

ГИБРИДНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ (ГИСУМР)*

В.К. ШПАКОВ

630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, магистрант кафедры вычислительной техники. E-mail: shpakov.vk@gmail.com

С развитием робототехники очень важное значение приобретает проблема систем управления. Одной из наиболее важных проблем является создание человеко-машинного интерфейса. В настоящий момент наиболее распространены интерфейсы графического и программного типов, которые предназначены для промышленных роботов, выполняющих узкоспециализированные задачи в различных отраслях: от автомобильной и металлургической до пищевой. Однако, когда речь заходит о мобильных роботах с более широким спектром применения, интерфейсы такого рода становятся неэффективными из-за сложной настройки и малой автономности. В последнее время все чаще применяется подход создания интеллектуального диалогового интерфейса, с помощью которого человек может давать команды роботу на естественном языке (ЕЯ). Он основан на применении логической обработки данных классическими методами инженерии знаний и ассоциативной обработки данных нейронными сетями. Для этого необходимо закодировать все слова, используемые в человеко-машинном взаимодействии, таким образом, чтобы они обладали семантическими связями с другими словами по контексту диалога. При использовании данной системы в робототехнике контекст диалога должен распознаваться по предыдущему диалогу человеко-машинного взаимодействия в сочетании с данными, поступающими с сенсоров робота. Настоящая работа посвящена разработке ГИСУМР, ориентированной на исполнение команд, построенных на естественном языке. Эта система должна упростить человеко-машинное взаимодействие, что позволит использовать ее в области мобильных роботов, ухаживающих за людьми с ограниченными возможностями. Научная новизна этой работы заключается в использовании гибридного подхода к разработке контекстно зависимой системы управления мобильным роботом, ориентированной на использование речевых команд на естественном языке.

Ключевые слова: рекуррентные нейронные сети, LSTM, интеллектуальные системы, гуманоидные роботы, ROS, обработка естественного языка (ОЕЯ), Unreal Engine 4(UE4), C++, Python

* Статья получена 16 апреля 2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Работа [5] посвящена разработке интеллектуальной диалоговой системы, направленной на обработку естественного языка. В архитектуре той системы жестко разделены модули шаблонной логики и искусственного интеллекта. Шаблонные алгоритмы обрабатывали команды, выделяя из них ключевые слова, а нейронная сеть генерировала текстовые ответы в режиме обычной беседы. Основная цель этой работы – объединить оба модуля для решения всех задач, но уже в области робототехники.

1. ЭМБЕДИНГ СЛОВ

Для обработки кодированного текста был выбран метод распределения слов Word2Vec, который основывается на дистрибутивной гипотезе: слова с похожим смыслом будут встречаться в похожих контекстах. Все команды считываются системой через микрофон, переводятся в текст и разбиваются на слова, которые проходят word Embedding, после чего слова представляются в виде One-Hot векторов (рис. 1).

Исходные данные		Формат One-Hot кодирования словаря							
id	Слово	id	Возьми	на	столе	стакан	и	принеси	мне
0	Возьми	0	1	0	0	0	0	0	0
1	на	1	0	1	0	0	0	0	0
2	столе	2	0	0	1	0	0	0	0
3	стакан	3	0	0	0	1	0	0	0
4	и	4	0	0	0	0	1	0	0
5	принеси	5	0	0	0	0	0	1	0
6	мне	6	0	0	0	0	0	0	1

Рис. 1. One-Hot encoding

Векторы сворачиваются в один One-Hot вектор и отправляются на вход нейронной сети для последующего принятия решения о совершении действия.

2. ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Было решено использовать гибридный подход к решению поставленных перед системой задач. Это подразумевает комбинирование методов машинного обучения и шаблонных алгоритмов, а также символического и численного представления понятий и образов. В статье Гаврилова А.В. [3] представлена абстрактная модель архитектуры гибридной системы управления роботами, которая может быть взята за основу для данной работы (рис. 2).



Рис. 2. Архитектура гибридной системы управления мобильным роботом

За основу нашей системы мы взяли работу Шпакова В.К. [11], где была представлена успешная реализация диалоговой системы с использованием двух последовательно соединенных рекуррентных нейронных сетей LSTM с распределением слов Word2Vec и с шаблонными сценариями. Сама по себе система являлась диалоговым агентом, который поддерживал беседу с клиентами и выполнял запросы к базам данных института. Система распознавала принадлежность к группе клиентов (гость, студент, преподаватель, администратор), помнила контекст предыдущего диалога и, опираясь на него, принимала решение о совершении действия. Основными исполняемыми действиями являлись вывод/ввод/изменение информации в базах данных института, а также выдача текстового ответа. На базе этой системы мы разработали архитектуру нейронной сети, изображенной на рис. 3.

