

Из приведённых графиков видно, что выход нейронной сети практически повторяет данные обучающей выборки, следовательно, данная нейронная сеть может быть использована для обхода препятствия мобильным роботом, функционирующим в неизвестной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Герман-Галкин. С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.  
Нейронные сети. MATLAB 6./Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с.

Научный руководитель: Т.Н. Круглова к.т.н., доцент ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ КОЛЕС И ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБЪЕЗДА ПРЕПЯТСТВИЙ

А.С. Власов, Т.Н. Круглова

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

Применение искусственной нейронной сети для обхода препятствий позволяет разработать систему управления мобильным роботом с дифференциальным приводом колес [1], получив траекторию движения и угол поворота. Эта система показана на рисунке 1.

Общая система управления состоит из:

1. Диаграмм появления препятствий (L, F, R)
2. Искусственной нейронной сети с выходом U и N
3. Модели управления приводом
4. Модели дифференциального привода, состоящего из левого и правого электродвигателя мобильного робота
5. Кинематической модели мобильного робота

Описанная выше система показана на рисунке 1.

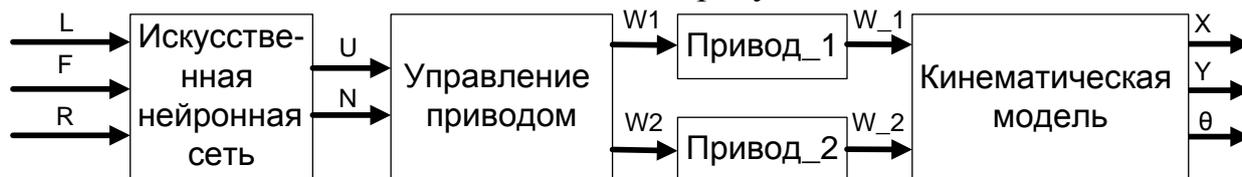


Рис. 1. Общая система управления

На рисунке 1 присутствуют следующие обозначения:

- N – направление движения робота;
- U – скорость движения робота;

$W_1$  – заданная скорость вращения для привода (Правый);  
 $W_2$  – заданная скорость вращения для привода (Левый);  
 $W_1$  – выходная скорость мобильного робота (Правый);  
 $W_2$  – выходная скорость мобильного робота (Левый);  
 $X, Y$  – координаты траектории движения мобильного робота;  
 $\Theta$  – угол поворота мобильного робота.

Для получения траектории движения и угла поворота была разработана кинематическая модель мобильного робота. В данной модели, робот представлен тремя степенями свободы с вектором:

$$q = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix}.$$

Тем не менее, мобильный робот может мгновенно перемещаться только в двух направлениях из-за неголономного ограничения. Это ограничение существует в связи с тем, что робот не может иметь скорость параллельную направлению его оси. Таким образом, робот способен двигаться со скоростью  $V$  вдоль направления движения колес и вращаться с угловой скоростью  $\omega$ , но в свою очередь он не может иметь скорость  $V$  перпендикулярную скорости движения (проскальзывание). Без учета проскальзывания можно получить следующую математическую модель для неголономного робота:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= V \cos\theta, \\ \dot{y} &= V \sin\theta. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} \frac{\dot{x}}{\cos\theta} &= \frac{\dot{y}}{\sin\theta} \\ \dot{x} \sin\theta &= \dot{y} \cos\theta. \end{aligned}$$

Таким образом, неголономная система без проскальзывания имеет следующее функциональное ограничение:

$$\dot{x} \sin\theta - \dot{y} \cos\theta = 0.$$

Кроме того, в данном расчете не учитываются внешние силы, такие как трение колес или возможность пробуксовки. Благодаря этому, можно предположить, что робот скользит по поверхности:

$$\dot{x} \sin\theta + \dot{y} \cos\theta = V.$$

Из вышесказанного, кинематическая модель робота выглядит следующим образом:

$$\dot{q} = \begin{bmatrix} \dot{x} & \cos\theta & 0 \\ \dot{y} & \sin\theta & 0 \\ \dot{\theta} & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_r \\ w_l \\ 1 \end{bmatrix}$$

Опираясь на данную математическую модель, реализуем ее в среде Matlab [2], где  $R$ - радиус колеса,  $L$ - расстояние между колесами. И включим ее в общую систему управления мобильным роботом.

