

- реле;
- электромагнитный водяной клапан;
- блок питания.

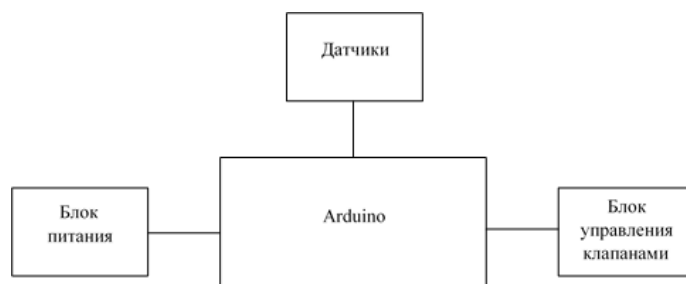


Рисунок 1 – Структурная схема разработанной автоматизированной системы обслуживания растений

Программно-управляемый микроконтроллер может работать с определенным комплектом датчиков. Для каждого из них написаны отдельные тест-программы. Но общая программа управления получается достаточно большой, поэтому имеет смысл выделить отдельные функции, управляющие системой полива.

Например, функция открытия и функция закрытия клапана. Они могут вызываться и по показаниям датчика влажности, и по показаниям датчика температуры, а также в случае необходимости пересадки растения или отключения системы и из-за поломки водопровода.

Программа управления поливов включает определение пинов для подключения датчиков, клапана, монитора, установку граничных значений влажности, подпрограммы управления клапаном.

На данный момент в работе реализованы и протестированы два комплекта скриптов первой очереди программного обеспечения автоматизированной системы обслуживания растений, живущих в ограниченных условиях. Первый комплект содержит скрипты, которые предназначены для тестирования датчиков и устройств в случае нештатных ситуаций или обновлений версий системы автополива. Второй комплект содержит основной скрипт управления и необходимые специализированные функции.

Тестирование и презентация системы полива проведены 25–27 мая 2018 г. в рамках ландшафтного фестиваля «Садовый переполох–2018» в питомнике декоративных растений «Красный клен» и вызвала большой интерес посетителей и представителей торговых фирм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климат Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <https://pogovorim.by/556-klimat-belarusi.html>. (дата обращения: 10.04.2018).
2. Почвы Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/5410558/page:22/>. (дата обращения: 11.04.2018).
3. Экологическое обогащение городской среды [Электронный ресурс]. URL: <https://books.google.by/books?id=wMUbdAAAQBAJ&pg=PT75&lpg=PT75&dq=Экологическое+обогащение+городской+среды>. (дата обращения: 10.04.2018).
4. Программирование Ардуино [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Reference>. (дата обращения: 15.04.2018).
5. Среда разработки Arduino IDE [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/>. (дата обращения: 17.04.2018).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В РАМКАХ ПРОЕКТА «АКВАПОНИКА»

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM AND MICROCLIMATE REGULATION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE “AKVAPONIKA” PROJECT

Р. А Дончуков, И. В. Лефанова, О. А. Антонович
R. Donchukov, I. Lefanova, O. Antonovich

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
 г. Минск, Республика Беларусь
 7798608@mail.ru

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Для упрощения управления проектом «Аквапоника», в качестве системы управления подачи воды и регулирования ее температуры было принято решение спроектировать и создать нейронную сеть, которая принимает 4 входных сигнала с датчиков и выдает сигналы, обрабатываемые основной программой.

To simplify the management of the Akvaponica project, it was decided to design and create a neural network that receives 4 input signals from sensors and outputs signals processed by the main program as a control system for the water supply and regulation of its temperature.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, нейрон, двухслойный перцептрон с прямым распространением сигнала, язык программирования Python, Raspberry Pi, Arduino.

Keywords: artificial neural network, neuron, two-layer direct-propagation perceptron, programming language Python, Raspberry Pi, Arduino.

Никто не застрахован от непредвиденных обстоятельств. Конечно можно продумать все до мелочей и самим попытаться смоделировать все возможные варианты исхода событий, но это займет слишком много времени. Поэтому, для того, чтобы проекты стали более универсальными, люди начали внедрять в них искусственные нейронные сети (далее – ИНС). Сегодня всё больше современных проектов требуют большей универсальности. На данный момент для обеспечения нужной универсальности люди начинают использовать искусственные нейронные сети. ИНС позволяет нам решать задачи, которые сложно сформулировать в определенном алгоритме. Ее также можно использовать как систему контроля над проектами.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети У. Маккалока и У. Питтса. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах (прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др.) [1].

