STUDIA INFORMATICA 2001
Volume 22 Number 3 (45)

Krzysztof TOKARZ, Bartłomiej ZIELIŃSKI
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

IMPLEMENTACJA PROTOKOŁU IrDA W ŚRODOWISKU MIKROKOMPUTERA JEDNOUKŁADOWEGO

Streszczenie. W artykule opisano projekt urządzenia wykorzystującego mikrokomputer jednoukładowy umożliwiającego transmisję danych łączem pracującym w podczerwieni zgodnie ze standardem IrDA. Przedstawiono projekt części sprzętowej i opis działania oprogramowania urządzenia.

IMPLEMENTATION OF IrDA PROTOCOL INTO THE MICROCONTROLLER'S ENVIRONMENT

Summary. This paper describes project of IrDA compatible device based on the 8-bit microcontroller. Built device uses simplified version of IrDA protocol called IrDA Lite. Article presents hardware and describes software of that device.

1. Wstęp, krótka charakterystyka protokołu IrDA

Protokół IrDA jest standardem opisującym bezprzewodową transmisję danych za pośrednictwem podczerwieni [1]. Standard został zdefiniowany w postaci warstw. Podstawowa jego wersja opisuje warstwę fizyczną, protokół dostępu do łącza [2] oraz protokół zarządzania połączeniem [3]. Opcjonalne rozszerzenia dotyczą zasad emulacji łączy szeregowych i równoległych [4], protokołu transportowego, zasad współpracy z sieciami lokalnymi, wymiany obiektów oraz technologii „plug and play". Najnowsze opracowania definiują wykorzystanie protokołu w przenośnych urządzeniach telekomunikacyjnych, w tym również telefonach komórkowych trzeciej generacji UMTS. Urządzenia pracujące w tym standardzie pozwalają przesyłać dane na niewielkie odległości (do 1-2 m) z maksymalną prędkością do 16Mbit/s. Aktualnie najczęściej wykorzystywanym zakresem prędkości transmisji jest 9.6 kb/s - 115.2 kb/s.

2. Uproszczony protokół IrDA-Lite

Protokół IrDA jest prawie w całości realizowany w sposób programowy. Sprzęt niezbędny do realizacji transmisji jest ograniczony do nadajnika i odbiornika promieniowania podczerwonego, zwykle zintegrowanych w jednym układzie. Rozwiązanie takie charakteryzuje się niskim kosztem produkcji i małym poborem mocy, wymaga jednak zastosowania jako sterownika mikrokomputera o wystarczającej mocy obliczeniowej. W celu umożliwienia wykorzystania protokołu IrDA w urządzeniach wyposażonych w mikrokomputer o niewielkiej mocy obliczeniowej i ograniczonej pamięci zdefiniowano uproszczoną wersję standardu IrDA-Lite [5]. Uproszczenia określają minimalne parametry poszczególnych warstw protokołu,jakie muszą być spełnione, aby urządzenie było zgodne ze standardem IrDA i mogło być przez inne urządzenia poprawnie rozpoznawane.

Warstwa fizyczna protokołu IrDA-Lite jest realizowana zwykle przez podłączenie nadajnika i odbiornika promieniowania podczerwonego do układu transmisji szeregowej UART. W tej wersji protokołu ograniczono maksymalną prędkość transmisji do 9600 b/s, ilość dodatkowych znaczników początku transmisji do 0, maksymalny czas odpowiedzi ustalono na 500 ms, minimalny na 10 ms, czas rozłączenia przy wykryciu przerwania łącza 3 s. Ograniczono również rozmiar pola informacyjnego ramki do 64 bajtów, a rozmiar okna do jednej ramki, po której wymagane jest potwierdzenie, pozwalając na implementację protokołu w urządzeniach z niewielką dostępną pamięcią operacyjną. Nie zmieniony pozostał protokół zapewniający przezroczystość transmisji, jak również optyczne parametry łącza. W urządzeniach o zasilaniu bateryjnym dopuszcza się ograniczenie mocy nadajnika przy jednoczesnym zmniejszeniu zasięgu transmisji do 30 cm.