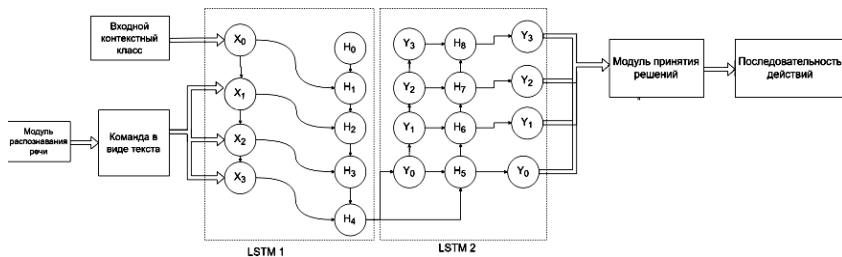


Рис. 3. LSTM + модуль принятия решений

На рис. 3 X_i – One-Hot векторы команды; H_i – обрабатывающие нейроны скрытого слоя; Y – множество One-Hot векторов действий.

Для повышения точности распознавания контекста в начало команды добавляется контекстный класс, который представляет собой ключевое слово с таким же One-Hot вектором. На выходе из сети получается набор классов действий, который отправляется в модуль принятия решений, где выстраивается наиболее эффективная последовательность исполняемых сценариев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведения анализа была выявлена потребность ГИСУМР, выполняющим роль помощника для людей с ограниченными возможностями.

Были выбраны методы обработки текстовых команд для интерпретатора, ограниченного ЕЯ.

Наше дальнейшее исследование направлено на разработку программной системы управления мобильным роботом, понимающей ЕЯ, и получение практических результатов в ходе экспериментов в среде моделирования UE4. Для этого будет использована программная модель робота REEM-C под управлением ROS (Robot operation system). Для программирования всей логики системы будет использован язык программирования C++, а для описания сценариев – Python.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tanaka H., Tokunaga T., Shinyama Y.* Animated agents capable of understanding natural language and performing actions // *Life-like characters: tools, affective functions, and applications.* – Berlin; Heidelberg: Springer, 2004. – P. 429–443. – (Cognitive technologies).
2. *Effective robotics programming with ROS / A. Mahtani, L. Sanchez, E. Fernandez, A. Martinez.* – S. l.: Packt Publishing, 2016. – 468 p.
3. *Абрамов В.П., Абрамова Г.А.* Структурный и функциональный подходы к анализу семантического поля // *Вестник РУДН. Серия: Русский и иностранные языки и методика их преподавания.* – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 9–25.
4. *Гаврилов А.В.* Контекстно-ориентированная гибридная архитектура системы управления интеллектуального робота // *Робототехника и искусственный интеллект: материалы VI всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Железногорск, 13 декабря 2014 г.* – Красноярск: монография, 2014. – С. 74–79. – ISBN 978-5-905284-45-8.

5. *Гаврилов А.В.* Гибридные системы управления мобильных роботов // Интеллектуальные системы: материалы международной конференции, 3–10 сентября 2004 г. – Дивноморское, 2004.
6. *Гаврилов А.В.* Диалоговая система подготовки программ для роботов // Automatyka. – Gliwice, Poland, 1988. – Vol. 99. – P. 173–180.
7. *Гудфеллоу Я., Бенджиа И, Курвилль А.* Глубокое обучение. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 646 с.
8. *Николенко С.И., Кадурич А.А., Архангельская Е.О.* Глубокое обучение: погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2017. – 480 с.
9. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс. – Изд. 2-е, испр. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
10. *Шпаков В.К.* Использование искусственных нейронных сетей для разработки интеллектуальной диалоговой системы // Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире: материалы XX всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием), 26–27 апреля 2018 г. – Рубцовск, 2018. – С. 54–60.

Шпаков Владислав Константинович, магистрант первого года обучения кафедры вычислительной техники Новосибирского государственного технического университета. E-mail: shpakov.vk@gmail.com.

