STUDIA INFORMATICA 2001
Volume 22 Number 2 (44)

Tomasz HEJCZYK
PWPT WASKO Sp. z o.o., Zakład Systemów Telekomunikacyjnych

BEZPRZEWODOWE SYSTEMY TRANSMISJI PAKIETOWEJ W OPARCIU O STANDARD HIPERLAN 2 I BLUETOOTH

Streszczenie. Przedstawiono zagadnienia związane z transmisją pakietową w systemach bezprzewodowych. Przedstawiono podstawowe metody dostępu do łącza. Zaprezentowano podstawowe cechy standardu ETSI HIPERLAN 2 oraz BLUETOOTH. Pokazano formaty i strukturę wybranych ramek w standardzie BLUETOOTH.

THE WIRELESS SYSTEMS OF THE PACKET TRANSMISSION BASIS OF STANDARD HIPERLAN 2 END BLUETOOTH

Summary. ETSI HIPERLAN 2 and BLUETOOTH are standard for the wireless transmission. The article describes the transmission protocol basis of standard ETSI HIPERLAN 2. The basic frames, definitions are presented in BLUETOOTH.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się duży postęp w rozwoju łączności bezprzewodowej. Rozwojowi temu towarzyszy wzrost zapotrzebowania na nowe techniki komunikacyjne, które są konkurencyjne dla sieci komutowanych. Jedną z alternatyw istniejących sieci przewodowych jest sieć radiowa. Czynnikami podnoszącymi atrakcyjność tychże sieci jest ich elastyczność, łatwość rekonfiguracji, brak okablowania, mobilność terminali [1,2]. Możliwość obsługi stacji i użytkowników na poziomie zbliżonym do gwarantowanego przez tradycyjne sieci kablowe jest czynnikiem decydującym o ich rosnącej popularności. Lokalne sieci bezprzewodowe zapewniają dostęp do zasobów sieciowych poprzez tzw. punkty dostępu AP (*ang. Access Points*) podłączone do istniejącej infrastruktury lokalnej. Inne rozwiązania sieci bezprzewodowych pozwalają tworzyć konfiguracje „doraźne" (*ang. Ad Hoc networks*),

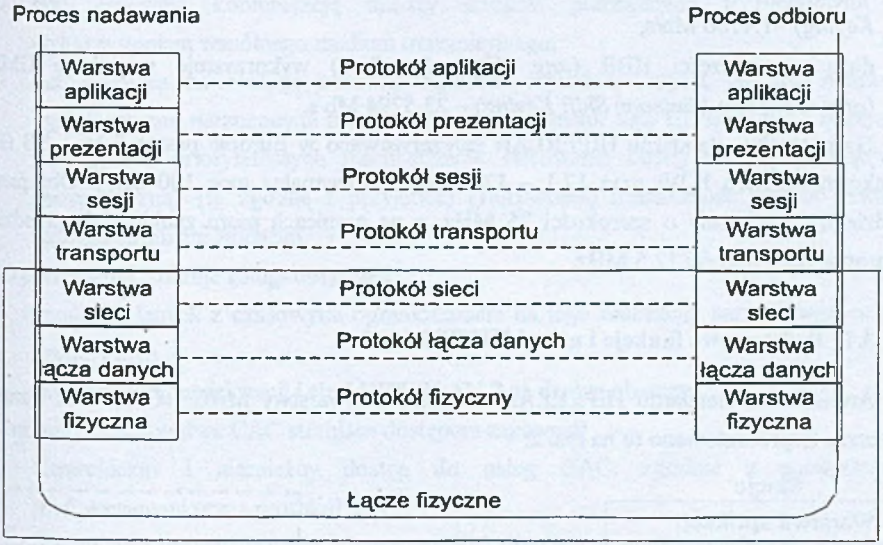
tj. systemy kilku komputerów porozumiewających się bez pośrednictwa sieci stałej lub komputera (modułu) sterującego.

Radiowe sieci teleinformatyczne posiadają szereg pozytywnych właściwości, jednak do ich zasadniczych wad należą: stosunkowo duże rozpraszanie energii, duży poziom zakłóceń zewnętrznych, łatwość nieautoryzowanego dostępu oraz możliwość zakłócania transmisji. W sytuacji, gdy ograniczone zasoby są użytkowane przez większą liczbę użytkowników, powstała potrzeba stosowania protokołów wielodostępu. W pracy przedstawiono algorytmy oraz protokoły oparte na rekomendowanych standardach ETSI HIPERLAN/2 [2] oraz BLUETOOTH [4], [6].

