

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОПУСКАТЕЛНАТА СПОСОБНОСТ НА BLUETOOTH ПРИ СЪВМЕСТНА РАБОТА С WLAN

Димитър Грозев,
тел: +359 88 7293455, e-mail: dimitar_grozev@gbg.bg

Николай Каканакوف, Гриша Спасов
ТУ София, филиал Пловдив, Катедра “Компютърни Системи и
Технологии”, Пловдив 4000, бул.”С. Петербург” 61, тел. 032/659576,
e-mail: kakanak@tu-plovdiv.bg, gvs@tu-plovdiv.bg

Борис Рибов, Институт по Космически Изследвания - БАН,
София 1000, ул. Московска 6,
тел.: +359 88 7 261866, e-mail: ribov@developer.bg

INVESTIGATION OF INTERFERENCE BETWEEN BLUETOOTH AND WIRELESS LAN WORKING ON 802.11

Dimitar Grozev, Nikolay Kakanakov, Grisha Spasov, Boris Ribov

Abstract – Bluetooth is a digital wireless data transmission standard in the 2.4 GHz ISM band aimed at providing a short range wireless link. The issue of coexistence between IEEE 802.11 high speed Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) [1] and Bluetooth radios with both radio types located within a mixed environment is studied. A network topology, propagation model, and user traffic loads are postulated. The reliability of Bluetooth radio is then estimated under the stated conditions. The analysis is based on the test beds experiments. Results for the measured throughput degradation are presented.

I. Въведение.

Към момента за безжично предаване на данни се използват два стандарта: Bluetooth и WLAN 802.11x [2]. Нарастващият брой устройства използващи безжична

комуникация от двата типа води до необходимостта да се изследват проблемите възникнали при съвместната им работа. Следва кратко представяне на интерфейсите.

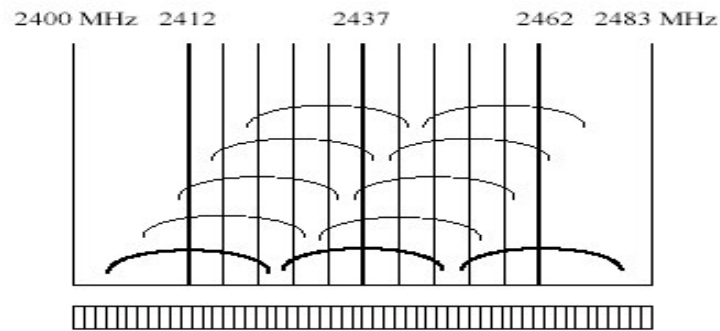
Bluetooth [3] работи в ISM обхвата, който започва от 2.402GHz и завършва до 2.483GHz. Дефинирани са 79 канала по 1MHz широчина. Мощността, с която се излъчва е 1mW. Сигнала е модулиран с GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) – гаусова честотна модулация. Комуникацията се осъществява чрез пакети. Всеки пакет се излъчва на различна честота, като скачането на честотата е 1600 пъти в секунда.

WLAN 802.11b стандарта за безжична комуникация работи също в ISM обхвата. При него са дефинирани 11 канала всеки с широчина от 22MHz. Различните скорости, на които се предава използват различна модулация. Мощността, на която се излъчва е 100mW. Комуникацията се осъществява чрез пакети.

Разгледаните безжични интерфейси Bluetooth и WLAN работят в един и същ честотен обхват. Те използват различни методи за модулиране на сигнала и достъп до средата, но въпреки всичко вероятността за възникване на интерференция при предаване на пакети е голяма.

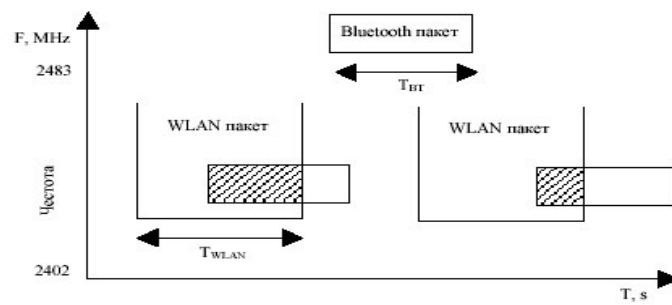
II. Интерференция в 2.4 GHz обхват.

