REPROGRAMOWALNY KONWERTER PROTOKOŁÓW A INTEGRACJA SIECI PRZEWODOWEJ I BEZPRZEWODOWEJ

Bartłomiej Zieliński
Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej
ul. Akademicka 16, 44-101 Gliwice
bmw@zeus.polsl.gliwice.pl

Pokazano różnice między sieciami przewodowymi i bezprzewodowymi w kontekście ich integracji. Ze względu na te różnice, nie ograniczające się tylko do warstwy fizycznej, lecz obejmującej także warstwę liniową, urządzenie (konwerter protokołów) zapewniające współpracę takich sieci powinno dokonywać konwersji na poziomie warstwy liniowej sieci – powinno zatem pełnić funkcję mostu. Taki konwerter protokołów jest rozwiązaniem sprzętowo-programowym, które zazwyczaj jest dostosowane do konkretnych typów protokołów. Można jednak wyobrazić sobie konwerter uniwersalny, umożliwiający współpracę dowolnych protokołów przewodowych i bezprzewodowych – powinien on mieć strukturę modułową, w której wyróżnić można moduł konwertera oraz moduły łącza przewodowego i bezprzewodowego. Moduły łączy transmisyjnych powinny stanowić podzespoły sprzętowo-programowe, komunikujące się z modułem konwertera w pewien ściśle określony sposób. Istnieje wówczas możliwość wymiany modułów łączy transmisyjnych i dopasowanie ich parametrów w zależności od potrzeb, aby jak najefektywniej wykorzystać ich możliwości.

1. WPROWADZENIE

W dobie rosnącej popularności sieci bezprzewodowych interesującym zagadnieniem jest integracja takiej sieci z istniejącymi już sieciami przewodowymi. Podejście takie umożliwia bowiem stosowanie posiadanego już sprzętu i oprogramowania komunikacyjnego, a jednocześnie daje nowe możliwości, związane z wprowadzeniem medium bezprzewodowego. Koniecznym do spełnienia warunkiem jest, aby fakt obecności nowego medium transmisyjnego pozostał niezauważony nie tylko dla użytkowników sieci, lecz przede wszystkim dla sprzętu i oprogramowania sieciowego.

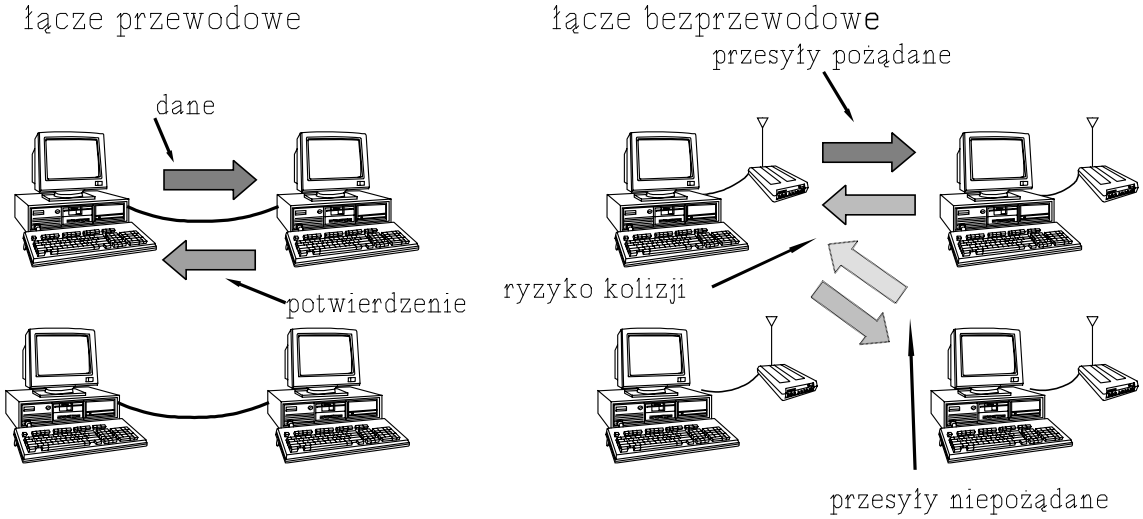
2. INTEGRACJA SIECI PRZEWODOWEJ I BEZPRZEWODOWEJ

Najprostszym sposobem realizacji łącza bezprzewodowego, współpracującego z siecią przewodową, jest dołączenie do istniejącej sieci urządzeń, które przetwarzają sygnały elektryczne segmentu przewodowego na fale elektromagnetyczne i odwrotnie. Urządzenie takie dokonuje zatem konwersji na poziomie warstwy fizycznej sieci, zaś zestaw składający się z co najmniej dwóch takich urządzeń, komunikujących się bezprzewodowo, pełni funkcję regeneratora (ang. *repeater*).

Zastosowanie takiego rozwiązania wymaga jednak dotrzymania wielu warunków, które często są bardzo trudne lub wręcz niemożliwe do spełnienia.

Przede wszystkim łącze bezprzewodowe musi zapewniać prędkość transmisji równą prędkości transmisji łącza kablowego. Warunek ten może być trudny do spełnienia np. w sieciach radiowych, w których prędkość transmisji, ograniczona szerokością pasma częstotliwości, jest znacznie niższa niż w sieciach przewodowych.

