STUDIA INFORMATICA 2000
Volume 21 Number 1 (39)

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

BEZPRZEWODOWE SIECI LAN W OPARCIU O STANDARD IEEE 802.11 I ETSI HIPERLAN

Streszczenie. Przedstawiono warunki niezbędne do propagacji sygnału w wolnej przestrzeni. Zaprezentowano podstawowe cechy standardu IEEE 802.11 oraz ETSI HIPERLAN wykorzystywane do transmisji bezprzewodowej oraz protokół DFWMAC standardu IEEE 802.11. Pokazano formaty ramek, definicje i wzory.

THE WIRELESS NETWORKS LAN BASIS OF STANDARD IEEE 802.11 AND ETSI HIPERLAN

Summary. The model of propagation in the free space is describe in this article. IEEE 802.11 and ETSI HIPERLAN are standard for the wireless transmission. The article describes the transmission protocol DFWMAC basis of standard IEEE 802.11. The basic frames, definitions and patterns are presented.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się duży postęp w rozwoju łączności bezprzewodowej oraz zainteresowanie użytkowników możliwościami, jakie dają te systemy. Rozwój technik komputerowych spowodował gwałtowny wzrost zapotrzebowania na nowe techniki komunikacyjne, które są konkurencyjne dla tradycyjnych sieci wykorzystujących sieci komutowane. Jedną z alternatyw istniejących sieci przewodowych jest sieć radiowa. W wielu zastosowaniach niemożliwe jest zastosowanie tradycyjnych łączy sieci przewodowych. Dlatego duże znaczenie odgrywają sieci oparte na łączach radiowych. Możliwość obsługi stacji i użytkowników na poziomie zbliżonym do gwarantowanego przez tradycyjne sieci kablowe jest czynnikiem decydującym o ich rosnącej popularności.

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 IEEE 802.11 i ETSI HIPERLAN.

2. Propagacja fal radiowych w swobodnej przestrzeni

Cechą charakterystyczną systemu radiowego jest przekazywanie informacji przez ośrodek propagacji fal radiowych. Droga przesyłania sygnałów w łączu radiowym jest niezależna od człowieka. Nadawanie i odbiór oraz przetwarzanie informacji zależą od konstrukcji urządzeń nadawczo–odbiorczych. Natomiast warunki propagacji fal radiowych są zależne od wielu czynników pozostających poza wpływem ludzkiego działania.

Cechą systemów radiowych są:

- łatwy dostęp do kanałów i zasobów sieci poszczególnym użytkownikom,
- gromadzenie i rozsyłanie informacji w ramach sieci stacji końcowych rozproszonych na dużym obszarze,
- możliwość komunikacji z użytkownikami ruchomymi,
- duża niezawodność transmisji,
- równoważność liniom kablowym pod względem jakości transmisji.

2.1. Bilans łącza radiowego, strefy Fresnela

Falę rozchodzącą się w bliskości powierzchni Ziemi nazywamy falą przyziemną. Fale przyziemne dzielimy na fale powierzchniowe i fale przestrzenne [9]. Fala przestrzenna może mieć dwie składowe – falę bezpośrednią i falę odbitą od powierzchni Ziemi. Gdy anteny nadawcza i odbiorcza znajdują się na powierzchni Ziemi, wtedy obydwie składowe fali mają jednakowe amplitudy, lecz przeciwne fazy znoszą się wzajemnie; fala powierzchniowa jest wtedy jedyną składową fali przyziemnej. Natężenie pola fali oraz jej faza i kierunek w miejscu odbioru są wynikiem nałożenia się promieni, które docierają do anteny odbiorczej różnymi drogami. Wypadkowe natężenie pola w miejscu odbioru zależy od amplitud, faz i polaryzacji promieni składowych. Może się zdarzyć, że do anteny odbiorczej docierają dwie fale o znacznie większych natężeniach pola, ale przesunięte w fazie o kąt bliski 180°. Wypadkowe natężenie pola wtedy jest bardzo małe (głębokie minimum). Pole może ulegać dużym zmianom w czasie, gdy jedna ze składowych zmienia swą amplitudę, fazę lub polaryzację. Zmienność natężenia pola w miejscu odbioru powoduje powstawanie zaników.

Podstawowym wymaganiem przy projektowaniu sieci radiowych jest określenie poziomu sygnału w otoczeniu stacji odbiorczej. W tym celu należy rozpatrzyć przypadek anteny

izotropowej umieszczonej w fikcyjnym ośrodku zwanym swobodną przestrzenią. Antena izotropowa promieniuje równomiernie we wszystkich kierunkach. Założono, że ośrodek nie wprowadza żadnego tłumienia, wobec tego fale rozchodzą się promieniście, bez strat energii. Gęstość mocy od źródła promieniowania wyrażono wzorem [4,9]:

$$S = \frac{P}{4\pi R^2} \tag{1}$$

gdzie: P – moc promieniowana przez antenę,

R – odległość od źródła promieniowania.