2. Ogólna charakterystyka architektury systemów

Radiowe systemy transmisji pakietowej służą do przesyłania danych, dlatego ich architektura i funkcjonowanie podporządkowane są ogólnie przyjętym standardom związanymi z interfejsami stosowanymi do łączenia systemów komputerowych. Dzięki temu możliwa jest wymiana informacji pomiędzy terminalami, w których interfejsy spełniają ten standard. Najszerzej stosowane są systemy o tzw. architekturze otwartej OSI/ISO [2], [3]. Międzynarodowa Organizacja Standaryzacyjna opracowała dla tych systemów tzw. model odniesienia. W dużym uproszczeniu składa się on z urządzenia generującego dane, które mają być przesłane do odbiornika. Zarówno urządzenie nadawcze, jak i odbiorcze wyposażone jest w siedem interfejsów realizujących określone funkcje. Interfejsy te wyposażone są w wejścia i wyjścia, każdy z nich świadczy określony zakres usług w warstwie sieciowej. Usługi świadczone są dla warstwy wyższej przy wykorzystaniu danych otrzymanych z warstwy niższej [4]. W każdej warstwie realizowana jest para procesów sprzężonych. Jeden z nich odbywa się w nadajniku, drugi w odbiorniku. Wymiana danych pomiędzy procesami w nadajniku i odbiorniku możliwa jest między tymi samymi warstwami przy wykorzystaniu odpowiednich struktur danych zwanych protokołami warstwy. Proces przesyłania danych pomiędzy dwoma procesami przedstawiono na rysunku 1. Wymiana wiadomości pomiędzy dwoma równoważnymi warstwami odbywa się za pomocą warstw niższych. W terminalu nadawczym każda warstwa dopisuje do danych otrzymanych z warstwy wyższej swój nagłówek, który wskazuje na sposób przetwarzania danych. W terminalu (odbiorniku) dane te są przetwarzane w warstwach równoważnych (*ang. peer layers*), a nagłówki są usuwane [3]. Dane pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem przesyłane są łączem w postaci strumienia bitów. Bity te są kodowane w celu zabezpieczenia ich przed przekłamaniami (*ang. Forward Error Correction*), a następnie modulują sygnał nośny nadajnika. W odbiorniku następują takie same procesy, lecz w kolejności odwrotnej. Sygnał zmodulowany podawany jest na wejście

demodulatora. Ponieważ na sygnał modulujący, który pojawił się na wyjściu demodulatora, nałożone są szumy i zakłócenia, dlatego w celu ich redukcji stosuje się dekodowanie FEC [4]. Na wyjściu dekodera otrzymujemy strumienie bitów stanowiące dane łącza fizycznego. Dane te przechodzą przez kolejne warstwy i są modyfikowane przez usuwanie nagłówków zawierających informacje dla kolejnych warstw.



Rys.1. Transport danych pomiędzy procesem nadawczym i odbiorczym w modelu odniesienia OSI

Fig. 1. The data transport between transmision receivig process in the OSI reference model

3. HIPERLAN 2

W najbliższych latach bezprzewodowe sieci komputerowe będą stanowiły przedmiot zainteresowania producentów oraz użytkowników tych technologii. Niewątpliwie będą one odgrywały istotną role w rozległych strukturach sieciowych, zapewniając dostęp do sieci LAN, MAN i WAN. W ramach prac ETSI (*ang. European Telecommunications Standards Institute*) opracowano standardowe rozwiązanie protokolarne dla bezprzewodowej sieci LAN nazywane HIPERLAN 2 (*ang. High Performance Radio LAN*). Prace ETSI koncentrują się głównie na zdefiniowaniu usług oraz specyfikacji protokołów, realizujących funkcje podwarstw: dostępu do medium MAC oraz sterowania dostępem do kanału CAC (*ang. Channel Accesss Control Sublayer*), które tworzą dwie dolne podwarstwy warstwy łącza danych. Standard ETSI obejmuje swą tematyką problemy funkcjonowania warstwy

fizycznej, zagadnienia przydziału pasm częstotliwości, systemów antenowych, synchronizacji transmisji, modulacji, kodowania [2].

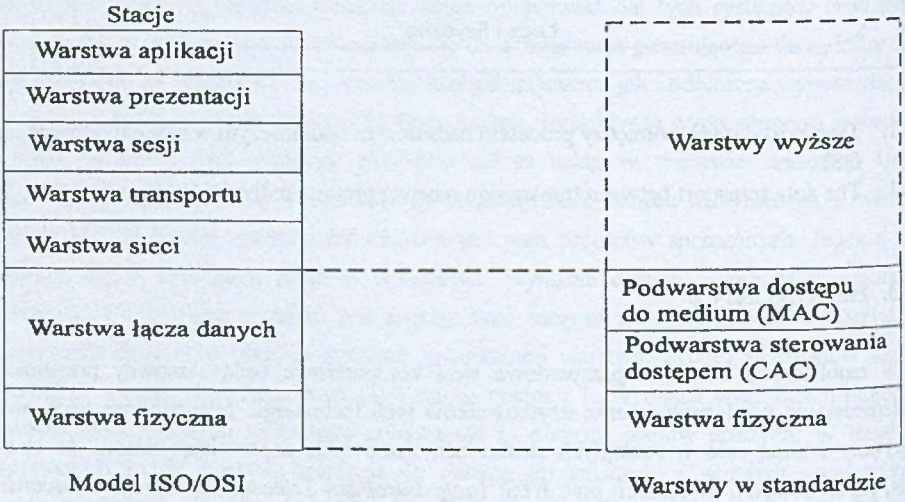
Sieć HIPERLAN 2 jest podsystemem komunikacji radiowej pozwalającym na realizację transmisji o niewielkim zasięgu z dużymi szybkościami. Ramki tworzone w podwarstwie CAC są przesyłane z dwoma prędkościami [2]:

- małą – w części LBR (*ang. Low Bit Rate*) wykorzystuje modulację FSK (*ang. Fast Shift Keying*) –1.4706 Mb/s,
- dużą – w części HBR (*ang. High Bit Rate*) wykorzystuje modulację GMSK (*ang. Gaussian Minimum Shift Keying*) – 23.5294 Mb/s.