Warstwa IrLAP protokołu IrDA-Lite pracuje w dwóch trybach: NDM *(Normal Disconnected Mode)* i NRM *(Normal Response Mode)*. W porównaniu do pełnego protokołu IrDA zostały ograniczone pewne funkcje w obu trybach pracy. W trybie NDM wyłączono z użycia ramki nienumerowane i testowe, ignorowane są wszystkie ramki adresowane, a przetwarzane są wyłącznie ramki typu XID *(Exchange Station Identification)*, SNRM *(Set Normal Response Mode)* i UA *(Unnumberred Ackowledge)* niezbędne przy nawiązywaniu połączenia i przejściu w tryb NRM. W trybie NRM uproszczono negocjację parametrów transmisji i sprawdzanie poprawności numerowania ramek. Minimalny czas przełączenia transmitera osiąga się poprzez wysyłanie dodatkowych znaczników początku ramki. Ignorowane są ramki typu rozgłoszeniowego oraz ramki typu XID, UI *(Unnumberred Information)*.

Kolejnym uproszczeniem w warstwie IrLAP jest definicja urządzenia spełniającego założenia standardu IrDA-Lite pracującego wyłącznie jako stacja podrzędna *(Secondary Only)*. Stacja taka nie ma możliwości samodzielnego przeszukiwania otoczenia w celu

wykrycia innych urządzeń i rozpoczynania procesu nawiązywania z nimi połączenia. Potrafi natomiast nawiązać połączenie inicjalizowane przez urządzenie typu nadrzędnego *(Primary Station)*.

Warstwa IrLMP protokołu IrDA-Lite została ograniczona do obsługi jednego kanału logicznego wykorzystującego połączenie w warstwie IrLAP. Oznacza to możliwość wykorzystywania łącza IrDA jednocześnie tylko przez jedną aplikację. Multiplekser warstwy IrLMP poza kanałem transmisyjnym adresuje usługi związane z wymianą informacji o dostępnych aplikacjach IAS *(Information Access Service)*.

Wyższe warstwy protokołu są nieobowiązkowe w wersji IrDA-Lite.

3. Wybór mikrokomputera jednoukładowego

Koncepcję modułu transmisji danych wykorzystującego protokół IrDA oparto na następujących założeniach:

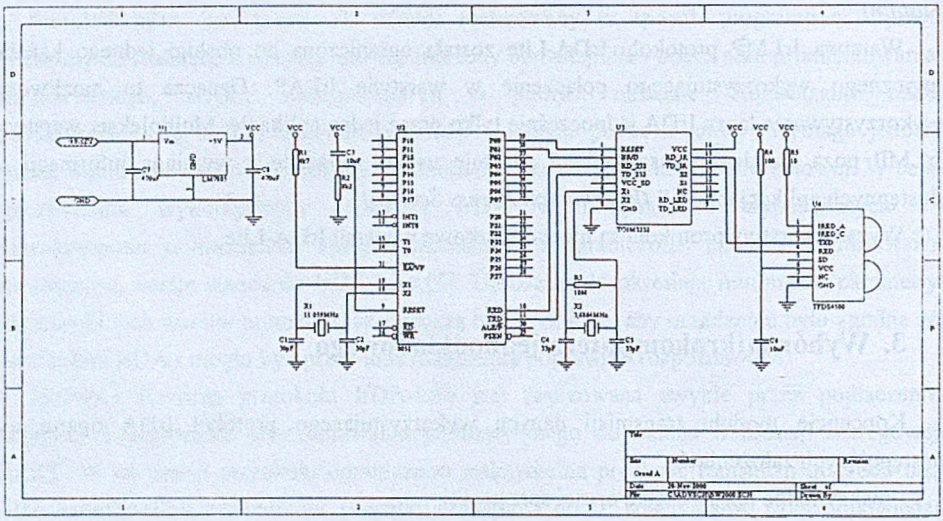
- maksymalne uproszczenie części sprzętowej,
- zastosowanie dostępnych i niedrogich elementów,
- konstruowany moduł powinien stanowić bazę sprzętowo-programową dla aplikacji.

