

Maria DZICZKOWSKA

Politechnika Śląska, Instytut Elektroniki

WARSTWA ADAPTACYJNA ATM (AAL)

Streszczenie. Praca zawiera opis funkcji warstwy adaptacyjnej w sieci ATM. Szczególną uwagę zwrócono na omówienie algorytmu kontroli sekwencji komórek dla warstwy AAL1, przedstawiono sposoby ochrony przed błędami i zgubieniem komórek ATM.

The ATM AAL Layer Protocols

Summary. This paper describes the basic principal of adaptation layer AAL1 in ATM networks. The aim of this document is analyse the algorithm to detect lost and mininserted cells in AAL1, to examine protection against errors and cell loss.

1. Wprowadzenie

Technologia ATM wykorzystuje małe komórki do transportu wszystkich typów danych przesyłanych poprzez sieć, jak np.: rozmowy telefoniczne, przekaz obrazu i filmu, bezpołączeniowy przekaz informacji, przesył danych informatycznych, przekaz różnych dokumentów, zbiorów, rysunków, dokumentacji technicznej etc. Komórka jest elementarną stałą jednostką przeznaczoną do transportu wszystkich typów danych przesyłanych poprzez sieć ATM. Składa się ona z 48-bajtowego pola informacyjnego i 5-bajtowego nagłówka dokładanego w warstwie ATM. **Warstwa adaptacyjna ATM (ATM Adaptation Layer - AAL)** jest warstwą pośrednią pomiędzy warstwami wyższymi protokołu ATM a warstwą ATM. Przystosowuje ona napływające do sieci dane do postaci komórek ATM. Rekomendacja I.363 [5] opisuje specyfikacje warstwy adaptacyjnej AAL dla szerokopasmowej sieci.

Sieć ATM z założenia powinna być bardzo uniwersalna. Owa uniwersalność dotyczy między innymi możliwości stosowania różnych typów strumieni danych transmitowanych tą siecią. ATM Forum w swoim zaleceniu "Traffic Management v.4.0" [1] zdefiniowało podstawowe klasy usług:

- **usługa o stałej szybkości bitowej CBR (Constant Bit Rate)** - opracowana dla źródeł ruchu wymagającego stałej szybkości transmisji w czasie trwania połączenia. Kategoria ta jest wykorzystywana między innymi do emulacji łącza cyfrowego o przepływności 2.048 Mb/s, np.

do interaktywnego cyfrowego przekazu mowy czy też transmisji wideo;

- **usługa o zmiennej szybkości bitowej VBR (Variable Bit Rate)** - przewidziana dla źródeł ruchu generujących komórki ze zmienną, ale ograniczoną maksymalną intensywnością transmisji i wymagających zagwarantowanego poziomu jakości usługi. Obecnie usługa ta jest podzielona na dwa typy:

rt-VBR (Real-Time Variable Bit Rate) - przewidziana dla źródeł wymagających obsługi w czasie rzeczywistym, np. przesyłanie skompresowanych obrazów ruchomych;

nrt-VBR (Non-Real-Time Variable Bit Rate) - usługa przewidziana dla źródeł nie wymagających synchronizmu czasowego w przekazie informacji między źródłem a odbiornikiem (transmisja danych komputerowych, szybka poczta elektroniczna);

- **usługa o niezdefiniowanej szybkości bitowej UBR (Unspecified Bit Rate)** - przewidziana dla źródeł o niezdefiniowanej szybkości transmisji realizujących nieregularny transfer dużych porcji informacji, w miarę dostępności łącza. Aplikacja wysyłająca dane nie interesuje się, czy i kiedy dotrą one do celu. W momencie przeciążenia łącza usługami innych typów, dane przesyłane w ramach UBR są traczone;

- **usługa o dostępnej szybkości bitowej ABR (Available Bit Rate)** - przewidziana dla źródeł o niezdefiniowanej szybkości transmisji, umożliwiającą użytkownikowi wykorzystanie w danym momencie całej dostępnej przepustowości kanału do realizacji, np. transferu plików. Mechanizm kontroli przeciążenia sieci zapobiega utracie danych w momentach wzmożonego ruchu. Usługa ABR jest określana jako typ połączenia o negocjowanej przepustowości.

Różne klasy usług wprowadzone do obsługi danych użytkownika w sieci ATM przedstawiono w tabeli 1. To warstwa AAL adaptuje dane do formatu komórek, dlatego z klasami usług związane są typy warstw AAL:

AAL 1 - emulacja kanału o stałej przepustowości: rozmowy telefoniczne, muzyka Hi-Fi,

AAL 2 - usługi o zmiennej przepływności i istotnej synchronizacji: video,

AAL 3 - transmisja danych w trybie połączeniowym,

AAL 4 - transmisja danych w trybie bezpołączeniowym,

AAL 5 - transmisja danych w trybie połączeniowym i bezpołączeniowym bez zagwarantowanej synchronizacji pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem.

