

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБХОДА ПРЕПЯТСТВИЙ И УСТАНОВКИ СКОРОСТЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПРИВОДА МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Круглова Т.Н., Власов А.С.

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск*

Ключевые слова: мобильный робот, дифференциальный привод, нейронные сети, системы обнаружения и обхода препятствий.

Аннотация. Одна из самых важных задач в мобильной робототехнике это разработка систем обнаружения и обхода препятствий. Как известно, большинство технологических процессов проходят в динамических средах, в которых местонахождение препятствий заранее неизвестно. Существует множество подходов к решению таких задач, например, применение средств искусственного интеллекта. Данные системы являются наиболее адаптивными по сравнению с методами динамического программирования. При современном изобилии в выборе сенсоров, ультразвуковые дальнометры до сих пор являются наиболее удобным средством для проведения исследований по разработке систем обнаружения препятствий. В данной статье был разработан эмпирический подход к разработке нейронной сети, которая устанавливает необходимые скорости движения при обнаружении препятствий мобильным роботом с дифференциальным приводом.

Были проведены исследования по разработке нейронной сети, входами которой являлись расстояния до препятствий слева, спереди и справа, а выходами являлись коэффициенты, определяющие степень необходимого ускорения мобильного робота и направления движения. Таким образом, данная сеть имеет 3 входа и 2 выхода, архитектура построена с двумя слоями, где в первом слое содержится 5 нейронов, во втором 2 нейрона, а для обучения сети был использован алгоритм с учителем Левенберга-Маквардта [1]. Коэффициент ускорения был эмпирически задан в диапазоне от 0 до 100, где 0 - означает остановку мобильного робота, а 100 - максимальная скорость. Данный коэффициент имеет прямую зависимость от расстояния до препятствия, таким образом регулируется скорость мобильного робота. Коэффициент направления движения принимает значения -1, 0, 1, что предполагает совершение маневра "поворот налево", "продолжить движение прямо" и "поворот направо" соответственно.

Так как управление мобильным роботом с дифференциальным приводом основывается на контроле скоростью каждого двигателя, необходимо иметь дополнительный блок для решения проблемы установки скоростей для объезда препятствий. Были проведены исследования по разработке и обучению второй нейронной сети, решающей эту задачу для мобильных роботов с дифференциальным приводом.

Для реализации решения данной задачи была использована нейронная сеть прямого распространения сигнала с обучением по методу "с учителем" при помощи функции Байесовской регуляции. Данная сеть состоит в связке с вышеописанной нейронной сетью, входами которой являются коэффициенты

ускорения и направления движения. По этим параметрам была разработана эмпирическая база данных, применяемая к решению данной задачи. Таким образом, нейронная сеть (set_velocytes) на основе данных сети (NN_find_obstacles) устанавливает скорости для правого и левого двигателя дифференциального привода. На рисунке 1 представлена общая модель, реализующая вышеописанный принцип.

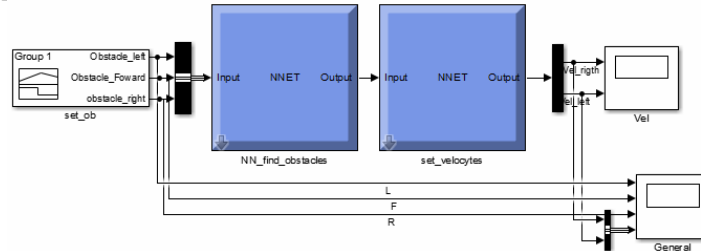


Рис. 1. Общая модель нейронных сетей для обхода препятствий

Так как мобильный робот с дифференциальным приводом производит маневры за счет уменьшения или увеличения скорости на одном из двигателей, необходимо установить требуемые скорости для каждой ситуации при обнаружении препятствий. Таким образом, при появлении преграды слева, робот должен установить значение скорости $V_R < V_L$, $V_L > 0$, при появлении преграды справа $V_R < V_L$, $V_R > 0$, а если путь свободен то тогда $V_R > 0 = V_L > 0$, где V_R – скорость правого привода, V_L – скорость левого привода.

На рисунке 2 представлена архитектура нейронной сети (set_velocytes), которая имеет 2 скрытых слоя с пятью нейронами и двумя нейронами в выходной слое. В отличие от первой сети, данная нейронная сеть имеет более сложную архитектуру и более точное обучение за счет байесовской регуляции, так как происходит более глубокая настройка весов и смещений.

