МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Воронежский государственный университет

Факультет компьютерных наук
Кафедра информационных технологий

Отчет по научно-исследовательской работе

Возможности построения реальных сенсорных сетей

Зав. кафедрой: Э.К. Алгазинов, д. ф-м н., проф.
Студент: А.А. Валиков, 1 курс маг.
Руководитель: А.В. Стромов, к. ф-м н.

Воронеж 2018

Содержание

1 Введение

Всё большее распространение получают системы умного дома. Перед инженерами встаёт всё больше технических препятствий на пути реализации подобных систем, например такие как автономность устройств, процессом сбора данных с большого числа датчиков, обработка собранной информации и принятие требуемых решений.
Для больших распределённых систем с большим количеством обрабатываемой информации препочтительным способом реализации сети сенсоров может являться беспроводная сенсорная сеть. При этом могут рассматриваться как случаи мобильных датчиков (так называемые MANET) и стационарные сети.

2 Цель

Исследование характеристик реальных сенсорных сетей. Конкретнее, ведётся работа по следующим направлениям:

- Увеличение время жизни сети (снижение энергопотребления). Доведение в идеале одного сенсорного юнита до такого энергопотребления, чтобы имелась возможность использовать автомоные источники питания при нечастой подзарядке.
- Оценить численно, какое количество информации может «снять» сеть из окружающего мира без потерь данных. Также проварьировать число участников сети. Разработать алгоритмы, позволяющие максимально приблизиться к теоретическому пределу таких сетей.

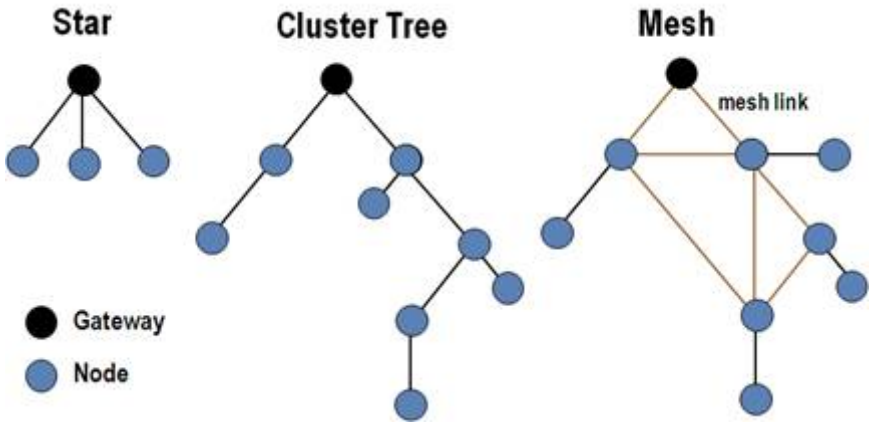
3 Теоретическое обоснование

3.1 Топология

Важнейшей характеристикой сети является её **топология** . Для сетей как правило используются:

- Звезда
- Кластерное дерево
- Меш

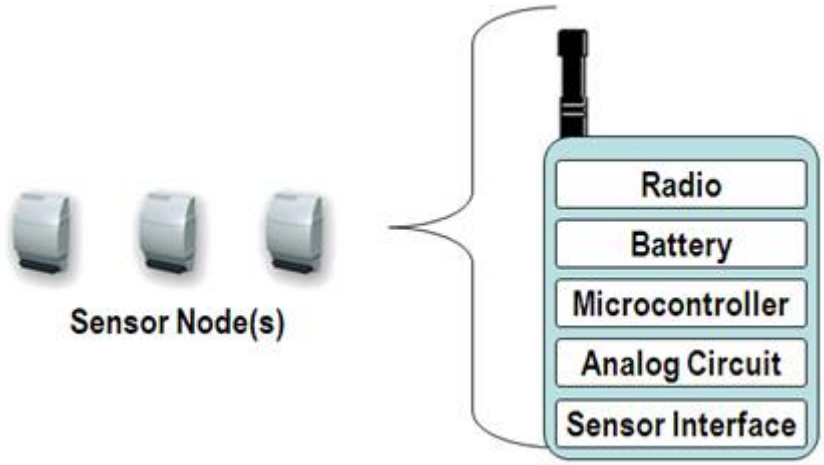
В этой работе предполагается использование топологии меш, где каждый узел связан с несколькими своими соседями, и в сети присутствет один узел сбора информации.