Do skonstuowania modułu IrDA wybrano mikrokomputer jednoukładowy serii 8051. Wybór został podyktowany popularnością tego mikrokontrolera, co idzie w parze z jego niską ceną i dostępnością. Aby maksymalnie uprościć układ pod względem elektronicznym, wybrano wersję mikrokontrolera oznaczoną symbolem 89C52 [6] wyposażoną w 8 kB wewnętrznej pamięci programu typu Flash i 256 bajtów wewnętrznej pamięci operacyjnej. Taki wybór zapewnia znaczną elastyczność zastosowań projektowanego modułu pozostawiając do wykorzystania dużą ilość linii portów mikrokontrolera i wystarczającą ilość pamięci programu i danych do wykorzystania przez aplikacje. Wybór ten ma jednak pewne wady. Niewielka szybkość tego mikrokontrolera ogranicza maksymalną prędkość transmisji. Niewielka ilość dostępnej pamięci operacyjnej ogranicza maksymalny rozmiar ramki, co ma wpływ na efektywność transmisji. Przy uwzględnieniu tych ograniczeń niezbędne stało się zastosowanie uproszczonej wersji standardu IrDA-Lite dla urządzenia typu secondary.

4. Projekt części sprzętowej

Część sprzętowa składa się z trzech elementów. Podstawę modułu stanowi mikrokomputer jednoukładowy 89C52 wraz z układem automatycznego zerowania po włączeniu zasilania oraz generatorem przebiegu zegarowego o częstotliwości 11.059200 Hz.

Taka częstotliwość umożliwia uzyskanie prędkości transmisji wbudowanego w mikrokomputer portu szeregowego zgodnych ze standardem IrDA.



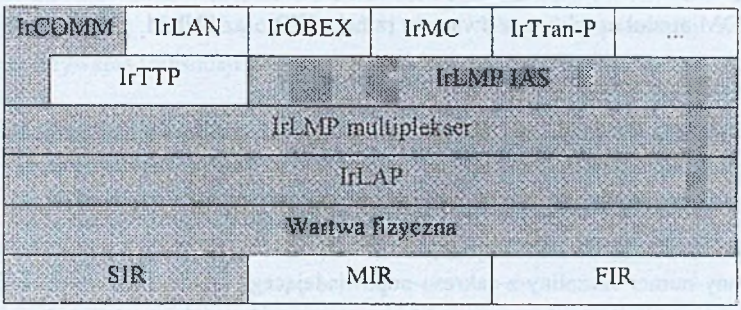
Rys. 1. Schemat ideowy modułu
Fig. 1. Schema of the device

Drugim elementem układu jest transceiver IrDA. Składa się on z układu scalonego TOIM3232 [7] dopasowującego parametry czasowe impulsów oraz układu nadawczo-odbiorczego TFDS4500 [8]. Układ TOIM3232 jest taktowany wewnętrzym generatorem stabilizowanym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 3686400 Hz. Element ten zapewnia odpowiednie przekształcanie impulsów pomiędzy protokołami RS-232 i IrDA. Układ TFDS4500 jest wyposażony w nadajnik podczerwieni zbudowany na diodzie LED wraz ze wzmacniaczem sterującym oraz w odbiornik zbudowany w oparciu o fotodiodę z odpowiednim układem wzmacniania i formowania impulsów. Ostanim elementem modułu jest układ zasilający dostarczający pozostałym układom stabilizowanego napięcia o wartości 5V. Tak zbudowany moduł jest w pełni zgodny z założeniami warstwy fizycznej protokołu IrDA - IrSIR.

