

*Ложкин А.Г., Майоров К.Н. Новый подход представления автономного робота // Академия педагогических идей «Новация». – 2018. – №6 (июнь). – АРТ 181-эл. – 0,2 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**УДК 004.891**

**Ложкин Александр Гермогентович**

д.т.н., доцент, проф. каф. ПО ИЖГТУ

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени  
М.Т. Калашникова»

[lag@istu.ru](mailto:lag@istu.ru)

**Майоров Константин Николаевич**

аспирант, 1 год обучения, факультет ИВТ

Научный руководитель: Ложкин Александр Гермогентович,

д.т.н., доцент, проф. каф. ПО ИЖГТУ

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени  
М.Т. Калашникова»

[gibiskus@gmail.com](mailto:gibiskus@gmail.com)

**НОВЫЙ ПОДХОД ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО  
РОБОТА**

*Аннотация:* В статье кратко проанализированы существующие методы планирования поведения робота на базе нейронных сетей. Предложен новый подход, в соответствии с которым автономный робот и среда его работы рассматривается как текст на языке математики.

*Ключевые слова:* Автономный робот, нейронная сеть, автоморфизм, прагматика.

**Lozhkin Alexander Germogentovich**

Doc of computer science, associate professor, professor of PS department ISTU  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
lag@istu.ru

**Maierov Konstantin Nikolaevich**

P.hd student, Faculty of Computer Science  
Supervisor: Lozhkin A.G., associate professor, Doc of computer science,  
professor of PS department ISTU  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
gibiskus@gmail.com

**THE NEW CONCEPT OF IDEA OF THE AUTONOMOUS ROBOT**

*Abstract:* In the Article are briefly analysed the existing methods of behavior's planning of autonomous robots based on neural networks. It is suggested to consider the autonomous robot and the environment of its work as a text in the language of mathematics.

*Keywords:* Autonomous robot, neural network, automorphism, pragmatics

Полноценный автономный робот должен обладать двумя свойствами: получать информацию об окружающей среде, а также сам воздействовать на нее.

Невозможно создать полный набор правил поведения для каждой ситуации, с которой может столкнуться робот в окружающей его среде, так как в большинстве случаев среда является динамической системой с постоянно происходящими изменениями. Поэтому автономный робот должен уметь генерировать новые правила поведения самостоятельно.

Рассмотрим основные подходы задачи планирования поведения робота.

Одним из важнейших подходов обучения и принятия решений роботом являются искусственные нейронные сети, функционирующие по принципу обучения с подкреплением (reinforcement learning)[1]. При данном подходе робот взаимодействует с внешней средой, совершая какие-либо действия из заранее заданного набора. Окружающая среда реагирует на эти действия, выдавая роботу какое-то вознаграждение либо наказание. Таким образом, робот может корректировать свое поведение (выбор действий) наблюдая за реакцией среды. Простейший пример работы данного подхода можно увидеть на рис.1.

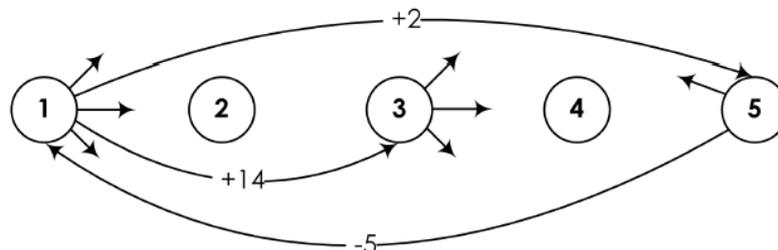


Рисунок 1. Пример схемы взаимодействия агента со средой

Обучение с подкреплением имеет множество методов взаимодействия со средой. Рассмотрим лишь некоторые из них:

- Многорукие бандиты (multiarmed bandits);
- Адаптивный эвристический критик (adaptive heuristic critic);
- Q-обучение (Q-learning).
- Модель-Контроллер[5];
- Метод гомеокинеза;
- Комбинированный метод на основе модель-контроллера и

гомеокинеза.

Суть метода многоруких бандитов[2] заключается в том, что у агента (робота) есть набор определенных действий, выбирая которые он получает какое-то случайное вознаграждение, а затем снова имеет возможность выбирать из тех же самых действий. То есть состояние среды от действия к действию изменяться не будет, а агент должен за определенное число попыток получить максимальное вознаграждение.

