Ćwiczenie 4

Multimedia w sieci ATM cz.1

Igor Bokun

4.1 Cel ćwiczenia

Cwiczenie ma na celu zaznajomienie studentów z możliwościami transmisji strumieni video oraz audio w sieci ATM. W ramach ćwiczenia przedstawione zostanie urządzenie AVA-300, umożliwiające transmisję strumienia multimedialnego skompresowanego zgodnie z algorytmem MJEPG w sieci ATM.

4.2 AVA-300

Urządzenie AVA-300 produkowane przez firmę Fore Systems jest koderem analogowego sygnału audio/wideo do postaci cyfrowego strumienia multimedialnego MJPEG. Strumień ten jest następnie dzielony na pojedyncze celki ATM. Przygotowany w ten sposób ciąg celek ATM można transmitować w lokalnej bądź też rozległej sieci ATM.

Urządzeniem realizującym odwrotną funkcjonalność jest ATV-300, za którego pomocą możliwe jest ponowne przejście do dziedziny analogowej. Urządzenie ATV-300 zostanie przedstawione w kolejnym ćwiczeniu laboratoryjnym.

4.2.1 Parametry techniczne urządzenia

W tabeli 4.1 zestawiono najistotniejsze parametry techniczne urządzenia AVA-300.

Panel AVA-300 przedstawiony na rysunku 4.1 zawiera gniazda umożliwiające podłączenie urządzeń sieciowych oraz sprzętu audio/video.

ATM LED (1) Dioda oznaczająca stan fizycznego podłączenia do sieci ATM. Kolor zielony oznacza poprawne podłączenie, czerwony – błąd.

parametr	$\operatorname{specyfikacja}$
Interfejs ATM	155 Mbps OC-3c/STM-1, światłowód wielomodowy
standard video	PAL(50Hz) oraz NTSC (60Hz), wybierany software'owo
koder video	Możliwość generowania nieskompresowanego strumienia z kolorem reprezentowanym na 8/16 i 24 bitach, stru- mienia monochromatycznego oraz skompresowanego strumienia MJPEG z możliwościa kontroli współczynnika kompresji
obszar obrazu	możliwość określenia zarówno obszaru sygnału anal- ogowego poddawanego próbkowaniu, jak i rozmiaru obrazu po procesie cyfryzacji
parametry obrazu	możliwość regulacji jasności, kontrastu oraz barwy sygnału poddawanego cyfryzacji
koder audio	8 lub 16 bitowy, mono/stereo, format A-law lub u -law, próbkowanie 5kHz - 44.1kHz (CD) oraz 48kHz (DAT)
protokoły ATM	SPANS (protokół firmy FORE), UNI 3.0

Tabela 4.1: Podstawowe parametry techniczne urządzenia AVA-300



Rysunek 4.1: Panel urządzenia AVA-300

Gniazda światłowodowe (2) Gniazda zgodne ze standardem SC umożliwiające podłączenie AVA-300 do przełącznicy ATM

RX LED (3) Dioda oznaczająca odbiór celek ATM przez AVA-300

TX LED (4) Dioda oznaczająca nadawanie celek ATM przez AVA-300

Video LED (5) Dioda sygnalizująca przesyłanie sygnału video poprzez AVA-300

Audio LED (6) Dioda sygnalizująca przesyłanie sygnału audio poprzez AVA-300

Gniazda Audio (7) Umożliwiają podłączenie trzech stereofonicznych kanałów wejściowych.

Gniazda Video (8) Pozwalają na podłączenie trzech kanałów S-Video (górne gniazdo – chrominancja, dolne – luminancja) lub sześciu kanałów o zespolonych sygnałach chrominancji i luminancji (composite).

AVA-300 wyposażono dodatkowo w port szeregowy RS-232, który może być wykorzystany do sterowania urządzeniami zewnętrznymi, np. kamerą. Wersja oprogramowania demonstrowanego na zajęciach laboratoryjnych nie daje możliwości dostępu do portu szeregowego. Możliwość taką przewidziano w przyszłych wersjach pakietu SVA.