5. Implementacja protokołu IrDA

Niewielka ilość dostępnej pamięci operacyjnej ogranicza możliwość zapamiętania całej ramki. Z tego względu działanie oprogramowania protokołu IrDA oparto na koncepcji przetwarzania pojedynczych bajtów i zapamiętywania wyłącznie informacji użytkowej. Odbierane bajty są przetwarzane przez niższą warstwę protokołu i jeśli dotyczą warstwy

wyższej, są do niej przekazywane, aż do osiągnięcia warstwy aplikacji. Przy nadawaniu informacji wysłanie bajtu powoduje przekazanie przez niższą warstwę żądania od wyższej warstwy dostarczenia kolejnego bajtu. W module zaimplementowano warstwę IrLAP, IrLMP oraz IrCOMM w wersji IrDA Lite dla urządzenia podrzędnego. Warstwy te oznaczono na poniższym rysunku kolorem szarym.



Rys. 2. Warstwy protokołu IrDA
Fig. 2. IrDA protocol layers

5.1. Warstwa IrLAP

Warstwa IrLAP jest częścią protokołu zaopatrującą nadawane ramki w znaczniki początku (BOF) i końca (EOF), obliczającą sumę kontrolną CRC transmitowaną w 16-bitowym polu FCS oraz zapewniającą przezroczystość protokołu. Jej zadaniem jest dekodowanie typu przychodzącej ramki, odczytywanie adresu i parametrów urządzenia nawiązującego transmisję oraz przekazywanie części informacyjnej ramki do warstwy wyższej. Dokonuje również generowania 32-bitowego adresu własnego urządzenia. W tej warstwie następuje nawiązywanie połączenia i jego utrzymywanie w stanie aktywnym. Strukturę ramki protokołu IrLAP przedstawiono na rys. 3. Na rysunkach w dalszej części rozdziału prezentowana będzie tylko część oznaczona kolorem szarym.

BOF	Adres	Polecenie	Informacja	FCS	EOF
C0h	1 bajt	1 bajt	0 - 64 bajty	2 bajty	C1h

Rys. 3. Struktura ramki IrLAP
Fig. 3. IrLAP frame structure

Dwa bity w protokole IrDA mają specjalne znaczenie. Najmłodszy bit w bajcie adresowym rozróżnia typ przesyłanej ramki. Jest on ustawiony w ramkach poleceń,

wyzerowany w ramkach odpowiedzi. Ustawiony piąty bit w bajcie polecenia wysłany przez urządzenie nadrzędne oznacza kontynuację transmisji w kolejnych ramkach. Wysłany przez urządzenie podrzędne oznacza ostatnią ramkę, po której musi nastąpić potwierdzenie. Dla protokołu IrDA-Lite bit ten powinien mieć zawsze wartość jedynki logicznej. Moduł ignoruje ramki, które mają ten bit równy zeru, wysyłając zawsze na jego miejscu jedynkę.

IrLAP pracuje w dwóch trybach odpowiadających trybom pracy protokołu NDM i NRM. W trybie NDM moduł oczekuje na dwa typy ramek: XID oraz SNRM.

