ДОДАТОК А

Вимірювання тиску ATMega8 і HP03M

```
// I2C Bus functions
#asm
   .equ __i2c_port=0x15 ;PORTC
   .equ __sda_bit=4
   .equ __scl_bit=5
#endasm
#include <i2c.h>
static unsigned int HP_C1;   //калибровочный коэффициент C1
static unsigned int HP_C2;   //калибровочный коэффициент C2
static unsigned int HP_C3;   //калибровочный коэффициент C3
static unsigned int HP_C4;   //калибровочный коэффициент C4
static unsigned int HP_C5;   //калибровочный коэффициент C5
static unsigned int HP_C6;   //калибровочный коэффициент C6
static unsigned int HP_C7;   //калибровочный коэффициент C7
static unsigned int HP_A;   //калибровочный коэффициент A
static unsigned int HP_B;   //калибровочный коэффициент B
static unsigned int HP_C;   //калибровочный коэффициент C
static unsigned int HP_D;   //калибровочный коэффициент D
static unsigned int HP_D1;   //измеренный код давления D1
static unsigned int HP_T1;   //змеренный код температуры T1
/* read a byte from the EEPROM */
unsigned char eeprom_read(unsigned char EEPROM_BUS_ADDRESS, unsigned char
address) {
unsigned char data;
i2c_start();
i2c_write(EEPROM_BUS_ADDRESS);
i2c_write(address);
i2c_start();
i2c_write(EEPROM_BUS_ADDRESS | 1);
data=i2c_read(0);
```

```
i2c_stop();
return data;
}
flash unsigned char* HP03M_init()
{
	HP_C1=eeprom_read(0xA0,0x16)<<8;
	HP_C1=HP_C1|eeprom_read(0xA0,0x17);
	HP_C2=eeprom_read(0xA0,0x18)<<8;
	HP_C2=HP_C2|eeprom_read(0xA0,0x19);
	HP_C3=eeprom_read(0xA0,0x20)<<8;
	HP_C3=HP_C3|eeprom_read(0xA0,0x21);
	HP_C4=eeprom_read(0xA0,0x22)<<8;
	HP_C4=HP_C4|eeprom_read(0xA0,0x23);
	HP_C5=eeprom_read(0xA0,0x24)<<8;
	HP_C5=HP_C5|eeprom_read(0x25,0x17);
	HP_C6=eeprom_read(0xA0,0x26)<<8;
	HP_C6=HP_C6|eeprom_read(0xA0,0x27);
	HP_C7=eeprom_read(0xA0,0x28)<<8;
	HP_C7=HP_C7|eeprom_read(0x29,0x17);
	HP_A=eeprom_read(0xA0,0x30);
	HP_B=eeprom_read(0xA0,0x31);
	HP_C=eeprom_read(0xA0,0x32);
	HP_D=eeprom_read(0xA0,0x33);
}
int HP03m_Preassure(int *temp)
{
	long OFF,SENS,X,dUT;
	PORTB.4=1;	//поднимаем XCLR
	//читаем давление
	i2c_start();
	i2c_write(0xEE);
	i2c_write(0xFF);
	i2c_write(0xF0);
	i2c_stop();
```

```
delay_ms(40);
i2c_start();
i2c_write(0xEE);
i2c_write(0xFD);
i2c_start();
i2c_write(0xEE|1);
HP_D1=i2c_read(0)<<8;
HP_D1=HP_D1|i2c_read(0);
i2c_stop();
//читаем температуру
i2c_start();
i2c_write(0xEE);
i2c_write(0xFF);
i2c_write(0xE8);
i2c_stop();
delay_ms(40);
i2c_start();
i2c_write(0xEE);
i2c_write(0xFD);
i2c_start();
i2c_write(0xEE|1);
HP_T1=i2c_read(0)<<8;
HP_T1=HP_T1|i2c_read(0);
i2c_stop();
PORTB.4=0;      //сбрасываем  XCLR
        if(HP_T1>=HP_C5) dUT=HP_T1-HP_C5-((HP_T1-HP_C5)/(2<<7))*((HP_T1-HP_C5)/(2<<7))*HP_A/(2<<HP_C);
 else dUT=HP_T1-HP_C5-((HP_T1-HP_C5)/(2<<7))*((HP_T1-HP_C5)/(2<<7))*HP_B/(2<<HP_C);
OFF=(HP_C2+(HP_C4-1024)*dUT/(2<<14))*4;
SENS=HP_C1+HP_C3*dUT/1024;
X=SENS*(HP_D1-7168)/(2<<14)-OFF;
*temp=250+dUT*HP_C6/(2<<16)-dUT/(2<<HP_D);
return X*10/32+HP_C7;        }
```