Z drugiej strony moduł uśrednionego wektora Poytinga wyrażono przez amplitudę pola elektrycznego rozchodzącej się fali:

$$S = \frac{E^2}{2\zeta_0} = \frac{E^2}{240\pi} \tag{2}$$

przez porównanie wzorów (1) i (2) wyznaczono amplitudę pola elektrycznego:

$$E = \frac{\sqrt{60P}}{R} \tag{3}$$

W praktyce stosowane są anteny kierunkowe. Pole wytwarzane przez antenę kierunkową na kierunku maksymalnego promieniowania obliczono ze wzoru:

$$E = \frac{\sqrt{60P_T G_T}}{R} \tag{4}$$

gdzie: G_T – zysk energetyczny anteny nadawczej,

P_T – moc doprowadzona do anteny nadawczej.

Moc oddawana do odbiornika wynosi:

$$P_R = SA_{sk} = \frac{G_T P_T A_{sk}}{4\pi \cdot R^2} \tag{5}$$

Powierzchnię skuteczną anteny odbiorczej wyrażono przez jej zysk energetyczny:

$$A_{sk} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_R \tag{6}$$

gdzie: G_R – zysk energetyczny anteny odbiorczej.

Wzór (5) przyjmuje postać:

$$P_R = \frac{G_R G_T \lambda^2 P_T}{(4\pi R)^2} \tag{7}$$

Fale radiowe rozchodzące się w rzeczywistych ośrodkach ulegają tłumieniu [4]. Zmniejszenie natężenia fali rozchodzącej się w rzeczywistym ośrodku ujmuje się przez wprowadzenie współczynnika osłabienia. Wówczas natężenie pola w miejscu odbioru wynosi:

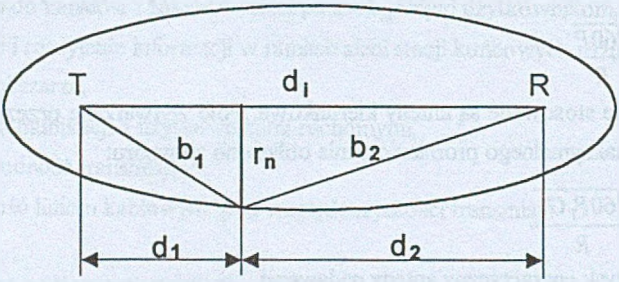
$$E = \frac{\sqrt{60 P_T G_T}}{R} |W| \tag{8}$$

gdzie: $|W|$ – współczynnik osłabienia.

Moc doprowadzoną do odbiornika przy propagacji w rzeczywistych ośrodkach wyznaczono z zależności:

$$P_R = \frac{G_T G_R \lambda^2 P_T}{(4\pi R)^2} |W| \tag{9}$$

Zasięg transmisji [10] oraz moc odbieranego sygnału są ograniczone przez moc nadajnika, częstotliwość fali nośnej, zyski energetyczne anteny nadawczej i odbiorczej oraz odległość pomiędzy obiema antenami. Prócz zapewnienia wymaganego poziomu mocy na wejściu odbiornika konieczne jest zapewnienie bezpośredniej widoczności anteny nadawczej i odbiorczej. Ważne jest, aby pierwsza strefa Fresnela była nie przesłonięta.



Rys.1. Przestrzenne strefy Fresnela
Fig. 1. The Fresnel Zone

Pierścienie, zwane strefami Fresnela, wyznaczone są przez promienie (patrz rys.1 gdzie: T – nadajnik, R – odbiornik, b1 i b2 – promienie) spełniające równania [9]:

$$b_1 + b_2 - d_i = n\frac{\lambda}{2} \tag{10}$$

$$b_1 = \sqrt{d_1^2 + r_n^2} \approx d_1 + \frac{r_n^2}{2d_1} \tag{11}$$

$$b_2 = \sqrt{d_2^2 + r_n^2} \approx d_2 + \frac{r_n^2}{2d_2} \tag{12}$$

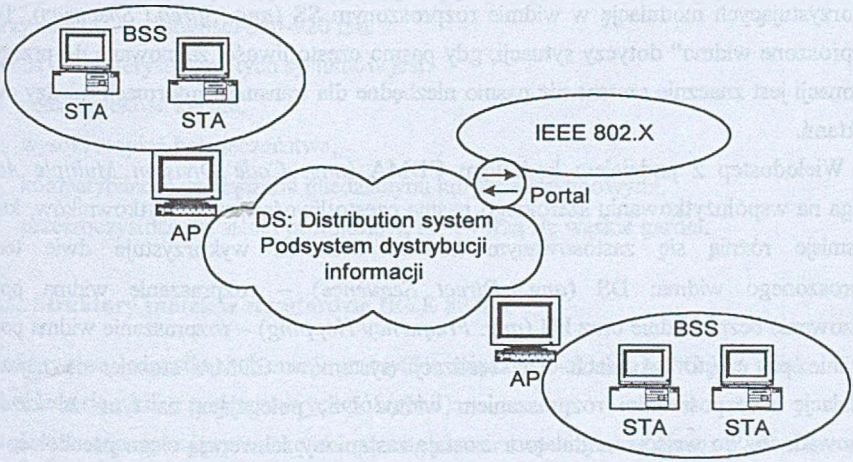
Promień strefy Fresnela opisano wzorem:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}} \tag{13}$$

