

Leszek DZICZKOWSKI

Politechnika Śląska, Instytut Elektroniki

WPROWADZENIE DO TECHNOLOGII ATM

Streszczenie. ATM (Asynchronous Transfer Mode) jest technologią przesyłu danych w pakietach o stałej długości. Technologia ta jest rezultatem 20 lat pracy nad techniką transmisji i komutacji. Stworzono ją dla szerokopasmowego B-ISDN.

INTRODUCTION TO ATM TECHNOLOGIES

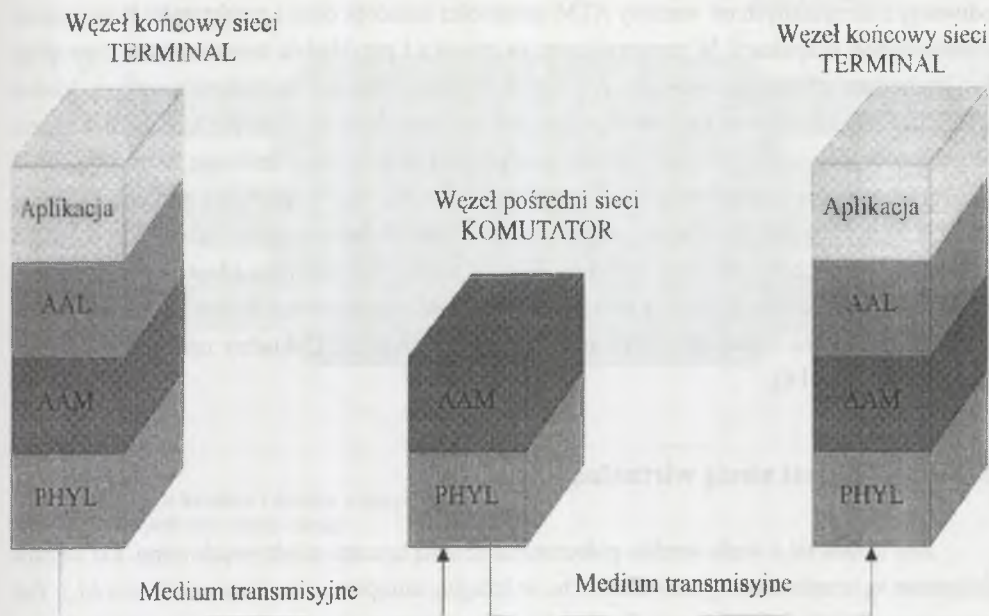
Summary. ATM is a protocol that transmits data as fixed sized packets . This is the culmination of all the developments in switching and transmission of data in the last twenty years. It was designed to make Broadband-ISDN (B-ISDN) a reality

1. Główne cechy technologii ATM

B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) to koncepcja stworzenia jednolitej szerokopasmowej sieci umożliwiającej równoczesny przesył wszelkich danych cyfrowych. A więc danych różnego typu, to znaczy pochodzących z różnych źródeł, często o zupełnie odmiennych własnościach i wymaganiach. I tak na przykład rozmowy telefoniczne wymagają przepływu przez sieć strumienia danych o stałej i niezmiennej przepływności w czasie rzeczywistym. Ważne jest, by odbiornik (urządzenie na wyjściu z sieci) dysponował nie tylko danymi w postaci cyfrowej, ale także synchronicznym z wejściowym do sieci zegarem taktującym bity transmitowanego strumienia danych. W tym przypadku można nawet zaryzykować twierdzenie, iż ten zegar jest ważniejszy od samych danych. Jeżeli wskutek jakiegoś zakłócenia część danych ulegnie zniszczeniu lub przekłamaniu, to abonent usłyszy w słuchawce tylko "trzask". Jeżeli natomiast odbiornik nie będzie miał właściwego zegara lub zegar bitowy będzie posiadał zbyt duże fluktuacje fazowe, to może dojść do poważnych komplikacji. W przypadku przesyłania siecią skompresowanych obrazów video zegar synchronizacji linii i ramki musi mieć