ДОДАТОК В

Графічний матеріал атестаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра АПОТ

Магістерська атестаційна робота на тему:

Комп'ютерна сенсорна мережа для довгострокового моніторингу навколишнього середовища

Виконав: студент групи СКСм-19-1
Богомазов Є.М.
Науковий керівник: Проф. Кривуля Г.Ф.

Постановка завдань дослідження

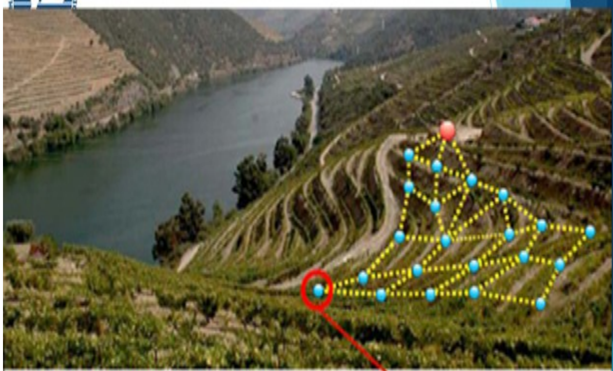
Мета роботи:

організувати сенсорну мережу з використанням стандарту IEEE802.15.4 ZigBee на основі мікроконтролерів Arduino для довгострокового моніторингу навколишнього середовища.

Об'єкт дослідження – бездротова сенсорна мережа . Для моніторингу навколишнього середовища.

Предмет дослідження – вибір компонентів сенсорної мережі для існуючої приладової бази.

Приклад бездротової сенсорної мережі



Бездротові сенсорні мережі складаються з певного числа автономних пристроїв(сенсорних вузлів), котрі обробляють й передають, отриману інформацію різними датчиками(температури, вологості й т.д.)

Характеристики БСМ

Характеристики БСМ для конкретної задачі повинні враховувати такі чинники :

– кількість вузлів може бути вище, ніж у традиційній розподіленій мережі збору і обробки даних;

– вузли потрібно розташовувати якомога дуже щільно;

– можуть відбуватися збої у роботі вузлів під впливом факторів природного чи техногенного походження;

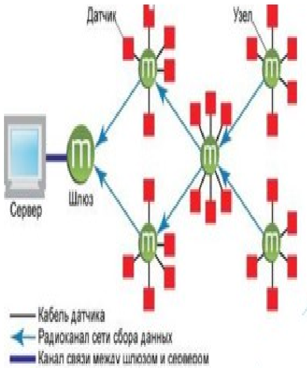
– топологія мережі може змінюватися випадковим чином;

– вузли обмежені в енергоспоживанні, обчислювальних можливостях, обсязі пам'яті;

Розподілені системи моніторингу на базі БСМ

Сучасна система безперервного моніторингу навколишнього середовища являє собою комплекс програмно-апаратних засобів, що складається з датчиків параметрів об'єкта, розподіленої підсистеми збору свідчень з даних датчиків, підсистеми обробки телеметричної інформації та підсистеми вироблення керуючих рішень.

