

ПЕРЕДАВАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ В БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Мудрий Я.Г.

Тернопільський національний економічний університет

Безпроводні сенсорні мережі (БСМ) – це важливий крок на шляху переходу в наступну епоху – коли комп'ютери будуть безпосередньо з'єднані з фізичним світом і зможуть вгадувати бажання користувачів, а також приймати за них певні рішення. Безпроводні сенсорні мережі складаються з невеликих автономних пристроїв (mote) – з автономним живленням і радіозв'язком, який дозволяє мотам самоорганізовуватися в спеціалізовані мережі, зв'язуючись один з одним і обмінюючись даними [1].

Завдяки збору детальної інформації про фізичний світ сенсорні мережі можуть надзвичайно збагатити наші пізнання про будову світу, відкриваючи можливості для створення абсолютно нових обчислювальних застосувань. Наприклад, за допомогою сенсорних мереж можна отримувати точну інформацію про стан посівів в реальному часі, що дозволить фермерам скоротити витрату води, енергії і добрив. У промисловості сенсорні мережі можна використовувати для безперервного моніторингу обладнання і передбачення його відмов або необхідності профілактичного обслуговування з набагато більшою точністю, що дозволить компаніям уникнути дорогих аварій або простою виробничих ліній. Використання сенсорних мереж для управління електропостачанням дозволить досягти значної економії електроенергії.

БСМ можуть бути не лише системою збору і обробки телеметричної інформації, але і зручним середовищем для передачі аудіоінформації у формі мовних сигналів [2]. Це означає, що в певних випадках доцільно використовувати інфраструктуру існуючої БСМ для забезпечення голосового зв'язку між безпроводними абонентами. При необхідності, можна спеціально розвернути нову мережу на основі технології БСМ для організації голосового зв'язку між абонентами.

Сенсори аудіо і відео сигналів є найскладнішими для БСМ, оскільки вимагають великої швидкості передачі даних. Така аудіо система може мати наступні сфери використання:

- Безпечна гарнітура: пожежний або поліцейський шлем, в якому замість дорогого вогнетривкого і міцного кабелю використовується радіоканал із збереженням можливості зв'язку в разі аварії.
- VOIP гарнітура.
- Контроль доступу в малопотужному вузлі домофонного зв'язку.
- Звуковий пейджер у великій мережі.

Особливості передавання мови в БСМ. Всі дані усередині мережі передаються і обробляються в цифровому вигляді в пакетному режимі по радіоканалах. Це означає, що, на відміну від традиційної схеми з комутацією каналів, де виділяється гарантована смуга пропускання для мовних сигналів, тут передача цифрових мовних потоків повинна здійснюватися на основі комутації пакетів.

Голосовий трафік транслюється в реальному часі, і немає необхідності вводити підтвердження доставки голосових пакетів, оскільки затримки, пов'язані з повторною ретрансляцією втрачених пакетів зростають до неприйнятних величин. Тому, з метою збільшення надійності передачі і, відповідно, підвищення якості мови, необхідно застосовувати корегуючі коди. У випадках, коли втрачені фрагменти мови відновити не удалося, зазвичай застосовують алгоритми апроксимації форми мовного сигналу. Однією з особливостей також є використання вокодерів для кодування/декодування мови.

До основних проблем, пов'язаних з організацією голосових з'єднань в рамках БСМ, можна віднести наступні [3].

1. Значна затримка, що вноситься до мовного тракту – чим більше в ланцюжку передачі ретрансляторів, тим більше затримка. Значення затримки порядку декілька сотень мілісекунд вважається прийнятними, проте, затримки що перевищують декілька секунд є недопустимою. Для мінімізації затримок необхідно здійснювати пошук оптимальних маршрутів з найбільш короткою траєкторією ретрансляції, що не завжди і не у всіх випадках можливо (наприклад, у зв'язку з великою завантаженістю певної частини мережі, далекою дистанцією між кінцевими вузлами-абонентами). Сам процес пошуку оптимального маршруту також вносить затримку, особливо перед початком діалогу. З проблемою затримок тісно пов'язана проблема так званого джитера, коли пакети з фрагментами мови приходять в різному порядку і з різними часовими інтервалами, і потрібна їх попередня буферизація, що також збільшує загальну затримку. Зі збільшенням складності алгоритму

кодування збільшуються і часові затримки (включаючи час обробки і буферизацію) у кодері і декодері. Вони не мають значення в широкомовних аудіо - і відео додатках, але є критичними в БСМ. Реальні комунікаційні затримки (при кодуванні і декодуванні) складають від 125 мкс (у лініях з PCM на 64 Кбіт/с) до 2,5 мс (при кодуванні по методу CELP) і до 100 мс (у вузькосмугових системах).