4.2.2 Oprogramowanie SVA

Wraz z urządzeniem AVA-300 dostarczane jest oprogramowanie o nazwie SVA, które umożliwia zarządzenie oraz wyświetlanie na stacji roboczej strumienia multimedialnego.

Do podstawowych programów wchodzących w skład systemu SVA należą:

svarun skrypt zapewniający odpowiednie środowisko dla pozostałych programów systemu SVA,

svamgr program manager urządzeń AVA-300 oraz ATV-300,

- **avareset** program umożliwiający przywrócenie konfiguracji urządzenia AVA-300 do stanu początkowego, sprawdza fizyczne połączenie oraz wyświetla podstawowe parametry urządzenia,
- **atvreset** program realizujący analogiczne funkcje do *avareset* przeznaczony dla urządzenia ATV-300,
- **svc-rtds** program z interfejsem graficznym umożliwiający edycję, wyświetlanie oraz zapisywanie strumieni multimedialnych generowanych przez AVA-300.

4.2.2.1 Architektura systemu SVA

System SVA został zaprojektowany w ten sposób, by możliwa była współpraca wielu urządzeń z wieloma aplikacjami przy jednoczesnym zapewnieniu prostoty obsługi.

Podstawowymi elementami składowymi architektury systemu SVA są:

- Urządzenie (device) Fizyczne urządzenie AVA-300 lub ATV-300 podłączone bezpośrednio do sieci ATM
- **Manager** program realizujący dwie podstawowe funkcje: obsługę sygnalizacji ATM oraz udostępnianie funkcjonalności urządzeń aplikacjom.
- **Trader** program umożliwiający rejestrację oraz uzyskanie referencji programów manager jednego lub wielu urządzeń.

Program *manager* odpowiedzialny jest za poprawną współpracę z siecią ATM; przede wszystkim za dynamiczne zestawianie odpowiednich połączeń SVC. W systemie SVA manager pośredniczy jedynie w przygotowaniu transmisji, która odbywa się następnie na warstwie ATM.



Rysunek 4.2: Interakcja pomiędzy urządzeniem, managerem oraz aplikacją systemu SVA

Manager udostępnia aplikacjom funkcjonalność zarządzanego urządzenia za pośrednictwem interfejsu Remote Procedure Call (RPC). Interfejs ten umożliwia operowanie na wyższym poziomie, uwalniając tym samym twórcę aplikacji od szczegółów związanych z konkretnym sprzętem.

Kolejnym, istotnym elementem przedstawianej architektury jest *trader*, który można traktować jako rozproszoną bazę danych, w której rejestrują się programy zarządzające poszczególnymi urządzeniami. Dostęp do konkretnego managera zarejestrowanego w traderze odbywa się poprzez nazwę co powoduje, że aplikacja użytkownika w nie musi znać lokalizacji managera.

Na rysunku ?? przedstawiono przykładowy system składający się z trzech fizycznych urządzeń AVA-300. Z każdym z tych urządzeń związany jest jeden program zarządzający, który rejestruje się w bazie danych tradera. Dzięki temu aplikacja musi pamiętać jedynie adres komputera, na którym uruchomiony został trader. Znając ten adres aplikacja może uzyskać listę wszystkich zarejestrowanych w traderze urządzeń i ewentualnie zażądać referencji konkretnego managera. Po uzyskaniu referencji aplikacja może bezpośrednio sterować urządzeniem za pośrednictwem interfejsu RPC.



Rysunek 4.3: Współpraca tradera z programami manager oraz z aplikacją użytkownika

4.2.3 Manager a sygnalizacja ATM

Jak już wcześniej wspomniano, jedną z funkcji managera jest obsługa sygnalizacji ATM w imieniu zarządzanego urządzenia. Rozwiązanie takie określane jest mianem *proxy signaling* i wymaga współpracy urządzenia fizycznego z programem zarządzającym. Współpraca ta przebiega następująco: pomiędzy urządzeniem a programem zarządzającym tworzony jest specjalny kanał służący do transmisji komunikatów sygnalizacyjnych. Kanał ten musi być zrealizowany na połączeniu PVC. W momencie odebrania przez urządzenie komunikatu sygnalizacyjnego z sieci ATM, komunikat ten jest przesyłany stworzonym wcześniej kanałem do managera. Manager interpretuje zawartość komunikatu i generuje odpowiedź, która jest przesyłana z powrotem do urządzenia. Następnie komunikat sygnalizacyjny jest przesyłany z powrotem do sieci ATM.