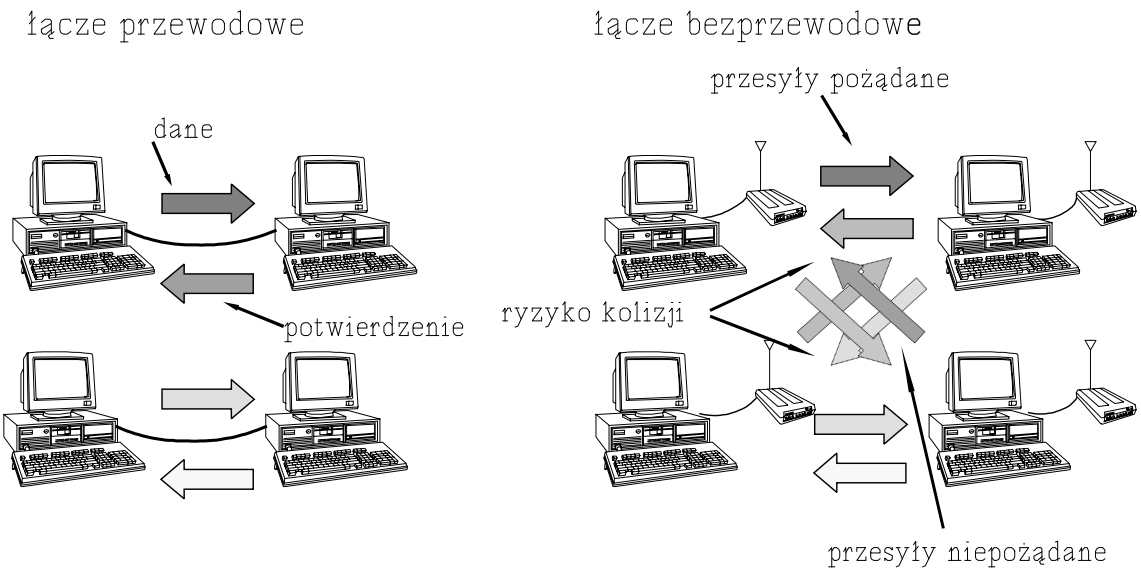
Kolejnym warunkiem jest, aby dane nadchodzące z segmentu przewodowego miały odpowiedni format, tzn. były zaopatrzone w adresy stacji oraz były zabezpieczone sumą kontrolną. Nie wszystkie protokoły sieci przewodowych zawierają te informacje. Przykładowo, protokoły, wykorzystujące łącze RS-232C dla potrzeb transmisji plików poprzez modemy telefoniczne (np. X-Modem, Y-Modem, Z-Modem, Kermit [7]), dostosowane są do transmisji pomiędzy dwiema stacjami na łączu wirtualnym w trybie połączeniowym i nie niosą informacji o adresach stacji uczestniczących w transmisji. W sieci radiowej transmisja pomiędzy dwiema stacjami może wówczas spowodować niepożądane włączenie się kolejnych stacji w proces wymiany danych, jak pokazano na rys. 1. Odbiór danych przez te



Rys. 1. Zachowanie sieci podczas jednego przesyłu danych
w łączu przewodowym i bezprzewodowym

stacje jest wprawdzie niepożądany, lecz nie przeszkadza w transmisji. Wysłanie potwierdzenia przyjęcia danych przez więcej niż jedną stację może jednak zakłócić przesył informacji, np. wskutek wystąpienia kolizji między ramkami potwierdzeń. Dodatkowe zakłócenia mogą wyniknąć także z tego, że część tych potwierdzeń może być pozytywna (odbiór prawidłowy), a część negatywna (oznaczająca np. błąd transmisji). Utrudnia to pracę nadajnika, który musi podjąć decyzję, co zrobić, kiedy pewna część danych została odebrana poprawnie i niepoprawnie. Nadajnik nie jest jednak dostosowany do pracy z wieloma odbiornikami, tak więc w rozpatrywanym przypadku istnieje ryzyko całkowitej dezorganizacji przesyłu

danych. Proces ten pogłębia się, jeżeli jedno łącze bezprzewodowe jest wykorzystywane do wielu przesyłów jednocześnie (rys. 2).



Rys. 2. Zachowanie sieci podczas wielu przesyłów danych w łączu przewodowym i bezprzewodowym

W większości sieci przewodowych informacje przesyłane są w ramkach o strukturze odpowiedniej dla łącza bezprzewodowego. Ponieważ jednak łączność bezprzewodowa jest bardziej narażona na wpływ środowiska pracy sieci, a więc charakteryzuje się wyższą stopą błędu, korzystne może być przesyłanie jednej ramki sieci przewodowej w kilku ramkach sieci bezprzewodowej [3].

Niektóre urządzenia radiowe wymagają odczekania pewnego czasu od chwili włączenia nadajnika do momentu rozpoczęcia właściwej transmisji danych [6, 17]. Jest to czas potrzebny na ustabilizowanie się parametrów pracy nadajnika. W niektórych przypadkach nadajnik radiowy wymaga, aby dane poprzedzone zostały odpowiednią preambułą w celu uzyskania synchronizacji z ciągiem bitów danych [2]. Na ogół protokoły sieci przewodowych nie są w stanie spełnić tych wymagań, gdyż w sieciach tych stosowane są inne techniki transmisji.