Конечно компьютеры и дальше будут состоять из микросхем. Задача искусственного интеллекта – найти новые алгоритмы работы компьютера, которые позволят решать интеллектуальные задачи. Эти алгоритмы не всегда идеальны, но они решают поставленные задачи и создают впечатление, что компьютер ведет себя как человек [2].

Однако для того, чтобы ИНС функционировала так, как нам хочется, сначала надо ее обучить. Существуют разные методы обучения нейронных сетей, однако для обучения данной ИНС был выбран алгоритм градиентного спуска (метод обратного распространения ошибки). Суть данного метода состоит в случайном генерировании весов нейронной сети и последующей их корректировке.

Выбор данных для обучения сети и их обработка является самым сложным этапом решения задачи. Набор данных для обучения должен удовлетворять нескольким критериям:

- Репрезентативность – данные должны иллюстрировать истинное положение вещей в предметной области.
- Непротиворечивость – противоречивые данные в обучающей выборке приведут к плохому качеству обучения сети.

Данный проект также не обошелся без внедрения искусственной нейронной сети. В проекте она играет роль «советника», который, основываясь на входных данных, говорит основной системе, что нужно делать дальше.

Нейронная сеть используется в рамках проекта «Аквапоника» как универсальная система контроля и управления системой подачи воды и регулирования её температуры. Для этого она должна удовлетворять следующим параметрам:

1. Иметь 4 входных нейрона.
2. Иметь 2 выходных нейрона.
3. Должна работать в среде Raspberry PI.

Для выполнения данной задачи был выбран двухслойный перцептрон с прямым распространением сигнала. Также был выбран язык программирования Python, так как он интегрирован в среду Raspberry PI, что значительно упростит интеграцию нейронной сети в среду.

Перцептрон состоит из трёх типов элементов, а именно сигналы, поступающие от датчиков, передаются ассоциативным элементам, а затем реагирующим элементам (рис. 1). Таким образом, перцептроны позволяют создать набор «ассоциаций» между входными стимулами и необходимой реакцией на выходе [2]:

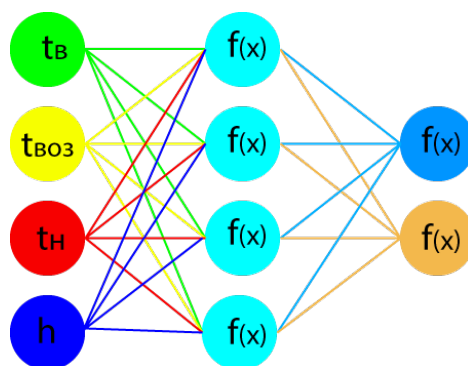


Рисунок 1 – Схема нейронной сети

1. Температура воды аквариума принимается от датчика ds18b20 (рис. 2). Крепление датчика происходит при помощи присосок к стенке аквариума. DS18B20 – цифровой измеритель температуры, с разрешением преобразования 9–12 разрядов и функцией тревожного сигнала контроля за температурой. Параметры контроля могут быть заданы пользователем и сохранены в энергонезависимой памяти датчика. DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи, используя протокол интерфейса 1-Wire. Питание датчик может получать непосредственно от линии данных, без использования внешнего источника. В этом режиме питание датчика происходит от энергии, запасенной на паразитной емкости. Диапазон измерения температуры составляет от -55 до $+125$ °С. Для диапазона от -10 до $+85$ °С погрешность не превышает $0,5$ °С. У каждой микросхемы DS18B20 есть уникальный серийный код длиной 64 разряда, который позволяет нескольким датчикам подключаться на одну общую линию связи. Следовательно, через один порт микроконтроллера можно обмениваться данными с несколькими датчиками, распределенными на значительном расстоянии. Режим крайне удобен для использования в системах экологического контроля, мониторинга температуры в зданиях, узлах оборудования.



Рисунок 2 – Датчик ds18b20

2. Температура нагревательного элемента, принимается от второго датчика ds18b20. Данный датчик крепится непосредственно к нагревательному элементу.

3. Температура воздуха, фиксируется датчиком DHT22. DHT22 представляет собой датчик влажности и температуры с цифровым выходом, для измерения используется емкостной датчик влажности и термистор, все показания передаются по цифровой информационной шине. Датчики DHT22 состоит из чувствительного емкостного датчика и NTC-термистора, а так же 8-ми битного чипа, который преобразует аналоговый сигнал с датчиков, в цифровой на выходе. Преимущество данных датчиков – это небольшие размеры, низкая энергопотребление, высокая дальность передачи (до 20 м), к недостаткам можно отнести, задержка в передачи показаний в 2 секунды. Диапазон измерения влажности: $0 \dots 100$ %, погрешность ± 2 %. Диапазон измерения температуры: -40 °С ... $+80$ °С, погрешность $\pm 0,5$ °С.