Na potrzeby standardu HIPERLAN zarezerwowano w Europie pasma 5,15 – 5,3 GHz (maksymalna moc 1 W) oraz 17,1 – 17,3 GHz (maksymalna moc 100 mW). Oba pasma podzielono na kanały o szerokości 25 MHz, a na granicach pasm znajdują się przedziały ochronne o szerokości 12,5 MHz.

3.1. Podstawowe funkcje i usługi HIPERLAN 2

Architektura standardu HIPERLAN obejmuje podwarstwy MAC i CAC oraz warstwę fizyczną. Zaprezentowano to na rys. 2.



Rys. 2. Porównanie architektury sieci HIPERLAN 2 i modelu ISO/OSI
Fig. 2. Compare the net architecture with the model ISO/OSI

Cechą systemów opartych na standardzie HIPERLAN jest:

- HIPERLAN 2 jest siecią radiową (RLAN), która świadczy usługi równoważne usługom definiowanym w zaleceniach ISO dla podwarstwy MAC,
- sieć zapewnia realizację funkcji przypisywanym mostom, zgodnie ze stosowną specyfikacją ISO, umożliwiając współpracę z innymi sieciami LAN i transmisję wieloetapową w ramach pojedynczej sieci RLAN,
- sieć zapewnia komunikację między stacjami przenośnymi i ruchomymi z wykorzystaniem wspólnego medium transmisyjnego,
- sieć pozwala na obsługę zarówno zgłoszeń asynchronicznych, jak też ruchu z ograniczeniami narzuconymi na czas dostępu do kanału. Sieć HIPERLAN 2 korzysta przy tym z priorytetowych mechanizmów sterowania dostępem, zapewniających „hierarchiczną" (tj. zgodną z przyjętymi priorytetami) niezależność jakości obsługi różnych strumieni zgłoszeń.

Warstwa MAC oferuje usługi dotyczące:

- przekazu danych z czasowymi ograniczeniami na jego realizację, narzuconego przez użytkownika,
- badania dostępności stacji i sieci HIPERLAN 2 na danym obszarze.

Prezentowana warstwa CAC sterująca dostępem zapewnia:

- hierarchiczny i niezależny dostęp do usług CAC, zgodnie z parametrami zdefiniowanymi przez protokół MAC,
- specyfikację priorytetowego algorytmu EY-NPMA (*ang. Elimination Yield Non-preemptive Priority Multiple Access*),
- definicje typów ramek przesłanych między obiektami CAC.

3.2. Algorytm niewymuszonego priorytetowego dostępu do medium

Protokół HIPERLAN CAC przewiduje trzy procedury dostępu do kanału:

- procedurę dostępu do kanału wolnego,
- procedurę dostępu NPMA do kanału zajętego z synchronizowaniem się pracy stacji z końcem cyklu zajętości kanału oraz
- procedurę dostępu do kanału w przypadku tzw. „ukrytej eliminacji".

Procedura dostępu do kanału wolnego

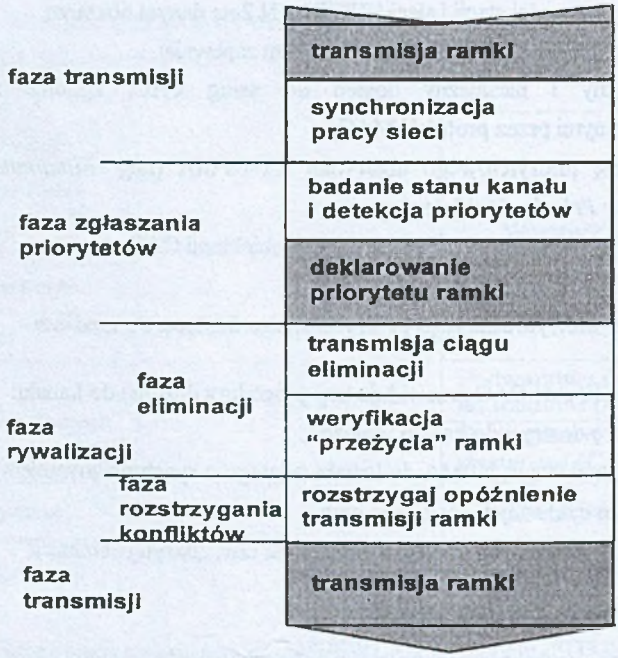
Jeżeli stacja nie zaobserwuje aktywności w kanale wspólnym przez okres odpowiadający czasowi transmisji co najmniej 1800 bitów HBR, tj. około 76 ms [10], wówczas traktuje kanał jako wolny i rozpoczyna transmisję z pominięciem jakichkolwiek dodatkowych działań.