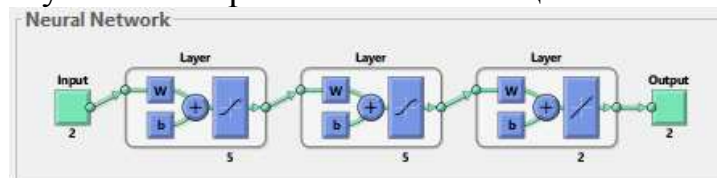
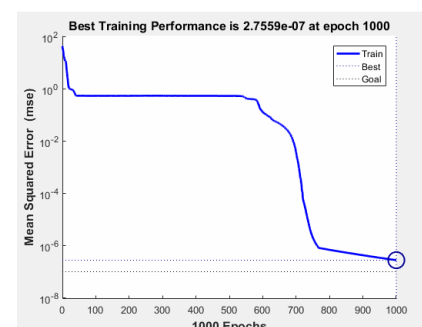


Рис. 2. Архитектура второй нейронной сети

На рисунке 3(а) представлены данные об обучении нейронной сети, где обучение было завершено за 1000 итераций с ошибкой равной $2,76 \cdot 10^{-7}$. На рисунке 3(б) представлен график изменения ошибки обучения в течение каждой итерации.

Progress			
Epoch:	0	1000 iterations	1000
Time:		0:00:02	
Performance:	43.4	2.76e-07	1.00e-07
Gradient:	70.9	0.000629	1.00e-07
Mu:	0.00500	50.0	1.00e+10
Effective # Param:	57.0	28.2	0.00
Sum Squared Param:	96.2	429	0.00
Validation Checks:	0	0	0

(а)



(б)

Рис. 3. Данные об обучении (а) и график изменения ошибки (б)

На рисунке 4 представлены результаты обучения нейронной сети для правого и левого привода соответственно.

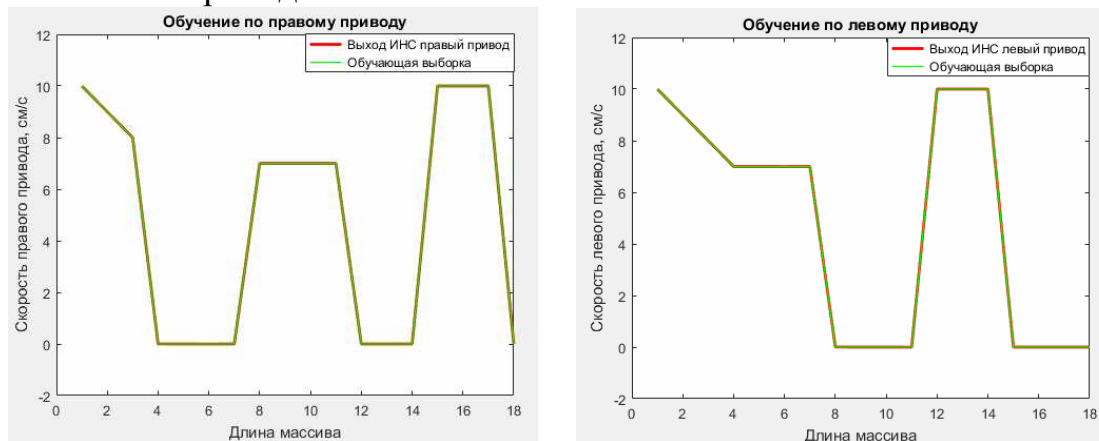


Рис. 4. Результаты обучения нейронной сети

При ошибке равной $2,76 \cdot 10^{-7}$ графики абсолютно совпадают, так как значение ошибки обучения стремится к нулю.

При моделировании схемы, представленной на рисунке 1, были искусственно заданы препятствия, появляющиеся в течение времени – слева (L), спереди (F) и справа (R). Нейронная сеть должна реагировать на эти сигналы, включая или отключая нужный привод для совершения маневра мобильным роботом. Данные о появлении препятствий и установки скоростей представлены на рисунке 5.