2. Значне використання енергії вузлами-ретрансляторами в активному режимі, оскільки вони постійно здійснюють визначення маршрутів і перенаправлення мовного трафіку для всіх останніх вузлів, тобто виступають свого роду каналом утворюючою апаратурою на основі комутації пакетів. На відміну від типової передачі сенсорних даних невеликого об'єму з невисокою частотою, мовний трафік створює значне навантаження на БСМ.

3. Невисока якість мови, обумовлена низькою швидкістю передачі вокодера, обмеженою вузькою смугою пропускання і низькою надійністю радіоефіру як середовища передачі даних. Оскільки людина як одержувач інформації є ключовим елементом будь-якої телекомунікаційної системи, якість сигналу оцінюється по його суб'єктивному сприйняттю мови. Якість сигналу вимірюється по п'ятибальній шкалі MOS (mean opinion score - середня суб'єктивна оцінка). Кожен слухач виносить оцінку кожного сигналу: 1 - погано, 2 - слабо, 3 - розбірливо, 4 - добре, 5 - відмінно. Хоча якість сигналу по більшій частині прямо зв'язана зі швидкістю бітового потоку, більш складні алгоритми здатні досягти більш високого відношення якості до швидкості бітового потоку.

4. Проблема забезпечення безпеки переговорів. Не дивлячись на обмеженість радіусу дії передавачів і динамічну зміну маршрутів, що утрудняє перехоплення трафіку, дана проблема залишається важливою і актуальною в БСМ, оскільки радіоефір відкритий і повністю доступний як для несанкціонованого прослуховування, так і для несанкціонованого підключення до мережі з метою використання її ресурсів.

До параметрів зв'язку пред'являються наступні вимоги:

- дальність передачі голосу < 20м (безпроводний сімплексний зв'язок push-to-talk);
- дуплексний режим роботи;
- надійний канал зв'язку (завадостійкість + швидка зміна частоти);
- захищена передача голосу;
- якість звуку, еквівалентне VOIP;
- одночасна робота з декількома апаратами;
- щонайменше 24 години безперервної роботи в дуплексному режимі.

Для реалізації системи передавання мови вибрані 32-розрядні мікроконтролери фірми Jennic, які характеризуються високою продуктивністю та апаратним співпроцесором AES з обробкою шифрування, що відбувається без участі центрального процесора, відповідно зменшує вимоги до програмної підтримки [4]. Мікроконтролер JN5148 32- розрядний RISC – процесор з високою швидкодією, пріоритетною обробкою переривань і програмно регульованою тактовою частотою. Також МК включає 2.4 ГГц трансівер за стандартом IEEE802.15.4, 128 КБ ПЗП, 128КБ ОЗП, широкий вибір інтерфейсів для підключення аналогових і цифрових периферійних пристроїв. Великий об'єм пам'яті дозволяє обробляти застосування користувача спільно із стеком ZigBee Pro. Низький струм споживання (18 мА в активному режимі) дозволяє використовувати звичайні літієві батареї. МК працює як правило в імпульсному режимі з великою щільністю, проводячи велику частину часу в сплячому режимі із струмом споживання менше 1мкА, тому середній струм споживання від батареї виявляється невеликим і тим самим забезпечується тривалий термін роботи від батареї. МК Jennic дозволяє також працювати з цифровою відеокамерою в режимі покадрової передачі зображення з темпом декілька кадрів в секунду із компресією у форматі JPEG.

Проведений аналіз показав принципові можливості організації системи передавання мовних сигналів на основі технології безпроводних сенсорних мереж. Використовуючи нові методи кодування, мережні технології та сучасні апаратні та програмні засоби можна реалізувати ефективні системи аудіо зв'язку, які знайдуть використання в різних сферах діяльності.

Список використаних джерел

1. Новые модели использования беспроводных сенсорных сетей. Журнал Technology@Intel: Новинки и тенденции технологий. Электронный доступ: <http://www.intel.com/cd/corporate/europe/emea/rus/update/237031.htm>
2. Akyildiz I. F. Wireless Multimedia Sensor Networks: Applications and Testbeds // Akyildiz I. F., Melodia T., and Chowdury K. R. Proceedings of the IEEE (invited paper), vol. 96, no. 10. – 2008. – P. 1588-1605
3. А.М. Бершадский, Проблемы и особенности применения беспроводных сенсорных сетей Для организации голосовой связи А.М./Бершадский, Л.С. Курилов, А.Г. Финогеев// Вестник ТГТУ. 2009. Том 15. № 3. – С.460-466.
4. Еркин А. Разработка распределенных систем контроля датчиков на основе защищенных низкопотребляющих беспроводных ZigBee-сетей на базе микроконтроллеров фирмы Jennic / CHIP NEWS. – 2010. – № 1.