Искусственная нейронная сеть имеет архитектуру, показанную на рисунке 2. Она выполняет функцию выбора скорости и направления движения, которую обрабатывает блок логики управления дифференциальным приводом и задает необходимую скорость.

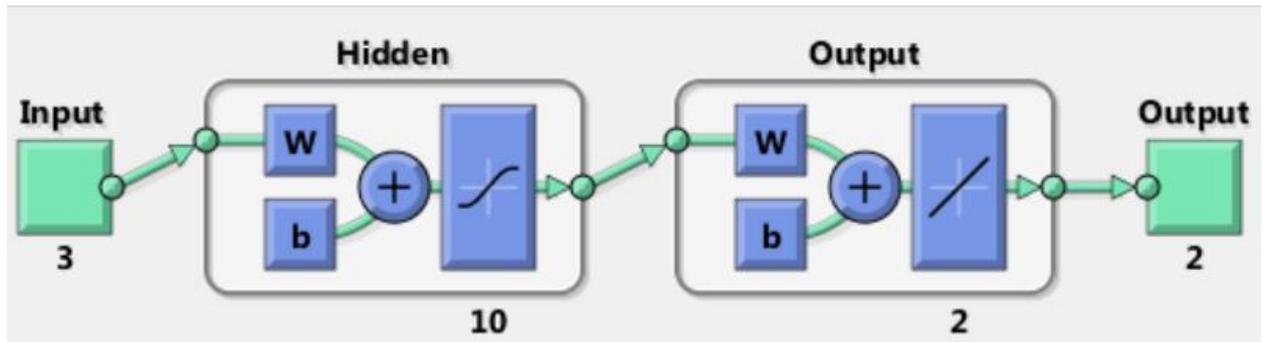


Рис. 2. Архитектура искусственной нейронной сети

На рисунке 3 показана общая модель мобильного робота в Simulink программного пакета Matlab.

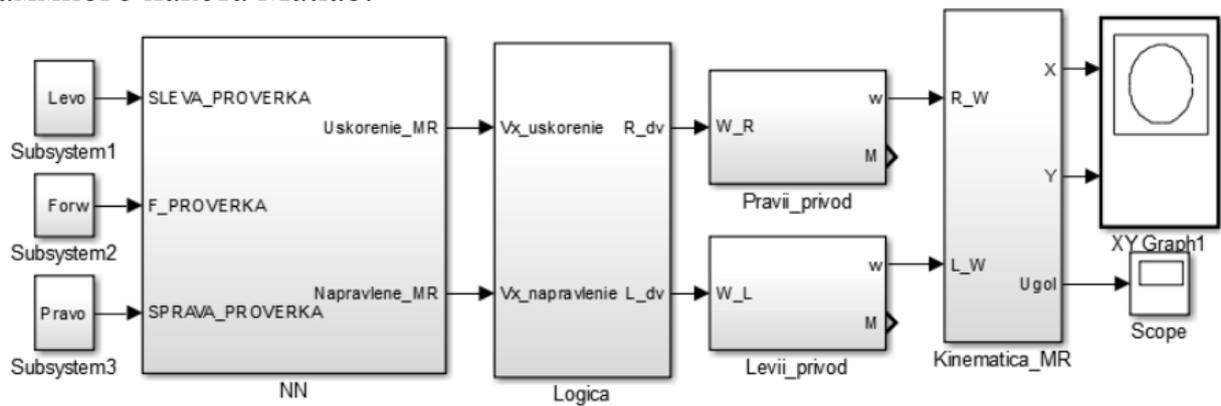


Рис. 3. Общая модель мобильного робота с искусственной нейронной сетью  
Результаты моделирования предоставлены на рисунке 4.