5.1.1. Proces przeszukiwania otoczenia (Discovery)

Proces przeszukiwania ma na celu zgromadzenie przez urządzenie nadrzędne informacji o innych urządzeniach IrDA będących w jego zasięgu. Proces przeszukiwania otoczenia dokonywany jest za pomocą nienumerowanych ramek typu XID wysyłanych w pakietach zawierających jedną, sześć, osiem lub szesnaście ramek. W każdej ramce polecenia XID jest transmitowany numer szczeliny z zakresu odpowiadającego ilości ramek w pakiecie. Moduł nasłuchując generuje liczbę losową z takiego samego zakresu i wysyła ramkę odpowiedzi XID po odebraniu ramki z odpowiadającym mu numerem szczeliny. Po wysłaniu całego pakietu stacja nadrzędna wysyła dodatkową ramkę polecenia XID zawierającą informacje o niej samej. Ramka ta ma numer szczeliny ustalony na FFh. Struktura ramek XID została przedstawiona na rys. 4. Ramki te są typu rozgłoszeniowego i posiadają pole adresowe równe FFh dla ramki polecenia lub FEh dla ramki odpowiedzi. Bajt polecenia XID zawiera wartość 3Fh dla ramki wysyłanej przez urządzenie nadrzędne, ramka odpowiedzi ma w tym polu wartość BFh. Pole informacyjne jest wypełnione w ramce mającej numer szczeliny FFh, a także w ramkach odpowiedzi i zawiera najczęściej nazwę urządzenia w postaci ciągu znaków w kodzie ASCII. Informacja o liczbie szczelin jest przesyłana w polu flag. Adres nadawcy i odbiorcy to 32-bitowe liczby losowe identyfikujące urządzenie. Jest oczywiste, że w ramkach poleceń wypełniony jest wyłącznie adres nadawcy, adres odbiorcy jest ustalony na FFFFFFFFh.

Adres	Polecenie XID	Format	Adres nadawcy	Adres odbiorcy	Flagi	Numer szczeliny	Numer wersji	Informacja
FFh lub FEh	3Fh lub BFh	01h	4 bajty	4 bajty	Ilość szczelin	numer lub FFh	00h	0-32 bajtów

Rys. 4. Struktura ramki XID
Fig. 4. XID frame stucture

5.1.2. Proces nawiązywania połączenia

Aby mogła nastąpić transmisja danych, niezbędne jest przekazanie pomiędzy urządzeniami informacji o ich parametrach, przyporządkowanie adresów i ustalenie

parametrów transmisji. W tym celu przeprowadzana jest negocjacja parametrów łącza i przejście urządzeń z trybu oczekiwania (NDM) do trybu połączenia (NRM). Proces ten jest inicjalizowany przez stację nadrzędną za pomocą nienumerowanej ramki SNRM *(Set Normal Response Mode)*. W ramce tego typu jest wysyłany adres nadawcy, pobrany z urządzenia podrzędnego podczas procesu przeszukiwania adres odbiorcy, adres połączenia i zestaw danych służących do ustalenia parametrów nawiązywanego połączenia. Każdy parametr zawiera identyfikator, długość pola danych i dane. Wszystkie parametry negocjowane podczas nawiązywania transmisji posiadają pole danych o długości 1 bajtu zajmując w sumie 21 bajtów.

Adres	Polecenie SNRM	Adres nadawcy	Adres odbiorcy	Adres połączenia	Parametry połączenia
FFh	93h	4 bajty	4 bajty	1 bajt	21 bajtów

Rys. 5. Struktura ramki SNRM
Fig. 5. SNRM frame structure

Odebrana ramka tego typu jest analizowana i jeśli zawiera jako adres odbiorcy liczbę wygenerowaną przez moduł, następuje odesłanie ramki potwierdzenia UA *(Unnumberred Ackowledge)*. Ramka potwierdzenia ma zbliżoną strukturę do ramki SNRM. Przesyłane są w niej adres nadawcy, odbiorcy oraz zestaw siedmiu parametrów nawiązywanego połączenia.

Adres	Odpowiedź UA	Adres nadawcy	Adres odbiorcy	Parametry połączenia
Adres połączenia 1 bajt	73h	4 bajty	4 bajty	21 bajtów

Rys. 6. Struktura ramki UA
Fig. 6. UA frame structure

W polu adresowym ramka ta zawiera już jednobajtowy adres połączenia przesłany przez urządzenie nadrzędne. Adresem tym będą identyfikowane wszystkie ramki transmitowane pomiędzy modułem a urządzeniem, które nawiązało z nim połączenie w warstwie IrLAP. Moduł w polu parametrów połączenia wysyła dane, które odpowiadają wymaganiom standardu IrDA-Lite. Po wysłaniu tej ramki następuje przejście obu urządzeń do trybu NRM, co oznacza nawiązanie między nimi połączenia w warstwie liniowej IrLAP.