3. Bezprzewodowe sieci LAN

3.1. Standard IEEE 802.11

Opracowany przez IEEE (*ang. Institute of Electrical and Electronics Engineers*) standard dla bezprzewodowych sieci LAN jest protokołem podwarstwy MAC (*ang. Medium Access Control*) warstwy ISO/OSI (*ang. International Standards Organization/Open System Interconnection Reference Model*) [3]. Został on zaprojektowany do współpracy z różnymi konfiguracjami sieci standardu 802.11, mogących realizować różne typy usług transferu danych.



Rys. 2. Topologia sieci według standardu IEEE 802.11
Fig. 2. The topology of the net according to standard IEEE 802.11

Obszar, na którym realizowana jest łączność bezprzewodowa, określono jako BSA (*ang. Basic Service Area*). Urządzenia nadawczo–odbiorcze wewnątrz jednego BSA słyszą się nawzajem, są razem logicznie skojarzone i tworzą BSS (*ang. Basic Service Set*) (rys. 2). Przyłączenie do infrastruktury sieciowej opiera się na łączności przewodowej realizowanej przez komputer AP (*ang. Access Point*) wyposażony w urządzenia umożliwiające łączność bezprzewodową. Sieć z działającym komputerem AP to sieć z infrastrukturą (*ang. Infrastructure Network*) [1]. W standardzie IEEE 802.11 zaproponowano dwa typy usług transferu: asynchroniczne i izochroniczne. W przypadku usług izochronicznych komputer AP zarządza podziałem dziedziny czasu na szczeliny czasowe oraz wydzielaniem pola, w którym następuje realizacja usług izochronicznych. W takim przypadku zarządzanie sieciami jest scentralizowane, a zarządzanie siecią odbywa się za pośrednictwem komputera AP. Pozostała

cześć szczeliny wykorzystywana jest na ruch asynchroniczny [1,2]. Zarządzaniem kolejnością transferu zajmują się wszystkie stacje, zarządzanie jest rozproszone.

W przypadku braku komputera AP stanowiącego punkt dostępu do sieci stacje sieci standardu 802.11 tworzą sieć Ad Hoc. Nie istnieje w nich odgórny podział na szczeliny czasu, istnieje tylko zarządzanie rozproszone realizujące ruch asynchroniczny.

W standardzie 802.11 rolę medium transmisyjnego pełnią fale elektromagnetyczne. 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].

Standard IEEE 802.11 zezwala na wykorzystanie technologii radiowych wykorzystujących modulację w widmie rozproszonym SS (*ang. Spread Spectrum*). Termin „rozproszone widmo" dotyczy sytuacji, gdy pasmo częstotliwości zajmowane do przesyłania informacji jest znacznie szersze niż pasmo niezbędne dla transmisji informacji między dwoma punktami.

Wielodostęp z podziałem kodowym CDMA (*ang. Code Division Multiple Access*) polega na współużytkowaniu szerokiego pasma częstotliwości przez użytkowników, których transmisje różnią się zastosowanym kodem. Standard wykorzystuje dwie techniki rozproszonego widma: DS (*ang. Direct Sequence*) – rozpraszanie widma poprzez kluczowanie bezpośrednie oraz FH (*ang. Frequency Hopping*) – rozpraszanie widma poprzez skakanie po częstotliwościach. Do realizacji systemów CDMA stosuje się najczęściej modulację z bezpośrednim rozpraszaniem widma DS, polegającą na tym, że każdy bit doprowadzony do wejścia modulatora zostaje zastąpiony sekwencją ciągu pseudolosowego. Proces bezpośredniego rozpraszania widma w nadajniku polega na wymnażaniu cyfrowego sygnału przenoszącego informacje przez pseudolosowy ciąg *PN (ang. pseudonoise binary sequence)* w postaci przebiegu prostokątnego przyjmującego wartości „+1" lub „–1", przy czym momenty zmiany znaku określa odpowiednia reguła kodowa [8]. Zakłada się, że odstęp czasu między dwoma dowolnymi zmianami znaku w ciągu pseudolosowym jest całkowitą wielokrotnością okresu podstawowego. Rozkład prawdopodobieństwa momentów zmiany wartości jest równomierny. W ciągu losowym do rozpraszania widma prawdopodobieństwo wystąpienia każdej z dwóch wartości (+1 lub –1) powinno być takie samo i równe 0.5.