4. Влажность воздуха, также фиксируется датчиком DHT22, который крепится на расстоянии от аквариума, для лучшего сбора информации (рис. 3).

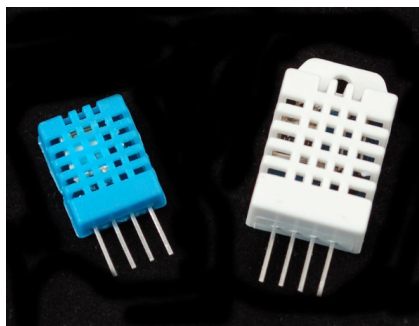


Рисунок 3 – Датчик DHT22

Данная ИНС реагирует на изменение параметров окружающей среды и подает сигнал управления, пытаясь вернуть систему в состояние нормальной работоспособности и поддерживать это состояние, включая и выключая нагревательный элемент. А также дает команду на полив растений когда это необходимо.

Также проект был оборудован модулем часов реального времени DS1307. Часы реального времени с последовательным интерфейсом DS1307 – это малопотребляющие полные двоично-десятичные часы-календарь, включающие 56 байтов энергонезависимого статического ОЗУ. Адреса и данные передаются последовательно по двухпроводной двунаправленной шине. Часы-календарь отсчитывают секунды, минуты, часы, день, дату, месяц и год. Последняя дата месяца автоматически корректируется для месяцев с количеством дней меньше 31, включая коррекцию високосного года. Часы работают как в 24-часовом, так и в 12-часовом режимах с индикатором АМ/РМ. DS1307 имеет встроенную схему наблюдения за питанием, которая обнаруживает перебои питания и автоматически переключается на питание от батареи.

Сама же нейронная сеть была выполнена на языке программирования Python и загружена на микрокомпьютер Raspberry, к которому подключена плата Arduino.

Raspberry Pi – одноплатный компьютер, то есть различные части компьютера, которые обычно располагаются на отдельных платах, здесь представлены на одной. К тому же эта плата имеет относительно небольшой размер – примерно 8,5×5,5 см. Основу Raspberry Pi составляет система на чипе (SoC) Broadcom BCM2835 с процессором ARM1176JZF-S (частота 700 МГц) и видео ускорителем VideoCore IV, поддерживающим Full HD-разрешение. Оснащен SDRAM оперативной памяти – 512 Мб. Благодаря контроллеру LAN9512-JZX (USB 2.0 Hub и 10/100 Ethernet) на плате присутствуют 2 порта USB 2.0 и 10/100 Ethernet. Одной из самых интересных особенностей Raspberry Pi является наличие портов GPIO (general purpose input/output). Благодаря этому микрокомпьютер можно использовать для управления различными устройствами. В модели Raspberry Pi присутствует 26-пиновый разъем GPIO, среди которых есть следующие интерфейсы SPI, I²C, I²S, UART. Другие интерфейсы: интерфейс дисплея MIPI DSI (Display Serial Interface), интерфейс видеочамеры 15-pin MIPI CSI-2 (Camera Serial Interface), JTAG. Raspberry Pi работает в основном на операционных системах, основанных на Linux ядре [4].

Arduino Nano – это небольшая плата с собственным процессором и памятью, построенная на базе микроконтроллера ATmega328. Arduino Nano имеет 8 аналоговых входов, они могут использоваться как цифровой выход, 14 цифровых из которых 6 могут работать как широтно-импульсный модулятор (ШИМ), еще два задействованы под I2C и 3 под SPI. На плате также есть два десятка контактов, к которым можно подключать дополнительные компоненты: лампочки, датчики, моторы, чайники, роутеры, магнитные дверные замки и вообще всё, что работает от электричества (в разумных пределах разумеется). Arduino Nano может работать от разных источников питания, его можно подключить как через Mini-B USB компьютера, или от обычного нерегулируемого источника питания с напряжением 6–20 вольт, или регулируемого 5-вольтового напряжения. Плата автоматически выберет питание с самым высоким напряжением. [5].

В процессор Arduino можно загрузить программу, которая будет управлять всеми этими устройствами по заданному алгоритму. Таким образом можно создать бесконечное количество уникальных гаджетов, сделанных своими руками и по собственной задумке.

Ниже представлены схемы подключения модулей к микроконтроллеру Arduino (рис. 4, 5).