5.1.3. Tryb połączeniowy

W trybie połączeniowym warstwy IrLAP niezbędne jest utrzymywanie aktywności łącza poprzez okresową wymianę ramek. W przeciwnym przypadku po czasie 3s nastąpi zerwanie połączenia i powrót urządzeń do stanu NDM. Jeżeli w danej chwili nie istnieje potrzeba

transmisji danych użytkowych, do utrzymania połączenia mogą być użyte numerowane ramki typu S *(Supervisory)*. Istnieją cztery rodzaje ramek tego typu. Ramka RR *(Receive Ready)* oznacza gotowość urządzenia nadrzędnego do przyjęcia danych. Odpowiedzią na taką ramkę może być również ramka RR lub ramka informacyjna zawierająca pakiet danych. Ramka RNR *(Receive Not Ready)* oznacza brak gotowości do przyjęcia danych. Odpowiedzią na ten rodzaj ramki nie może być ramka informacyjna. Ramki REJ *(Reject)* i SREJ *(Selective Reject)* oznaczają żądanie retransmisji informacji, warstwa IrLAP modułu przekazuje to żądanie do warstwy wyższej. Transmisja informacji użytkowej następuje za pośrednictwem numerowanych ramek informacyjnych oznaczonych w standardzie IrDA symbolem I.

Adres	Polecenie I	Informacja
adres połączenia 1 bajt	1 bajt LSB=0	0 - 64 bajty

Rys. 7. Struktura ramki I
Fig. 7. I frame structure

W ramce informacyjnej mogą być przesłane maksymalnie 64 bajty danych, wliczając pola wykorzystywane przez wyższe warstwy protokołu. Moduł wymaga potwierdzenia każdej wysłanej ramki. Potwierdzenie jest przesyłane za pośrenictwem odpowiedniego pola w ramce S lub I.

5.1.4. Rozwiązanie połączenia

Połączenie może być zamknięte przez wysłanie nienumerowanej ramki DISC *(Disconnect)* przez urządzenie nadrzędne. Bajt polecenia w takiej ramce ma wartość 53h, pole informacyjne ma długość 0 bajtów. Zamknięcie połączenia jest potwierdzane przez moduł, podobnie jak przy nawiązywaniu połączenia, ramką UA. Moduł może zażądać zamknięcia połączenia wysyłając ramkę RD *(Request Disconnect)*. W tej ramce również nie występuje pole informacyjne, a jako polecenie jest transmitowana wartość 1Fh. Zamknięcie połączenia jest potwierdzane przez urządzenie nadrzędne za pomocą takiej samej ramki RD, po której moduł odsyła ramkę UA. Po zamknięciu połączenia oba urządzenia przechodzą do stanu oczekiwania NDM.

5.2. Warstwa IrLMP

Warstwa IrLMP składa się z dwóch elementów: multipleksera oraz serwisu informacyjnego IAS. W uproszczonej wersji protokołu IrDA Lite multiplekser może wybrać jeden z trzech dostępnych kanałów: kanał serwera IAS, klienta IAS oraz kanał przeznaczony dla aplikacji. Ponieważ urządzenie typu podrzędnego nie musi odpytywać urządzenia

nadrzędnego o dostępne usługi, w module zrezygnowano z implementacji kanału klienta IAS. Kanały multipleksera są adresowane za pomocą siedmiobitowego numeru punktu dostępu LSAP *(Link Service Access Point)*. Wszystkie ramki przeznaczone dla warstwy IrLMP są transmitowane przez warstwę IrLAP jako ramki I.