Po stronie odbiorczej sygnał jest mnożony przez replikę tego ciągu w celu odtworzenia oryginalnego sygnału. Szum i zakłócenia nie są skorelowane z ciągiem PN w wyniku mnożenia w odbiorniku, zostają rozproszone [5]. Systemy oparte na modulacji FH CDMA umożliwią zbiorczy odbiór częstotliwościowy, dzięki przesyłaniu sygnału użytecznego na wielu częstotliwościach nośnych w dostatecznie szerokim paśmie kanału.

Podstawowe cechy tych systemów:

- odporność interfejsu radiowego na zakłócenia,
- niewielkie opóźnienie systemowe,
- samoistna ochrona poufności i odporność na oszustwa,
- naturalna odporność na zaniki sygnału powodowane zakłóceniami propagacyjnymi,
- wszystkie stacje należące do użytkowników mogą mieć dostęp do tego samego szerokiego pasma częstotliwości w tym samym czasie.

W standardzie IEEE 802.11 można wykorzystać technologię GFIR (*ang.Diffused Infra Red*). Wykorzystując modulację OOK (*ang. On-Off Keying*) uzyskuje się przepływność powyżej 155 Mbit/s. Systemy te funkcjonują w podczerwonym zakresie widma, wykorzystując fale o długości 860-920 nm.

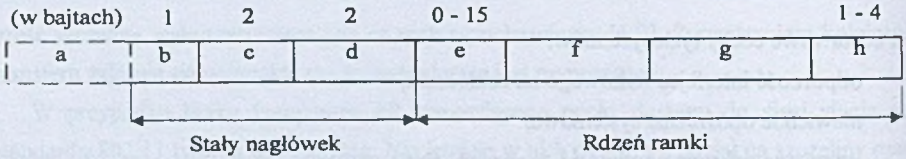
Cechą charakterystyczną tych systemów jest:

- pełna szybkość kanału,
- wysoki stopień bezpieczeństwa,
- kompatybilność ze złączami miedzianymi lub światłowodowymi,
- przeźroczystość dla sieci i protokołów, nie tworzą się wąskie gardła.

3.2. Struktury ramek w standardzie IEEE 802.11

Podstawową jednostką informacji przesyłaną między obiektami MAC jest ramka. Każda ramka składa się z kilku podstawowych pól (rys.3):

- nagłówek dopasowujący ramkę do wymagań warstwy fizycznej (*ang. PHY Adaptation Header*) o stałej długości oraz postaci zależnej od medium fizycznego,
- nagłówek o stałej długości podwarstwy MAC zawierający: pole typu ramki (*ang. type field*), pole sterujące (*ang. control field*), identyfikator ID protokolarnej jednostki danych MPDU,
- rdzeń ramki (*ang. frame body*) zawierający: pola adresowe, posiadające jeden lub więcej segmentów z identyfikatorem NID (*ang. Network ID*), adresem docelowym lub źródłowym,
- zmiennej długości elementy sterująco–sygnalizacyjne (*ang. elements*) oraz pola zależne od typu ramki (*ang. type–dependent field*),
- dane sterujące – pole o zmiennej długości – zawierające informacje z podwarstwy LLC (*ang. Logical Link Control*) w przypadku ramek DATA,
- ciąg kontrolny CRC 8–bitowy lub 32–bitowy w zależności od typu ramki.



a - pole dopasowania
b - typ ramki
c - pole sterujące
d - identyfikator ID
e - pole adresowe
f - elementy sterująco - sygnalizacyjne
g - pola o znaczeniu zależnym od typu ramki
h - ciąg kontrolny CRC

Rys. 3. Ilustracja struktury ramki w standardzie IEEE 802.11
Fig. 3. The structure of frame in standard IEEE 802.11

Pole sterujące w ramce jest dwubajtowe. Kolejne 16–bitowe pole zawiera wartość identyfikatora ID (ramki asynchroniczne) lub wartość identyfikatora połączenia (connection ID) w przypadku ramek synchronicznych. W polu adresowym ramki może znajdować się identyfikator NID sieci lub 48–bitowe indywidualne lub grupowe adresy stacji (adres źródłowy lub docelowy). 3–bajtowy identyfikator sieci NID obejmuje bity rodzaju sieci (sieć rozproszona typu Ad Hoc) oraz identyfikatory obszarów: podstawowego BSA i rozszerzonego ESS (*ang. Extended Service Set*), w przypadku gdy konieczne jest pokrycie większego obszaru. W zależności od typu ramki jej rdzeń może ulegać istotnym zmianom. Występujące w różnych typach ramek pola sterująco–sygnalizacyjne (*tzw. elements*) zawierają ważne informacje zarządzająco–kontrolne. Obejmują one miedzy innymi wartości wskazań zegarów stacji, wartości przedziałów czasu między kolejnymi ramkami sygnalizacyjnymi typu BEACON, informacje o ramkach buforowanych w stacjach AP, czy też odstępy czasu tzw. nienegocjowanymi retransmisjami ramek buforowanych w punktach dostępu AP. Krótkie ramki sterujące RTS, CTS, ACK są zabezpieczone kodem cyklicznym generowanym przez wielomian stopnia ósmego, ramki DATA są zabezpieczone 32–pozycyjnymi ciągami kodu cyklicznego. Przyjmuje się, że długość ramek nie przekracza 1500 bajtów.