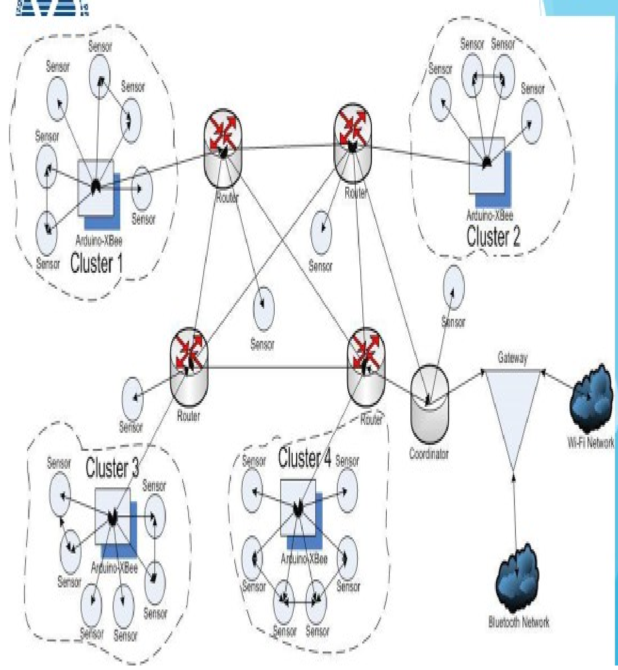
Система ML-SM являє собою бездротову сенсорну мережу, що складається з безлічі розподілених в просторі бездротових вузлів ML-SM-N, до кожного з яких підключені зовнішні датчики через відповідні модулі сполучення ML-SM-Sx, одного бездротового шлюзу ML-SM- G і сервера на базі персонального комп'ютера.



Стандарт Zigbee

ZigBee — стандарт для набору високорівневих протоколів зв'язку, що використовують невеликі, малопотужні цифрові приймачі, заснований на стандарті IEEE 802.15.4-20 для бездротових персональних мереж, таких як, наприклад, бездротові навушники, щ з'єднані з мобільними телефонами за допомогою радіохвиль короткохвильово діапазону. Технологія визначається специфікацією ZigBee, яка розроблена з мето бути простішою та дешевшою, ніж інші персональні мережі, такі як Bluetooth. ZigB призначений для мобільних пристроїв, де необхідна тривала робота від батарей безпечність передачі даних у мережі.

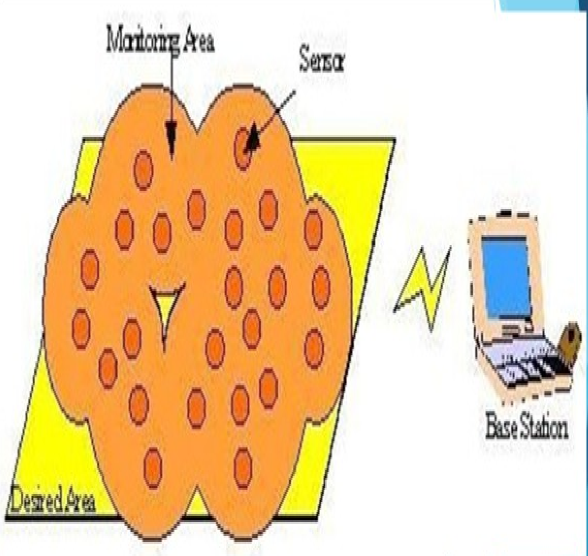
Сенсорна мережа стандарту ZigBee на мікроконролерах Arduino



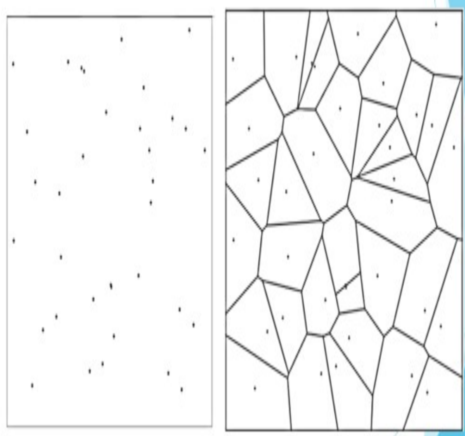
Порівняння стандартів сімейства 802.15 і 802.11b