Tabela 1

Klasyfikacje usług dla warstwy AAL wg ITU-T [6]

	Klasa A	Klasa B	Klasa C	Klasa D
Typ warstwy AAL	AAL 1	AAL 2	AAL 3 i AAL 4	AAL 5
Szybkość bitowa	stała	zmienna	zmienna	zmienna
Typ połączenia	połączeniowy	połączeniowy	połączeniowy	bezipołączeniowy
Synchronizacja między terminalami	tak	tak	nie	nie

Ostatecznie typy przekazu informacji podzielono na cztery duże kategorie:

- typ 1: dla którego źródło danych generuje strumień o stałym paśmie i o stałej przepływności. Informacja powinna być dostarczona do odbiorcy wraz z tym samym zegarem bitowym, który musi zostać odtworzony w odbiorniku. Wskazana jest identyfikacja zgubienia komórek, ale korekcja przesyłanych danych jest zbędna;
- typ 2: dla którego źródło generuje dane o zmiennej przepływności, ale o stałym rytmie, przeważnie okresowym. Informacja nie musi być dostarczona dokładnie z tym samym rytmem do odbiorcy, fluktuacje fazy mniejsze lub większe są dopuszczalne. Jednakże rytm lub sygnał zegarowy generatora powinien być odtwarzany u odbiorcy. Należy identyfikować zgubienia komórek i nie korygować przekłamanych i zgubionych danych;
- typ 3/4: dla transmisji danych w trybie połączeniowym lub bezpołączeniowym, zgubione komórki powinny być korygowane;
- typ 5: transmisja danych w trybie bezpołączeniowym.

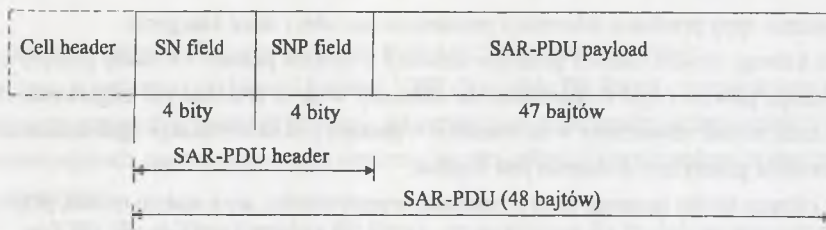
Każda z wymienionych kategorii wymaga implementacji nieco innych funkcji w warstwie adaptacyjnej. W ostateczności **pole informacyjne (payload)** komórki ATM będzie wyglądało różnie w zależności od typu kategorii równoważnej danemu typowi warstwy AAL.

Funkcje warstwy AAL podzielono na dwie grupy tworząc podwarstwy warstwy AAL. Podwarstwa wyższa znajdująca się bliżej aplikacji, zwana **podwarstwą konwergencji CS (Convergence Sublayer)**, dostarcza funkcji specyficznych dla różnych aplikacji, z którymi podwarstwa sąsiaduje. Niższa podwarstwa warstwy AAL, zwana **podwarstwą segmentacji i desegmentacji SAR (Segmentation And Reassembly)**, realizuje funkcje formowania pola informacyjnego komórki ATM.

Każdy typ warstwy AAL związany z określonym typem przekazywanych informacji realizuje jeden protokół podwarstwowy CS i jeden protokół podwarstwowy SAR. Każdy protokół realizuje określone funkcje specyficzne dla typu warstwy AAL. Z logicznego punktu widzenia najbardziej rozbudowane są protokoły warstw AAL 3/4, AAL 5, mniej AAL 1 i AAL 2.

2. Warstwa AAL 1

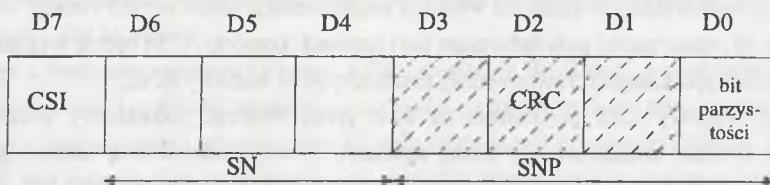
Protokół warstwy AAL 1 umożliwia przesył danych pochodzących ze źródeł generujących strumień o stałej przepływności bitowej. Po stronie nadawczej podwarstwa CS z wejściowego strumienia danych tworzy bajty, a z nich pakiety o długości równej 47 bajtów danych. Tak utworzona jednostka stanowi SAR-PDU payload.



Rys. 1. Jednostka SAR-PDU

Fig. 1. SAR-PDU format

Podwarstwa SAR dodaje do tych 47 bajtów nagłówek SAR-PDU header złożony tylko z jednego bajtu. Tak utworzona 48-bajtowa jednostka stanowi SAR-PDU i jest przedstawiona na rysunku 1. Rysunek 2 przedstawia bajt nagłówka SAR-PDU header. Ten nagłówek jest wspólny dla obu podwarstw warstwy AAL.



