

# АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ УЧЕБНОГО КУРСА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Волков А. В.<sup>1</sup>, Никифоров А. С.<sup>2</sup>, Чижов И. В.<sup>3</sup>, Адасик А. В.<sup>4</sup>, Семенович А. С.<sup>4</sup>, Миранович Р. Б.<sup>4</sup>, Самардак Д. В.<sup>4</sup>, Кондратович М. М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования, <sup>2</sup>кафедра биофизики, <sup>3</sup>кафедра физической электроники и нанотехнологий, <sup>4</sup>кафедра информатики и компьютерных систем, Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: andrei@cybergizer.com, sky92033@live.com, fkknopsikk@mail.ru, anthonyadasiq@gmail.com, alexser1999@gmail.com, roman.miranovich@gmail.com, samardak.dasha31@gmail.com, minsk-maxim@mail.ru

*В докладе представлено описание системы малых взаимодействующих друг с другом программируемых устройств (минироботов). Система призвана быть привлекательной для использования в факультативном учебном процессе старших классов средних общеобразовательных школ. Каждая программа для разрабатываемой платформы следует парадигме мобильного кода и имеет возможность перемещаться по сети. Набор минироботов позволяет обучающимся создать небольшую сеть, экспериментировать с этой сетью и реорганизовывать ее, что представляет возможность для изучения вычислительных процессов, а так же поведения алгоритмов, в группах.*

## ВВЕДЕНИЕ

Программируемые роботы постепенно становятся одной из значительных технологий в образовательном процессе 21-го века и используются для улучшения образования как в формальной так и в неформальной среде [1]. Данные роботы могут быть поделены на две категории: системы из множества независимых роботов [2,3] и одиночные роботы. Последняя категория образовательных роботов является наиболее традиционной и широкопротсраненной (одним из наиболее репрезентативных представителей является Bee-Bot [1]), однако не позволяет исследовать те процессы и явления, изучение которых возможно лишь при наличии множества независимых устройств.

### I. ОПИСАНИЕ ПОДХОДА

В докладе представлено описание системы малых взаимодействующих друг с другом программируемых автономных объектов (в дальнейшем, минироботов). Данные минироботы призваны играть в учебном процессе роль как абстрактных, так и физических объектов. Основная идея, воплощенная в системе, заключается в том, что программа может существовать внутри сети, передаваясь от миниробота к минироботу. Программы — это отдельные логические объекты, так же как сами минироботы — это физические объекты. Программы переходят от миниробота к минироботу и могут взаимодействовать с другими программами, с которыми они встречаются во время перемещения по сети. Каждый миниробот представляет собой независимый, физический, осязаемый объект (недорогое и компактное устройство размером меньше ладони), который можно перемещать (рис. 1). Каждый миниробот может связываться с соседними минироботами, расположенными вдоль четырех сторон

света (направления Север, Восток, Юг и Запад). Минироботы могут быть организованы в двумерные узоры, в которых соседние минироботы связаны как логически так и физически (лишь смежные минироботы могут общаться). В итоге обучающиеся могут взаимодействовать с системой двумя способами: путем написания программ и путем реорганизации протсранственной конфигурации минироботов.



Рис. 1 – Четыре миниробота

### II. ОПИСАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Представленный в работе подход является логическим продолжением подхода описанного в работе [2]. В работе [2] для реализации локальной коммуникации между автономными устройствами выбрано использование инфракрасного

канала (ИК) связи. В настоящей работе использован комплексный подход на основании использования инфракрасного и радио каналов связи. В итоге для определения соседних роботов разработан ИК модуль обнаружения соседей (рис. 2).