Стандарт	802.15.4 ZigBee™			802.15.1 Bluetooth	802.15.3 High Rate WPAN, WiMedia	802.15.3a' UWB	802.11b Wi-Fi
Приложения	Мониторинг, управление, сети датчиков, домашняя/промышленная автоматика			Голос, данные, замена кабелей	Потоковое мультимедиа, замена кабелей аудио/видеосистем		Данные, видео, ЛВС
Преимущества	Цена, энергосбережение, размеры сети, менее загруженные диапазоны		Цена, энерго-сбережение, размеры сети, глобальный диапазон	Цена, энерго-сбережение, передача голоса, перескоки частоты	Высокая скорость, энергосбережение		Скорость, гибкость
Частота, ГГц	0,868	0,915	2,4			3,1 – 10,6	2,4
Макс. скорость	20 Кбит/с	40 Кбит/с	250 Кбит/с	1 Мбит/с	22 Мбит/с (доп. 11, 33, 44, 55 Мбит/с)	110 Мбит/с (10 м), 200 Мбит/с (4 м) (доп. 480 Мбит/с)	11 Мбит/с
Выходная мощность (ном.), дБм	0			0 (класс 3) 4 (класс 2) 20 (класс 1)	0	< 20 (110 Мбит/с) < 24 (200 Мбит/с)	20
Дальность, м	10 – 100			10 (класс 3) 100 (класс 1)	5 – 50	10 (110 Мбит/с) 4 (200 Мбит/с)	100
Чувствительность (спецификация, дБм)	-92		-85	-70	-75	–	-76
Размер стека, Кбайт	4 – 32			> 250	–		> 1000
Срок службы батареи, дней	100 – 1000+			1 – 7	теоретически более 1000		0,5 – 5
Размер сети	65536 (16-битные адреса), 2^{64} (64-битные адреса)			мастер +7	до 127 на хост		32

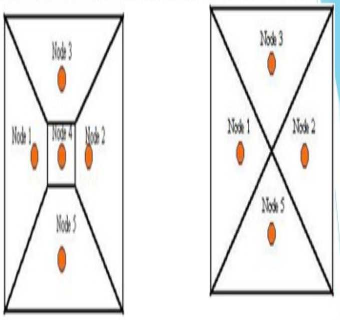
Системна модель для планування вузлів



Діаграма Вороного для вузлів БСМ



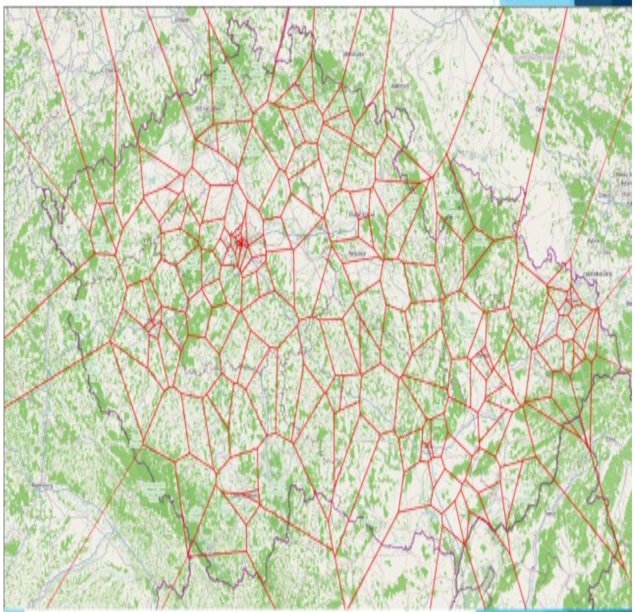
Мінімізація числа вузлів БСМ Методом Вороного