3.2.1. Protokół DFWMAC

W ramach prac IEEE opracowano protokół DFWMAC (*ang. Distributed Foundation Wireles Medium Access Control*). W oparciu o ten protokół mogą być realizowane następujące typy sieci radiowych:

- rozproszone radiowe sieci LAN (RLAN) obejmujące stacje robocze znajdujące się w zasięgu wzajemnej słyszalności,
- wielokomórkowe sieci radiowe, w których stacje robocze znajdują się w różnych strefach

Protokół DFWMAC jest elementem rodziny protokołów określających bezprzewodową sieć LAN. Standard ten specyfikuje i określa zasady pracy podwarstwy MAC oraz warstwy fizycznej. Algorytmy tworzące DFWMAC to:

- algorytm z Rozproszoną Funkcją Koordynacji Dostępu DCF (*ang. Distributed Coordination Functions*),
- algorytm z Punktową Funkcją Koordynacji Dostępu PCF (*ang. Point Coordination Function*).

Pierwszy algorytm zapewnia obsługę ruchu asynchronicznego z wykorzystaniem metody CSMA/CA (*ang. Carrier Sense Multiple Access width Collision Avoidance*). Implementacja tego algorytmu jest obowiązkowa dla każdej konfiguracji sieci Ad Hoc i dla sieci z infrastrukturą. Sieć z zaimplementowanym algorytmem PCF nie może pokrywać się z inną taką siecią pracującą w tym samym kanale. Wymagana jest separacja pomiędzy sąsiednimi obszarami BSS stosującymi funkcję PCF lub używanie kilka kanałów w przypadku sieci ESS, ograniczenie użycia funkcji PCF tylko do jednego obszaru BSS [1]. Protokół PCF jest realizowany opcjonalnie i wyłącznie w sieciach o stałej strukturze. Mechanizmy koordynacji pracy stacji, niezbędne do zapewnienia periodycznego dostępu do kanału, implementowane są zazwyczaj w punktach dostępu AP do infrastruktury sieciowej.

W pracy kanału definiuje się superramkę czasową w przypadku realizacji mechanizmów koordynacji punktowej PCF. W szczelinie wydziela się przedziały czasu przeznaczone na bezkolizyjną obsługę zgłoszeń asynchronicznych. W ramach standardu DFWMAC warstwa MAC pełni wiele istotnych funkcji:

- koordynacja pracy stacji–szczególnie istotna w trybie PCF,
- nadzorowanie pracy sieci w celu zapewnienia przedłużonej żywotności bateryjnych układów zasilających,
- monitorowanie otoczenia stacji w celu określenia pasma kanału fizycznego (w systemach wielokanałowych) oraz wyboru właściwego obszaru pracy stacji BSS (*ang. Basic Service Set*),
- pełnienie funkcji kontrolnych i zarządzających pracą warstwy.

3.3. Standard ETSI – HIPERLAN dla radiowych sieci LAN

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

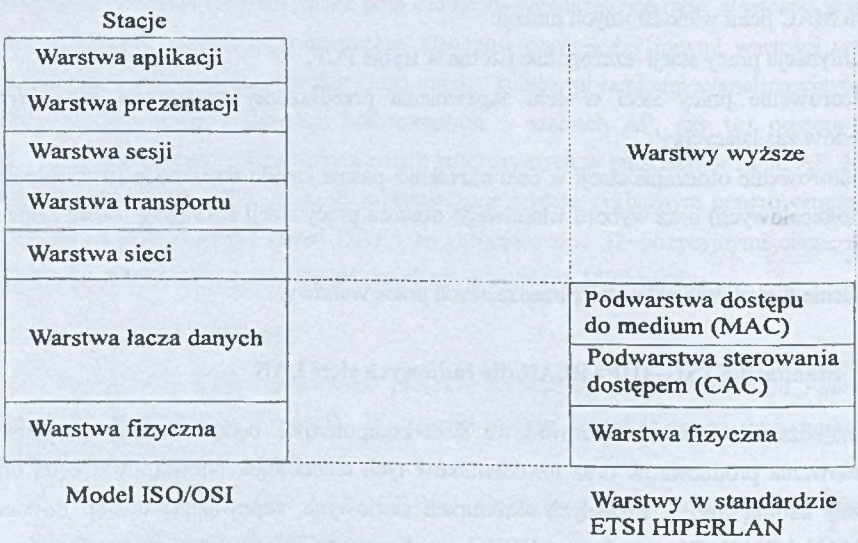
nazywane HIPERLAN (*ang. High Performance Radio LAN*). Prace ETSI koncentrują się głównie na zdefiniowaniu usług oraz specyfikacji protokołów realizujących funkcje podwarstw: dostępu do medium MAC oraz sterowania dostępem do kanału CAC (*ang. Channel Accesss Control Sublayer*), które tworzą dwie dolne podwarstwy warstwy łącza danych. Standard ETSI obejmuje swą tematyką problemy funkcjonowania warstwy fizycznej, zagadnienia przydziału pasm częstotliwości, systemów antenowych, synchronizacji transmisji, modulacji, kodowania.