BOF	Adres	Ramka I	DLSAP	SLSAP	Informacja	FCS	EOF
C0h	1 bajt	1 bajt LSB=0	1 bajt	1 bajt	0-62 bajtów	2 bajty	C1h

Rys. 8. Struktura ramki IrLMP
Fig. 8. IrLMP frame structure

Ramka IrLMP wykorzystuje dwa bajty pola informacyjnego ramki IrLAP na adres docelowego (DLSAP) i nadawczego (SLSAP) punktu dostępu. Najstarszy bit adresu docelowego punktu dostępu DLSAP określa, czy w polu informacyjnym ramki są transmitowane dane, czy ramka niesie polecenie. W przypadku transmisji danych bit ten jest wyzerowany, w przypadku ramki polecenia bit ten ma wartość jeden. Odpowiadający mu bit w adresie nadawcy SLSAP jest zawsze wyzerowany.

Warstwa IrLMP w module może znajdować się w dwóch trybach pracy uzależnionych od istnienia połączenia w warstwie aplikacji. Jeśli takie połączenie nie zostało nawiązane, zmienna przechowująca adres LSAP urządzenia nadrzędnego ma wartość zerową. Nawiązanie połączenia następuje po odebraniu ramki z odpowiednim żądaniem. Po nawiązaniu połączenia w warstwie IrLMP omawiana wcześniej zmienna przyjmuje wartość adresu LSAP urządzenia nadrzędnego. Rozwiązanie połączenia następuje po odebraniu ramki żądania jego zamknięcia lub po wydaniu takiego polecenia przez aplikację pracującą w module.

5.2.1. Multiplekser

Multiplekser przekazuje nadchodzące ramki odpowiednim odbiorcom na podstawie adresu LSAP. Zaimplementowany w module serwer informacyjny jest adresowany wartością 00h, a protokół emulacji łącza szeregowego IrCOMM ma adres LSAP równy 05h.

5.2.2. Serwer informacyjny

Serwer informacyjny na żądanie urządzenia zdalnego udostępnia informacje o dwóch klasach obiektów. Do pierwszej klasy należą informacje o module dostępne pod nazwą „Device". Serwer IAS w tej klasie rozpoznaje dwa atrybuty „DeviceName" oznaczający nazwę urządzenia oraz informację o wersji protokołu dostępną pod nazwą „IrLMPSupport". Jako nazwa urządzenia może być użyty dowolny ciąg znaków, natomiast żądanie podania wersji protokołu zwraca wartość 1. Klasa „IrDA:IrCOMM" przechowuje informacje o

parametrach łącza emulowanego w warstwie IrCOMM. Tutaj również mamy dwa atrybuty. Pierwszy oznaczony nazwą „Parameters" podaje, jakiego typu łącza są emulowane w warstwie IrCOMM, drugi „IrDA:IrLMP:LsapSel" zwraca adres LSAP, pod którym w module jest dostępne łącze IrCOMM.

5.3. Warstwa IrCOMM

Zaimplementowana w module warstwa IrCOMM pracuje w trybie emulacji prostego, trzyliniowego łącza szeregowego *(3-wire raw)*. Łącze tego typu nie ma możliwości transmisji sygnałów sterujących przepływem danych, służy wyłącznie do przesyłania informacji użytkowej. W tej wersji protokołu IrCOMM atrybut „Parameters" w serwerze IAS zwraca ustawiony tylko jeden, najmłodszy bit dla parametru o indeksie 00h. Inne parametry są opcjonalne i nie są obsługiwane przez moduł.

Całe pole informacyjne protokołu IrLMP, którego maksymalny rozmiar dla wersji IrDA-Lite wynosi 62 bajty, jest przeznaczone na dane protokołu IrCOMM. Dane z każdej ramki mającej adres DLSAP zgodny z adresem emulowanego portu szeregowego są wpisywane do bufora odbiorczego. Po odebraniu znacznika końca ramki aplikacja nadrzędna jest informowana o istnieniu w buforze porcji danych gotowych do pobrania.