W sieciach bezprzewodowych niektóre stacje mogą być tak rozmieszczone, że nie posiadają wzajemnej łączności. Zastosowanie rywalizacyjnego protokołu dostępu do łącza może zatem prowadzić do powstania niewykrytych kolizji. Ponadto, realizacja wykrywania kolizji (CSMA/CD), łatwa do wykonania w sieciach przewodowych, jest często niewykonalna w sieciach radiowych, które najczęściej oparte są na łączach półdupleksowych [10]. Gdyby nawet mieć układ radiowy z możliwością nasłuchu w czasie nadawania, to w odbiorniku mógłby wystąpić, znany w sieciach radiowych, efekt przechwytywania (ang. *capture*

effect) [15, 21, 23], powodując niewykrycie kolizji. Dlatego też w sieciach tych stosowane są protokoły z unikaniem kolizji (CSMA/CA) i potwierdzaniem poprawnego odbioru [5]. Ponieważ jednak kolizja powoduje błędny odbiór ramki, brak potwierdzenia pozytywnego, lub potwierdzenie negatywne, można uznać za sygnalizację kolizji; być może dlatego w literaturze (np. [6, 13]) można znaleźć informację, że w sieciach bezprzewodowych wykorzystywany jest mechanizm CSMA/CD, podobnie jak w sieci Ethernet. Mechanizm wykrywania kolizji możliwy jest natomiast do stosowania w sieciach, w których medium transmisyjnym jest podczerwień rozproszona [8].

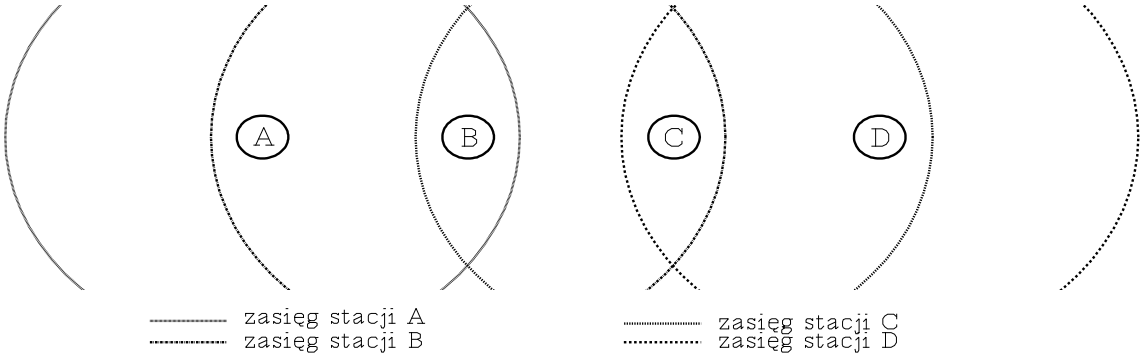
W sieciach radiowych z rywalizacyjnymi protokołami dostępu znane są zagadnienia *ukrytej stacji* (ang. *hidden terminal*) i *odkrytej stacji* (ang. *exposed terminal*), które mogą wystąpić, jeżeli nie wszystkie stacje mają bezpośrednią łączność [1, 16, 21, 23]. Zjawisko ukrytej stacji zachodzi, kiedy stacja A nadaje do stacji B (rys. 3). Stacja C, nie będąca w zasięgu stacji A, nie "słyszy" tej transmisji, przyjmuje zatem, że łącze jest wolne i, jeśli ma dane do transmisji, nadaje je, powodując w stacji B kolizję z danymi ze stacji A. Przeciwnie, zjawisko odkrytej stacji zachodzi, kiedy stacja B nadaje do stacji A. Stacja C, będąca w zasięgu stacji B, przyjmuje, że łącze jest zajęte i wstrzymuje transmisję (np. do stacji D). Tymczasem dane nadawane ze stacji C nie spowodowałyby kolizji w stacji A, ponieważ stacje te nie posiadają bezpośredniej łączności. Oba zjawiska powodują zmniejszenie ogólnej przepustowości sieci odpowiednio wskutek kolizji, a więc i konieczności retransmisji, lub niepotrzebnego wstrzymywania transmisji. Nie oznacza to jednak niemożności efektywnego stosowania rywalizacyjnych protokołów dostępu w sieciach bezprzewodowych, niezbędne są jednak pewne ich modyfikacje [21, 22, 23].

Ponieważ w sieciach bezprzewodowych propagacja sygnałów nie jest ograniczona do linii transmisyjnej [11], przekazywane w ten sposób informacje są bardziej, niż w sieciach przewodowych, narażone na podsłuch. Problem ten występuje najczęściej w transmisji radiowej. Dlatego też, w pewnych przypadkach, konieczne może się okazać szyfrowanie danych w celu zabezpieczenia ich przed niepowołanym dostępem.

Podsumowując, protokoły sieci przewodowych bądź nie nadają się bezpośrednio do stosowania w sieciach bezprzewodowych, bądź też ich stosowanie powoduje nieoptymalne wykorzystanie medium transmisyjnego. Połączenie przewodowego i bezprzewodowego segmentu sieci wymaga zatem innego, bardziej inteligentnego, rozwiązania, zapewniającego lepsze wzajemne dopasowanie współpracujących segmentów sieci. Takim rozwiązaniem może być konwerter protokołów.