Sieć HIPERLAN 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.

Transmisje realizowane są w paśmie od 5.15 GHZ do 5.30 GHz. W paśmie tym wydzielono 5 podkanałów odległych od siebie o 23.5 MHz.

Podstawowymi założeniami standardu HIPERLAN jest zapewnienie pracy ze standardowymi rozwiązaniami IEEE 802.2. Architektura standardu ETSI HIPERLAN obejmuje dwie podwarstwy MAC (*ang. Medium Access Control Sublayer*) i CAC oraz warstwę fizyczną. Strukturę warstwową standardu ETSI przedstawiono na rys. 4.

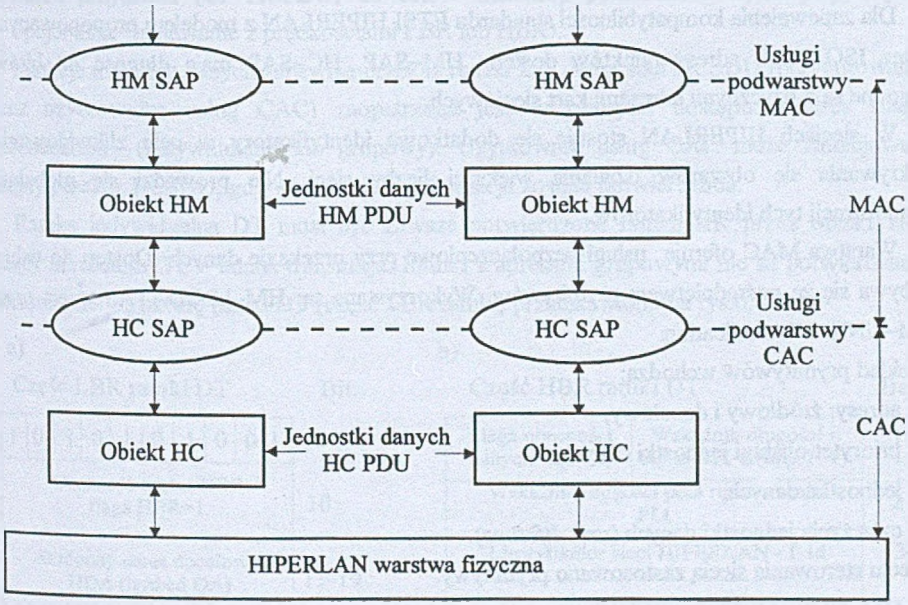


Rys. 4. Porównanie architektury sieci HIPERLAN i modelu ISO/OSI
Fig. 4. Compare the net architecture with the model ISO/OSI

Cechą systemów opartych na standardzie HIPERLAN jest:

- świadczenie usług równoważnych usługom definiowanym w zaleceniach ISO dla podwarstwy MAC,
- realizacja funkcji mostów oraz transmisji wieloetapowej w ramach pojedynczej sieci RLAN,
- zapewnienie komunikacji między stacjami przenośnymi i ruchomymi z wykorzystaniem wspólnego medium transmisyjnego.

Współpraca międzywarstwowa między obiektami poszczególnych warstw odbywa się na zasadach przyjętych dla modelu ISO–OSI. Model współpracy dwóch podwarstw zaprezentowano na rys. 5.



Rys. 5. Model współpracy podwarstw MAC i CAC
Fig. 5. The model cooperation between layers MAC and CAC

Zdefiniowano pomiędzy podwarstwami LLC (*ang. Logical Link Control*) i MAC oraz pomiędzy warstwami MAC i CAC punkty dostępu do usług HM–SAP oraz HC–SAP. Dostęp do usług odbywa się za pośrednictwem zbiorów prymitywów (operacji podstawowych) [2].

Warstwa MAC oferuje usługi dotyczące:

- przekazu danych z czasowymi ograniczeniami na jego realizację, narzuconego przez użytkownika,
- badania dostępności stacji i sieci HIPERLAN 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 NPMA (*ang. Non–pre–emptive Priority Multiple Access*),
- definicje typów ramek przesłanych między obiektami CAC.

Dla zapewnienia kompatybilności standardu ETSI HIPERLAN z modelem proponowanym przez ISO MAC adresy punktów dostępu HM–SAP, HC–SAP mają długość 48 bitów i zgodne są z fizycznymi adresami kart sieciowych.

W sieciach HIPERLAN stosuje się dodatkowe identyfikatory w celu zlikwidowania pokrywania się obszarów działania większej liczby sieci. Nie prowadzi się globalnej administracji tych identyfikatorów.