Rys. 2. Bajt SAR-PDU header

Fig. 2. SAR-PDU header

Znaczenie bitów słowa SAR-PDU header:

bit D7 - CSI (Convergence Sublayer Indication),

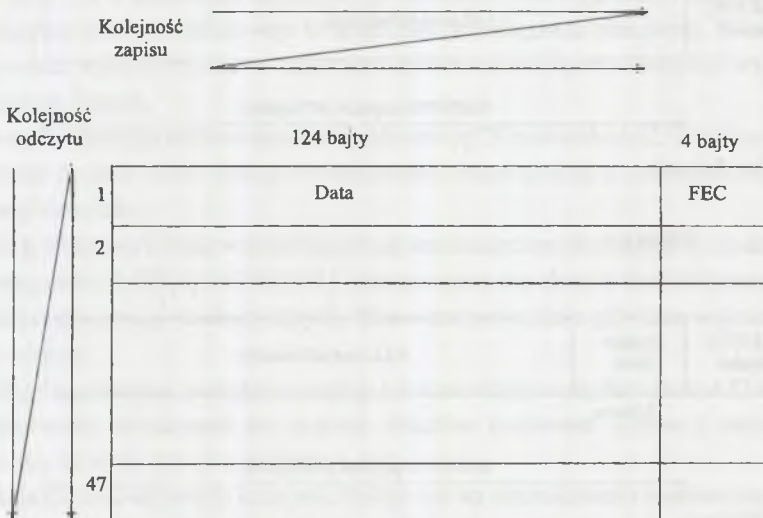
bity D6, D5 i D4 - SN (Sequence Number) - binarna wartość 0-7 będąca kolejnym numerem komórki, D6 jest najstarszym bitem SN,

bity D3, D2, D1 i D0 - SNP (Sequence Number Protection). SNP zabezpiecza bajt SAR-PDU.

SNP to kod cykliczny korekcyjny CRC(7,4) [2][7] tworzony wielomianem $g(x) = x^3 + x + 1$ uzupełniony bitem parzystości. Jest to wartość zależna od wartości bitów D4-D7. Kod ten umożliwia wykrycie błędów dwukrotnych i korekcję jednokrotnych błędów w bajcie SAR-PDU. Należy zwrócić uwagę na fakt, że kolejne komórki o kolejnych numerach od 0 do 7 tworzą tzw. ramki. Ramka składa się z ośmiu kolejnych komórek różniących się polem SN bajtu SAR-PDU header. Ciąg 48 bajtów SAR-PDU wysłanych będzie do warstwy ATM, która już nie sprawdza bajtu SAR-PDU, ani bajtów danych. Grupowanie komórek w ramki widoczne jest tylko w warstwie AAL. Znaczenie bitu CSI omówione będzie dokładniej w dalszej części pracy.

Norma I.363 [5] definiuje stosowaną opcjonalnie metodę korekcji zgubionych komórek i pewnych błędów bitowych, zwaną korekcją w przód z przeplataniem bajtów w macierzy (FEC - Forward Error Correction). Zaleca się stosowanie tej metody dla jednokierunkowej usługi video.

Gdy stosuje się tę metodę, podwarstwa CS w nadajniku tworzy strukturę CS-PDU w postaci macierzy o wymiarach 47 wierszy po 128 bajtów. Rysunek 3 przedstawia tę strukturę.



Rys. 3. Format macierzy stosowany do korekcji błędów [5]

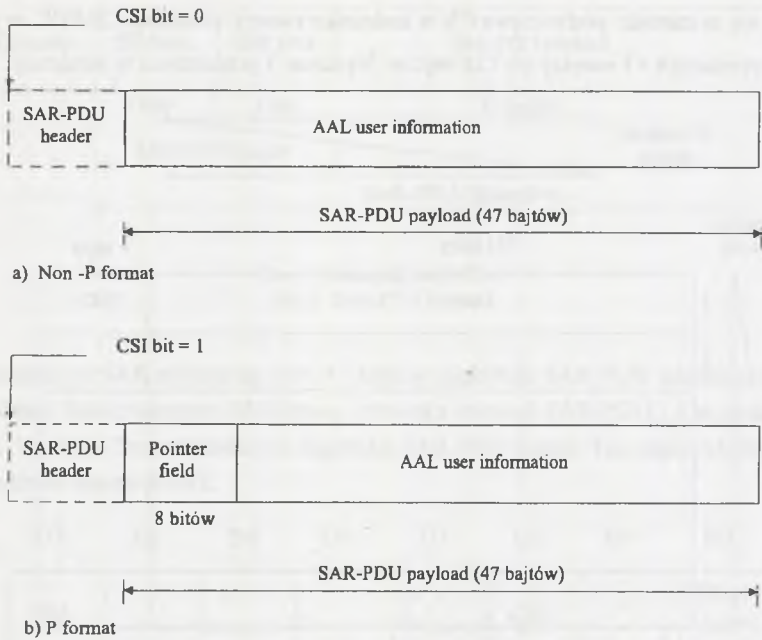
Fig. 3. Format of interleave matrix [5]

W takt napływających danych formowane są bajty i wpisywane do pamięci buforowej wypełniając macierz wierszami. Po zapisaniu 124 bajtów w wierszu obliczane i uzupełniane są cztery kolejne bajty tego wiersza według kodu Reeda - Solomona (128, 124) dla ośmiobitowych symboli będących bajtami macierzy [3,7]. Kolejne napływające bajty wypełniają następny wiersz macierzy uzupełniany czterema bajtami kodu korekcyjnego. Po zapisaniu 47 wierszy rozpoczyna się proces formowania bloków SAR-PDU payload. Każdy taki blok to kolejne bajty macierzy, ale czytane kolumnami. Każda kolumna stanowi treść pola transportowego jednej komórki.