wyjątkowo wygórowane parametry. Trudno wyobrazić sobie telewidza oglądającego ciekawy film, jeżeli obraz na ekranie monitora "fałuje" lub "drży". Same dane muszą być przesyłane w czasie rzeczywistym, ale dopuszcza się większe opóźnienie transmitowanych danych, większe niż w czasie rozmowy telefonicznej. Natomiast dla strumienia danych niosącego skompresowane informacje video wymagana jest zmienna przepływność. Przekaz skompresowanego stabilnego obrazu wymaga znacznie wolniejszej przepływności niż przekaz szybko zmieniających się kadrów. Przypomnijmy, że kompresowane obrazy kodowane są różnicowo w stosunku do obrazu wcześniej zakodowanego. W przypadku zmiany kadru ilość wysyłanych danych w jednostce czasu jest duża, ale wcale nie trzeba zwiększać przepustowości kanału aż tak gwałtownie. Po każdej zmianie treści obrazu nastąpi chwilowe zwiększenie, a później zmniejszenie szybkości generacji danych. Można zatem dane przetrzymywać w nieco większej pamięci buforowej i wyrównywać przepływność, ale tylko do pewnych granic. Sieć musi zapewnić zatem możliwość przesyłu danych ze zmienną szybkością. Ale z punktu widzenia operatora sieci rezerwacja "na stałe" maksymalnej przepływności nie jest ekonomiczna. Sieć B-ISDN powinna posiadać mechanizmy pozwalające maksymalnie wykorzystać zasoby sprzętu w taki sposób, by obsłużyć maksymalną ilość klientów bez zmniejszenia jakości usług. Zupełnie czego innego wymagają od sieci użytkownicy przesyłający dane "komputerowe". Odtwarzanie zegara bitowego jest w ogóle niepotrzebne. Część danych trzeba przestać w czasie rzeczywistym, ale na ogół bez ściśle określonych uzależnień czasowych. Inne dane należy tylko przestać i to w zasadzie w dowolnym czasie. Aby sprostać tak różnym wymaganiom, postanowiono do realizacji koncepcji B-ISDN wykorzystać technologię ATM (Asynchronous Transfer Mode). Prace badawcze i normalizacyjne nad ATM trwają nadal. Zwiększa się ciągle możliwości i uniwersalność tej techniki. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że w najbliższej przyszłości sieci ATM staną się bardzo popularne.

Technika ATM zakłada przesył wszelkich danych w pakietach zwanych komórkami. Komórki mają stały rozmiar wynoszący 53 bajty. W porównaniu z innymi technikami przesyłu danych cyfrowych wielkość komórki jest wyjątkowo mała. Dlatego nie istnieje potrzeba budowy pakietów o innej wielkości. Wśród 53 bajtów komórki pięć pierwszych stanowi nagłówek ATM. Nagłówek ten zawiera etykietę umożliwiającą rozpoznanie komórki, multipleksowanie i komutację. W celu łatwiejszego i bardziej przejrzystego opisu sieci ATM zdefiniowano warstwowy model sieci. Każdej warstwie przypisano funkcje, które dana warstwa powinna realizować. Rysunek 1 przedstawia ogólny model warstwowy sieci. Dane przesyłane siecią powstają w warstwie aplikacji.



Rys.1. Model warstwowy sieci ATM
 Fig.1. ATM protocol reference service

Warstwa adaptacyjna AAL (ATM Adaptation Layer) przystosowuje dane z aplikacji do formatu komórek formując 48-bajtowe pole danych stanowiących zawartość komórki. Te 48 bajtów przekazywane jest do warstwy ATM, która dokłada do czterdziestoosmiobajtowej jednostki pięciobajtowy nagłówek ATM. Uformowane, kompletne komórki przesyłane są do warstwy fizycznej PHYL (PHYSical Layer). Ta z kolei warstwa zajmuje się przesyłaniem komórek do innego węzła sieci. Węzeł ten najprawdopodobniej będzie realizował komutację komórek i w tym węzle zaimplementowane są tylko warstwy fizyczna i ATM. Warstwa fizyczna odzyskuje ze strumienia danych transmitowanego łączem międzywęzłowym komórki i przekazuje je do warstwy ATM, gdzie następuje komutacja pakietów. W wyniku tego komutowania transmitowane komórki trafiają ponownie do warstwy fizycznej znajdującej się przed właściwym, wybranym w procesie komutacji łączem międzywęzłowym. Tym łączem komórki przesłane mogą być do kolejnego węzła sieci i tam mogą być ponownie komutowane. Na rysunku 1 dla uproszczenia przedstawiono tylko jeden komutator jako węzeł pośredni. Ostatecznie komórki trafiają do węzła przeznaczenia. W tym węzle, którym może być terminal, zaimplementowane są ponownie wszystkie warstwy. Warstwa fizyczna odzyska komórki ze strumienia łącza międzywęzłowego, warstwa ATM sprawdzi i usunie nagłówki ATM i dostarczy warstwie AAL dane w takiej samej postaci, w jakiej dotarły do warstwy AAL w nadajniku. Warstwa AAL