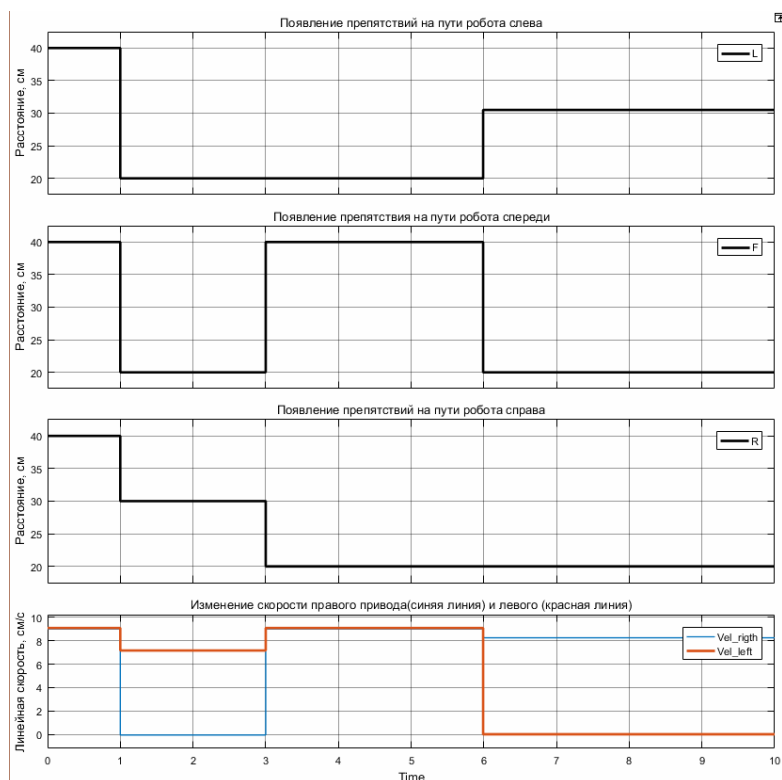


Рис. 5. Результаты работы нейронных сетей

Исходя из рисунка 5 в момент времени от 0 до 1 установленные расстояния до препятствия равняются 40 см, что является допустимым условием для движения прямо, что видно по значению скорости $V_R = V_L$. В момент времени от

1 до 3 $L=20$, $F=20$, $R=30$ - это свидетельствует о том, что наиболее свободно в правой стороне, таким образом можно увидеть, что робот поворачивает направо, так как скорость на левом приводе больше. Далее с 3 до 6 с. $L=20$, $F=40$, $R=20$, таким образом путь спереди свободен и $V_R = V_L$. В момент времени с 6 до 10 с. $L=30$, $F=20$, $R=20$, следовательно необходимо повернуть налево, так как путь наиболее свободен, что доказывается установленной скоростью $V_R > V_L$.

Таким образом, при помощи данной модели можно создавать более сложные системы управления мобильным роботом с дифференциальным приводом для обнаружения и обхода препятствий. Планируются исследования, направленные на расширение эмпирической базы для обучения нейронной сети и ее модификации для увеличения ее адаптивности.

Список литературы

1. Круглова Т.Н. Власов А.С. Нейросетевое планирование траектории и обхода препятствий мобильным роботом // Интеллектуальные энергосистемы: материалы V Междунар. молодеж. форума, г. Томск, 9-13 октября 2017г.: в 3 т. / Томск. политехн., ун-т, Энергет. ин-т. - Томск, 2017. - Т. 1. - С. 159-162.

Сведения об авторах:

Круглова Татьяна Николаевна – к.т.н., доцент, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск;
Власов Александр Сергеевич – аспирант, ассистент, ЮРГПУ (НПИ), г.Новочеркасск.

DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORK OF OBSTACLE AVOIDANCE SYSTEM AND SETTING OF VELOCITIES OF DIFFERENTIAL DRIVE OF MOBILE ROBOT

Kruglova T.N., Vlasov A.S.

Keywords: mobile robot, differential drive, neural networks, obstacle avoidance.

Abstract. One of the most important tasks in mobile robotics is the development of detection systems and obstacle avoidance. As is known, most technological processes take place in dynamic environments in which the location of the obstacles is not known in advance. There are many approaches to solving such problems, for example, the use of artificial intelligence. These systems are the most adaptive compared to the methods of dynamic programming. With modern abundance in the choice of sensors, ultrasonic range finders are still the most convenient tool for conducting research on the development of obstacle detection systems. In this article, an empirical approach to the development of a neural network was developed, which establishes the necessary speeds of movement when obstacles are detected by a mobile robot with a differential drive.

References

1. Kruglova T.N. Vlasov A.S. Neural network planning of the trajectory and obstacle avoidance by a mobile robot. Intellectual energy systems: materials V Intern. youth Forum, Tomsk, October 9-13, 2017: in 3 vol. / Tomsk. Polytechnic. un-ty, Energ. in-t. - Tomsk, 2017. - P. 159-162.