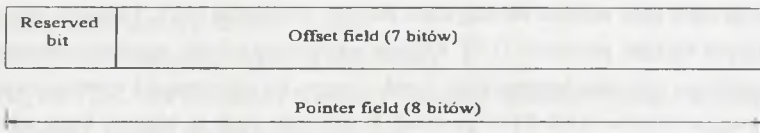
W odbiorniku na podstawie analizy pola SN można kontrolować sekwencję odbieranych komórek i znaleźć zgubione komórki, czyli niejako puste kolumny macierzy. Zastosowany w tej metodzie kod korekcyjny pozwala dla każdego 128 kolejnych komórek:

- odtworzyć cztery zgubione komórki; pod warunkiem, że pozostałe komórki tworzące macierz są bezbłędne,
- odtworzyć dwie komórki zgubione i skorygować jedną błędną,
- skorygować dwa bajty błędne w wierszu, jeżeli pozostałe są prawidłowe.

Nadmiarowość rekomendowanego kodu korekcyjnego Reeda - Salomona (128,124) jest niewielka i wynosi tylko 3.1%.



Rys. 4. Format SAR - PDU dla transferu danych strukturalnych [5]
 Fig. 4. Format of SAR-PDU payload for structured data transfer method



Rys. 5. Format wskaźnika P [5]
 Fig. 5. Pointer field format

Warstwa AAL 1 może być zastosowana do przesyłu danych strukturalnych SDT (Structured Data Transfer). Istnieje wówczas konieczność zaznaczenia początku przesyłanej struktury. W celu zaznaczenia bajtu będącego początkiem struktury należy zmniejszyć pole SAR-PDU payload o jeden bajt i w uzyskane w ten sposób miejsce zapisać wskaźnik P (Pointer field), jak na rysunku 4b. W bajcie tym ważnych jest siedem młodszych bitów, które wskazują początek struktury licząc od pierwszego bajtu pola SAR-PDU payload poprzedniej komórki (rys. 5). O fakcie, że dana komórka zawiera ów wskaźnik informuje pole CSI nagłówka SAR-PDU header. Jeżeli CSI jest równe zero to komórka ma format tzw. non P (rys. 4a) i nie zawiera wskaźnika. Jeżeli CSI jest równe jeden, to

komórka ma format P i zawiera wskaźnik początku struktury. Jest jeszcze jeden problem: wskaźnik ten można umieścić tylko w parzystych, oznaczonych polem SN, komórkach, czyli w 0, 2, 4 i 6 komórce. Bity CSI w komórkach nieparzystych zarezerwowano do przesyłu danych o różnicy fazy między zegarem bitowym wejściowego strumienia danych a zegarem odniesienia. Ta informacja może być opcjonalnie wykorzystywana w odbiorniku do odtwarzania zegara taktującego wyjściowy z sieci ATM strumień danych.

Reasumując, funkcje realizowane przez podwarstwę CS protokołu AAL 1 zależą od typu danych wejściowych do sieci ATM. Mogą być realizowane różne funkcje w zależności od trzech typów danych wejściowych:

1. Funkcje podwarstwy CS dla wejściowego strumienia danych pochodzącego ze źródeł generujących dane według norm G.702[4], G.709, I.231 (bitowe strumienie danych sieci telekomunikacyjnych):

- funkcja odtwarzania struktury danych. Stosowana opcjonalnie, gdy dane wejściowe wymagają takiej obsługi,
- funkcja wyrównania przepływu między użytkownikiem a węzłem sieci ATM. Wyrównanie przepływności realizowane jest poprzez właściwe sterowanie wpisem i odczytem pamięci buforowej na styku warstwy aplikacji i AAL,
- funkcja kontroli sekwencji komórek. Polega ona na wyszukiwaniu komórek wtrąconych oraz detekcji komórek zgubionych (analiza pola SN),
- funkcja korekcji bitów. W razie potrzeby stosuje się opisaną wówczas korekcję w przód z przeplataniem bajtów w macierzy,
- funkcja odtwarzania zegara bitowego.

W tej grupie znajduje się też strumień danych 2.048 Mb/s.

2. Funkcje podwarstwy CS dla strumienia danych zawierającego sygnał audio wysokiej jakości:

- funkcja wyrównania przepływności,
- funkcja kontroli sekwencji komórek,
- opcjonalnie funkcja korekcji bitów,
- funkcja odtwarzania zegara.

3. Funkcje podwarstwy CS dla strumienia danych podstawowego kanału rozmównego 64 kbit/s (G.711 i G.722):

- funkcja odtwarzania struktury danych (bardzo ograniczona ponieważ blok AAL-SDU posiada jeden bajt),
- funkcja wyrównywania przepływności,
- funkcja kontroli sekwencji komórek,
- funkcja odtwarzania zegara.