odtworzy z otrzymanych od warstwy ATM zawartości komórek dane i przekształci je do postaci obowiązującej w aplikacji. W przestawionym na rysunku 1 przykładzie transmitowane dane mogą być pochodzenia "komputerowego". Ale możliwości sieci B-ISDN są znacznie szersze. Można wyobrazić sobie, że siecią transmitowany jest jakiś strumień danych cyfrowych z istotnym zegarem bitowym. Wtedy warstwa AAL nie będzie sąsiadować z typową aplikacją. Aby umożliwić uniwersalność sieci, opracowano pięć typów warstw AAL. Bez względu na realizowaną klasę usług, a z nią związany typ warstwy AAL, zawsze w polu 48 bajtów oprócz danych użytkownika znajdują się bity pochodzące z warstwy AAL. To one umożliwią warstwie adaptacyjnej realizację jej funkcji. Zawsze pole komórki zawierające te 48 bajtów generowanych przez AAL nie będzie interpretowane ani zmieniane przez pozostałe warstwy sieci. Dokładny opis warstwy AAL znajduje się w [1 i 6].

2. Sieć ATM jest siecią wirtualną

Sieć składa się z wielu węzłów połączonych ze sobą łączami międzywęzłowymi. Do węzłów dołączone są urządzenia użytkowników (te, w których zaimplementowano warstwę AAL). Tak rozumiana sieć jest siecią fizyczną. Oprócz danych pochodzących od użytkowników, tą samą siecią przesyłane muszą być informacje umożliwiające sieci sprawne działanie. Administrator konfiguruje sieć, wysyłane są sygnały, na podstawie których realizowane są procesy zestawiania połączeń, rozłączania itp. Urządzenia sieci sprawdzają sprawność swych podzespołów. Tego typu informacje wymieniane między komponentami sieci też są przesyłane w postaci komórek, oczywiście odpowiednio oznaczonych. Owo oznaczenie powinno znajdować się w komórce ATM, bowiem nie wszystkie komórki trafiają do warstwy ATM. Dla przykładu warstwa fizyczna testując łącze międzywęzłowe generuje swoje komórki, które przeznaczone są tylko dla warstwy fizycznej odbiornika.

Aby łatwiej zarządzać siecią, łatwiej zestawiać połączenia, administrator na podstawie istniejącej sieci fizycznej buduje sieć wirtualną. W każdym łączu fizycznym wydziela się kanały wirtualne VC (Virtual Channel). Aby dalej uprościć wiele procesów, kanały wirtualne łączy się w grupy zwane ścieżkami wirtualnymi VP (Virtual Path). Rysunek 2 przedstawia koncepcję budowy sieci wirtualnej. W fizycznym łączu definiuje się umowne - wirtualne kanały i grupuje się je w ścieżki też umowne. Ścieżki i kanały numeruje się. Zarządzanie siecią odbywa się na poziomie owych wirtualnych ścieżek i kanałów. Wirtualna struktura sieci obowiązuje do czasu, gdy administrator zmieni układ wirtualnych kanałów i ścieżek w ramach istniejącego fizycznie sprzętu. Informacje o wirtualnej strukturze sieci są dostępne w bazie danych. Każdy węzeł sieci poprzez swoją płaszczyznę zarządzania ma dostęp do tej bazy danych. Jeżeli użytkownik zamierza skorzystać z usług sieci ATM, to za pomocą komórek zawierających sygnały prosi o zestawienie połączenia



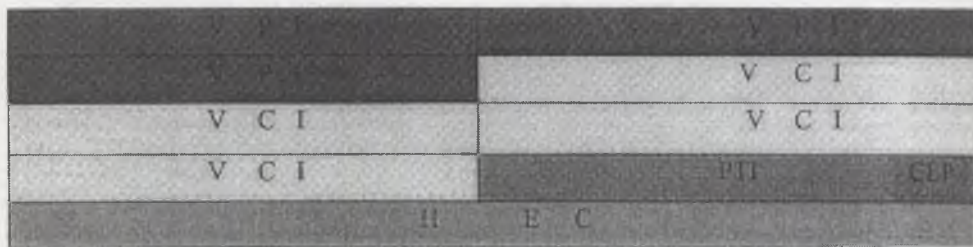
Rys.2. Koncepcja kanałów i ścieżek wirtualnych
 Fig.2. Virtual path and virtual circuit

z innym użytkownikiem. Na podstawie adresu zawartego w globalnej bazie danych ustala się lokalizację wywoływanego użytkownika. Zestawienie połączenia polega na wybraniu wirtualnego połączenia złożonego z ciągu wirtualnych kanałów aktualnie istniejących między łączącymi się użytkownikami.

