

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В роботі проаналізовані (ті які зараз широко використовуються) стандарти та технології безпроводного зв'язку які можуть бути оптимальним рішенням для задач з ряду: аналіз виробничого процесу, варіант RFID, системи мобільних роботів. Визначені їх переваги та недоліки.

Standards and technologies of off-wire connection are in-process analysed (those which presently are widely utilized) which can be optimum decisions for tasks from a row: analysis of production process, variant of RFID, systems of mobots. Their advantages and failings are certain.

Вступ

Зараз все частіше розробники систем контролю та моніторингу за станом навколишнього середовища звертаються до безпроводних технологій для здійснення комунікації між вузлами розроблюваних ними мереж сенсорів. Це дає ряд переваг хоча і створює додаткові труднощі.

Відсутність кабелів, які деколи досить важко прокласти, висока пропускна здатність радіоканалу та інші переваги – це лише одна сторона. З іншого боку на розробника чекає вибір оптимальної для задачі бездротової технології яких зараз досить багато.

Загальна характеристика WPAN

WPAN – в перекладі з англійської (Wireless Personal Area Network) – безпроводна мережа персонального простору. Це одна з чотирьох великих категорій безпроводних комп'ютерних мереж, до якої відносяться мережі що діють в обмеженому просторі, наприклад у квартирі, в офісі, на подвір'ї будинку. Стандарти, що визначають методи функціонування таких мереж, описані в сімействі специфікацій IEEE 802.15.

Основні критерії вибору WPAN технології

Найчастіше складно вибрати серед усіх можливих варіантів реалізації проекту найкращий, особливо такий інтерфейс, що гарантовано буде підтримуватися пристроями в майбутньому. Особливі складності виникають при виборі безпроводних технологій, оскільки всі вони не є надто дешевими коли необхідно розпочинати розробку проекту “з нуля”.

¹ Національний університет «Львівська політехніка»

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

³ Українська академія друкарства

Крім того кількість безпроводних технологій постійно зростає. Кожна технологія має свою особливість і свою галузь застосування. Але можна виділити декілька параметрів, на які варто звернути увагу, оцінюючи WPAN – технологію що претендує на те щоб вирішувати проблеми телекомунікації між вузлами безпроводної мережі. А саме:

- *надійність зв'язку* – чи не буде вибрана технологія інтерферувати з випромінюванням інших безпроводних систем, що працюють в цьому ж діапазоні і в тому ж просторі, або ж із своїми відбитими сигналами;

- варто вивчити як вирішуються питання надійності зв'язку на фізичному рівні;

- яка модуляція застосовується;

- чи присутня система детектування помилок та їх виправлення;

- *простота в освоєнні технології* – надто великий час для освоєння нехай навіть найкращої в світі безпроводної технології – дуже дороге задоволення, крім того технології безпроводного зв'язку постійно розвиваються, з'являються нові, кращі; необхідні працюючі зразки, кращі пакети для розробки, макетні плати з усіма необхідними елементами;

- значна частина протоколу хоча б канального рівня моделі OSI повинна бути реалізована апаратно з можливістю керування, ідеальним варіантом є прозорість самої мікросхеми як засобу забезпечення безпроводного інтерфейсу, тобто коли необхідно подавати на вхід мікросхеми лише дані, які необхідно надіслати і по певній події отримати їх із буфера. Проте сама ідея перенесення всього протоколу на апаратний рівень не є дуже вдалою, бо завжди з'являються нестандартні задачі, вирішення яких потребує гнучкості налаштувань мікросхеми;

- важливими є також засоби для розробки – найкраще коли вони дозволяють створювати проекти з використанням об'єктно-орієнтованих мов програмування або ж взагалі середовищ автоматизованого проектування системного рівня;

- *енергоспоживання* – більшість безпроводних сенсорних систем могли б стати набагато кращими, якщо б їх вузли не вимагали кабелю живлення, а були автономними і працювали на звичайних батарейках довше ніж хоча б півроку;

- середнє споживання бездротової частини вузлів повинно бути малим;

- кількість транзакцій між двома вузлами за одиницю часу повинна бути зведена до мінімуму;

- вузли повинні „вміти” берегти свою енергію, „засинати” на час коли дані із сенсорів залишаються незмінними.

Огляд існуючих WPAN стандартів та технологій

Розглянемо існуючі технології безпроводного зв'язку детальніше.

1. Bluetooth

Bluetooth — технологія безпроводного обміну даними між різноманітними пристроями, була розроблена в 1994 році групою провідних компаній в області телекомунікацій. Ця технологія використовує невеликі приймачі-передавач малого радіусу дії, або безпосередньо вбудовані в пристрій, або підключаються через вільний порт або PC-карту. Інтерфейси Bluetooth працюють в радіусі до 10 метрів (Class 3), до 20 (Class 2), до 100 (Class 1) і, на відміну від IrDA (інфрачервоний порт), не обов'язково в зоні прямої видимості. Bluetooth працює в неліцензованій смузі частот 2,4–2,4835 ГГц, і відповідно, безкоштовно, проте не виключається присутність інших технологій, що використовують цей же діапазон. Кожному пристрою призначається унікальна 48-бітна адреса згідно стандарту IEEE 802.15. Топологія організованої мережі може бути представлений типами point-to-point і multipoint. В першому випадку використовуються пакети типу ACL (Asynchronous Connection-Less), — кожен пакет передається тільки один раз; в другому випадку тип пакетів представлений SCO (Synchronous Connection-Oriented), — цей варіант використовує перевірку контрольних сум кожного пакету і, при необхідності, повторює відправку ще раз. Швидкість передачі даних не перевищує 2 Мб/с.