3.2 Компоненты сенсорного узла

Необходимыми компонентами сенсорного узла являются:

- Микроконтроллер
- Сенсорные датчики
- Источник питания (как правило батарея)
- Радиопередатчик



4 Описание возможностей модуля, используемого в работе

- HC-11 - беспроводной модуль, работающий на частоте 434 МГц.
- Пользователю не нужно программировать модуль, только четыре режима отвечают за прием и отправку данных последовательного порта.
- Низкое потребление тока: 80 мкА, 3.5 мА, 22 мА, в зависимости от выбранного режима.
- Неограниченное число байтов, передаваемое одновременно (но часть может быть потеряна)
- Все параметры сохраняются в памяти даже в случае отключения питания.
- Рабочее напряжение: 3.3 - 5В

4.1 Режимы функционирования

- **FU1 Стандартный режим**

  Потребление тока: $3.4mA$.

- **FU2 Максимальное энергосбережение**

  Задержка сигнала: $400ms$

  Скорость передачи (симв.): $1200, 2400, 4800$

  Потребление тока: $80\mu A$

- **FU3 Максимальная скорость**

  Задержка сигнала: $< 10ms$

  Потребление тока: $23mA$.

- **FU4 Максимальное расстояние**

  Задержка сигнала: $> 300ms$

  Скорость передачи (симв.): $9,600$

  Потребление тока: $22mA$.

4.2 Команды

В скобках указаны переменные

1. **AT**

   Тестовая команда. Если всё нормально, модуль возвращает OK.

   Отправляем: AT
   Получаем: OK

2. **AT+A(000-255)**

   Меняет адрес модуля в указанном диапазоне.

   Отправляем: AT+A012
   Получаем: OK-A012

3. **AT+B(1200 | 2400 | 4800 | 9600 | 19200 | 38400 | 57600 | 115200)**

   Меняет скорость (baud rate) на одно из допустимых значений (указаны выше).

   Отправляем: AT+B19200
   Получаем: OK-B19200

4. **AT+C(001-127)**

   Меняет канал беспроводного соединения. Нули перед числами обязательны. Если значение слишком большое, данные могут быть потеряны. Так что, на самом деле доступны каналы $001 - 020$.

   Отправляем: AT+C015
   Получаем: OK-C015

5. **AT+E(A | B | C)(соответствующие числа)**

   Эта команда используется для управления удалённым модулем.

   - Первый параметр - три выше описанные команды (адрес (A), скорость (B) и канал (C) соответственно)
   - Второй - значение, которое мы хотим присвоить выбранному параметру

   Возвращаемые значения:

   Успех:
   E(A | B | C)R успех

   Ошибки:
   E(A | B | C)E ошибка параметра
   E(A | B | C)F ошибка команды
   Fail ошибка соединения

   Пример 1

   Устанавливаем адрес удалённого модуля в 050

   Отправляем: AT+EA050
   Получаем: OK-EBR

   Пример 2

   Устанавливаем скорость удалённого модуля в 4800

Отправляем: AT+EB4800
Получаем: OK-EBR

6. **AT+FC(M | S)(F | T)**

Устанавливает модуль в режим IO управления.

Первый параметр:

- M - управляюший
- S - управляемый

Второй

- F - повторяющий
- T - обратный

Один модуль отправляет: AT+FCMT, чтобы стать управляющим
Другой отправляет: AT+FCST, чтобы стать управляемым

7. **AT+FU(1-4)**

Переключает в один из режимов, описанных выше.

Отправляем: AT+FU1
Получаем: OK-FU1

8. **AT+GDPCxAx**

Устаревшая команда.

9. **AT+P(1-8)**

Устанавливает мощность передатчика

Отправляем: AT+P6
Получаем: OK-P6

10. **AT+R(A | B | C | P)**

Получает значение одного из параметров

Отправляем: AT+RB
Получаем: B9600

Отправляем: AT+RA
Получаем: A001

11. **AT+U(N | O | E)(1 | 2 | 3)**

Устанавливает бит проверки данных и бит завершения последовательного порта.

Первый параметр:

- N - нет проверки
- O - нечётный
- E - чётный

Второй параметр:

- 1 - стоп-бит
- 2 - 2 бита
- 3 - 1.5 бита

Отправляем: AT+UO2
Получаем: UO2

12. **AT+RX**

    Получает значения всех параметров модуля: режим последовательного порта / скорость / канал / адрес / мощность

    Отправляем: AT+RX
    Получаем: U1 B9600 C001 A000 P8

13. **AT+V**

    Получает версию прошивки.

    Отправляем: AT+V
    Получаем: HC-11_V1.3

14. **AT+SLEEP**

    Переводит модуль в спящий режим после выхода из AT. В этом режиме не возможна передача данных. Чтобы выйти из спящего режима, нужно войти в AT ещё раз. Эта команда доступна с версии 1.8.

    Потребление тока: $20\mu A$.

    Отправляем: AT+SLEEP
    Получаем: OK

15. **AT+RESET**

    Сбрасывает последовательный порт, канал и адрес в стандартные значения.