2.1. Idea i zadania konwertera protokołów

Skoro proste przetworzenie sygnałów elektrycznych na fale elektromagnetyczne (konwersja warstwy fizycznej sieci) jest niewystarczające, należy dokonać konwersji protokołów

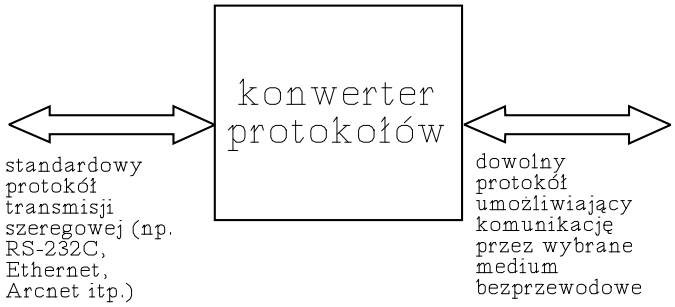


Rys. 3. Ilustracja problemu stacji ukrytej i odkrytej

na poziomie warstwy liniowej (rys. 4) [19]. Aby tego dokonać, należy zastosować inteligentne rozwiązanie sprzętowo-programowe, czyli układ mikroprocesorowy, wyposażony w pamięć programu, dwa łącza transmisyjne oraz pamięć do zapamiętywania (buforowania) przesyłanych i konwertowanych danych. Takie rozwiązanie zapewni poprawną współpracę przewodowego i bezprzewodowego segmentu sieci, ponieważ dochowany zostaje standard logiczny i fizyczny sieci przewodowej, a przy tym jest przezroczyste dla protokołów wyższych warstw sieci. Według terminologii modelu OSI/ISO urządzenie takie pełni funkcję mostu.

W porównaniu z rozwiązaniem ograniczonym do konwersji na poziomie warstwy fizycznej, konwerter, pracujący na poziomie warstwy liniowej, może:

- zapewnić współpracę łączy o różnych prędkościach transmisji, wykorzystując mechanizm buforowania przesyłanych danych,
- dodać potrzebne informacje, przetwarzając dane (np. w celu wyliczenia sumy kontrolnej, zabezpieczającej przed błędami transmisji) lub parametry konfiguracyjne (np. w celu dodania adresów stacji) w przypadku braku odpowiednich informacji organizacyjnych w przesyłanym ciągu danych,
- zapewnić separację logiczną segmentów bezprzewodowych, korzystających ze wspólnego kanału transmisyjnego (przez dodanie numeru segmentu do ciągu danych i odpowiednie filtrowanie ramek),
- zapewnić taki podział informacji nadchodzącej z łącza przewodowego, że łączem bezprzewodowym przesyłane będą ramki o odpowiedniej długości, dostosowanej do warunków pracy tego łącza (w szczególności stopy błędów),
- zadbać o nienaruszenie zależności czasowych, charakterystycznych dla urządzeń do transmisji bezprzewodowej (np. czas między włączeniem nadajnika a rozpoczęciem transmisji),
- poprzedzić dane preambułą, umożliwiającą uzyskanie synchronizacji nadajnika z przesyłanym ciągiem bitów,



Rys. 4. Idea konwertera protokołów transmisyjnych

- spełnić dodatkowe wymagania urządzeń do transmisji bezprzewodowych odnośnie formatu danych (np. równowaga zer i jedynek, odpowiednie kodowanie itp.),
- zapewnić protokół dostępu stacji do łącza, odpowiedni dla wybranego łącza bezprzewodowego i środowiska pracy sieci,
- wprowadzić dodatkowe zabezpieczenie przesyłanych danych przed niepowołanym dostępem,
- zmieniać pewne parametry w czasie pracy, istnieje także możliwość dopasowania go do używanych protokołów komunikacyjnych.

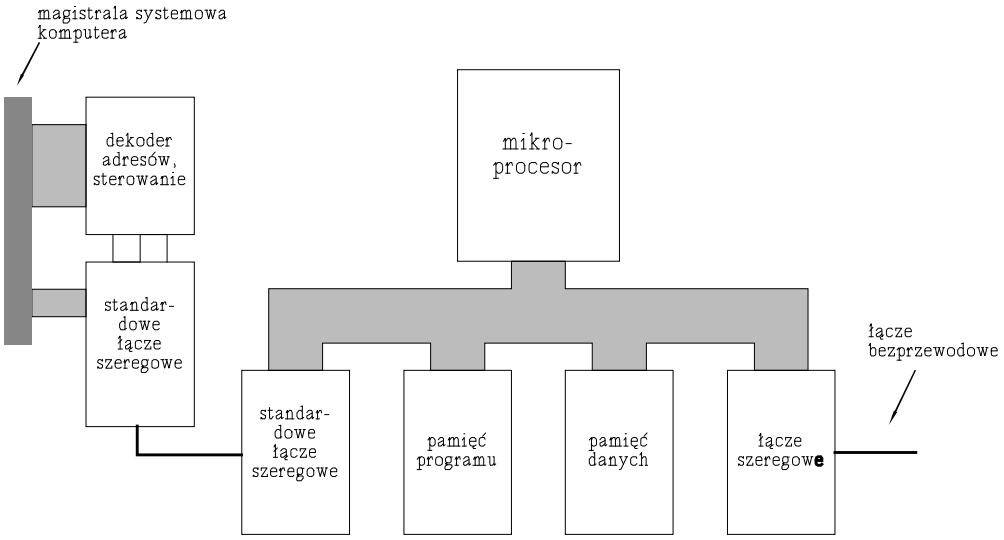
Wymienione warunki można spełnić w sposób niewidoczny dla standardowych urządzeń do transmisji przewodowej, co jest ogromną zaletą w porównaniu z konwersją na poziomie warstwy fizycznej, ponieważ umożliwia to dalsze stosowanie posiadanych już urządzeń i programów do transmisji przewodowej bez konieczności ich modyfikacji, a ponadto zapewnia lepsze wykorzystanie wybranego łącza bezprzewodowego. Wadą natomiast tego rozwiązania jest wprowadzenie dodatkowych, nieraz znacznych opóźnień w proces transmisji danych. Opóźnienia te wynikają z konieczności buforowania przesyłanych informacji oraz dokonania konwersji protokołów. Wady tej pozbawione jest natomiast połączenie segmentów sieci na poziomie warstwy fizycznej.