Dostęp do kanału zajętego

Jeżeli stacja stwierdzi, że w kanale realizowana jest transmisja ramki bądź podejmowane są działania zmierzające do jej realizacji, wówczas musi ona dokonać zsynchronizowania swoich procedur z końcem tzw. cyklu transmisyjnego, z dokładnością do +/- 10 bitów HBR. W przypadku dużej intensywności zgłoszeń w pracy kanału wyróżniamy cykle transmisyjne. Każdy taki cykl składa się z trzech podstawowych faz:

- fazy zgłaszania priorytetów i wyłaniania stacji (jednej lub kilku) o najwyższym priorytecie,
- fazy rywalizacji z wysłaniem jednej (lub kilku) stacji „przeżywających" ten proces,
- fazy transmisji.

Stosowany przez podwarstwę CAC protokół nazywany jest **Niewymuszonym Priorytetowym Protokołem Dostępu do Kanału** (*ang. Elimination Yield Non-preemptive Priority Multiple Access*). Procedura ta zapewnia hierarchiczną niezależność dostępu do kanału ramkom o różnych priorytetach (zdefiniowane przez HIPERLAN MAC). Kolejne fazy realizacji algorytmu dostępu do medium pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Realizacja kolejnych faz algorytmu EY-NPMA
Fig. 3. The illustration of the consecutive stages of the algorithm EY-NPMA

Protokół ten jest połączeniem mechanizmów wykrywania nośnej z algorytmami eliminacji i rozwiązywania konfliktów. W protokole wyodrębniono mechanizmy dostępu do kanału wolnego i zajętego oraz w przypadku tzw. ukrytej eliminacji.

Faza wyłaniania ramek o najwyższym priorytecie rozpoczyna się po zakończeniu cyklu transmisyjnego związanego z przesłaniem ramki. W fazie tej czas dzielony jest na szczeliny. Zakłada się, że istnieje m_{CP} klas priorytetów ponumerowanych od 0 do $m_{CP}-1$; przy czym 0 oznacza najwyższy priorytet dostępu. W momencie rozpoczęcia się kolejnego cyklu oś czasu dzielona jest na szczeliny czasowe nazywane szczelinami priorytetyzacji (i_{PS}). Proces wyłaniania najwyższego priorytetu ramek odbywa się poprzez detekcję stanu kanału oraz deklarowanie priorytetów ramek. Stacja mająca do przesłania ramkę o priorytecie n bada stan kanału przez n pierwszych szczelin priorytetyzacji (n^* i_{PS}). Jeżeli w tym czasie stacja nie stwierdzi aktywności w kanale, generuje ona ciąg sygnałów o czasie trwania i_{PA} (deklarując tym samym priorytet). Inne stacje o niższych priorytetach rezygnują z ubiegania się o dostęp do medium w danym cyklu. Ogólnie - przynajmniej jedna spośród rywalizujących stacji pozostaje aktywna.

Faza rywalizacji obejmuje dwa podstawowe okresy: okres eliminacji i okres rozstrzygnięcia konfliktu. Po zakończeniu fazy deklarowania priorytetów ma miejsce kolejna dyskretyzacja osi czasu i podział kanału na tzw. szczeliny eliminacji (i_{ES}). Stacje wyłonione w poprzedniej fazie przesyłają ciągi (paczki) sygnałów eliminacji o czasach będących wielokrotnością i_{ES}. Długość ciągu eliminacji może się zmieniać od 0 do m_{ES} szczelin eliminacji, zgodnie z rozkładem geometrycznym. Proces eliminacji rozstrzygany jest w sposób następujący: stacja po przesłuchaniu sygnału eliminacji o długości od 0 do m_{ES}^* i_{ES} szczelin czasowych przechodzi w stan nasłuchu na okres i_{ESV}. W przypadku kiedy stacja po zakończeniu transmisji ciągu słyszy w okresie i_{ESV} transmisję, wówczas rezygnuje z ubiegania się o dostęp w danym cyklu. Stacja przechodzi fazę eliminacji, gdy po zakończeniu transmisji ciągu eliminacji stwierdza, że kanał jest wolny. Czas trwania przedziału eliminacji jest wyznaczany poprzez czas trwania najdłuższego ciągu eliminacji. W ogólności przynajmniej jedna stacja wygrywa z opisanego wyżej procesu.

W przypadku ostatniego rozstrzygającego fragmentu rywalizacji o dostęp do medium przebiega on następująco: w dziedzinie czasu ma miejsce kolejna dyskretyzacja chwil dostępu do kanału i podział czasu pracy kanału na szczeliny i_{YS}. Stacje, które zwycięsko zakończyły okres rywalizacji, mogą rozpoczynać transmisję ramek z opóźnieniem od 0 do m_{YS} szczelin i_{YS}. Opóźnienie to ma charakter losowy i jest opisane rozkładem równomiernym. Opisywany algorytm rozstrzygającego opóźnienia transmisji wiąże się z badaniem stanu kanału przed rozpoczęciem transmisji ramki. Stacja rozpoczyna transmisję ramki po losowym czasie opóźnienia wtedy, gdy żadna inna stacja nie rozpoczęła tego procesu wcześniej. Ogólnie -

przynajmniej jedna z rywalizujących stacji inicjuje transmisję rozpoczynając fazę transmisji ramki.