Второй метод (адаптивный эвристический критик) базируется на Марковском процессе принятия решений [3]. Нам заранее известно несколько состояний агента, функция вознаграждения, зависящая от состояния, и вероятностные переходы между состояниями. Самая важная черта Марковского процесса в том, что на вероятности переходов от одного состояния к другому никак не влияет история предыдущих переходов. Робот должен за время своей работы найти оптимальное поведение. Идея адаптивного эвристического критика состоит в том, чтобы один компонент алгоритма искал оптимальную стратегию, а второй – функцию значений. Таким образом, между этими компонентами происходит соперничество, что каждый компонент старается улучшить работу другого.

Q-обучение является вариантом адаптивного эвристического критика. Отличие состоит лишь в том, что вместо функции значений используется функция с двумя параметрами  $Q^*(s,a)$  - ожидаемую оптимальную награду за действие  $a$  в состоянии  $s$ .

Метод по принципу модель-контроллер[4] использует нейронную сеть, которая поделена на 2 части: сеть контроллера (сеть управления) и сеть модели (сеть прогнозов). Сеть контроллера получает данные сенсоров на вход, генерируя сигналы управления роботу. Определяющим при этом является корректная работа мехатронной системы.

Решающим критерием для успеха обучения на основе гомеокинеза в управлении автономным роботом является ввод оптимального обучающего параметра, чтобы получить желаемое поведение и уменьшить ошибки в принятии решений.

Комбинированный метод гомеокинеза со структурой модель-контроллер уменьшает ошибку прогноза и упрощает обучение за счет того, что сеть контроллера и сеть модели теперь обучаются совместно на одном значении ошибки.

Проблема скорости принятия решений роботом при данных подходах не исчезает, так как увеличение размера нейронной сети параллельно увеличит время принятия решения. Кроме того остается ряд проблем, который характерен для всех искусственных нейронных сетей:

- необходимость регуляризации при обучении;
- необходимость нормализации данных при обучении;
- проблема переобучения (overfitting);
- необходимость понижения размерности представления данных (dimensional reduction);
- проблема недостаточности обучающей выборки для работы системы управления во всех возможных реальных ситуациях.

Все эти методы базируются на предположении, что человек принимает решение только путем мыслительной деятельности. Однако существуют также когнитивные исследования. Современные физиологи полагают, что человек принимает решения задолго до мыслительной деятельности. В ходе биохимических исследований был выявлен участок ДНК, который передает информацию об ориентации в пространстве без участия зрения. На основе этого уже можно сделать вывод, что некоторые механизмы пространственной ориентации могут работать без визуального

контакта со средой. Можно предположить, что таким механизмом являются автоморфизмы (симметрии) пространства.

Новый механизм ориентации робота в пространстве[5] может быть связан с таблицей симметрий внутри агента(изменяющейся) и пространства(неизменного). Все симметрии мы можем поделить на два типа: симметрии как свойства конкретного объекта и симметрии как фундаментальные свойства окружающей среды. Автоморфизмы объекта свяжем с понятием симметрии по Вейлю. Автоморфизмы среды свяжем с работами Дьедонне.

Для ориентации робота в пространстве на основе автоморфизмов выделим следующие виды симметрий:

- 1.Фундаментальные свойства евклидова пространства
- 2.Свойства объекта распознавания в среде.
- 3.Фундаментальные свойства нейронной сети
- 4.Свойства заданного набора нейронов, участвующих в процессе распознавания.

Новая математическая модель в виде нейронной сети, структурированной на основе свойств автоморфизмов, может позволить роботу ориентироваться в пространстве без использования визуального контакта со средой и увеличит его скорость принятия решений.

#### Список использованной литературы:

- 1) Тархов Д. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник. М.: Радиотехника, 2014. – 352 с.
- 2) Николенко С.И., Тулупьев А Л. Самообучающиеся системы. М.: МНЦМО, 2009. 288 с.
- 3) С.Хайкин. Нейронные сети. Полный курс. М.: Вильямс, 2016. – 1104 с.

4) Ложкин А.Г., Майоров К.Н. О некоторых проблемах разработки автономных роботов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017.–№4–С.114–116

5) Lozhkin A.G., Shubin V.A., Suslov Y.B., Bimakov E.V. In the issue of robots design / Proceedings of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering ElConRus 2017, 3 February 2017, Pp. 930-933.

*Дата поступления в редакцию: 30.05.2018 г.*

*Опубликовано: 04.06.2018 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2018*

*© Ложкин А.Г., Майоров К.Н., 2018*