2.2. Warstwa sprzętowa konwertera

Konwerter może być zaprojektowany i wykonany na dwa sposoby:

- jako element karty sieciowej,
- jako autonomiczne urządzenie zewnętrzne.

Konwerter, będący elementem karty sieciowej (rys. 5), może komunikować się z komputerem jedynie poprzez jego magistralę systemową. Aby zapewnić działanie oprogramowania komunikacyjnego, od strony magistrali komputera konwerter musi emulować pracę odpowiedniego portu transmisji szeregowej, którego złącze zapewnia komunikację z właściwym układem konwertera, zamiast, jak zazwyczaj, być wyprowadzone na obudowę kom-

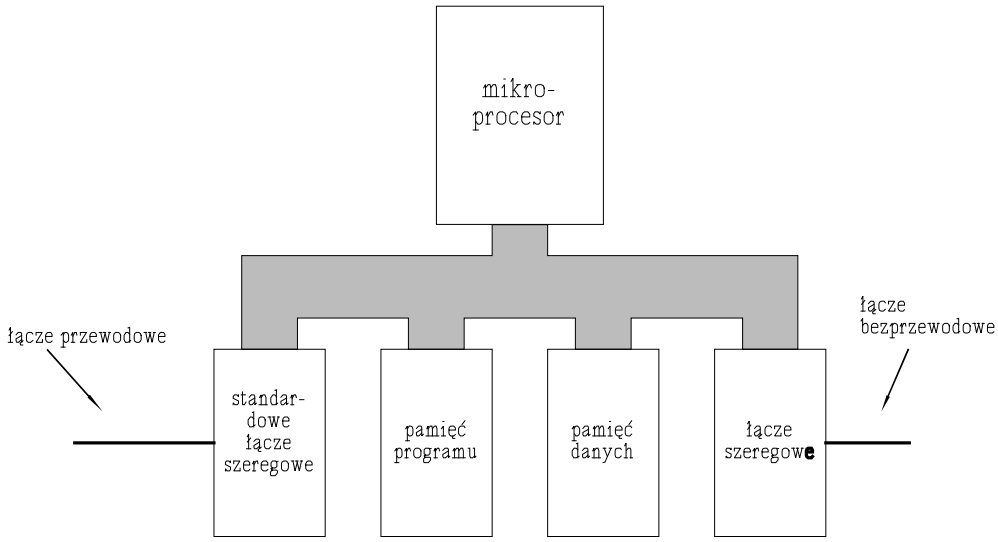


Rys. 5. Konwerter protokołów jako urządzenie wewnętrzne

putera. Warunek ten stwarza dodatkowe utrudnienie konstrukcyjne, ponieważ układ konwertera musi zostać uzupełniony o układ realizujący standardowe łącze, które może cechować się większą złożonością niż sam konwerter. Ponadto, wykonany układ może być stosowany jedynie w komputerach wyposażonych w odpowiedni typ magistrali, zaś przeniesienie go do komputera innego typu wymaga ponownego zaprojektowania układu. Zaletą tego rozwiązania jest natomiast zmniejszenie ogólnej liczby układów (np. eliminacja nadajników i odbiorników linii transmisyjnej) oraz umieszczenie całego układu na jednej płytce, a więc większa jego niezawodność. Płytka ta umieszczona jest wewnątrz obudowy komputera, co eliminuje potrzebę projektowania obudowy i dołączania dodatkowego źródła zasilania.

Konwerter autonomiczny (rys. 6) może komunikować się z komputerem lub segmentem sieci jedynie poprzez złącza, znajdujące się na obudowach konwertera. Dzięki temu nie ma potrzeby uzupełniać konwertera o układ interfejsu szeregowego komputera. Kolejną zaletą tego rozwiązania jest możliwość współpracy konwertera z dowolnym sprzętem, wyposażonym w odpowiedni interfejs. Jest to znacznie słabsze ograniczenie niż typ magistrali, ponieważ standardowe interfejsy są implementowane na wielu różnych platformach sprzętowych[1]. Pewnym utrudnieniem jest w tym przypadku potrzeba zapewnienia dodatkowego źródła zasilania i zaprojektowania odpowiedniej obudowy dla konwertera. Zewnętrzne zasilanie, niezależne od zasilania komputera, daje konwerterowi autonomicznemu jeszcze jedną zaletę: informacje przychodzące łączem bezprzewodowym mogą być magazynowane

[1]Przykładowo, karty sieci lokalnej Ethernet dla komputerów typu IBM PC współpracują z magistralami typu ISA, EISA lub PCI, istnieją także implementacje dla innych komputerów, nie wyposażonych w wymienione magistrale.



Rys. 6. Konwerter protokołów jako autonomiczne urządzenie zewnętrzne

w pamięci konwertera w czasie, kiedy komputer jest wyłączony. Wysłanie tych danych do komputera nastąpi po włączeniu jego zasilania i uruchomieniu odpowiedniego oprogramowania.

Niezależnie od wyboru konstrukcji układu (wariant wewnętrzny czy zewnętrzny), zasadniczy układ konwertera pozostaje bez zmian. Składa się on z następujących podzespołów:

- mikroprocesor,
- pamięć programu,
- pamięć danych,
- standardowy interfejs szeregowy, realizujący łącze przewodowe,
- interfejs szeregowy, realizujący łącze bezprzewodowe.