3.3. Fazy pracy sieci HIPERLAN 2

Fazę rozsiewczą tworzą:

- kanał rozsiewczy sterowania BCH (*ang, Broadcast Control Channel*), stosowany jest przez stację bazową AP (ang. Access Point) do rozsyłania podstawowych informacji o interfejsie radiowym, takich jak identyfikator AP, poziom nadawanej mocy oraz wskazuje na położenie kanałów FCH i RCH w ramce,

- kanał sterowania ramki FCH (*ang. Frame Control Channel*) zawiera informacje dotyczące fazy transmisji ze stacji bazowej do terminali i w przeciwną stronę od terminali do stacji bazowej,

- zwrotny kanał dostępu ACH (*ang. Access Feedback Channel*) zawiera informację zwrotną w stosunku do wysyłanej w poprzedniej ramce informacji w kanale RCH, prawidłowy odbiór tej informacji jest potwierdzany.

Faza transmisji stacja bazowa - terminal

W fazie tej transmituje się poprzez tzw. krótkie kanały SCH (*ang. Short Channel*) i długie kanały LCH (*ang. Long Channel*). W fazie tej przesyłane są do określonych terminali informacje o użytkownikach i połączeniach oraz informacje sterujące, przy czym informacje te są grupowane w tzw. komórki o różnej długości, gdzie każda przekazuje informacje dla jednego, ściśle określonego terminala.

Faza transmisji terminal - stacja bazowa

Faza ta ma taką samą strukturę jak poprzednia.

Faza losowego dostępu - łącze do stacji bazowej

Jest stosowana do uzyskania dostępu do łącza radiowego. Mechanizm polega na zmniejszaniu okna losowego dostępu. Każda informacja RCH (*ang. Random Access Channel*) musi zostać potwierdzona w następnej ramce w kanale ACH. Komórka zawiera dwa typy pakietów transmitowane przez komórki SCH i długi LCH kanał. Pakiety w LCH przenoszą właściwą informację o połączeniach i mają długość 54 bajty, z czego 48 przenosi właściwą informację. Pakiety przenoszone przez SCH mają 9 bajtów i zawierają informacje sterujące,

np. potwierdzenia. Są one również stosowane przez terminale do ubiegania się o dodatkowe zasoby łącza dla określonego połączenia w następnej ramce.

4. Bluetooth

System Bluetooth jest systemem transmisji pakietowej wykorzystywanym do szybkiej wymiany informacji pomiędzy terminalami różnego typu. Łącze oparte na technologii Bluetooth ma w najbliższej przyszłości zastąpić przewodowe połączenia pomiędzy urządzeniami, niezależnie czy będzie to zegarek elektroniczny, telefon, parkomat, sterownik kuchenki mikrofalowej czy komputer pokładowy samochodu. Pracuje on w paśmie 2,4 GHz przydzielonym w skali świata przez systemy przemysłowe. Do transmisji sygnałów wykorzystano pasmo ISM (*ang. Industrial Sciencific and Medical Aplications*): 902–928 MHz, 2400–2483.5 MHz i 5725–5850 MHz. Oferowana szerokość zajmowanego pasma pozwala na realizację transferu o dużych przepływnościach [1]. Ponieważ dla urządzeń ISM w Europie przydzielono pasmo od 2400 do 2483,5 MHz, to wykorzystywane przez urządzenia Bluetooth widmo ma 2 MHz odstęp ochronny od dołu i 3,5 MHz odstęp ochronny od góry (liczony od częstotliwości nośnej). Kanał radiowy zajmuje pasmo 1 MHz [4]. Dane transmitowane są z szybkością 1 Mb/s przy użyciu modulacji GFSK (*ang. Gaussian Frequency Shift Keying*). Kanał radiowy jest kanałem ze strukturą szczelinową. Czas trwania jednej szczeliny wynosi 625μs. W systemie zastosowano dupleks z podziałem czasowym TDD (*ang. Time Division Duplex*), polegający na wykorzystywaniu tego samego kanału radiowego dla potrzeb transmisji w obu kierunkach [5]. Każdy pakiet nadawany jest na innej częstotliwości – zastosowano technikę wolnego przeskoku częstotliwości (FHSS). Nominalnie jeden pakiet zawiera się w jednej szczelinie. Możliwa jest transmisja dłuższych pakietów, nie dłuższych jednak niż pięć szczelin czasowych.

Protokół systemu Bluetooth stanowi kombinację protokołów z komutacją łączy i pakietów. Szczeliny mogą być rezerwowane dla synchronicznej transmisji paktów. Protokół może obsługiwać asynchroniczny kanał danych, jednocześnie do trzech synchronicznych kanałów transmisji dźwięku lub jednocześnie kanał asynchronicznej transmisji danych i synchronicznej transmisji dźwięku. Każdy kanał transmisji dźwięku tworzony jest przez dwa strumienie danych o szybkości 64 kb/s, przesyłane w przeciwnych kierunkach [4],[10]. Kanał asynchroniczny może przenosić dane z szybkością 721 kb/s asymetrycznie lub po 432,6 kb/s symetrycznie w obu kierunkach [6].