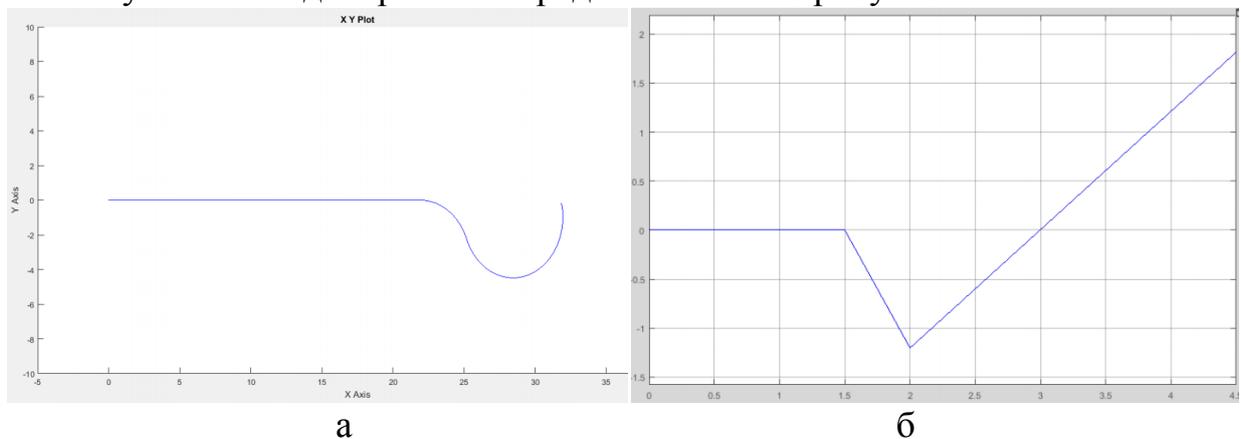


Рис. 4. Результаты моделирования: а)-траектория обхода препятствий; б)- изменения угла поворота

На графике 4(а) показана траектория обхода препятствия, в которой диаграмма появления препятствий описывает появление преграды по центру и слева, а на рисунке 4(б) предоставлен график изменения угла поворота, которые подтверждают работоспособность модели.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Зенкевич С.Л. Система управления мобильного колесного робота / С.Л. Зенкевич, А.В. Назарова // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Приборостроение”. 2006. №3. С. 31–51.
2. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.

Научный руководитель: Т.Н. Круглова, к.т.н., ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

И.А. Шмелев, С.И. Рыженков, Р.С. Филатов  
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова

При автоматизации и роботизации различных технологических процессов весьма актуальна проблема ориентации объектов в пространстве. Для решения этой задачи все чаще используются системы технического зрения (СТЗ), на основе информации от которых формируется алгоритм и программа управления оборудованием.

Современные СТЗ подразделяют по трем основным признакам:

1. по сложности решаемых задач – мощные, средние, малые и персональные;
2. по структуре вычислительного процесса - однопроцессорные, многопроцессорные, системы на базе матричного процессора, системы поточной обработки;
3. по типу первичного преобразователя – одномерные 1D, двумерные 2D, подвижные двумерные K2D и трехмерные 3D.

В настоящее время в зависимости от технической задачи и типа датчиков наибольшее распространение получили 5 вариантов построения СТЗ (табл. 1).

Табл. 1. Варианты построения СТЗ

№ варианта	Тип изображения		Тип вычислительной структуры			Тип датчика	
	плоское	объемное	последовательная	параллельная	смешанная	цветной	черно-белый
1	+	-	+	-	-	-	+
2	+	+	-	М	-	+	+
3	+	-	-	-	МК	-	+
4	+	+	-	К	-	-	+
5	+	+	-	Т	-	+	+