Интерференция се получава при препокриването на спектъра генериран от предавателите на различните източници в даден момент от време. Изследването на този проблем е осъществено използвайки стандартни Bluetooth устройства и WLAN Access Point и клиент, които използват 802.11b стандарта и предават на 2 Mb/s. На фиг.1 е показано физическото разпределение на каналите на WLAN 802.11 и Bluetooth. WLAN разделя ISM обхвата на 11 канала (каналите са 14, но последните 3 са резервирани) по 22 MHz всеки и предава на един фиксиран канал. Bluetooth използва скачаща честота и предава в целия честотен обхват. Препокриване ще има в честотния диапазон зает от канала, на който работи WLAN мрежата. Броят на застъпилите се пакети ще зависи от натовареността и на двата безжични интерфейса, както и от големина на пакетите, които се обменят. На фиг.2 е показано застъпването на WLAN и Bluetooth пакети.



Разпределение на каналите при Bluetooth 79 канала по 1 MHz

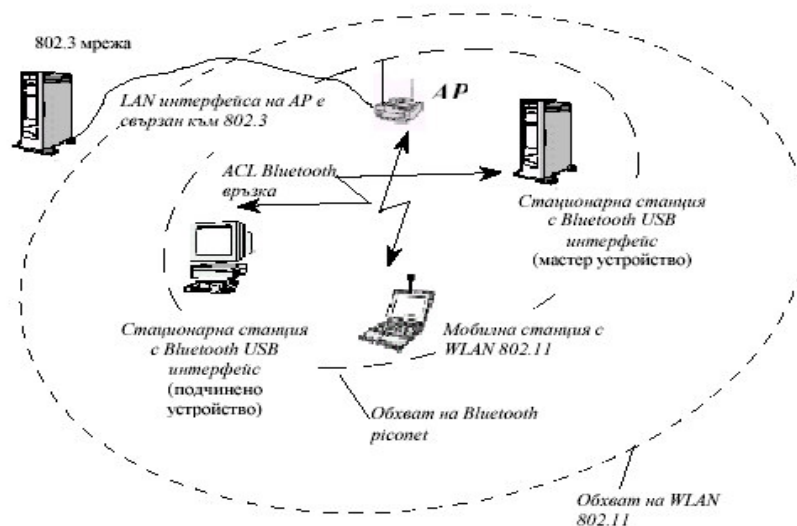
Фиг.1



Фиг.2

III. Мрежа за провеждане на експеримента. Сценарии.

За изследване на проблема е разработена експериментална мрежа, при която имаме препокриване на един Bluetooth пиконет [3],[4] съставен от главно и подчинено устройства и WLAN мрежа: Access Point и мобилен клиент. Тя е показана на фиг.3.



Фиг.3

Сценария на експеримента включва:

1. Между Bluetooth устройствата се обменят пакети с големина от 32, 64, 128, 512 байта при чиста и зашумена среда.
2. Променя се разстоянието както между Bluetooth устройствата, така и между AP – то и мобилния клиент.
3. Променя се и трафика в WLAN мрежата.
4. Правят се изследвания при положение, че Bluetooth устройството и WLAN мрежовата платка са на една и съща станция, в случая на подвижната.

За получаване на експерименталните резултати се използва методиката:

1. За различните големина пакети се изпълнява L2ping програма, написана специално за насочения експеримент при незашумена среда, т.е. WLAN мрежата не работи;
2. Снема се средно аритметичното време за получаване на отговор, на пратен пакет;
3. За различните големина пакети се изпълнява L2ping програмата, при зашумена среда, т.е. с „ping” и „burst” трафик по WLAN мрежата;
4. Измерва се времето за получаване на отговор за изпратен пакет, като това време е равно на:

$$T_{\text{пол. на пакет}} = (T_{\text{пращане}} + T_{\text{потвърждаване}}) * N, \text{ където}$$

$N = 1$, ако пакета е получен и потвърден от първия път или N има такава стойност, че полученото време $T_{\text{пол. на пакет}} < T_{\text{timeout}}$.

5. Времето за получаване на всеки един пакет се сравнява с $T_{\text{ср.}}$ и ако то е по – голямо пакета се счита за пропаднал.