Dzięki takiemu rozwiązaniu urządzenie zdaje się być zarówno producentem jak i konsumentem komunikatów sygnalizacyjnych, choć w gruncie rzeczy przesyła ono jedynie komunikaty do i z programu zarządzającego. Rozwiązanie to eliminuje konieczność implementacji sygnalizacji ATM bezpośrednio w urządzeniu, co byłoby skomplikowane ze względu na złożoność protokołu UNI.

W przypadku urządzeń AVA-300 oraz ATV-300 do współpracy pomiędzy managerem a fizycznym urządzeniem konieczne jest zestawienie trzech połączeń PVC: dla protokołu UNI, dla protokołu ILMI oraz połączenia sterującego urządzeniem AVA-300.

W celu sprawdzenia poprawności zestawionego połączenia PVC należy wydać polecenie

svarun avareset -vci 130

Parametr -vci 130 odpowiada identyfikatorowi VCI zestawionego połączenia sterującego. Wartość 130 została arbitralnie wybrana podczas konfiguracji oprogramowania. Jeżeli kanał sygnalizacyjny został poprawnie skonfigurowany urządzenie AVA-300 odpowie następującym komunikatem:

Hardware: 300.13 (CCube Rev. E)

Firmware: 4.3 Serial No: 97180520 Interface: SONET (155 Mbps) Release: ForeThought 4.1.0 (SVA fcsa7)

4.2.4 Aplikacja scv-rtds

Aplikacja **svc-rtds**¹ umożliwia tworzenie i edycję definicji strumieni multimedialnych oraz wyświetlanie strumieni audio oraz video w środowisku graficznym X Window.

Po uruchomieniu, aplikacja komunikuje się z traderem w celu uzyskania listy zarejestrowanych programów zarządzających urządzeniami AVA-300 lub ATV-300. Jeżeli trader został uruchomiony na innym komputerze niż aplikacja **svc-rtds**, konieczne jest podanie adresu tradera w linii poleceń, na przykład:

svc-rtds -trader mli.ics.agh.edu.pl

Na rysunku ?? przedstawiono okno dialogowe umożliwiające wybór managera.

Rysunek 4.4: Okno wyboru managera

W oknie tym pojawia się aktualizowana na bieżąco lista managerów zarejestrowanych w określonym zbiorze traderów. Oprócz listy w oknie dialogowym znajdują się przyciski realizujące następujące funkcje:

Access Manager Dostęp do okna dialogowego wyświetlającego listę strumieni multimedialnych zarządzanych przez dany program manager.

Describe Dostęp do okna dialogowego zawierającego pełen opis wybranego managera.

 $^{^1 {\}rm Switched}$ Virtual Circuit Real-Time Display Software

- **Traders** Dostęp do okna dialogowego wyświetlającego listę traderów, z których korzysta aplikacja **svc-rtds**.
- Exit Wyjście z programu.

Wybranie polecenia *Access Manager* umożliwia dostęp do funkcji programu manager. Z poziomu okna dialogowego przedstawionego na rysunku ?? dostępna jest lista definicji strumieni multimedialnych - video oraz audio. Najważniejsze dostępne funkcje to:

Receive Możliwość odbioru strumienia multimedialnego na stacji roboczej.

Describe Dostęp do okna dialogowego wyświetlającego kompletny opis wybranego strumienia.

Edit Edycja parametrów strumienia.

Delete Usunięcie definicji strumienia.

Create Tworzenie definicji strumienia.

Session (open) Aby dokonać edycji parametrów strumienia należy otworzyć sesję. Dostęp do sesji edycyjnej może być chroniony hasłem.