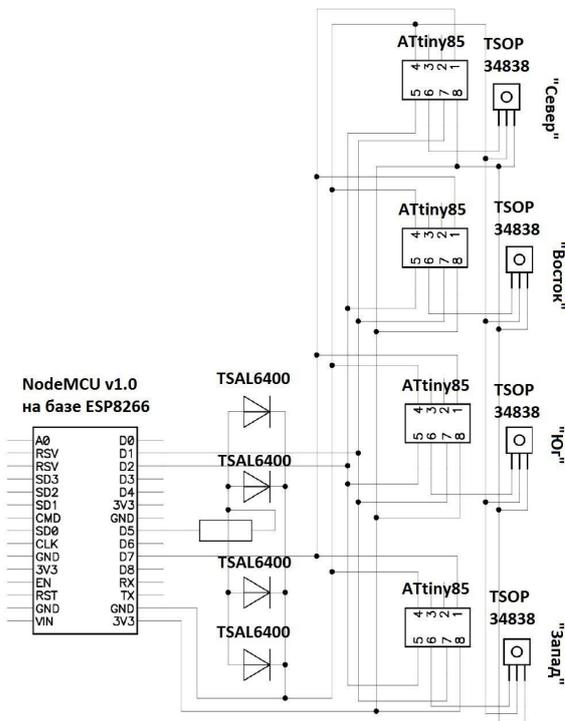


Рис. 2 – Принципиальная схема модуля обнаружения соседа

Передача идентификационного номера осуществляется по NEC протоколу [4]. При этом используется ИК диод TSAL6400 подключенный к цифровому выводу. Для приема модулированного ик сигнала используются фотоприемники TSOP34838 преобразующих принятый сигнал в цифровой. Микроконтроллер Attiny85 осуществляет декодирование цифрового сигнала с сохранением значения в буфер. Приемники и передатчики размещены в направлениях Север, Восток, Юг и Запад для обеспечения покрытия четырех сторон света (рис. 2). Использование четырех микроконтроллеров Attiny85 позволяет вести прием ИК сигнала во всех направлениях одновременно.

Блок-схема программируемого минибота представлена на рис. 3. ИК модуль подключен по I2C интерфейсу к головному контроллеру на базе системы на кристалле ESP8266 (считывание информации по I2C интерфейсу происходит по прерываниям). Вынесение обработки принимаемого ИК сигнала в отдельную систему позволяет снять данного рода вычислительную нагрузку с ESP8266 и обеспечить модульность. Использование ИК модуля позволяет осуществлять передачу идентификаторов в сети (MAC адресов) посредством NEC протокола, что представляет собой основу для передачи данных основного потока данных посредством протокола ESP-

Now [5]. Подсистема электроснабжения минибота реализована на базе повышающего DC/DC конвертера и Li-ion аккумулятора. Система световой индикации реализована с использованием четырех адресных светодиодов типа WS2812b.



Рис. 3 – Блок-схема программируемого минибота

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена система малых взаимодействующих друг с другом программируемых автономных минироботов, которая предназначена для использования в качестве инструмента для обучения думать о результатах взаимодействия многочисленных независимых процессов. Возможность локальной коммуникации отдельных минироботов обеспечивается посредством передачи основного потока данных посредством протокола ESP-Now и передачи идентификаторов в сети (MAC адресов) посредством NEC протокола. Результирующая система позволяет реализовывать сложные взаимодействия с участием множества минироботов и нескольких программ. Направления будущих исследований включают разработку учебного курса на базе предложенной системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Caballero Gonzalez, Yen, García-Valcárcel, Ana. (2017). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. 1-5. 10.1109/SIIE.2017.8259652.
2. Kramer, Kwindla "Moveable Objects, Mobile Code" Cambridge, MA: Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1998.
3. Özgür, Ayberk (2018). Cellulo: Tangible Haptic Swarm Robots for Learning (PhD). EPFL. doi:10.5075/epfl-thesis-8241
4. Novakovic, Djordje and Sovilj, Platon and Gazivoda, Nemanja. (2017). Multisensory platform based on NEC protocol. Serbian Journal of Electrical Engineering. 14. 23-33. 10.2298/SJEE1701023N.
5. ESP-Now Overview [Electronic resource]: description of ESP-Now protocol at Espressif Systems website – Mode of access: <https://www.espressif.com/en/products/software/esp-now/overview>. – Date of access: 10.10.2019.