Недоліки:

Високе споживання енергії.

Складність протоколу. Необхідні ресурси – 300 Кб пам'яті для програми. Це задача для 32 розрядних мікроконтролерів

Переваги:

Шифрування, авторизація, аутентифікація.

Поширеність інтерфейсу.

2. Zigbee

Стандарт ZigBee розроблявся більше двох років і за цей час змінив декілька назв, серед яких — HomeRF lite, RF-EasyLink і Firefly. У ряді джерел специфікації 802.15.4 і ZigBee ототожнюються, проте насправді, консорціум компаній ZigBee Alliance розширив і вніс ряд змін в стандарт 802.15.4, який, взагалі кажучи, описує фізичний рівень зв'язку і основні способи взаємодії між пристроями. У випадку ZigBee передбачається опис додаткових вимог для доступності і сумісності пристроїв. Слід зазначити, що дотепер немає загальнодоступної специфікації стандарту ZigBee (для її отримання необхідно заповнити реєстраційну форму на сайті консорціуму <<http://www.zigbee.org/>>), на відміну від широкодоступних характеристик 802.15.4.

Недоліки:

Обмежена сумісність пристроїв Zigbee різних виробників

Відсутність високорівневих профілів

Переваги:

Невелике відносно Bluetooth споживання енергії.

Гнучка топологія.

3. UWB (WirelessUSB)

IEEE 802.15.4a/b — стандарт так званої технології UWB (Ultra Wideband), що базується на імпульсній передачі сигналів або ж передачі з використанням частотної модуляції (швидка зміна несучої частоти). Передача даних на відстанях до 5 метрів здійснюється з швидкістю від 400 до 500 Мб/с.

Недоліки:

Мала дальність

Переваги:

Висока швидкість

4. Cypress WirelessUSB

Зауваження – Cypress WirelessUSB та UWB (Ultra-Wide Band) це різні поняття.

Cypress вибрав назву WirelessUSB у 2003 році для своєї радіотехнології, що працює в діапазоні 2,4 ГГц. Рішення Cypress під назвою WirelessUSB є оптимальним для недорогих, низько та середньошвидкісних проєктів радіомереж з топологією point-to-point і multipoint. Типові проєкти включають HID (Human Interface Device) такі як, наприклад, комп'ютерна мишка чи клавіатура, а також пристрої домашньої автоматизації, іграшки.

В грудні 2004 Intel та інші корпорації заснували Wireless USB Promoter's Group. Специфікація, розроблена цією групою була прийнята форумом розробників USB (USB Implementers' Forum). Згідно цієї специфікації пристрої можуть під'єднуватись до ПК без провідників водночас забезпечуючи зворотну сумісність та можливість взаємодії із звичайним USB.

Поняття Wireless USB від USB Implementers Forum базується на загальній радіоплатформі WiMedia Ultra Wideband.

Ця технологія призначена для використання в галузях, де пристрої потребують набагато вищої пропускної здатності (сертифікована Wireless USB працює на швидкості 480Mbps на відстані 3 м і 110Mbps на 10 м). Типові проєкти включають пристрої зберігання інформації або застосовуються для передачі відео.

В плані ціни та архітектури таке рішення суттєво відрізняється від WirelessUSB Cypress і тому сфери застосування їх обох не перекриваються.

Cypress наразі не виробляє жодного продукту, що базується на технології UWB.

Переваги:

- Завадостійкість – використовується розширення спектру сигналу прямою послідовністю

- Кожен біт кодується послідовністю яка має добрі автокореляційні характеристики що важливо коли на шляху сигналу є

перешкоди а також коли необхідно фільтрувати відбиті (наприклад від стін приміщення) сигнали

- Можливість контролю за рівнем шуму в каналі та зміни робочої частоти всією мережею

- працюють у міжнародному не ліцензованому діапазоні частот для виробництва, науки та медицини (ISM, Industrial, Scientific and Medical band) 2,4 – 2,483 ГГц

- Весь спектр ділиться на робочі канали із зміщенням в 1 МГц

- Швидкість передачі даних – до 1 МБіт/с

- Радіус дії – до 25 м (потужність передавача – до +4 дБ/м, чутливість приймача – до -97 дБ/м)

- Можливість безперешкодного співіснування багатьох мереж в невеликому просторі за рахунок кодування бітів та механізму зміни робочої частоти.

- Невисокі часові затрати на розробку - підтримка апаратних засобів САПР системного рівня, що надається безкоштовно – Cypress PSoC Express.

- Невисока вартість.