2.3. Warstwa programowa konwertera

Poprawną współpracę elementów układu konwertera zapewnia odpowiednio skonstruowane oprogramowanie. Jeśli dla wybranego typu jednostki centralnej dostępny jest system operacyjny, można wykorzystać pewne jego funkcje. W przypadku jednak, kiedy konwerter projektowany i wykonywany jest od podstaw, konieczne jest zaimplementowanie niezbędnych funkcji w programie, sterującym jego pracą.

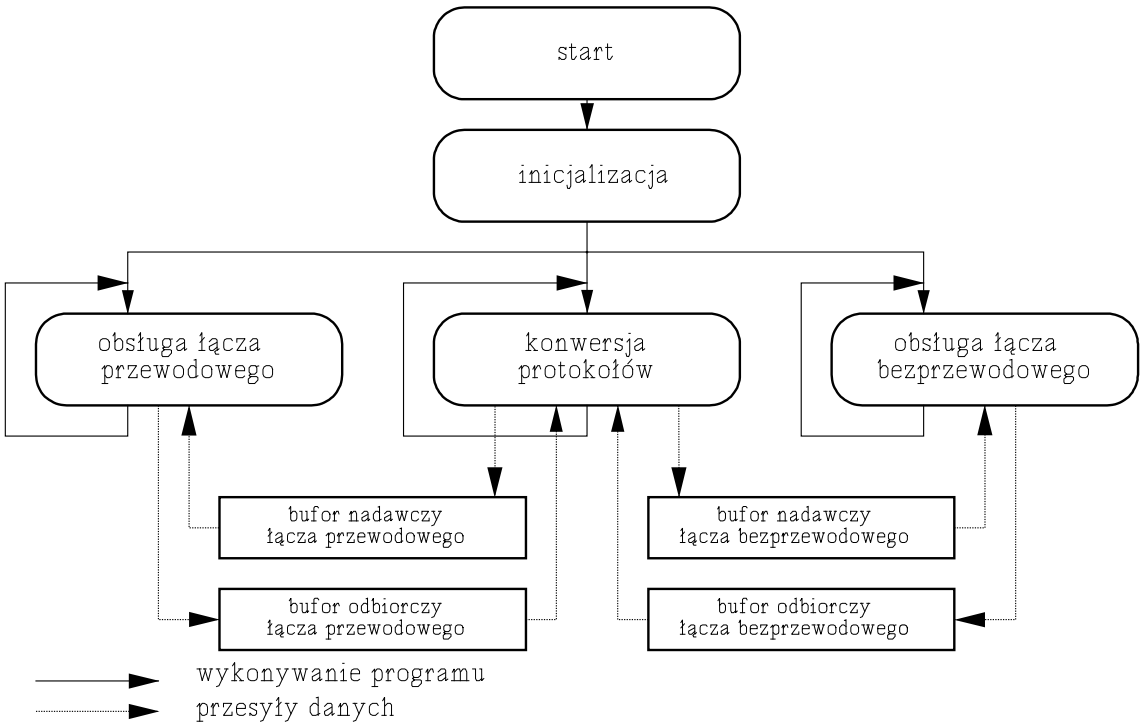
Program sterujący można podzielić na następujące elementy:

- procedurę inicjalizacji konwertera, ustalającą odpowiednie parametry pracy podzespołów, wchodzących w skład układu,
- obsługę łącza przewodowego,
- obsługę łącza bezprzewodowego,
- procedurę konwersji protokołów, dokonującą zmianę formatu przesyłanych danych.

Oprogramowanie konwertera (z pominięciem procedury inicjalizacji) można rozpatrywać jako trzy współbieżnie wykonywane procesy, komunikujące się między sobą za pośrednictwem czterech buforów:

- bufora nadawczego łącza przewodowego,
- bufora odbiorczego łącza przewodowego,
- bufora nadawczego łącza bezprzewodowego,
- bufora odbiorczego łącza bezprzewodowego.

Podejście takie zilustrowane jest na rys. 7. Procesy obsługi łączy komunikacyjnych (przewodowego i bezprzewodowego) mają wyższy priorytet, uzyskany dzięki mechanizmowi



Rys. 7. Ilustracja działania programu konwertera

przerwań. Proces konwersji protokołów, jakkolwiek kluczowy z punktu widzenia całości oprogramowania, ma priorytet niższy.

W zależności od oprogramowania, konwerter może pracować na dwa sposoby:

- jako rozwiązanie dedykowane, dopasowane do jednego lub kilku znanych protokołów transmisyjnych,
- jako rozwiązanie uniwersalne, zapewniające współpracę z dowolnym protokołem transmisyjnym.

W rozwiązaniu uniwersalnym znaki przesyłane po łączu przewodowym nie są interpretowane przez konwerter. Założenie to wynika z faktu, że nie można z góry określić, jaki protokół wykorzystywany jest w łączu przewodowym, tak więc struktura danych jest nie-

znana. Konwersja protokołów polega wówczas na umieszczaniu wszystkich znaków w ramkach łącza bezprzewodowego. Dopuszcza się zatem przesłanie pojedynczej ramki protokołu przewodowego w kilku ramkach łącza bezprzewodowego [3], możliwa jest także sytuacja odwrotna, kiedy kilka ramek łącza przewodowego zostanie umieszczonych razem w jednej ramce łącza bezprzewodowego. Wysłanie ramki łączem bezprzewodowym powinno nastąpić, jeżeli zachodzi jeden z poniższych warunków:

- zebrana została określona liczba znaków do wysłania,
- od chwili odebrania ostatniego znaku upłynął zadany czas.