System Bluetooth ma budowę warstwową, na którą składają się:

- specyfikacja łącza radiowego (ang. *Radio Specification*),

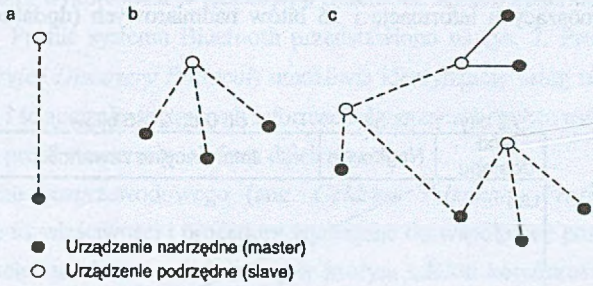
- sterownik łącza (ang. *Baseband Specification*) i protokoły warstwy liniowej LMP (protokół zarządzania łączem – ang. *Link Menagement Protocol*) i L2CAP (protokół łącza logicznego – ang. *Logical Link Control and Adaptation Layer Protocol*).

W systemie Bluetooth można zestawić dwa rodzaje łączy między stacją nadrzędną i podrzędną:

- synchroniczne łącze połączeniowe SCO (ang. *Synchronous Connection-oriented Link*), które jest symetrycznym łączem dwupunktowym miedzy stacją nadrzędną a podrzędną w ramach podsieci, wykorzystujące cykliczną rezerwację szczelin czasowych. Ramki w tym łączu nie są retransmitowane (np. transmisja głosu). Prędkość transmisji 64 kb/s;
- asynchroniczne łącze bezpołączeniowe ACL (ang. *Asynchronous Connection-Less Link*), które jest łączem wielopunktowym; może być ono wykorzystane do transmisji pomiędzy stacją nadrzędną a pozostałymi stacjami podrzędnymi w ramach podsieci. Przesyłane ramki mogą być retransmitowane. Łącze to wykorzystuje szczeliny nie zajęte przez SCO z możliwością obsługi ruchu asynchronicznego i izochronicznego. Prędkość w trybie symetrycznym 2×432,6 kb/s i w trybie asynchronicznym 721 kb/s + 57,6 kb/s [10].

4.1. Typy sieci Bluetooth, struktury

W systemie Bluetooth możliwa jest następująca konfiguracja połączeń: punkt-punkt oraz połączenia punkt-wiele punktów. W przypadku połączenia punkt-wiele punktów kanał współużytkowany jest przez wiele urządzeń, z których dwa lub więcej tworzą pikosieć. Wobec tego jedno z urządzeń pracuje w sieci jako master (urządzenie nadrzędne), a drugie jako slave (urządzenie podrzędne) [4]. W przypadku jednej pikosieci istnieje ograniczenie co do liczby urządzeń podrzędnych – może pracować tylko 7 urządzeń podrzędnych. Natomiast do jednego urządzenia nadrzędnego może być przypisana znacznie większa liczba urządzeń podrzędnych, lecz znajdują się one w stanie biernym, tzn. są one zsynchronizowane z urządzeniem nadawczym, lecz nie wolno im nadawać. Istnieje możliwość stworzenia sieci rozproszonej z nakładającymi się obszarami obsługi. Wówczas w każdej takiej pikosieci może pracować tylko jedno urządzenie nadrzędne. Z kolei urządzenia podrzędne mogą pracować w różnych pikosieciach w trybie TDMA [5]. Wielodostęp z podziałem czasowym TDMA (*ang. Time Division Multiple Access*) polega na udostępnianiu dla potrzeb zestawianego łącza pewnej liczby szczelin czasowych, zorganizowanych w tym samym kanale, z których każda po zakończeniu połączenia jest zwalniana i może być przydzielona innemu użytkownikowi [5]. Topologię sieci w systemie Bluetooth przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Typy pikosieci w systemie Bluetooth: a) z pojedynczym urządzeniem podrzędnym, b) z wieloma urządzeniami podrzędnymi, c) sieć rozproszona

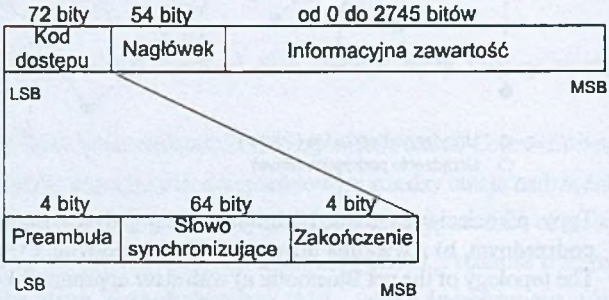
Fig. 4. The topology of the net Bluetooth: a) with slave appliance, b) with many slave appliances, c) spread net