Funkcje podwarstwy SAR nie zależą od typu źródła generującego wejściowy do sieci ATM strumień danych i są to:

- funkcja odwzorowania bloku CS-PDU w SAR-PDU. Polega ona na tworzeniu w nadajniku bloków danych stanowiących treść komórki, a w odbiorniku na wydzieleniu z napływających komórek danych użytkownika przekazywanych do podwarstwy CS,
- funkcje tworzenia i ekstrakcji nagłówka. Nagłówek jest wspólny dla obu podwarstw AAL,

- funkcja przekazywania wskaźnika z CS,
- numeracja komórek (SN). Wyekstraktowany w odbiorniku numer jest niezbędny w warstwie CS do realizacji jej funkcji,
- zabezpieczenie i ewentualna korekcja bajtu nagłówka SAR-PDU.

3. Warstwa AAL 2

W zamierzeniach pierwotnych typ 2 warstwy AAL miał być przeznaczony do transmisji video i audio. Są to informacje strukturalne, często o zmiennej przepływności, ale o wysokich wymaganiach czasowych odnośnie do sygnałów synchronizujących. Przewidywana jest realizacja następujących funkcji:

- segmentacja i desegmentacja,
- obsługa zmienności opóźnienia komórek,
- wykrywanie komórek zgubionych i wtrąconych,
- odzyskiwanie struktury danych w odbiorniku,
- odtwarzanie zegara źródła w odbiorniku,
- wykrywanie błędów stopki i nagłówka SAR-PDU,
- wykrywanie i ewentualnie korekcja błędów w danych użytkownika.

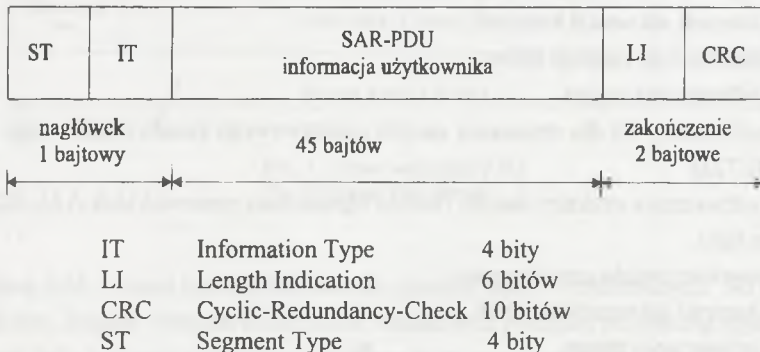
Dla warstwy AAL 2 zdefiniowano strukturę SAR-PDU, pokazaną na rysunku 6, gdzie:

ST - typ segmentu, jak w AAL 3/4 (4 bity),

IT - typ informacji (4 bity),

LI - wskaźnik długości, jak w AAL 3/4 (6 bitów),

CRC - cykliczny 10-bitowy kod korekcyjny całego bloku SAR-PDU.



Rys. 6. Jednostka SAR-PDU dla AAL 2

Fig. 6. SAR-PDU format for AAL 2

W czasie normalizowania protokołów AAL 1 i AAL 3/4 stwierdzono, że te usługi, które można zrealizować za pomocą AAL 1 i AAL 3/4, w dużym stopniu zaspokajają potrzeby ewentualnych użytkowników AAL 2, dlatego dalsze prace nad standaryzacją tego typu warstwy AAL wstrzymano.

Przewiduje się wznowienie prac badawczych w okresie późniejszym, jeżeli zaistnieje taka potrzeba.

4. Warstwa AAL 3/4

Pierwotnie próbowano normalizować osobno typ trzeci i czwarty warstwy AAL. Okazało się jednak, że opracowane protokoły i zawarte w nich funkcje dla obu przypadków są podobne. Dlatego zdecydowano się ostatecznie na jeden zapis pod wspólną nazwą **AAL 3/4**. Ta warstwa umożliwia przesyłanie danych, które można sklasyfikować według dwóch kryteriów:

○ pierwsze kryterium to sposób realizowania połączeń w warstwie AAL. Mówi się o usługach bezpołączeniowych i połączeniowych. W przypadku usług bezpołączeniowych każdy dostarczony do warstwy AAL blok danych bez względu na swe źródło traktowany jest identycznie: podwarstwa CS przekazuje go do warstwy SAR, a ta formuje z niego komórki przesyłane siecią ATM. W przypadku usług połączeniowych podwarstwa CS zaznacza bloki danych pochodzące z różnych źródeł, oznacza je i przesyła do warstwy SAR definiując oddzielne logiczne połączenia realizowane w warstwie AAL,