W przypadku, jeżeli w sieci przewodowej często pojawiają się krótkie ramki, mogą wystąpić znaczne opóźnienia w dotarciu informacji do adresata. Jest to spowodowane właśnie oczekiwaniem na zebranie określonej liczby znaków. Opóźnień tych można uniknąć, jeśli konwerter może rozpoznać koniec ramki.

Istnieje kilka sposobów określania końca ramki:

- pojawienie się w strumieniu danych określonej sekwencji bitów (jak np. w protokole HDLC [18] czy w protokole sieci przemysłowej Modbus w trybie ASCII [12]),
- jawne podanie długości ramki w jej części sterującej (np. protokół Z-Modem [7]),
- analiza typu ramki (np. w sieci przemysłowej Profibus [14] typ ramki precyzyjnie określa jej długość[2])
- wystąpienie na łączu ciszy o określonym czasie trwania (np. protokół sieci przemysłowej Modbus w trybie RTU [12]).

Rozpoznanie końca ramki różnych protokołów w konwerterze uniwersalnym wymaga daleko idącej możliwości konfigurowania parametrów konwertera. Może się więc okazać, że rozwiązaniem prostszym, a więc i tańszym w realizacji, jest konwerter dedykowany dla wybranego protokołu lub grupy protokołów. Konwerter taki może rozpoznać nie tylko koniec ramki, lecz również pola adresowe i sterujące, a także dokonać sprawdzenia poprawności danych otrzymanych danych łączem przewodowym. Jest to możliwe, ponieważ znana jest struktura przesyłanych informacji. Niestety, konwerter taki będzie błędnie interpretował dane wysłane według innych protokołów transmisyjnych, a więc posiadające inną strukturę.

[2]Podobną zasadę można stosować też w sieci Modbus w trybie RTU, aczkolwiek nie jest ona ujęta w opisie tej sieci [4]

3. Reprogramowalny konwerter protokołów

Reprogramowalność konwertera może być potrzebna w przypadku, gdy na użytym łączu przewodowym mogą wystąpić różne protokoły. Przykładem takiego łącza jest popularny standard RS-232C. Wśród protokołów wykorzystujących to łącze można spotkać między innymi:

- protokoły przesyłu plików przez łącze modemowe (np. X-Modem, Y-Modem, Z-Modem, Kermit [7]),
- protokoły sieci przemysłowych (np. Modbus [12], Profibus [14]).

Konwerter protokołów można łatwo wyposażyć w możliwość konfigurowania parametrów łącza przewodowego, takich jak format znaku i prędkość transmisji. Do ustalenia takich parametrów wystarczają przełączniki. W przypadku jednak, kiedy wystąpiłaby potrzeba znacznie większej możliwości konfigurowania konwertera, rozwiązanie takie może okazać się niewystarczające.

Jednym z możliwych rozwiązań tego problemu jest wprowadzenie możliwości konfigurowania konwertera z wykorzystaniem łącza szeregowego. Układ można wówczas połączyć z komputerem, na którym uruchomione jest oprogramowanie konfigurujące. Łączem szeregowym przesyłana jest informacja o dokonanych ustaleniach.

Rozwiązanie takie jest jednak mało elastyczne, gdyż narzuca wymagania na typ komputera, używanego do konfiguracji, ogranicza także wybór systemu operacyjnego. Dlatego też lepszym rozwiązaniem wydaje się zawarcie całego oprogramowania konfiguracyjnego w konwerterze i sprowadzenie komputera do roli terminala. Programy, emulujące terminal z wykorzystaniem łącza typu RS-232C realizowane są na wielu platformach sprzętowo-programowych. Kosztem, jaki ponosi się w tym rozwiązaniu, jest znaczne skomplikowanie programu konwertera, a co za tym idzie, zwiększona zajętość pamięci programu.

Konwerter protokołów, pracujący na łączu RS-232C może, w zależności od położenia jednego tylko przełącznika, wykorzystywać to łącze do konwersji protokołów lub w celach konfiguracyjnych. Istnieje także możliwość zdalnej rekonfiguracji konwertera dla innych typów łączy, bądź za pośrednictwem tegoż łącza, bądź też za pośrednictwem dodatkowego łącza, np. pracującego według standardu RS-232C. Drugie z wymienionych rozwiązań jest często spotykane w urządzeniach służących do integracji sieci.

Jak już wspomniano wcześniej, uniwersalny konwerter protokołów wnosiłby zapewne mniejsze opóźnienia w proces transmisji danych, gdyby miał możliwość rozpoznania końca ramki. Sposób określania końca ramki w stosowanym protokole transmisyjnym może być jednym z ważnych parametrów konfiguracji konwertera.

Można jednak wyobrazić sobie taką strukturę sprzętowo-programową, w której odpowiednio przygotowane części składowe mogą ze sobą współpracować w taki sposób, że

wymiana którejś z nich nie powoduje konieczności wnoszenia jakichkolwiek dalszych zmian. W tym przypadku konwerter składałby się z trzech elementów:

- modułu łącza przewodowego,
- modułu łącza bezprzewodowego,
- modułu konwertera.