3. Dwa typy łącz w sieci ATM

Urządzenia końcowe sieci należące do użytkowników są terminalami. Użytkownicy korzystający z technologii ATM przesyłają dane w komórkach. W ten sam sposób przesyłane są wszystkie inne informacje niezbędne do współpracy między użytkownikiem a systemem zarządzaniem siecią. Między węzłami samej sieci też przesyłane są dane wielu użytkowników, wraz z informacjami zarządzania i kontroli. Jednak funkcjonowanie interfejsów między węzłami sieci oraz między użytkownikiem a siecią jest trochę inne. Dlatego wyodrębniono dwa typy interfejsów. W każdym obowiązuje trochę inny format nagłówka komórki. Interfejs między urządzeniami sieci nosi nazwę NNI (Node - Network Interface). Nagłówek ATM w tym interfejsie ma strukturę jak na rysunku 3 [6]. Piąty z kolei bajt nagłówka nosi nazwę HEC (Header Error Control) [11] i jest kodem CRC obliczonym z zawartości pierwszych czterech bajtów. Na podstawie kodu zawartego w polu HEC można wykrywać błędy w nagłówku komórki. Ale nie jest to jedyne wykorzystanie tego bajtu. Kod ten obliczany jest w warstwie fizycznej. W Error

Struktura nagłówka ATM na styki NNI



Rys.3. Struktura nagłówkowa w interfejsie NNI

Fig.3. Header structure at NNI

Control) [11] i jest kodem CRC obliczonym z zawartości pierwszych czterech bajtów. Na podstawie kodu zawartego w polu HEC można wykrywać błędy w nagłówku komórki. Ale nie jest to jedyne wykorzystanie tego bajtu. Kod ten obliczany jest w warstwie fizycznej. W transmitowanym strumieniu danych w łączy fizycznym obliczając w sposób ciągły kod CRC można wyznaczyć zegar komórek, inaczej mówiąc początki komórek, czyli nagłówki ATM. Mechanizm ten jest wykorzystywany pomocniczo lub (rzadziej) jako jedyny, gdy w stosowanym sposobie transmisji nie ma innego mechanizmu zaznaczania początków komórek. Pole nagłówka zwane VCI, zawierające w sumie szesnaście bitów, to wskaźnik ścieżki wirtualnej (Virtual Channel Identifier). Pole nagłówka VPI (Virtual Path Identifier) zawiera dwanaście bitów i stanowi wskaźnik ścieżki wirtualnej. Oba wskaźniki VPI i VCI wyróżniają komórki i jednoznacznie je identyfikują. W danym kanale fizycznym komórki posiadające identyczne wskaźniki VPI i VCI będą należały do jednego połączenia zajmującego w tym fizycznym kanale jeden kanał wirtualny w pewnej ścieżce. Jednobitowe pole CLP (Cell Loss Priority) określa priorytet komórki. Jeżeli w polu CLP wpisana zostanie jedynka, to tak zaznaczona komórka będzie mogła być skasowana w sieci w przypadku chwilowego natłoku. W polu PTI (Payload Type Identifier), zawierającym trzy bity, koduje się typ zawartości komórki. Aby zrozumieć znaczenie kodów wpisywanych w pole PTI, należy zdać sobie sprawę, iż nie wszystkie komórki przesyłane łączy fizycznym trafiają do warstwy ATM. Przykładem mogą być dane OAM (Operation And Maintenance), czyli komórki realizujące funkcje kontroli i utrzymania [12, 11] poziomów: F1 – sekcji regeneratorów, F2 – sekcji łączy cyfrowego i F3 – sekcji ścieżki transmisyjnej (przy wykorzystaniu modułu STM1 strumień F1 i F2 transmitowane są w nagłówku SOH, a nie w komórkach, strumień F3 w nagłówku POH). Wśród danych OAM istnieją też takie komórki, które kontrolują jakość ścieżek wirtualnych - poziom F4 i kanałów wirtualnych - poziom F5. Te właśnie komórki muszą być komutowane. Dopuszcza się nawet przesyłanie ich poza obręb sieci kontrolowanej przez jednego administratora. Należy też zauważyć [1, 7], że w przypadku stosowania uproszczonej warstwy AAL5 w celu zminimalizowania "nadmiaru" transmitowanych danych warstwa AAL zamiast nagłówka SAR-PDU ustawia bity pola PTI nagłówka komórki ATM. Jeżeli najstarszy bit pola PTI jest zerem, to komórki zawierają dane

użytkownika. Wówczas pozostałe dwa bity pola PTI pełnią funkcje dodatkowych wskaźników. Jeżeli najstarszy bit pola PTI jest jedynką, to dane nie pochodzą od użytkownika, np:

PTI = 100 komórka zawiera strumień OAM F5 skojarzony z segmentem sieci,

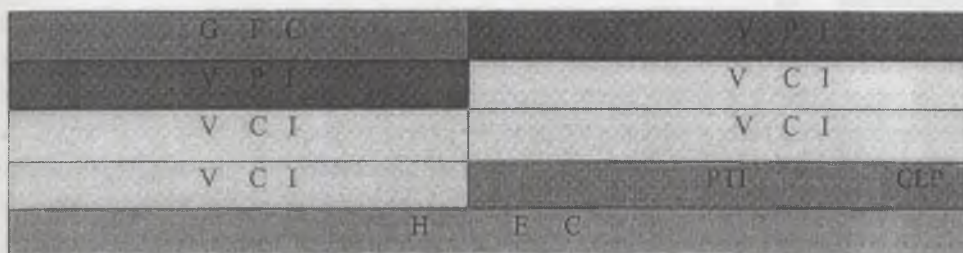
PTI = 101 komórka zawiera strumień OAM F5 przesyłany między punktami końcowymi połączenia,

PTI = 110 komórka zawiera dane zarządzania siecią.

Informacje o typie komórki koduje się też w sposób inny niż za pomocą pola PTI. Wśród wirtualnych kanałów wybrano takie, które przeznaczone są opcjonalnie do przesyłania komórek określonego typu. Dla przykładu VCI = 3 to kanał dla strumienia OAM F4 skojarzonego z węzłami końcowymi połączenia, VCI = 4 to kanał dla strumienia OAM F4 skojarzonego z segmentem sieci, kanał VCI = 5 wybrano dla sygnalizacji między elementami sieci NNI.

Aby uzupełnić informacje o typach komórek należy dodać, iż na styku między warstwą ATM, a warstwą fizyczną znajduje się zawsze pamięć buforowa typu FIFO. Przykładowym, zalecanym rozwiązaniem zastosowania pamięci FIFO jest standard UTOPIA opracowany przez ATM FORUM. Warstwa fizyczna realizuje przesył danych między węzłami sieci cyfrowym łączem, synchronicznym za pomocą modułów STM1. Jeżeli aktualnie w pamięci buforowej między ATM a PHYL brak danych, to PHYL obowiązane jest w strumień transmitowany łączem fizycznym wstawić komórkę "pustą". Taka komórka zawiera nagłówek ATM posiadający cztery pierwsze bajty równe zero. Do oznaczania komórek oprócz pola VCI, VPI i PTI można wykorzystać kombinację tych pól przy bicie CLP ustawionym na jeden. Wówczas znaczenie pola CPI jest inne od pierwotnie zdefiniowanego. Przykładowo jeżeli trzy pierwsze bajty nagłówka są zerowe a czwarty bajt posiada pole PTI równe 100 i równocześnie bit CPI jest równy jeden, to komórki zawierają strumienie danych OAM warstwy fizycznej F1, F2 lub F3.

Struktura nagłówka ATM na styku UNI



Rys.4. Struktura nagłówka w interfejsie UNI

Fig.4. Header structure at UNI

Interfejs między urządzeniem komunikacyjnym, np. terminalem, a siecią zwany UNI (User Network Interface) wykorzystuje komórki o nieco odmienniej strukturze. Rysunek 4 przedstawia wygląd nagłówka komórki obowiązującej w tym interfejsie. Jedyna różnica między tymi nagłówkami a obowiązującymi na styku NNI polega na tym, że pole VPI zostało zmniejszone o

cztery bity, a w to miejsce wprowadzono pole GFC (Generic Flow Control). Pole to przeznaczone jest do sterowania przepływem informacji między danymi w sieci użytkownika. Funkcje tego pola nie są jeszcze w pełni zdefiniowane. Jeżeli w tym polu znajdują się same zera, to sterowanie GFC jest wyłączone. Pozostałe pola pełnią podobną rolę do odpowiednich pól w interfejsie NNI. Na styku UNI zarezerwowano natomiast wiele kombinacji wartości VCI, VPI, PTI i CLP dla celów innych niż transport danych użytkownika [6]. Wśród tych zarezerwowanych kanałów wirtualnych można wymienić:

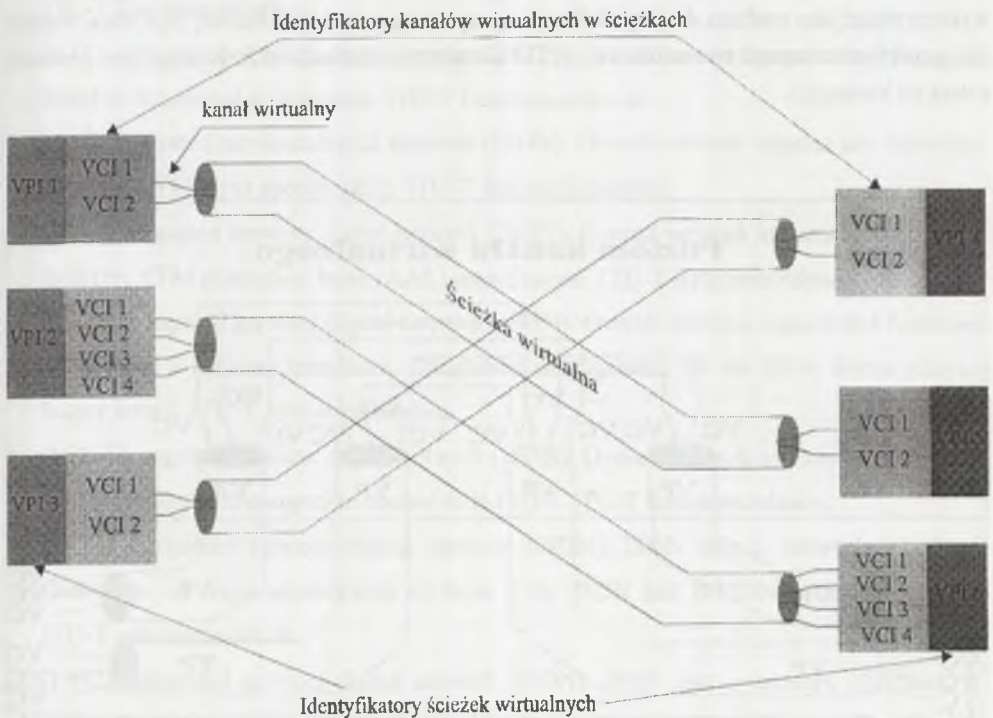
- kanał metasygnalizacyjny [3],
- kanały sygnalizacyjne punkt-punkt, punkt-wiele punktów [3],
- kanały OMA [I.610],
- kanał dla zarządzania [9].

4. Komutacja w ATM

Zestawienie połączenia w sieci ATM polega na wybraniu ciągu wirtualnych ścieżek i kanałów w wirtualnej sieci. Właśnie tymi kanałami będą transportowane komórki tego połączenia. W czasie zestawiania połączenia komutator uzyskuje informacje o tym, jaki kanał wirtualny na wejściu należy połączyć z kolejnym kanałem ciągu. Dane te zapisywane są w tablicy translacji. Komutator kontroluje zatem nagłówki napływających komórek, szuka zadanych identyfikatorów wejściowych i zmienia je na nowe, właściwe dla kolejnego kanału połączenia. Równocześnie przepisuje zawartość transmitowanej komórki do właściwej pamięci buforowej na styku warstw ATM i fizycznej na wyjściu z węzła sieci. Przedstawiony opis jest bardzo uproszczony i nieprecyzyjny. W rzeczywistości komutacja w sieci ATM odbywa się na dwóch poziomach. Najpierw wykonywana jest komutacja na poziomie ścieżek wirtualnych. Później może być wykonana komutacja na poziomie kanałów wirtualnych. Dopuszcza się istnienie urządzeń komutujących tylko ścieżki, mówimy wtedy o komutatorach VP. Komutator VC to urządzenie przełączające kanały wirtualne. Zawsze z logicznego punktu widzenia komutator VC musi mieć zaimplementowane funkcje poziomu VP po to, by później realizować funkcje poziomu VC. Na rysunku 5 przedstawiono uproszczony schemat komutatora VP [3]. Wejściowe ścieżki wirtualne o identyfikatorach VPI1, VPI2 i VPI3 w wyniku pracy komutatora zostają przełączone na wyjście zgodnie z tablicą translacji. Z przełączeniem związana jest zmiana identyfikatorów. Kanały wirtualne w przełączanych ścieżkach nie zmieniają identyfikatorów, ponieważ nie zostały przełączone. Rysunek 6 [3] przedstawia uproszczony schemat logiczny komutatora VC. Na pierwszym poziomie istnieje komutator VP. Po komutacji ścieżek może nastąpić rozdzielanie kanałów i umieszczenie ich w innych ścieżkach.

