // *Proc. 2014 ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*. Snowbird, USA,

References

1. Llopis M., Ferrandez A. How to make a natural language interface to query databases accessible to everyone: an example. *Computer Standards and Interfaces*, 2013, vol. 35, no. 5, pp. 470–481. doi: 10.1016/j.csi.2012.09.005
2. Zhou L., Mohammed A.S., Zhang D. Mobile personal information management agent: supporting natural language interface and application integration. *Information Processing and Management*, 2012, vol. 48, no. 1, pp. 23–31. doi: 10.1016/j.ipm.2011.08.008
3. Codd E. Seven steps to rendezvous with the casual user. In *Data Base Management*. Eds. J. Kimbie, K. Koffeman. North-Holland Publ., 1974, pp. 179–200.
4. Li F., Jagadish H.V. NaLIR: an interactive natural language interface for querying relational databases. *Proc. 2014 ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*. Snowbird, USA,

2014. P. 709–712. doi: 10.1145/2588555.2594519
5. Mikolov T., Sutskever I., Chen K., Corrado G., Dean J. Distributed representations of words and phrases and their compositionality // *Proc. 26th Int. Conf. on Neural Information Processing Systems*. 2013. P. 3111–3119.
 6. Giordani A., Moschitti A. Semantic mapping between natural language questions and SQL queries via syntactic pairing // *Lecture Notes in Computer Science*. 2009. V. 5723. P. 207–221. doi: 10.1007/978-3-642-12550-8_17
 7. Сулейманов Д.Ш. Двухуровневый лингвистический процессор ответных текстов на естественном языке // Сборник трудов Международной научно-технической конференции OSTIS-2011. Минск, 2011. С. 311–322.
 8. Posevkin R., Bessmertny I. Multilanguage natural user interface to database // *Proc. 10th Int. Conf. on Application of Information and Communication Technologies*. Baku, Azerbaijan, 2016. P. 304–306. doi: 10.1109/ICAICT.2016.7991706
 9. Посевкин Р.В., Бессмертный И.А. Естественно-языковой пользовательский интерфейс диалоговой системы // Программные продукты и системы. 2016. № 3. С. 5–9. doi: 10.15827/0236-235X.115.005-009
 10. Bhadgale A.M., Gavas S.R., Goyal P.R. Natural language to SQL conversion system // *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research*. 2013. V. 3. N 2. P. 161–166.
 11. Wang C. et al. PANTO: a portable natural language interface to ontologies // *Lecture Notes in Computer Science*. 2007. V. 4519. P. 473–487.
 12. Правиков А.А., Фомичев В.А. Разработка рекомендательной системы с естественно-языковым интерфейсом на основе математических моделей семантических объектов // Бизнес-информатика. 2010. № 4. С. 3–11.
 13. Nihalani M.N., Silakari S., Motwani M. Natural language interface for database: a brief review // *International Journal of Computer Science Issues*. 2011. V. 8. N 2. P. 600–608.
 14. Pan S., Shaw J. Natural language query recommendation in conversation systems // *Proc. 20th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence*. Hyderabad, India, 2007. P. 1701–1706.
 15. Фомичев В.А. Математические основы представления содержания посланий компьютерных интеллектуальных агентов. М.: ВШЭ, 2007. 174 с.
 16. Hemphill C., Godfrey J., Doddington G. The ATIS spoken language systems pilot corpus // *Proceedings of Workshop on Speech and Natural Language*. Hidden Valley, USA, 1990. P. 96–101. doi: 10.3115/116580.116613
 17. Haas C., Riezler S. A corpus and semantic parser for multilingual natural language querying of openstreetmap // *Proc. NAACL-HLT*. 2016. P. 740–750.
 18. Brad F., Iacob R., Hosu I., Rebedea T. Dataset for a neural natural language interface for databases // *Proc. 8th Int. Joint Conf. on Natural Language Processing*. 2017. P. 906–914.
 19. Tablan V., Damljanovic D., Bontcheva K. A natural language query interface to structured information // *Lecture Notes in Computer Science*. 2008. V. 5021. P. 361–375. doi: 10.1007/978-3-540-68234-9_28
 - 2014, pp. 709–712. doi: 10.1145/2588555.2594519
 5. Mikolov T., Sutskever I., Chen K., Corrado G., Dean J. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Proc. 26th Int. Conf. on Neural Information Processing Systems*, 2013, pp. 3111–3119.
 6. Giordani A., Moschitti A. Semantic mapping between natural language questions and SQL queries via syntactic pairing. *Lecture Notes in Computer Science*, 2009, vol. 5723, pp. 207–221. doi: 10.1007/978-3-642-12550-8_17
 7. Suleimanov D.Sh. Two-level linguistic processor of response texts in natural language. *Proc. Int. Conf. OSTIS-2011*. Minsk, 2011, pp. 311–322. (In Russian)
 8. Posevkin R., Bessmertny I. Multilanguage natural user interface to database. *Proc. 10th Int. Conf. on Application of Information and Communication Technologies*. Baku, Azerbaijan, 2016, pp. 304–306. doi: 10.1109/ICAICT.2016.7991706
 9. Posevkin R.V., Bessmertnyi I.A. Natural language user interface of a dialogue systems. *Software and Systems*, 2016, no. 3, pp. 5–9. (In Russian) doi: 10.15827/0236-235X.115.005-009
 10. Bhadgale A.M., Gavas S.R., Goyal P.R. Natural language to SQL conversion system. *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research*, 2013, vol. 3, no. 2, pp. 161–166.
 11. Wang C. et al. PANTO: a portable natural language interface to ontologies. *Lecture Notes in Computer Science*, 2007, vol. 4519, pp. 473–487.
 12. Pravikov A.A., Fomichov V.A. The design of a recommender system with natural language interface of the basis of mathematical models of semantic objects. *Biznes-Informatika*, 2010, no. 4, pp. 3–11. (In Russian)
 13. Nihalani M.N., Silakari S., Motwani M. Natural language interface for database: a brief review. *International Journal of Computer Science Issues*, 2011, vol. 8, no. 2, pp. 600–608.
 14. Pan S., Shaw J. Natural language query recommendation in conversation systems. *Proc. 20th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence*. Hyderabad, India, 2007, pp. 1701–1706.
 15. Fomichev V.A. *Mathematical Basics for Representation of Messages Contents of Computer Intelligent Agents*. Moscow, VShE Publ., 2007, 174 p. (In Russian)
 16. Hemphill C., Godfrey J., Doddington G. The ATIS spoken language systems pilot corpus. *Proceedings of Workshop on Speech and Natural Language*. Hidden Valley, USA, 1990, pp. 96–101. doi: 10.3115/116580.116613
 17. Haas C., Riezler S. A corpus and semantic parser for multilingual natural language querying of openstreetmap. *Proc. NAACL-HLT*, 2016, pp. 740–750.
 18. Brad F., Iacob R., Hosu I., Rebedea T. Dataset for a neural natural language interface for databases. *Proc. 8th Int. Joint Conf. on Natural Language Processing*, 2017, pp. 906–914.
 19. Tablan V., Damljanovic D., Bontcheva K. A natural language query interface to structured. *Lecture Notes in Computer Science*, 2008, vol. 5021, pp. 361–375. doi: 10.1007/978-3-540-68234-9_28

Авторы

Посевкин Руслан Владимирович – аспирант, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, Scopus ID: 57170933200, ORCID ID: 0000-0001-7508-8375, rus_posevkin@mail.ru

Authors

Ruslan V. Posevkin – postgraduate, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 57170933200, ORCID ID: 0000-0001-7508-8375, rus_posevkin@mail.ru