— ava1 (available str	ava1 (available streams)			
*cd (audiosource)		Receive		
dat (audiosource) *jpeg–either (videosource) jpeg–interlace (videosource) matrox–either (videosource) matrox–interlace (videosource)		Describe		
		Edit		
		Delete		
mono (videosource) rab16 (videosource)		Creat	e	
rgb24 (videosource)		Update I	.ist	
serial (serialsource) vat (audiosource)		Session (d	open)
vic (videosource)	∇	Quit		

Rysunek 4.5: Okno dialogowe umożliwiające operowanie na strumieniach multimedialnych

Gdy istnieje poprawna definicja strumienia multimedialnego możliwy jest odbiór tego strumienia na stacji roboczej. Można również dokonywać zmian parametrów strumienia podczas odbioru. Zmiany te zostaną natychmiast uwzględnione.

Na rysunku ?? przedstawiono okno dialogowe umożliwiające dokonywanie zmian parametrów strumienia video. Definicja strumienia reprezentowana jest poprzez nazwę, np. jpeg-either.

Preferowanym przez AVA-300 formatem video jest MJPEG, istnieje jednak możliwość generowania sygnału nieskompresowanego. Obraz w tej formie zajmuje jednak bardzo szerokie pasmo sieci co powoduje, że rozwiązanie takie jest mało atrakcyjne. Omawiane okno dialogowe pozwala kontrolować rozmiar generowanego obrazu. Istnieje kilka predefiniowanych wielkości jak również można wybrać nietypowy rozmiar podając wprost szerokość oraz wysokość obrazu. Należy wyraźnie rozróżnić rozmiar obrazu poddawanego procesowi digitalizacji od rozmiaru okna wyświetlającego ten obraz. W pierwszym przypadku definicja rozmiaru ma wpływ na wielkość obszaru digitalizowanego a przez to na szerokość pasma zajmowanego przez transmisję strumienia. Zmiana rozmiaru okna nie powoduje jakichkolwiek zmian ilościowych transmitowanego strumienia multimedialnego. Wpływa ona jednak w dużym stopniu na obciążenie stacji roboczej wyświetlającej obraz.

Sekcja oznaczona *Video Inputs* umożliwia przełączenie aktywnego wejścia analogowego, jak również zmianę trybu pracy S-Video/composite. W trybie S-Video sygnały chrominancji i luminancji są galwanicznie rozdzielone, natomiast w trybie composite sygnały te są zespolone i transmitowane jednym przewodem.

Parametrem mającym istotny wpływ na jakość obserwowanego obrazu jest ilość klatek wyświetlanych w ciągu sekundy. Nadmierne zwiększenie tego parametru może spowodować przeciążenie sieci oraz przekroczenie granicy możliwości odbioru strumienia przez stację roboczą. W drugim przypadku, gdy stacja robocza nie jest w stanie przetworzyć nadmiernej ilości napływających danych, wyświetlany jest komunikat informujący o "gubieniu" celek ATM.

Kolejnymi parametrami ściśle związanymi z transmisją w sieci ATM są *Peak Data Rate* oraz *Sustained Data Rate*. Parametr *Peak Data Rate* umożliwia określenie szczytowej prędkości bitowej na łączu a jego wartość zostanie zawarta w komunikacie zestawienia połączenia ATM. Dzięki tej informacji sieć ATM zdobywa wiedzę o zapotrzebowaniu aplikacji na zasoby sieciowe, przez co jest w stanie zrealizować usługę gwarantowanej jakości (Quality of Service).

Metoda kompresji MJPEG stosowana w przez urządzenie AVA-300 charakteryzuje się możliwością wyboru współczynnika jakości Q (Q-Factor). Współczynnik ten decyduje o tym, jak wiele informacji z pierwotnego obrazu zostanie zatraconych osiągając jednocześnie zwiększenie stopnia kompresji. Im większa wartość współczynnika Q, tym bardziej widoczne są efekty cyfrowej kompresji obrazu, takie jak: rozmycie krawędzi czy wyraźny podział obrazu na kwadraty.