Kanał transmisyjny tworzy pseudolosowa sekwencja przeskoków FHSS (*ang. Frequency Hopped Spread Spectrum*) [5], [8]. Kanał dzielony jest na szczeliny czasowe, w której każda odpowiada przeskokowi na inną częstotliwość nośną (1600 skoków/s) [4], [5]. Urządzenia pracujące w pikosieci są zsynchronizowane czasowo i częstotliwościowo z kanałem. Urządzenia nadrzędne oraz podrzędne mogą nadawać pakiety stosując duplex czasowy. Wówczas urządzenie nadawcze może rozpocząć transmisję w szczelinach o numerach parzystych, natomiast urządzenie podrzędne w szczelinach o numerach nieparzystych. Musi być spełniony warunek, w którym początek pakietu musi być zrównany z początkiem szczeliny. Istnieje również ograniczenie co do długości pakietu – mogą zajmować nie więcej niż pięć szczelin. Częstotliwość dla całego pakietu nie może ulec zmianie i powinna być taka sama jak dla szczeliny, w której rozpoczęto transmisję.

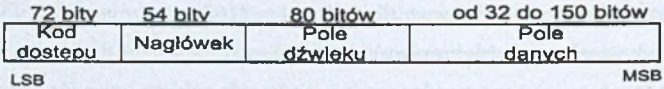
4.2. Struktury pakietu w standardzie Bluetooth

Transmitowane w sieci ramki składają się z następujących elementów: nagłówka (określającego m.in. typ ramki), kodu dostępu (używanego w celu synchronizacji i identyfikacji) oraz zawartości informacyjnej. Strukturę przykładowej ramki pokazano na rys. 5. Typy przesyłanych ramek zależne są od rodzaju łącza. Dla każdego rodzaju łącza można określić 12 typów ramek. Z braku miejsca nie pokazano wszystkich ramek, zaprezentowano wybrane dwa przykłady. W systemie Bluetooth można przesyłać pakiety w trybie asynchronicznym, gdzie pakiety zawierają bity nadmiarowe służące do wykrywania błędów transmisji oraz uruchamiania procedur retransmisji. Odmienna sytuacja jest przy przesyłaniu sygnału dźwięku w trybie synchronicznym: dane nie są zabezpieczone i nie będą retransmitowane w przypadku błędów transmisji. W przypadku pakietów przenoszących głos i dane – pole danych (patrz rys. 6) nie jest zabezpieczone nadmiarowo. Pole danych zawiera do

10 bajtów przenoszących informację i 16 bitów nadmiarowych (dodatkowe zabezpieczenie CRC) [4].

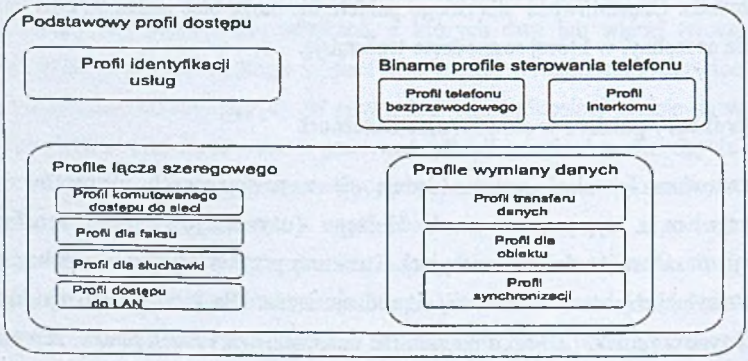


Rys.5. Struktura ramki Bluetooth
Fig. 5. The strukture of the frame Bluetooth



Rys.6. Struktura pakietu DV (ang. data - voice)
Fig. 6. The strukture of the packet DV (data - voice)

4.3. Podstawowe profile dostępu



Rys.7. Profile systemu Bluetooth
Fig. 7. The profiles of system Bluetooth

Podstawowy profil dostępu wprowadza definicje, zalecenia oraz wspólne wymagania dotyczące podstawowych trybów pracy i procedur dostępu. Określa on zachowanie urządzenia w stanie oczekiwania połączenia, które umożliwia zestawienie połączenia

pomiędzy urządzeniami wykonanymi w technologii Bluetooth, analizę stanu oczekiwania oraz zapewnia poufność. Profile systemu Bluetooth przedstawiono na rys. 7. Profil identyfikacji usług SDP (ang. *Service Discovery Protocol*) umożliwia identyfikację usług realizowanych w innych urządzeniach i ściągnięcie dostępnych informacji dotyczących tychże usług.

Z kolei binarny profil sterowania telefonu dzieli się na:

- profil telefonu bezprzewodowego (ang. *Coldress Telephony Profile*), w którym zdefiniowane są właściwości i procedury wymagane do współpracy pomiędzy różnymi elementami telefonu 3 w 1, czyli trybu, w którym telefon komórkowy pracuje jako dodatkowy radiotelefon bliskiego zasięgu do połączeń z siecią stacjonarną poprzez stację bazową,
- profil interkomu definiuje tzw. usługę interkomu, dotyczącą bezpośrednich połączeń pomiędzy telefonami typu 3 w 1,
- profil łącza szeregowego (ang. *Serial Port Profile*) opisuje wymagania związane z realizacją emulowanego radiowego łącza szeregowego (2 komputery komunikują się między sobą).