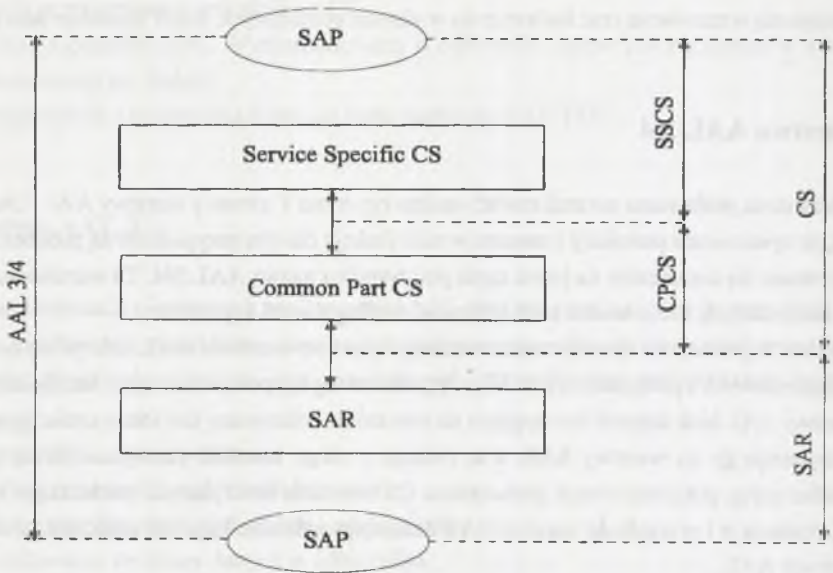
○ drugie kryterium dotyczy typu danych na wejściu do warstwy AAL. Możliwa jest realizacja usług wiadomościowych - rozgłoszeniowych i strumieniowych. W trybie rozgłoszeniowym dostarczane dane to pojedyncze grupy bitów zgrupowane w struktury zwane ramkami CPCS-SDU. Dane zawarte w ramach przenoszone są w jednej komórce, gdy ramka jest krótką, lub w wielu komórkach specjalnie oznaczonych w warstwie AAL. Warstwa AAL w odbiorniku odtworzy strukturę przesyłanej ramki przed przekazaniem danych do aplikacji. W przypadku danych typu strumieniowego następuje zamiana ich na bloki o stałej długości. Stosowane są zatem do przesyłu podobne funkcje, co w przypadku wiadomości. Warstwa AAL 3/4 pozwala przesyłać strumienie o małej prędkości i tylko wtedy, gdy nie istnieją wymagania co do czasu opóźnienia i różnic w czasie opóźnienia.

Dane napływające z aplikacji poprzez punkt dostępu **SAP (Service Access Point)** dostarczane są warstwie AAL. Warstwa AAL podzielona jest na dwie podwarstwy: podwarstwę zbieżności (inaczej nazwaną podwarstwą dopasowania) **CS** i podwarstwę segmentacji i desegmentacji **SAR**.

W celu zwiększenia uniwersalności i zapewnienia możliwości dalszej ewentualnej modyfikacji procedur protokołów podwarstwy CS podzielono ją na dwie części: specyficzną **SSCS (Service Specific Convergence Sublayer)** i wspólną **CPCS (Common Part Convergence Sublayer)**. Rysunek 7 przedstawia zależności między podwarstwami warstwy AAL 3/4.

Idea przesyłu danych przy zastosowaniu warstwy AAL 3/4 polega na tym, że dane przesyłane siecią ATM dostarczane do AAL są zgrupowane w ramach CPCS-SDU, lub gdy nie posiadają postaci ramkowej, czyli są strumieniowe, to pobierane są porcjami o stałej długości. Takie kolejne porcje stanowią na wejściu AAL 3/4 ramkę **CPCS - SDU**. Dzięki temu funkcje warstwy AAL 3/4 w obu przypadkach są podobne.

Podwarstwa CS do ramki CPCS - SDU dokłada nagłówek i stopkę tworząc ramkę **CPCS - PDU**.



- CS - Convergence Sublayer,
- CPCS - Common Part Convergence Sublayer,
- SAR - Segmentation And Reassembly,
- SAP - Service Access Point,
- SSCS - Service Specific Convergence Sublayer.

Rys. 7. Struktura warstwy AAL 3/4
Fig. 7. Structure of the AAL 3/4

Podwarstwa SAR dzieli ramkę CPCS - PDU na mniejsze fragmenty, zwane SAR - SDU, z których formuje kolejne komórki. Treść każdej komórki (komórka bez nagłówka ATM) to blok SAR - SDU, wzbogacony o nagłówek i stopkę, które łącznie tworzą jednostkę zwaną SAR - PDU.

Część SSCS umożliwia zaimplementowanie usług specjalnych, innych od realizowanych w części wspólnej CPCS. W większości przypadków część SSCS nie implementuje się. Wówczas podwarstwa CS utożsamiana jest z częścią CPCS. Przesyłana siecią ATM ramka danych z aplikacji dociera do części wspólnej warstwy CS. Ten blok danych może mieć długość od 1 do 65 536 bajtów, nazywany jest CPCS-SDU. Podwarstwa CPCS dodaje do niego nagłówek CPCS-PDU-header oraz stopkę CPCS-PDU-trailer tworząc ramkę CPCS-PDU.