IV. Резултати:

Големина на пакета	Брой пратени	Брой неполучени
32 байта	500	231
64 байта	500	243
128 байта	500	270
512	500	323

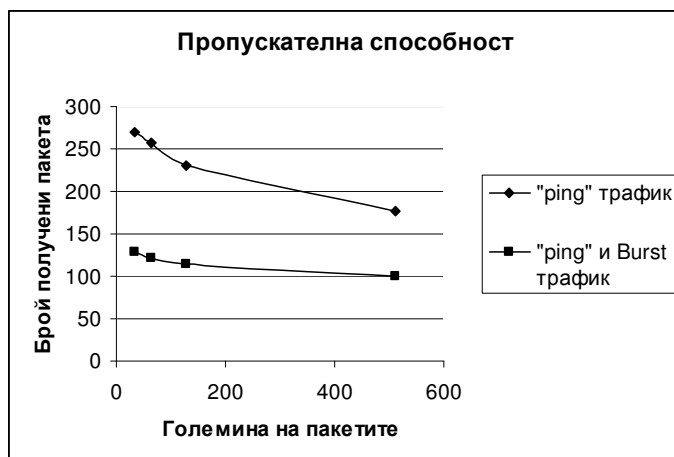
Таблица 1.

Големина на пакета	Брой пратени	Брой неполучени
32 байта	500	371
64 байта	500	379
128 байта	500	386
512	500	400

Таблица 2.

В таблица 1 са показани резултатите при провеждане на експеримента в зашумена среда от ring трафик между AP – то и мобилния клиент. В таблица 2 са резултатите при среда зашумена от ring и Burst трафик.

Графично представяне на резултата:



Графика 1.

V. Изводи и начини за повишаване на пропускателната способност при съвместното съществуване на Bluetooth и WLAN 802.11

1 Изводи

1.1 Интерференция се наблюдава в честотния обхват, в който предава WLAN мрежата (в зависимост от канала, на който работи). т.е. имаме застъпване по честота. Разпределение на каналите е показано на фиг. 1.

1.2 Интерференцията възникнала вследствие застъпване на пакетите по време може да се избегне с намаляване на Bluetooth пакетите по големина, така че да станат съизмерими с backoff периода между WLAN пакетите.

2 Повишаване на пропускателната способност

2.1 Използване на Адаптивна Скачаща честота (AFH) за Bluetooth

В случай, че AFH се използва при Bluetooth устройствата, то те ще си сменят честотата, така че да се предпазват от колизии с WLAN 802.11b. От разгледаното по – горе и най – вече от фиг. 1 и фиг. 2, се вижда че интерференция настъпва при тези честоти от псевдо – случайната Bluetooth честотна поредица, които се застъпват с честотния обхват на WLAN канала. Ако се имплементира метод за автоматично, откриване на канала, на който работи най – близката (съответно най – силно влияещата) WLAN мрежа и настройване на AFH модула за избор на скачащата поредица, да не избира честоти в този диапазон, то тогава интерференцията ще се сведе до минимум. Естествено лесно за имплементация е ръчното въвеждане на канала, на който предава най – близката WLAN мрежа.

2.2 Използване на разпределена схема за достъп до средата (TDMA – Time Division Media Access).

Ако Bluetooth и WLAN мрежовата карта се намират в едно устройство и е необходимо това устройство да е едновременно член на пиконет и WLAN мрежа, тогава приложение има разпределеното използване на средата. До този извод се стига след направените насочени експерименти, от които се вижда, че броя на пропадналите пакети се увеличава значително при едновременен трафик през Bluetooth и WLAN мрежовата карта. Трябва да направя уточнение, че Bluetooth устройството трябва да има мастер роля в пиконета, за да може да определя времето, през което ще се предава.

Това може да се реализира чрез фиксирана или адаптивна схема в зависимост от услугите, които предлагат двата интерфейса. Като мастер – Bluetooth устройството определя със своята тактова честота, кога да се предава и кой подчинен да предава (да обменя информация с него).

Библиография

- [1] **Ribov B., Spasov G.**, "Spread Spectrum for Wireless Systems using PIC based micro-controllers as a Spreader", Proceedings of the Eleventh International Scientific and Applied Science Conference, "ELECTRONICS ET'2002", Sozopol, September 25-27, Bulgaria, book 2, ISBN 954-438-327-1, pp.89-94, 2002
- [2] **IEEE Std 802.11 - 1999.** Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE Standards Dept., 1999, www.ieee.org/~standards/
- [3] **Brent Miller, Chatschik Bisdikian**, Bluetooth Revealed 2001
- [4] C Bala Kumar, Paul J. Kline, Timothy J. Thompson, Bluetooth Application Programming With The Java APIs