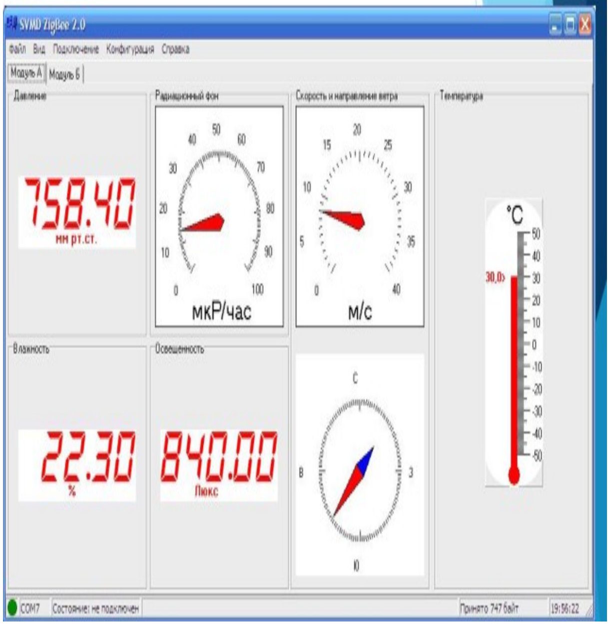
ПОЧАТКОВА ДІАГРАМА   НОВА ДІАГРАМА

Вилучається   багатокутник з найменшою площею

Діаграма Вороного для вузлів БСМ на місцевості



Інтерфейс користувача для візуалізації даних



ВИСНОВКИ

Пропована автономна система моніторингу і контролю складних об'єктів сенсорною мережею може бути використана в багатьох прикладних областях з різними функціональними можливостями:

- безперервний і періодичний моніторинг технічного стану об'єктів контролю на основі показань бездротових сенсорів;
- оперативний аналіз даних і прогноз зміни значень вимірюваних параметрів для виявлення небезпечних тенденцій і аварійних ситуацій;
- відображення контрольованих об'єктів на мнемосхемі об'єкта з аналізом загального стану об'єкта і кожного сенсора;
- оперативне інформування користувачів про виникнення нештатних ситуацій на об'єктах;
- прогнозування технічного стану об'єкта і залишкового ресурсу на заданий період часу.
- інформування про виявлені відхилення в технічному стані об'єктів з формуванням і видачею рекомендацій для прийняття

LOCALIZATION OF NODES LARGE-SCALE WIRELESS SENSOR NETWORKS

DrS., Prof. G.F. Krivoulya, Master Stud. Maud Yayra, Master Stud. Є. Bogomazov, KHNURE, Kharkiv

Last advances in low-power wireless technologies have enabled us to make use of large-scale wireless sensor networks (LWSN) as a new class of large networked systems containing hundreds even thousands of sensor nodes deployed in a prohibitively large region. For example, CitySee project deployed 1,200 sensor nodes in an urban area. There is a wide variety of LWSN applications, such as environment monitoring, scientific observation, emergency detection, field surveillance, structure monitoring, and so on. Many applications require absolute positions of sensors such as longitude

and latitude, the localization algorithm should be anchors nodes based, where anchors are the sensor nodes knowing their global positions, and the rest sensor beacon nodes, referred to as unknown nodes, are localized based on beacon

messages broadcasted by anchors. The localization procedure is often iterative because anchors are significantly less than unknown nodes, so some unknown nodes are localized by their neighbouring localized unknown. Because

distributed localization approach allows each sensor node to estimate its own location without any central control or computation unit, which alleviates large communication overhead, so they are more suitable for localization nodes

LWSN than centralized methods. Due to random deployment the nodes of LWSN the anchors are not evenly distributed, so localization performance is seriously affected by two problems. The first is that some unknown nodes lack

enough neighbouring anchors to localize themselves accurately. The second is that some unknown nodes have many neighbouring anchors to bring great computing burden during localization.In this paper, to ensure the necessary localization nodes of the LWSN operation, it is proposed to carry out test diagnostics of the network using anchors nodes. The number of such test nodes is equal to the Hamming number depending on the total number of network nodes.

References: *Cui H., Liang Y., Zho C., Cao N.* Localization of Large-Scale Wireless Sensor Networks

Using Niching Wireless Communications and Mobile Computing. – 2018. – 18 p.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Відомість атестаційної роботи

№	Позначення	Найменування	Дод. Відомості
		Текстові документи	
1	ГЮІК.XXXXXX.001 ПЗ	Пояснювальна записка	78 с.
		Графічні матеріали	
2		Слайд-презентація	Додаток А 15 слайдів
3		Копії публікацій	
4	ГЮІК.XXXXXX.001 Д1	Носії інформації	
		Компакт-диск (CD)	1 шт.

Змін.	Арк	Номер докум.	Підп.	Дата	ГЮІК.XXXXXX.001 ВД		
Розроб.		Богомазов Є.М.			Комп'ютерна сенсорна мережа для довгострокового моніторингу навколишнього середовища Відомість атестаційної роботи	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Кривуля Г.Ф.				У	1	1
						ХНУРЕ Кафедра АПОТ		
Н.контр.		Рожнова Т.Г.						
Затв.		Чумаченко С.В.						