DOI: 10.17212/2307-6879-2019-2-28-34

Hybrid intelligent mobile robot management system (HIMRMS)*

V.K. Shpakov

Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, student of the automation department. E-mail: shpakov.vk@gmail.com

With the development of robotics, the problem of control systems becomes very urgent. One of the most important problems is creation of a man-machine interface. At the moment, the most common interfaces are the ones of graphic and software types, which are designed for industrial robots that perform highly specialized tasks in various industries: from automotive and metallurgical to food industry. However, when it comes to mobile robots with a wider range of applications, interfaces of this kind become ineffective because of complex configuration and weak autonomy. This work is devoted to the development of a Hybrid Intelligent

* Received 16 April 2019.

Mobile Robot Control System (HIMRCS), focused on the execution of commands built on the natural language (NL). This system should simplify a human-machine interaction, which will allow using it in the field of mobile robots caring for people with disabilities. The scientific novelty of this work lies in the use of a hybrid approach to the development of a context-dependent mobile robot control system, focused on the use of speech commands in the natural language.

Keywords: HIMRCS, recurrent neural networks, LSTM, Natural language understanding system(NLUS), humanoid robot, ROS, Natural language processing (NLP), Unreal Engine 4(UE4), C++, Python

REFERENCES

1. Tanaka H., Tokunaga T., Shinyama Y. Animated agents capable of understanding natural language and performing actions. *Life-like characters: tools, affective functions, and applications*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2004, pp. 429–443.
2. Mahtani A., Sanchez L., Fernandez E., Martinez A. *Effective robotics programming with ROS*. Packt Publishing, 2016. 468 p.
3. Abramov V.P., Abramova G.A. Strukturnyi i funktsional'nyi podkhody k analizu semanticheskogo polya [Structural and functional approaches to semantic field analysis]. *Vestnik RUDN. Seriya: Russkii i inostrannye yazyki i metodika ikh predpodavaniya – RUDN Journal of Russian and Foreign Languages Research and Teaching*, 2017, vol. 15, no. 1, pp. 9–25.
4. Gavrilov A.V. [Context-oriented hybrid architecture of control system of intelligent robot]. *Robototekhnika i iskusstvennyi intellekt* [Robotics and artificial intelligence]: materials of the VI All-Russian scientific and technical conference with international participation. Krasnoyarsk, 2014, pp. 74–79. ISBN 978-5-905284-45-8. (In Russian).
5. Gavrilov A.V. [Hybrid control systems for mobile robots]. *Intellektual'nye sistemy: materialy mezhdunarodnoi konferentsii* [Materials of the International conference "Artificial intelligence systems"], Divnomorskoe, September 3–10, 2004. (In Russian).
6. Gavrilov A.V. Dialogovaya sistema podgotovki programm dlya robotov [Interactive system for training programs for robots]. *Automatyka*, Glivice, Poland, 1988, vol. 99, pp. 173–180.
7. Goodfellow J., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. Cambridge, MA, The MIT Press, 2016 (Russ. ed.: Gudfellou Ya., Ioshua B, Aron K. *Glubokoe obuchenie*. Moscow, DMK-Press Publ., 2017. 646 p.).
8. Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangel'skaya E. *Glubokoe obuchenie: погружение в мир нейронных сетей* [Deep learning. Immersion in the world of neural network]. St. Petersburg, Piter Publ., 2017. 480 p.

9. Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 1999 (Russ. ed.: Khaikin S. *Neironnye seti: polnyi kurs*. Moscow, Williams Publ., 2006. 1104 p.).

10. Shpakov V.K. [The use of artificial neural networks for the development of an intellectual dialogue system]. *Problemy sotsial'nogo i nauchno-tekhnicheskogo razvitiya v sovremennom mire* [Problems of social, scientific and technical development in the modern world]. Materials of the XX All-Russian scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists (with international participation), April 26–27, 2018. Rubtsovsk, 2018, pp. 54–60. (In Russian).

Для цитирования:

Шпаков В.К. Гибридная интеллектуальная система управления мобильным роботом (ГИСУМР) // Сборник научных трудов НГТУ. – 2019. – № 2 (95). – С. 28–34. – DOI: 10.17212/2307-6879-2019-2-28-34.

For citation:

Shpakov V.K. Gibrnidnaya intellektual'naya sistema upravleniya mobil'nym robotom [Hybrid intelligent mobile robot management system (HIMRMS)]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* – *Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2019, no. 2 (95), pp. 28–34. DOI: 10.17212/2307-6879-2019-2-28-34.