- Зручність монтажу – постачається у вигляді готових модулів з десятиконтактним роз'ємом. В разі використання окремої мікросхеми потрібно мінімум зовнішніх компонентів. В обох випадках антена може бути у вигляді доріжок, розведених прямо на платі.

5. Wibree

Технологія Wibree, розроблена фірмою Nokia є відомою як частина бездротової специфікації Bluetooth з ультранизьким споживанням.

Специфікація на ultra low power Bluetooth дозволена без додаткової плати на тих же умовах як специфікації для звичайного Bluetooth. Згідно сьогоденного стану справ можна сказати, що перша комерційна версія специфікації стала доступна протягом першої половини 2008 р.

Технологія Wibree і Bluetooth є взаємодоповнюючими технологіями. Технологія Bluetooth найкраща для потокової інтенсивної передачі даних, як наприклад, передача файлу, а Wibree (Ultra Low Power Bluetooth) розроблений для рішень, де низьке енергетичне споживання, розмір і низька вартість - це критичні параметри.

Wibree працює паралельно з технологією Bluetooth, має два альтернативні способи використання:

- 1) автономний пристрій, який використовує тільки технологію Wibree;

- 2) дворежимний (пристрій з подвійною роллю - dual-role), який використовує комбінацію технології Bluetooth і технології Wibree. Малі пристрої подібно годинникам і спортивним датчикам працюють на автономному живленні (батарейки), тоді як пристрої, що підтримують Bluetooth (як наприклад мобільні телефони і ПК) отримують вигоду від використання “дворежимних” чипів, що розширює можливості з'єднання

нових Bluetooth пристроїв з новим рядом менших пристроїв, що працюють на батарейках.

Енергетичне споживання пристрою з подвійною роллю залежить від конкретної реалізації і способу використання технології Bluetooth.

Подвійна роль полягає в тому що антена та власне радіо (приймопередавач) є спільним для Wibree та Bluetooth. А отже, коли пристрій з Wibree+Bluetooth буде з'єднуватись з автономним Wibree, то споживання енергії буде набагато меншим.

Канальний рівень

- Анонсується режим низького споживання який дозволить все ж таки пристрою бути видимими в діапазоні
- Сервіс сканування – пошук всіх пристроїв в радіусі дії.
- Сервіс настройки з'єднання – швидке автоматичне налаштування з'єднання з швидким обміном параметрами.
- Надійний обмін даними в мережі точка-багатоточка з додатковими можливостями шифрування та енергозбереження.
- Сервіс контролю та розподілу трафіку

Хост

Для хоста були обрані специфічні протоколи обміну що мінімізують апаратні затрати в пристроях що працюють автономно.

Профілі

Перша специфікація буде включати три можливих профіля:

- Годинник
- HID-пристрій
- Сенсор

Специфікація на радіозв'язок

- Частотний діапазон – 2,4 ГГц
- Швидкість передачі бітів у фізичному каналі – 1 МБіт/с
- Радіус дії – 5-10 м

Недоліки:

Мало інформації на даний час.

Переваги:

Менше споживання.

На основі проведеного аналітичного огляду можемо сформувати загальну таблицю, в якій містяться переваги та недоліки розглянутих стандартів та технологій безпроводного зв'язку.

Висновки

Оскільки технологія Cypress WirelessUSB з самого початку зарекомендувала себе як надійний засіб безпроводного зв'язку, є простою у використанні, не інтерферує з іншими технологіями безпроводного зв'язку, то вибір слід зупинити саме на ній.

Табл. 1.

N	Технологія	Переваги	Недоліки
1	Bluetooth	1. Поширеність 2. Шифрування	1. Високе споживання 2. Складний протокол (>300Кб)
2	Zigbee	1. Гнучка топологія 2. Менше відносно Bluetooth споживання	1. Обмежена сумісність пристроїв різних виробників
3	UWB	1. Висока швидкість	1. Мала дальність 2. Вартість
4	Cypress WirelessUSB	1. Надійність 2. Простота 3. Споживання	1. Протокол потребує доробки
5	Wibree	1. Оновлення поширеного Bluetooth зі зменшенням споживання	1. Надто мало інформації про технологію

Отже в реалізації безпроводної мережі реального часу для вирішення вказаних задач необхідно використовувати Cypress WirelessUSB сімейства з низьким споживанням LP, а саме мікросхеми з інтерфейсом SPI та виходом переривання CYRF6936.

1. *Бернард Скляр*. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.: ил. – Парал. тит. англ.
2. Wireless Distributed Sensor Networks for In-situ Explorations of Mars. Craig Ulmer, Sudhakar Yalamanchili, Leon Alkalai.
3. Wireless Sensor Network Designs. Anna Huc. University of Hawaii at Manoa, Honolulu, USA.
4. Cypress MicroSystems, PSoC™ Mixed Signal Array CY8C29x66, CY8C27x66, CY8C27x43, CY8C24x23, and CY8C22x13 Technical Reference Manual
5. Cypress MicroSystems, Cypress WirelessUSB LP Technical Reference Manual
6. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / *В.Г.Олифер, Н.А.Олифер*. – СПб.: Питер, 2010.
7. www.cypress.com

Поступила 14.03.2013р.