Parametr Sustained Data Rate jest związany z omawianymi wyżej zagadnieniami. Oprogramowanie SVA umożliwia automatyczną regulację współczynnika Q. Wybranie wartości Variable dla tego współczynnika spowoduje adaptację stopnia kompresji, a co za tym idzie jakości obrazu do nałożonych ograniczeń co do przepustowości łącza. Ustalając konkretną wartość parametru Sustained Data Rate oprogramowanie SVA będzie starało się zachować stałą szerokość zajmowanego pasma dzięki dynamicznej regulacji współczynnika Q. Dla przykładu, jeżeli transmitowany obraz będzie zawierał mniej scen dynamicznych, możliwe jest zmniejszenie wartości współczynnika Q osiągając przez to lepszą jakość. W momencie, gdy obraz nabierze dynamizmu oprogramowanie automatycznie zwiększy wartość współczynnika Q by zachować ograniczenia wynikające z parametru Sustained Data Rate.

Pozostałe parametry, które można regulować z poziomu okna edycji strumienia to jasność, kontrast oraz nasycenie obrazu. Parametry te ustawiane są po stronie generatora strumienia, tak więc jakakolwiek ich zmiana zostanie zaobserwowana u wszystkich odbiorców danego strumienia.

Edi	t Window		u.	
jpeg-e	ither from	ava1		
Stream Name j	peg-either			
Video Format		Jpeg		
Jpeg Q-Factors		23		
Video Sizes	Fu	ll Field		
Field Select Odd				
Sample	736 x 27	2 @ 0 x 16		
Display	736 x 272 r	non-interlac	e	
	Video Inputs			
	∲ 2a		a L	
	V ZD	ູ v ງ •	D	
	d Evanues (See	5 		
Assigne	a Frames/Seco	ona: u		
Capture Frames/Sec 5	ona			
Peak Data Rate 13.27 Mbps				
Brightness				
	-19			_
Contrast	E6			
	00			
Calour				
Colour -467				
Play Enabled				
Public Stream				
SVCs Enabled				
Refresh				
Dismiss				

Rysunek 4.6: Okno dialogowe umożliwiające dokonanie edycji parametrów strumienia multimedialnego

4.3 Przebieg ćwiczenia

4.3.1 Zadanie A

Celem zadania jest zaobserwowanie procesu dynamicznej rejestracji adresu ATM poprzez protokół ILMI.

l.p.	nazwa urządzenia	ilość
1	przełącznica ATM LightStream 1010	1
2	koder em Fore AVA-300	1
3	kamera video em Panasonic M9000	1
4	stacja robocza <i>Sun</i>	1
5	terminal Wyse	1

Tabela 4.2: Wykaz osprzętu i urządzeń wykorzystywanych w doświadczeniach

l.p.	nazwa programu	platforma sprzętowa/system operacyjny
1	System FORE SVA	stacja robocza <i>Sun</i> /Solaris

Tabela 4.3: Wykaz oprogramowania wykorzystywanego w doświadczeniach

4.3.1.1 Konfiguracja

Przełącznicę ATM LS1010 należy skonfigurować za pośrednictwem konsoli szeregowej lub przy pomocy programu **telnet**. W przypadku konfigurowania przełącznicy poprzez sieć za pomocą programu **telnet** należy wydać następujące polecenie:

terminal monitor



Rysunek 4.7: Schemat połączeń do zadania A

Polecenie to spowoduje, że komunikaty informacyjne generowane przez przełącznicę będą wysyłane na terminal skojarzony z sesją telnet.

Uwaga! – po dokonaniu fizycznego połączenia nie włączać zasilania urządzenia AVA-300, by nie nastąpiła automatyczna rejestracja adresu.

4.3.1.2 Testy i doświadczenia

• Odczytać fabrycznie predefiniowany adres ATM przełącznicy LS1010

```
show atm address
```

• Uruchomić debugging protokołu ILMI

debug atm ilmi

- Włączyć zasilanie urządzenia AVA-300 obserwując jednocześnie komunikaty pojawiające się na konsoli.
- Wyświetlić zarejestrowany adres ATM urządzenia AVA-300

show atm ilmi status

• Wskazać w adresie ATM urządzenia AVA-300 fragment będący unikalnym adresem MAC tego urządzenia.

4.3.2 Zadanie B

Celem zadania jest stworzenie sterujących kanałów PVC pomiędzy urządzeniem AVA-300 a stacją roboczą Sun. Do poprawnej pracy urządzenia AVA-300 potrzebne są trzy dwukierunkowe kanały PVC: dla protokołu UNI, ILMI oraz kanał sterujący dla AVA-300.