6. Podsumowanie

Zaprojektowany i wykonany moduł został uruchomiony i przetestowany pod kątem kompatybilności z urządzeniami zgodnymi ze standardem IrDA. Moduł poprawnie komunikował się z portem IrDA podłączonym do komputera typu PC wyposażonego w system operacyjny Windows'98. Możliwe było również nawiązanie połączenia z komputerem przenośnym typu palmtop.

Oprogramowanie modułu wykorzystuje prawie 4 kB pamięci programu, czyli niecałe 50% pamięci dostępnej w wybranym mikrokomputerze jednoukładowym. Pozostała część pamięci może być wykorzystana przez aplikacje korzystające z modułu. Zmienne używane do obsługi protokołu wykorzystują nieco ponad 50 komórek podstawowej pamięci operacyjnej. Dla aplikacji użytkownika pozostaje około 60 bajtów. Dodatkowo należy przeznaczyć 124 komórki dodatkowej pamięci operacyjnej na bufory ramki nadawanej i odbieranej. Konieczność istnienia oddzielnych buforów dla tych ramek wynika ze specyfiki potwierdzania poprawności odebranej informacji. Jeżeli urządzenie nadrzędne współpracujące z modułem wykryje błąd transmisji, zażąda powtórnego przesłania ramki. Żądanie takie może jednak być umieszczone w ramce niosącej informację zwrotną, która

nadpisałaby dane z ostatnio wysłanej ramki przy założeniu bufora współdzielonego przez część nadawczą i odbiorczą protokołu.

LITERATURA

1. Zieliński B., Tokarz K.: Transmisja bezprzewodowa w standardzie IrDA. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36, Gliwice 1999.
2. Serial Infrared Link Access Protocol (IrLAP). Version 1.1. Infrared Data Association, 16.06.1996. http://www.irda.org/standards/pubs/IrLAP11.pdf.
3. Serial Infrared Link Management Protocol. Version 1.1. Infrared Data Association, 23.01.1996. http://www.irda.org/standards/pubs/IrLMP11.pdf.
4. 'IrCOMM': Serial and Parallel Port Emulation over IR (Wire Replacement). Version 1.0. Infrared Data Association, 7.11.1996. http://www.irda.org/standards/pubs/IrCOMM10.pdf.
5. Minimal IrDA Protocol Implementation (IrDA Lite). Version 1.0. Infrared Data Association, 07.11.1996. http://www.irda.org/standards/pubs/litever10.pdf
6. Dokumentacja techniczna. Atmel 8-bit microcontroller with 8K Bytes Flash AT89C52. http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc0313.pdf
7. Dokumentacja techniczna. Vishay Telefunken TOIM3232. Rev. 1, 01.04.1999. http://www.vishay.com/docs/toim3232.pdf
8. Dokumentacja techniczna. Vishay Telefunken TFDS4500. Rev. A1.1, 09.07.1999. http://www.vishay.com/docs/tfd_4.pdf

Recenzent: Dr inż. Ryszard Winiarczyk

Wpłynęło do Redakcji 28 marca 2001 r.

Abstract

The scope of this paper is description of device that uses IrDA wireless connection. The device is based on the 8051 compatible microcontroller. Chosen type of microcontroller 89C52 has 8 kbytes of Flash program memory and 256 bytes of total RAM. Using that microcontroller it is possible to build the device compatible with IrDA Lite simplified version of IrDA protocol.

The schema of hardware part of the project has been presented on the Fig. 2. Device consists of microcontroller, IrDA transceiver and power supply. IrDA transceiver uses two modules. Integrated circuit TOIM3232 provides proper pulse shaping for the infrared module TFDS4500.

Software part of the project consists of three layers. The lowest layer of the protocol - IrLAP provides the device discovery, negotiation of the link parameters and creates and maintains the connections. Second layer – IrLMP provides management of logical channels in the IrLAP link. The third layer – IrCOMM is the emulation of serial cable connection compatible with RS-232 standard. Layer specific frame structures has been presented in the article.