W nagłówku struktury CPCS-PDU-header zawarte są informacje:

CPI (Common Part Indicator) (1 bajt) - informacja o sposobie interpretowania pozostałej części nagłówka;

Btag (Beginning Tag) (1 bajt) - numer pakietu CPCS-PDU. Ten sam numer wpisywany jest w stopkę pod nazwą Etag (End tag). Odbiorca może zidentyfikować początek i koniec ramki w

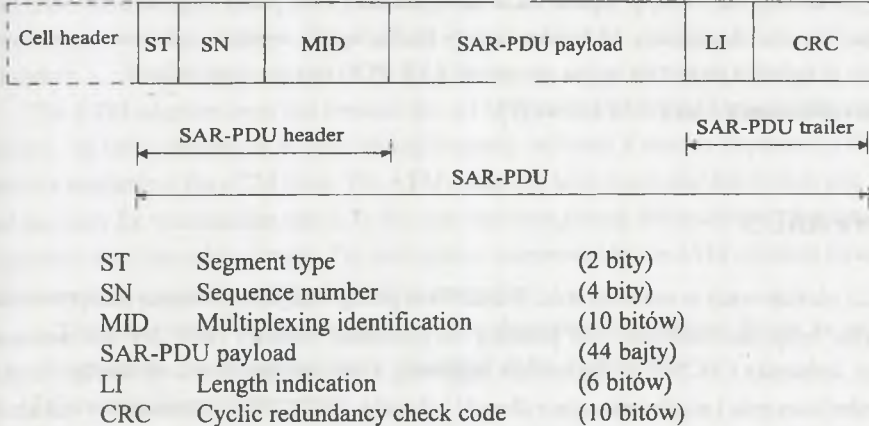
podwarstwie CP-CS. Każda następną ramką CPCS-PDU będzie miała inny kolejny numer; **BASize (Buffer Allocation Size)** (2 bity) - niezbędna pojemność bufora w odbiorniku, by informacja była poprawnie desegmentowana (składana). W trybie przesyłu wiadomości BASize równa jest długości bloku CPCS-SDU. W trybie strumieniowym BASize może być większa od długości CPCS-PDU.

Stopka CPCS-PDU oprócz *Etag* (1 bajt) zawiera:

- *długość zawartości pola CPCS - PDU* (Length of CPCS-PDU payload)(2 bajty),
- *AL wyrównanie* (Alignment)(1 bajt) - bajt wyrównujący długość CPCS-PDU do wielokrotności 32 bitów.

Między polem CPCS-PDU payload a stopką umieszcza się w zależności od długości CPCS-PDU payload do trzech bajtów, zwanych PAD (Padding), po to by stopka zaczynała się zawsze od wielokrotności 32 bitów.

Tak sformowana jednostka CPCS-PDU przekazywana jest do podwarstwy SAR. Zadaniem SAR jest podział bloku CPCS-PDU na pola o długości 44 bajtów zwane SAR-SDU. Te bloki będą stanowiły treść payload pakietu tworzonego przez podwarstwę SAR. W pakiecie dane te umieszczone będą w polu SAR-PDU payload. Do tych jednostek dodawany jest nagłówek SAR-PDU header i stopka SAR-PDU trailer. Stopka i nagłówek zawierają po dwa bajty i razem z SAR-PDU payload tworzą 48-bajtową jednostkę przekazywaną do warstwy ATM. Jednostka ta stanowi treść informacyjną jednej komórki. Jednostkę SAR-PDU dla warstwy AAL 3/4 przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. SAR-PDU dla warstwy AAL 3/4

Fig. 8. SAR-PDU format for AAL 3/4

Nagłówek SAR-PDU header jest tworzony w procesie segmentacji w nadajniku i używany do desegmentacji w odbiorniku, składa się z:

ST - Segment type - typ segmentu: (2 bity). Rozróżniane są 4 typy SAR-PDU. Wiadomość o

pojedynczej sekwencji SSM (Single Sequence Message) to taka, która zawiera się w całości w jednym SAR-PDU. Jeżeli CPCS-PDU jest podzielona na dwa lub więcej segmentów, to pierwszy SAR-PDU jest początkiem wiadomości (BOM), ostatni końcem wiadomości (EOM), natomiast wszystkie pośrednie wiadomości są kontynuacją wiadomości (COM);

SN - Sequence number - numer sekwencyjny: (4 bity). Używany do desegmentacji SAR-PDU, w celu weryfikowania, czy wszystkie SAR-PDU zostały otrzymane i poprawnie złożone. Wartość SN jest zerowana przy BOM i inkrementowana sukcesywnie przy każdym COM i EOM dla każdego SAR - PDU;

MID - Multiplexing identifier: (10 bitów). W aplikacjach połączeniowych pole to może być wykorzystane do multipleksowania wielu połączeń SAR przez jedno połączenie ATM. Przez jedno połączenie ATM można multipleksować 2^{10} połączeń AAL. W aplikacjach bezpołączeniowych można wykorzystać to pole do przyznania każdemu użytkownikowi unikalnego numeru i dzięki temu ruch od wielu użytkowników (AAL) może być multipleksowany. We wszystkich aplikacjach wszystkie SAR-PDU jednego SAR-SDU będzie miało taki sam numer MID. Numer ten jest niezbędny do prawidłowej desegmentacji.

Stopka SAR-PDU- trailer zawiera następujące pola:

LI - length indication - wskaźnik długości: (6 bitów). Wskazuje, ile bajtów z SAR-SDU znajduje się w SAR-PDU. Numer ten ma wartości pomiędzy 4 a 44 i jest wielokrotnością liczby 4. Wartość jego będzie zawsze 44 dla BOM i COM SAR-PDU. Jego wartość jest mniejsza od 44 dla SSM, jeżeli SAR-SDU jest krótszy niż 44 bajty. Będzie także mniejsza dla EOM, jeżeli długość SAR-SDU nie będzie całkowitą wielokrotnością 44 bajtów (wtedy trzeba będzie wysłać częściowo zapełniony EOM; w tym przypadku pozostała wolna zawartość SAR-PDU będzie uzupełniana);

CRC-Cyclic redundancy check: (10 bitów) [7].