4.3.2.1 Konfiguracja

W celu stworzenia kanałów PVC na przełącznicy LS1010 należy wydać następujące polecenia:

```
config term
interface atm 0/0/0
atm pvc 0 130 interface atm 0/1/0 0 130
atm pvc 0 131 interface atm 0/1/0 0 131
atm pvc 0 132 interface atm 0/1/0 0 132
^Z
```



Rysunek 4.8: Schemat połączeń do zadania B

4.3.2.2 Testy i doświadczenia

• Sprawdzić poprawność ustawień za pomocą polecenia:

show atm vc

• Na stacji roboczej uruchomić program przywracający początkowe ustawienia urządzenia AVA-300.

svarun avareset -vci 130

• Sprawdzić ruch sieciowy pomiędzy przełącznicą a urządzeniem AVA-300

show atm traffic

4.3.3 Zadanie C

Celem zadania jest zaobserwowanie sygnalizacji związanej z nawiązywaniem połączeń SVC. Za pomocą aplikacji **svc-rtds** należy zainicjować wysyłanie strumienia audio przez urządzenie AVA-300.



Rysunek 4.9: Schemat połączeń do zadania C

4.3.3.1 Konfiguracja

- Podłączyć źródło analogowego sygnału audio do wejścia L1 urządzenia AVA-300.
- Na stacji roboczej uruchomić program zarządzający urządzeniem AVA-300 oraz trader

```
svarun -name ava1 -univci 131 -ilmivci 132 -vci 130
svarun trader
```

• Uruchomić aplikację svc-rtds

svc-rtds

4.3.3.2 Testy i doświadczenia

• Uruchomić na przełącznicy LS1010 opcję obserwowania zdarzeń związanych z sygnalizacją ATM.

```
terminal monitor
debug atm sig-events
```

- Za pomocą aplikacji svc-rtds zainicjować wysyłanie strumienia audio obserwując jednocześnie komunikaty związane z nawiązywaniem połączenia SVC.
- Zlokalizować w tablicy przełączania wpis skojarzony z transmitowanym w sieci strumieniem audio.

terminal monitor show atm vc

4.3.4 Zadanie D

Celem zadania jest transmisja obrazu i dźwięku w sieci ATM.



Rysunek 4.10: Schemat połączeń do zadania D

4.3.4.1 Konfiguracja

W dalszej części opisu zakłada się, że zarówno trader, program zarządzający jak i aplikacja svcrtds zostały uruchomione zgodnie z opisem do zadania 3. Podłączyć sygnał wizji do gniazda 1B w urządzeniu AVA-300. Wcelu możliwienia dokonywania zmian parametrów strumienia, aplikację svc-rtds należy uruchomić z opcją -edit.

4.3.4.2 Testy i doświadczenia

- Wyświetlić w środowisku X Window strumień video generowany przez kamerę.
- Zaobserwować wpływ wartości parametru Q-factor (kompresja MJPEG) na jakość odbieranego obrazu.
- Dobrać rozmiar obrazu oraz ilość klatek generowanych w jednostce czasu tak, by osiągnąć rozsądny kompromis pomiędzy jakością obrazu a szerokością zajmowanego pasma w sieci ATM.

4.4 Zestaw pytań

- 1. Przedstaw proces nawiązywania oraz zrywania połączenia w sieci ATM.
- 2. Jakie są wady oraz zalety dynamicznie zestawianych połączeń SVC ?
- 3. Przedstaw i omów strukturę adresu ATM.
- 4. Jakie jest znaczenie współczynnika Q w metodzie kompresji MJPEG ?

4.5 Literatura

- [1] Fore Systems, ATM Video Networking User's Manual
- [2] Cisco Systems, LightStream 1010 ATM Switch Software Configuration Guide.
- [3] Cisco Systems, LightStream 1010 ATM Switch Command Reference
- [4] The ATM Forum Technical Committee, Integrated Lacal Management Interface (ILMI) Specification v4.0, September 1996.
- [5] The ATM Forum Technical Committee, ATM User-Network Interface Specification, v3.1, September 1994.