Wyróżniono następujące tryby pracy:

- profil dla słuchawki – umożliwia (ang. *Headset Profile*) bezprzewodowe podłączenie, pełnienie funkcji wej/wyj dla sygnałów dźwiękowych,
- profil komutowanego dostępu do sieci (ang. *Dial-up Profile*) – w celu uzyskania komutowanego dostępu do Internetu poprzez telefon komórkowy lub modem,
- profil dostępu do sieci lokalnej (ang. *LAN Access Profile*),
- profil faksu.

Profile wymiany danych wykorzystują dwa urządzenia:

- serwer – urządzenie realizujące wymianę danych,
- klient – urządzenie, które umożliwia wysłanie do serwera lub uzyskanie z serwera obiektu danych.

Wyróżniono trzy typy profili wymiany danych:

- profil transferu danych – transfer pomiędzy urządzeniami Bluetooth,
- profil wymiany obiektu,
- profil synchronizacji – zapewniający synchroniczną pracę terminali.

Ponadto wszystkie aplikacje korzystające z systemu Bluetooth muszą zapewnić znajdowanie urządzeń i nawiązywanie połączeń między nimi (ang. *Generic Access Profile*) oraz pobieranie informacji o usługach dostępnych w innych urządzeniach (ang. *Service Discovery Application Profile*) [10].

5. Podsumowanie

W pracy przedstawiono podstawowe zagadnienia związane z działaniem bezprzewodowych systemów transmisji pakietowej. Przypomniano model otwartej architektury ISO/OSI, obowiązujący dla tego typu systemów. Zaprezentowano protokoły umożliwiające bezprzewodową transmisję według standardu HIPERLAN 2 (ETSI) oraz Bluetooth.

LITERATURA

1. Pach A. R.: Wybrane problemy analizy i projektowania wielodostępu w sieciach teleinformatycznych. Wydawnictwo Postępu Telekomunikacji, Kraków 1998.
2. Nowicki K., Woźniak J.: Sieci LAN, MAN i WAN – protokoły komunikacyjne. Wydawnictwo Postępu Telekomunikacji, Kraków 1998.
3. Sheldon T.: Wielka encyklopedia sieci komputerowych. Oficyna Wydawnicza READ ME - Drukarnia w Łodzi 1994.
4. Bem D. J., Zieliński R. J.: Bezprzewodowa transmisja pakietowa. Krajowa Konferencja Radiokomunikacji Ruchomej KKRR'2000, Poznań, 26–28 maja 2000, s.3 – 23.
5. Systemy dostępu abonenckiego. Seminarium Specjalistyczne Instytutu Łączności, Warszawa 27–28 maja 1999.
6. „Specification of a Bluetooth system" ver. 1.0A, july 1999, dostepne pod adresem: http://www.bluetooth.com.
7. Siwiak K.: Radiovafe Propagation and Antennas for personal Communications, Artech House, INC. Boston, London 1998.
8. Ojanpera T., Prasad R.: Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications, Artech House, INC. Boston, London 1998.
9. Wojnar A.: Systemy radiokomunikacji ruchomej lądowej. Wydawnictwa Komunikacji–Łączności, Warszawa 1989.
10. Zieliński B.: Bezprzewodowe sieci komputerowe. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2000.

Recenzent: Dr inż. Bartłomiej Zieliński

Wpłynęło do Redakcji 15 marca 2001 r.

Abstract

The article presents the European standard ETSI HIPERLAN. HIPERLAN is a European family of standards on digital high speed wireless communication developed by ETSI. HIPERLAN (Type 2) uses Elimination Yield Non-Pre-emptive Priority Multiple Access (EY-NPMA) as the channel access method. This HIPERLAN is confided to the lowest two layers of the Open System Interconnection (OSI) model: the Physical Layer and the Medium Access Control (MAC) part of the Data Link Layer (see Fig. 2). Functions of higher layers are required for operation and interworking of a complete systems. HIPERLAN 2 provide a data rate of 23.5 Mb/s. The standard comprises the functionality for the decentral organization of the medium access and of the network management for forwarding, security and the use of priorities. Spectrum allocation in the 5,15 and 17.1 GHz. HIPERLAN 2 planned to operate in a point – to – multipoint setting.

The Bluetooth technology originally developed to provide connectiontivity over just a few meters between a few personal devices. The Bluetooth range is up to 100 meter with clear line of sight and down to around 20 to 30 meters in building use through walls. Bluetooth profiles cover a wide range of devices with sense can be made of this variety by dividing them up into following categories:

- personal devices
- point to point devices
- point to multipoint devices

Personal devices are the simplest. They will only link to one other present device, and don't need to discover any other devices.

Point to point devices, as shown in figure 4.a, only support one link, could be to any device, so they need to discover neighbouring devices and must keep a database of devices discovered. Point to multi point devices, as shown in figure 4.b, can establish connections to several devices at one. Such devices must handle balancing quality of service between the connections. They must decide how much bandwidth to allocate to each connection.