5. Warstwa fizyczna

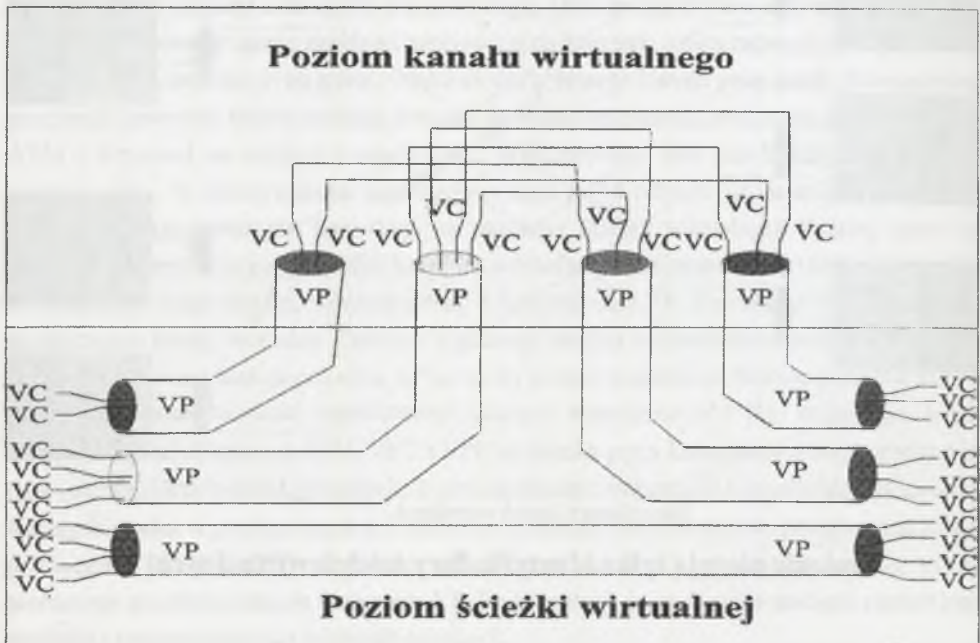
Warstwa fizyczna podzielona jest na dwie podwarstwy: podwarstwę zbieżności transmisji TC (Transmission Convergence) i podwarstwę medium transmisyjnego PM (Physical Medium). Pierwsza podwarstwa sąsiaduje z warstwą ATM. Funkcje realizowane w tej podwarstwie są w większości uniwersalne, to znaczy implementowane w identyczny sposób bez względu na stosowane medium transmisyjne. Podwarstwa medium transmisyjnego może być bardzo różnie implementowana. Sama technologia ATM nie definiuje konkretnego medium transmisyjnego, natomiast funkcje transportowe warstwy ATM są uniwersalne i nadają się do zastosowania przy różnych typach warstwy fizycznej. Podwarstwa zbieżności transmisji zapewnia ciągłość strumienia danych buforując komórki i uzupełniając strumień komórkami "pustymi". To podwarstwa zbieżności kontroluje nagłówek ATM, oblicza pole HEC, synchronizuje zegar komórek.



Zmianie ulegają tylko identyfikatory ścieżek wirtualnych

Rys.5. Komutator ATM
Fig.5. ATM switch

Skramblowanie realizowane w zasadzie też w tej podwarstwie zależy już od konkretnego, stosowanego systemu transmisyjnego. Podwarstwa medium transmisyjnego zajmuje się kodowaniem danych, odzyskiwaniem zegara bitowego, jest zatem ściśle związana z medium. Historycznie pierwszym systemem stosowanym do przesyłu danych w sieciach ATM był system SDH. Komórki odwzorowuje się w kontenerach C-4. W nagłówku POH kontenera wirtualnego VC-4 umieszczone są informacje o miejscu umieszczenia najbliższego nagłówka komórki ATM i zaznacza się, że kontener zawiera komórki ATM. Wskaźnik AU-4PTR wskazuje miejsce kontenera VC-4. Tak stworzone moduły STM1 są najczęściej stosowane w realizacji łączy fizycznych sieci ATM. W normie G.804 zapisano sposób wykorzystania przepływności hierarchii PDH do transportu komórek ATM. W sprzęcie amerykańskim stosuje się często system DS3/E4. System ten wykorzystuje typowe zwielenokrotnianie czasowe TDM podstawowych kanałów 64kb/s do przepływności 44 736 kb/s. W sieciach LAN stosuje się standard TAXI 4B/5B o szybkości transmisji 100 Mb/s. Pojedynczy terminal można połączyć z siecią stosując system STP, wykorzystując jako medium skrętkę telefoniczną, zapewniając szybkość bitową 25,6 Mb/s. Wydaje się, że przyjęcie strategii tworzenia sieci ATM niezależnie od medium fizycznego jest poważną zaletą tej koncepcji.