Warstwa MAC oferuje usługi bezpołączeniowe przy przekazie danych. Dostęp do usług odbywa się za pośrednictwem prymitywów. Wykorzystane są: HM–UNIDATA.request oraz HM–UNIDATA.indication.

W skład prymitywów wchodzą:

- adresy: źródłowy i docelowy,
- priorytet obsługi jednostki danych,
- jednostka danych,
- czas życia jednostki danych (*ang. lifetime*).

W celu sterowania siecią zastosowano prymitywy:

- HM–QOSFAILURE.indication – przekazanie informacji o nieudanym transferze danych,
- HM–LOKUP.request, HM–LOOKUP.confirm – badanie stanu sieci wokół danej stacji,
- H–HMPDU, TC–HMPDU, jednostki danych H (*ang. Hallo*) i TC (*ang. Topology Control*) – badanie stanu sieci.

Obiekty HM (MAC) tworzą bazy danych RIB (*ang. Routing Information Base*) uaktualniane dynamicznie. W sytuacji gdy brak pełnej informacji o strukturze sieci, wysyła się jednostkę danych w postaci rozproszonej (*ang. broadcast*).

Między obiektami MAC i CAC odbywa się przekaz danych. Umożliwiają to prymitywy: HC–UNIDATA.indication, HC–UNIDATA.request.

Sterowanie wymianą informacji między obiektami dokonano za pomocą prymitywów:

- HC–SYNC.indication – informacja o początku cyklu transmisyjnego,

- HC–FREE.indication – zgoda na obsługę kolejnej ramki,
- HC–STATUS.indication – udana transmisja poprzedniej jednostki danych.

3.4. Typy ramek definiowanych przez protokół HIPERLAN CAC

W standardzie HIPERLAN zdefiniowano trzy rodzaje ramek [2]:

- ramki danych (DT–HCPDU) z jednostkami informacyjnymi podwarstwy MAC (nadawanie z prędkościami LBR lub HBR),
- ramki powiadomień (ACK–HCPDU) – zawierające akceptację odbioru ramek z jednostkami informacyjnymi (nadawanie z prędkością LBR),
- ramki przydziału (CP–HCPDU) do celów transmisji podkanałów wykorzystywanych opcjonalnie (nadawanie z prędkościami LBR lub HBR).

Funkcje transferu danych zapewnia przekaz ramek DT. Jednostka HCSDU (przygotowana przez użytkownika usług CAC) zaopatrzona jest w priorytet dostępu i adres stacji przeznaczenia (indywidualny lub grupowy). Użytkownik usług CAC może zainicjować kolejny przekaz HCSDU, gdy wcześniejsza informacja została potwierdzona.

Ramka indywidualna DT musi być zawsze potwierdzona ramką AK przez obiekt HC będący adresatem DT – udana transmisja. Ramki z adresami grupowymi nie są potwierdzane ramkami AK. Strukturę ramki DT (część LBR ramki) przedstawiono na rys.6.

a)

Część LBR ramki DT	Bit:
1 0 1 0 1 0 1 0 0 1	0-9
Obecność części HBR flaga HBR=1	10
Skrócony adres docelowy HDA (hashed DA)	11-19
Zabezpieczenie kodowe adresu HDA (HDACS)	20-23
Replika wskaźnika długości bloku (w części HBR)- BLIR	24-29
Zabezpieczenie BLIR (BLIR-CS)	30-33
1	34

b)

Część HBR ramki DT		Bajt:
Flaga obecności danych=1(bit 8)	Wskaźnik długości i bloku BLI=1(bity 7- 1)	1
Wskaźnik długości pola rozszerzenia PLI		2
Identyfikator sieci HIPERLAN - I Id		3-6
Adres docelowy - DA (D HCSAP)		7-12
Adres źródłowy - SA (S HCSAP)		13-18
Pole danych - UD - HCSDU		19-m
Zabezpieczenie kodowe UD (UD CS)		m+1 - - m+n
Pole rozszerzenia - PAD		m+5-n

Rys. 6. Struktura ramki DT: a) część LBR ramki, b) część HBR ramki
Fig. 6. The structure of the frame DT: a) part of the frame LBR, b) part of the frame HBR

Zabezpieczenia pól w części LBR uzyskuje się za pomocą cyklicznego wielomianu generacyjnego $G(x) = x^4 + x + 1$. Ramka DT (część HBR) zabezpieczona jest za pomocą wielomianu $G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$.

Wskaźnik długości pola rozszerzenia PLI podaje długość dodatkowego ciągu bajtów- mogącą przyjmować wartości od 0 do 52 bajtów. Pole BLI/BLIR sygnalizuje obecność w ramce danych DT określonej liczby 52–bajtowych bloków informacyjnych. Liczba bloków może się zmieniać od 1 do 47. Ograniczenie długości pola ramki DT–HCSDU wynosi 2422 bajty [2].

Warstwa fizyczna wprowadza dodatkowe modyfikacje w strukturze transmitowanej ramki. Część HBR jest poprzedzana 450–bitowym ciągiem synchronizacyjnym (typu HBR) oraz kodowana.