5. Warstwa AAL 5

Protokół zdefiniowany w warstwie AAL 5 umożliwia przesył danych o zmiennej przepływności w trybie tylko bezpołączeniowym. Jest podobny do protokołu warstwy AAL 3/4, ale znacznie uproszczony. Jednostka CPCS-PDU nie zawiera nagłówka, a jedynie ośmiobajtową stopkę. Stopka zawiera dwubajtowe pole Length wskazujące długość jednostki CPCS-PDU, jednobajtowy wskaźnik CPCS-UU (CPCS User-to-User Indication), czterobajtowy kod zabezpieczający cały blok CPCS-PDU oraz CPI (Common Part Indicator) wyrównujący długość stopki do pełnych 64 bitów. Między polem CPCS-PDU payload a stopką podwarstwy CS umieszcza bajty o nazwie PAD. Ilość bajtów PAD zmienia się od 0 do 47 w ten sposób, by cały pakiet CPCS-PDU był wielokrotnością 48 bajtów. Protokół podwarstwy SAR ogranicza się tylko do podziału pakietu CPCS-PDU na bloki o długości 48 bajtów będące całymi jednostkami SAR-PDU. Dzięki polu PAD długość CPCS-PDU jest wielokrotnością liczby 48, nie ma zatem kłopotów ze skompletowaniem komórki ATM. Informacja o fakcie, że komórka została skompletowana zgodnie z protokołem AAL 5 zostaje zapisana w

nagłówku warstwy ATM w polu PTI. W odbiorniku informacja z nagłówka ATM potrzebna jest warstwie AAL 5 do poprawnego złożenia wiadomości.

Literatura

1. ATM Forum: ATM Standards and Specifications – A Process Report, 1994.
2. Chojcan J.: Teoria informacji i kodowania. Wykład dla studentów sem. IV Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
3. Haykin S.: Systemy telekomunikacyjne. t. I i II, WKŁ, Warszawa 1998.
4. ITU-T Recommendation G.702.: Digital Hierarchy Bit Rates. Blue Book Geneva 1988.
5. ITU-T Recommendation I.363: B-ISDN ATM Adaptation Layer (ALL) Specification. Geneva, 1993.
6. Pach A.R.: Sieci dostępne dla usług szerokopasmowych – t.2. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997.
7. Simmonds A.: Wprowadzenie do transmisji danych. WKŁ, Warszawa 1999.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Marian Pasko

Abstract

The ATM adaption layer lies between the ATM layer and the higher layers which use the ATM service. Its main purpose is to resolve any disparity between a service required by the user and services available at the ATM layer. The ATM addaption layer maps user informtion into ATM cells and accounts for transmission errors. It also may transport timing infromation so the destination can regenerate time dependent signals. The information transported by the ATM adaption layer is divided into four classes according to the following properties:

- 1) The information being transported is time dependent/indepentent: It may be nessessary to regenerate the time dependancy of a signal at the destination.
- 2) Variable/Constant bit rate.
- 3) Connection/Connectionless mode infromation transfer.

Four ATM adaption layer services are defined to match up with the four B-ISDN information classes. The ATM AAL (ATM Adaptation Layer) provides, in part, to what transport layer is equivelant. Recall ATM layer itself has no error control, no flow control, and no other control. Consequently it is not well matched to the requirements that most applications need.

ATM Adaptation layer is divided into two major parts.

Convergence sublayer

Segmentation reassembly sublayer.

At the source, the convergence sublayer is responsible for accepting bit streams of arbitrary length messages from the applications, and breaking them up into units of 44 or 48 bytes for transmission. At the destination, the convergence sublayer is responsible for reassemble the cells into the original messages.

The lower part of the AAL is called the SAR (Segmentation and Ressembly) sublayer. It can add headers and trailers to the data units given to it by the convergence sublayer and send it to the ATM Layer.

AAL-1 is the protocol used for transmitting class A traffic, that is, real-time, constant bit rate connection-oriented traffic. AAL-1 is designed for simple, connection-oriented, real-time data streams without error detection.

AAL-2 is used to transfer variable bit rate data which is time dependant. It sends timing information along with the data so that the timing dependancy may be recovered at the destination. AAL-2 provides error recovery and indicates errored information which could not be recovered. As the source generates a variable bit rate some of the cells transferred maybe unfull and therefore additional features are required at the segmentation and recovery layer.

AAL 3/4 has two modes: stream or message. In message mode, each call from the application to AAL 3/4 injects one message into the network. The boundaries are preserved. In stream mode, the boundaries are not preserved.

While AAL 1 through AAL 3/4 were largely designed for telecommunication, AAL 5 is designed for computer communication. AAL 5 implements the SEAL protocol (Simple Efficient Adaptation Layer).