Rys.6. Wirtualna komutacja komórek

Fig. 6. Virtual channel connections and virtual path connections

Literatura

1. Dzikowska M.: Warstwa adaptacyjna ATM. ZN Politechniki Śląskiej s. Elektronika, bieżący numer, Gliwice 2000.
2. (G.804) Digital networks. ATM cell mapping into plesiochronous digital hierarchy (PDH). ITU-T Recommendation.
3. (I.311) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions B-ISDN general network aspects. ITU-T Recommendation.
4. (I.321) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions ISDN user – network interfaces. B-ISDN protocol reference model and its application ITU-T Recommendation.
5. (I.327) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions B-ISDN functional architecture. ITU-T Recommendation.
6. (I.361) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions. B-ISDN ATM layer specification. ITU-T Recommendation.
7. (I.363) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions. B-ISDN ATM adaptation layer (AAL) specification. ITU-T Recommendation.
8. (I.370) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions. ISDN user – network interfaces. Congestion management for the ISDN frame relaying bearer service. ITU-T Recommendation.
9. (I.371) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions. Traffic control and congestion control in B-ISDN. ITU-T Recommendation.
10. (I.414) Integrated services digital network (ISDN). ISDN user – network interfaces. Overview of recommendations on layer 1 for ISDN and B-ISDN customer accesses. ITU-T recommendation.
11. (I.432) Integrated services digital network (ISDN). ISDN user – network interfaces. B-ISDN user – network interface – physical layer specification. ITU-T Recommendation.
12. (I.610) Integrated services digital network (ISDN). Maintenance principles. B-ISDN operation and maintenance principle and functions. ITU-T Recommendation.
13. Utopia Level 1 An ATM-PHY Interface Specification Level 1 V.2.01.
14. Utopia Level 2 An ATM-PHY Interface Specification Level 2, V.1.0.

Abstract

ATM was designed to make Broadband-ISDN (B-ISDN) a reality. B-ISDN was created conceptually as just an extension of ISDN so it functions as a communication network that can provide integrated broadband services such as high-speed-data service, video phone, video conferencing, CATV services along with traditional ISDN services such as phone and telex.

To have the B-ISDN services mentioned above an interface between the ATM layer and higher layers was necessary. The ATM adaption layer provides this service. Its main purpose is to resolve any disparity between a service required by the user and services available at the ATM layer. It lies between the ATM layer and the higher layers of the B-ISDN protocol reference model (Fig. 1). The ATM cell is the basic unit of information transfer in the B-ISDN ATM protocol. The cell is comprised of 53 bytes. Five of the bytes make up the header field and the remaining 48 bytes form the user information field. ATM cells are transported via virtual channels and indirectly in virtual paths. A virtual channel is a unidirectional pipe. A virtual path is made from of a set of these channels. ATM provides two types of transport connection, Virtual paths and Virtual channels. A virtual channel is a unidirectional pipe made up from the concatenation of a sequence of connection elements. A virtual path consists of a set of these channels (Fig.2). Each channel and path has an identifier associated with it. All channels within a single path must have distinct channel identifiers but may have the same channel identifier as channels in different virtual paths. An individual channel can therefore be uniquely identified by its virtual channel and virtual path number.

The virtual channel and path numbers of a connection may differ from source to destination if the connection is switched at some point within the network (Fig. 5). Virtual channels which remain within the a single virtual path through out the connection will have identical virtual channels identifiers at both ends. Cell sequence is maintained through a virtual channel connection. Each virtual channel and virtual path has negotiated QOS associated with it. This parameter includes values for cell loss and cell delay. The ATM cells traveling through the virtual pipes and channels mentioned above will need a physical medium to go anywhere. So another layer in the B-ISDN protocol reference model was created, below the ATM layer.

The physical layer, its essential purpose is to collect and organize ATM cells sent down from the ATM layer, transport them to the physical medium and also perform the reverse of the process.

An ATM network needs certain traffic control capabilities to deal with applications such as video conferencing. Which needs a guaranteed amount of bandwidth is available for the communications link while still using the network as efficiently as possible and to cope with potential errors within the network at any time.