Moduły łącza przewodowego i bezprzewodowego powinny stanowić podzespoły sprzętowo-programowe, które komunikowałyby się z modułem konwertera w sposób umożliwiający ich wymianę. Przykładowo, oprogramowanie modułu może zajmować ustaloną przestrzeń adresową w pamięci programu i danych i powinno zawierać procedury, umożliwiające np. nadanie czy odbiór znaku lub ramki. Sposób wywołania poszczególnych procedur transmisyjnych powinien być z góry ustalony, tak, by wymiana modułu pozostała niewidoczna dla procedur konwersji protokołów. Każdy moduł powinien także zawierać blok danych z informacją o możliwościach modułu, takich jak np.: zakres prędkości transmisji, format znaku czy parametry czasowe i logiczne protokołu. Odczyt tych informacji, zapisanych również w jednakowy sposób, pozwalałby w czasie inicjalizacji na możliwie dobre dopasowanie parametrów obu łączy.

Silna zależność właściwości bezprzewodowego kanału transmisyjnego od otoczenia powoduje, że dobrane w pewnych warunkach parametry transmisji będą niewłaściwe w innym środowisku. Przykładem takich parametrów są: prędkość transmisji łącza bezprzewodowego, długość ramki protokołu tego łącza czy też liczba wspólnie potwierdzanych ramek. Np. zwiększenie zasięgu może wiązać się z koniecznością zmniejszenia prędkości transmisji (wskazują na to uzyskane wyniki doświadczalne) lub, ze względu na rosnącą stopę błędu, zmniejszenie długości ramek. Wydaje się, że działanie takie może spowodować istotne pogorszenie przepustowości łącza, jednak zmniejszenie częstości retransmisji może nawet poprawić charakterystykę łącza. Konwerter uniwersalny powinien zatem mieć możliwość dynamicznego doboru pewnych parametrów transmisji w zależności od jej przebiegu, tak, aby możliwie jak najlepiej wykorzystać przepustowość łącza.

LITERATURA I ŹRÓDŁA

[1] Bhargavan V., Demers A., Shenker S., Zhang L.: MACAW: A Media Access Protocol for Wireless LAN's. SIGCOM '94, http://piggy.cs.nthu.edu.tw/paper/Mobile/PS/macaw-cr.ps.gz

[2] BiM-433-F Low Power UHF Transceiver. Radiometrix 1995

[3] Buchholz D., Odlyzko P., Taylor M., White R.: Wireless In-Building Networks Architecture and Protocols. IEEE Network Magazine, Nov. 1991, pp. 68-73

[4] Caban D.: Protokoły komunikacyjne sieci komputerowych wykorzystujących wielopunktowe łącza bezprzewodowe pracujące w jednym pasmie częstotliwości. Rozprawa doktorska. Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999

[5] Chen K.-C.: Medium Access Control of Wireless LANs for Mobile Computing. IEEE Network, Sept./Oct. 1994

[6] Dąbrowski K.: Amatorska komunikacja cyfrowa. PWN, Warszawa 1994

[7] Gofton P. W.: Mastering Serial Communications. Sybex, Alameda 1994

[8] Hołubowicz W., Płóciennik P., Różański A.: Systemy łączności bezprzewodowej. Wydawnictwa EFP, Poznań 1996

[9] Karn P.: MACA – A New Channel Access Method for Packet Radio. ARRL Amateur Radio 9th Computer Networking Conference, 22.09.1990

[10] Kozłowski A., Woźniak J.: Radiowe systemy teleinformatyczne. W: Sobczak W. (red.): Problemy teleinformatyki. WKiŁ, Warszawa 1984

[11] Małysiak H., Caban D., Zieliński B.: Bezprzewodowe media komunikacyjne. Etap 2: Zasady stosowania transmisji bezprzewodowej w systemach CIM. PBZ-31-05. IITiS PAN, Gliwice 1996

[12] Mielczarek W.: Szeregowe interfejsy cyfrowe. Helion, Gliwice 1993

[13] Pahlavan K., Levesque A. H.: Wireless Data Communications. Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No. 9, Sept. 1994

[14] Sacha K.: Sieci miejscowe Profibus. Mikom, Warszawa 1998

[15] Tannenbaum A. S.: Sieci komputerowe. WNT, Warszawa 1988

[16] Tobagi F. A., Kleinrock L.: Packet Switching in Radio Channels: Part II – The Hidden Terminal Problem in Carrier Sense Multiple-Access and the Busy-Tone Solution. IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-23, No.12, Dec. 1975

[17] Weinmiller J., Schläger M., Festag A., Wolisz A.: Performance Study of Access Control in Wireless LANs – IEEE 802.11 DFWMAC and ETSI RES 10 HIPERLAN. W: Mobile Networks and Applications. Baltzer Science Publishers, July 1997

[18] Wolisz A.: Podstawy lokalnych sieci komputerowych. Tom 1: Sprzęt sieciowy. WNT, Warszawa 1992

[19] Zieliński B.: Bezprzewodowa transmisja danych poprzez łącze RS-232C. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 32, Gliwice 1997

[20] Zieliński B.: Bezprzewodowe sieci komputerowe wykorzystujące konwersję protokołów. Rozprawa doktorska. Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997

[21] Zieliński B.: Protokoły dostępu do łącza dla sieci bezprzewodowych. ZN Pol. Śl. s. Informatyka z. 36, Gliwice 1999

[22] Zieliński B.: Efektywność protokołów dostępu do łącza w sieciach bezprzewodowych. Studia Informatica, Vol. 21, Number 1 (39), Gliwice 2000

[23] Zieliński B.: Bezprzewodowe sieci komputerowe. Helion, Gliwice 2000