    Отправляем: AT+RESET
    Получаем: RESET_OK

16. **AT+IV**

    Получает версию внутреннего кода управления. Команда доступна с версии 1.9

    Отправляем: AT+IV
    Получаем: I1

17. **AT+UPDATE**

    Переводит модуль в режим ожидания обновления. После отправки команды модуль не будет отвечать на команды до перезагрузки. После того как контроллер последовательного порта отправит команду, закройте последовательный порт, выберите файл в помощнике обновления HC-11, откройте последовательный порт. Затем модуль сможет обновиться

4.3 Рекомендации по использованию модуля

Если расстояние между модулями слишком маленькое (меньше 50 см), стоит установить мощность передачи небольшой (P1 - P3). Иначе, передача будет перенасыщена и соединение не удастся. Если расстояние составляет несколько сантиметров, передача, вероятно, не получится.

5 Описание программы

5.1 Прошивка для arduino

Программа представляет собой код, ожидающий поступления команд с серийного порта, и действующий по двум сценариям:

- Команды config.enable и config.disable соответственно включают и отключат режим конфигурирования для модуля arduino.
- Любая другая команда отправляется напрямую в модуль. Команды для модуля имую синтакис AT+..., где ... один из допустимых параметров модуля.

Код программы

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial radio(3, 4);
int setPin = 2;

String command = "";


void setup() {

  Serial.begin(9600);
  radio.begin(9600);

  pinMode(setPin, OUTPUT);
  digitalWrite(setPin, HIGH);

  getConfigStatus();
}



void loop() {

  command = readSerial();

  if (command.length() > 0) {
    if (command == "config.enable") {
      enableConfig();
    }

    else if (command == "config.disable") {
      disableConfig();
    }

    else if (command == "config.status") {
      getConfigStatus();
    }

    else {
      radio.print(command);
      Serial.println("MESSAGE: " + command);
    }
  }

  readRadio();

  delay(500);

  command = "";
}

void enableConfig() {
```

```
  digitalWrite(setPin, LOW);
  Serial.println("Config enabled");
}

void disableConfig() {
  digitalWrite(setPin, HIGH);
  Serial.println("Config disabled");
}

void getConfigStatus() {
  if (digitalRead(setPin) == 0) {
    Serial.println("CONFIG=TRUE");
  } else {
    Serial.println("CONFIG=FALSE");
  }
}



String readSerial() {
  String command = "";

  while (Serial.available() > 0) {
    command += char(Serial.read());
  }

  return command;
}

String readRadio() {
  String response = "";

  while (radio.available() > 0) {
    response += char(radio.read());
  }

  if (response.length() > 0) {
    response = "RESPONSE: " + response;
    Serial.print(response);
    return response;
  }

}
```

5.2 Бек-энд на Java Spring

Бэк-энд является прослойкой между фронт-эндом, где планируется размещение основной логики и собственно Arduino с модулем. Код, описывающий контроллер, обрабатывающий запросы к веб-серверу.

```
package somepackage;
import arduino.*;
import somepackage.Flower;
import somepackage.FlowerRepository;
```

```
import javax.annotation.PostConstruct;

@Controller
@RequestMapping(path="/arduino_radio")
public class FlowerController {

  private Arduino arduino;

  @PostConstruct
  void afterInit() {
    arduino = new Arduino("ttyUSB1", 9600);
    arduino.openConnection();
  }

  @GetMapping(path="/disable_config")
  public @ResponseBody void disableConfig() {
    arduino.serialWrite("config.disable");
  }
}
```

5.3 Фронт-энд на Angular

Фронт-энд предполагает наличие UX элементов для управления параметрами модуля, такими как канал, дальность и другие. На данный момент фронт-энд находится в разработке, также возможно в будущем изменится цель проекта, что приведёт к переписыванию модуля.

6 Вывод

Большое количество настроек (адрес, канал, скорость) и четыре режима позволяют предположить широкие вохможности модуля HC-11 для создания сенсорных сетей:

- Распределённых на большое расстояние (режим FU4)
- Имеющих большое кол-во участников на единицу площади (20 каналов и 255 адресов)
- Требующих высокой скорости передачи (режим FU3)
- Сильно ограниченных по запасу энергии (режим FU2 и спящий режим)

7 Заключение

8 Список литературы

[1] National Instruments / What Is a Wireless Sensor Network?
http://www.ni.com/white-paper/7142/en/

[2] Wireless sensor network
https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network

[3] Internet of Things: Wireless Sensor Networks
http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-internetofthings-LR-en.pdf

[4] HC-11 Wireless Serial Port Module
https://www.elecrow.com/download/HC-11.pdf