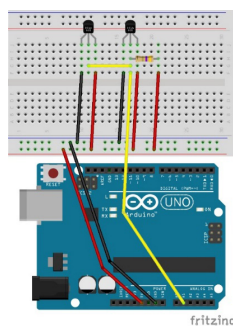


Рисунок 4 – Схема подключения датчиков ds18b20 к плате Arduino

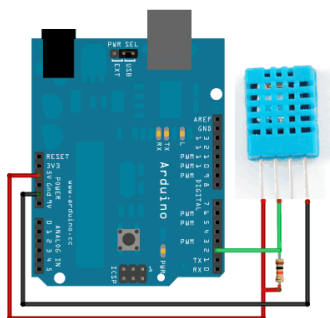


Рисунок 5 – Схема подключения датчика DHT22

Внедрение нейронной сети в этот проект изначально было экспериментальным, однако она хорошо себя показала, поэтому принято решение об ее окончательном внедрении. Следует отметить, мы несколько улучшили наш проект и сделали его более универсальным и устойчивым к изменениям окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ru.wikipedia.org [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть. (дата обращения: 17.12.2018).
2. ru.wikipedia.org [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Перцептрон>. (дата обращения: 17.12.2018).

3. Tariq Rashid Make Your Own Neural Network / Северный Чарльстон, Южная Каролина (США): CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 173с.
4. edurobots.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://edurobots.ru/raspberry-pi-dlya-nachinayushhix/>. (дата обращения: 17.12.2018).
5. edurobots.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://amperka.ru/page/what-is-arduino>. (дата обращения: 17.12.2018).
6. David Kriesel A Brief Introduction to Neural Networks / Северный Чарльстон, Южная Каролина (США): CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 244 с.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИДЕОМИКРОСКОПИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ COMPUTER VIDEO MICROSCOPY FOR ECOLOGY AND MEDICINE

С. Е. Дромашко^{1,2}, О. В. Квитко², Я. И. Шейко³
S. Dromashko^{1,2}, O. Kvitko², Ya. Sheiko³

¹*Институт подготовки научных кадров Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

²*Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

³*Институт рыбного хозяйства НПЦ Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
г. Минск, Республика Беларусь
S.Dromashko@igc.by*

¹*Graduate School of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

³*Fish Industry Institute of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
on Animal Husbandry, Minsk, Republic of Belarus*

Надежное тестирование воздействия различных природных и синтетических веществ на клетки имеет решающее значение для поиска эффективных ингибирующих или стимулирующих агентов. Такая работа необходима для открытия противоопухолевых препаратов и проверки токсичности вновь синтезированных соединений. Мы используем компьютерный видеокomплекс «Цитомир», предназначенный для покадровой видеомикроскопии живых клеток. Метод позволяет подсчитывать количество клеток в динамике и получать статистически достоверные количественные данные, используя минимальное количество культуральных флаконов для культивирования. Разработана неинвазивная технология получения и анализа клеток волосяного фолликула и мочи, пригодная для использования в области регенеративной медицины. Создана также математическая модель для описания поведения линии immortalized mouse fibroblastов мыши, сходного с метастазированием раковых опухолей.

Reliable testing of effects of various natural and synthetic substances on cells is critical in searching for effective inhibitory or stimulating agents. Such work is essential in the discovery of anticancer drugs and testing toxicity of newly synthesized compounds. We use the TSITOMIR computer video complex, which is intended for time-lapse video microscopy of living cells. We developed a non-invasive technology for receiving and analysing cells from human hair follicle and urine, suitable for use in research for regenerative medicine. The method allows to obtain cell numbers in dynamics and makes it possible to get statistically valid quantitative data by using a minimal number of culture flasks. We also developed a mathematical model to describe the behavior of the immortalized mouse fibroblast line, similar to the metastasis of cancer tumors.

Ключевые слова: долговременная видеомикроскопия, тестирование природных и химических субстанций, старение, онкотрансформация, регенеративная медицина, математическое моделирование.

Keywords: time-laps videomicroscopy, testing of natural and chemical substances, ageing, oncotransformation, regenerative medicine, mathematical modelling.

Компьютерная видеомикроскопия живых клеточных культур является перспективным методом исследования ряда фундаментальных процессов и разработки клеточных технологий в медицине, сельском хозяйстве и охране окружающей среды. Как правило, большинство работ с использованием видеомикроскопии живых клеток базируется на методе конфокальной микроскопии. Впервые концепция этого подхода была разработана в середине 1950-х гг. аспирантом Гарвардского университета Марвином Мински [1]. Однако широкий интерес к этой технологии проявился только в последние десятилетия в связи с развитием компьютерных и цифровых технологий, которые позволяют фотографировать или делать видеозаписи изучаемых объектов. Минусом этого подхода яв-