Każda transmisja indywidualnej ramki DT musi być powiadomiona pozytywnie ramką AK (typu LBR). Ramka AK–HCPDU musi być wysłana w określonym czasie. Generowana przez obiekt HCS ramka AK zawiera tylko część LBR, o małej szybkości transmisji. Strukturę ramki AK przedstawiono na rys.7.

	Bit:
1 0 1 0 1 0 1 0 0 1	0-9
Flaga obecności części HBR F HBR= 0	10
Identyfikator powiadomienia - Ald	11-18
Zabezpieczenie kodowe powiadomienia Ald-CS	19-22

Rys. 7. Struktura ramki AK–HCPDU
Fig. 7. The structure of the frame AK–HCPDU

Protokół HIPERLAN CAC przewiduje trzy procedury dostępu do kanału:

- procedurę dostępu do kanału wolnego,
- procedurę dostępu NMPA (*ang. Non–pre–emptive Priority Multiple Access*) do kanału zajętego z synchronizowaniem się pracy stacji z końcem cyklu zajętości kanału,
- procedurę dostępu do kanału w przypadku tzw. „ukrytej" eliminacji – realizacja algorytmu ma miejsce, gdy stacja przegrywa rywalizację, lecz nie słyszy żadnej transmisji w kanale radiowym.

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono podstawy obliczeń łącza radiowego oraz warunki niezbędne do odbioru sygnału po stronie odbiorczej przy propagacji w wolnej przestrzeni. Zaprezentowano protokoły umożliwiające bezprzewodową transmisję według standardu IEEE 802.11 protokół DFWMAC oraz HIERLAN wg standardu ETSI. Zastosowanie radiowych sieci teleinformatycznych jest korzystne ze względu na: łatwość rozbudowy, dużą niezawodność, mobilność systemu.

LITERATURA

1. Pach A. R.: Wybrane problemy analizy i projektowania wielodostępu w sieciach teleinformatycznych. Wydawnictwo Postępu Telekomunikacji, Kraków 1998.
2. Nowicki K, J. 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. Janiszewski J.: Propagacja fal radiowych w terenie zurbanizowanym. Krajowa Konferencja Radiokomunikacji Ruchomej KKRR'97, Poznań, 26–28 maja 1997, s.81 – 84.
5. Systemy dostępu abonenckiego. Seminarium Specjalistyczne Instytutu Łączności, Warszawa 27–28 maja 1999.
6. Rasiukiewicz M, Leśnicki A.: Podstawy systemów horyzontowych linii radiowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1983.
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. Bem J.: Anteny i rozchodzenie się fal radiowych. Wydawnictwa Naukowo–Techniczne, Warszawa 1973.
10. Wojnar A.: Systemy radiokomunikacji ruchomej lądowej. Wydawnictwa Komunikacji–Łączności, Warszawa 1989.

Recenzent: Dr inż. Bartłomiej Zieliński

Wpłynęło do Redakcji 3 kwietnia 2000 r.

Abstract

The one part of article describes the case free – space propagation. The primary propagation medium in radiowave is the atmosphere, and wave attenuation is due to geometric spreading, multipath wave interference, and absorptive loss in the medium. In real terms the receiver signal can be estimated according to the formula 9. The line–of–sight is the most critical site selection requirement and should include a Fresnel Zone. Clearance to avoid signal loss (see Fig. 1).

The article then covers current standard IEEE 802.11 and with description of frame (see Fig. 3), and with short description of both spread spectrum techniques: direct sequence spread spectrum (DSSS) and frequency hopped spread spectrum (FHSS).

The standard is the standard for Wireless Local Area Networks (WLAN) developed by the IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). IEEE 802.11 standards committee is revising a version of a Media Access Control – Physical Level (MAC–PHY) level. The physical layer under 802.11 includes diffused infra-red (DFIR), direct sequence spread spectrum (DSSS) and frequency hopped spread spectrum (FHSS). Both spread spectrum techniques are used in the 2.4 GHz band. CDMA uses a different code for each channel. Each data stream that needs to be sent to a another station is multiplied by its own code, which is a sequence of 1s and –1s running at a much higher rate than the data. The received signal is multiplied by the original code and the required data stream is restored. The operation of generating the CDMA code is known as spreading because the bandwidth of the signal becomes much larger than the information, that is, the information is spread.

The article describes the protocol DFWMAC. The protocol DFWMAC is formation of two algorithms:

- Distributed Coordination Functions,
- Point Coordination Function.

The article presents also the European standard ETSI HIPERLAN. HIPERLAN is a European family of standards on digital high speed wireless communication in the 5.15 – 5.3 GHz spectrum developed by ETSI. HIPERLAN (Type 1) uses Non-Pre-emptive Priority Multiple Access (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. 4). Functions of higher layers are required for operation and interworking of a complete systems. HIPERLAN provide a data rate of 23.5294 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.