

projektowanie sieci komputerowych

wykład 1 część 3 charakterystyka ruchu w sieci

zakres wykładu

- **Część I.**
Identyfikacja potrzeb i wymagań inwestora
- **Część II.**
Logiczny projekt sieci
- **Część III.**
Fizyczny projekt sieci
- **Część IV.**
Testowanie, optymalizacja i dokumentacja projektu sieci

zakres wykładu

- **Część I.**
Identyfikacja potrzeb i wymagań inwestora
- Analiza ekonomicznych celów i ograniczeń firmy
- Analiza technicznych celów i ograniczeń firmy
- Charakterystyka istniejącej sieci
- **Charakterystyka ruchu w sieci**

literatura podstawowa

Priscilla Oppenheimer
Top-Down Network Design
Third Edition
Cisco Press 2010

charakterystyka ruchu w sieci

- charakterystyka przepływu ruchu
- charakterystyka obciążenia ruchem
- charakterystyka zachowania się ruchu
- charakterystyka wymagań jakości usług

charakterystyka przepływu ruchu

- obejmuje identyfikację źródeł i ujść ruchu w sieci, oraz analizę kierunku i symetrii danych przesyłanych pomiędzy źródłem a ujściem
- w pewnych aplikacjach, przepływ jest dwukierunkowy i symetryczny (czyli oba końce przepływu nadają ruch z prawie tą samą szybkością)
- w innych aplikacjach przepływ jest dwukierunkowy i asymetryczny

charakterystyka przepływu ruchu

- identyfikacja głównych źródeł i ujść ruchu
- udokumentowanie przepływu ruchu w istniejącej sieci
- charakterystyka rodzajów przepływu ruchu dla nowych aplikacji w sieci
- udokumentowanie przepływu ruchu dla aplikacji w sieci

identyfikacja głównych źródeł i ujść ruchu

- aby zrozumieć przepływ ruchu w sieci, powinieneś określić grupy użytkowników oraz ujścia danych dla istniejących i dla nowych aplikacji
- grupa użytkowników to zbiór pracowników, korzystających z pewnej aplikacji, albo zestawu aplikacji
- grupa użytkowników obejmuje najczęściej jeden albo kilka działów, ale też tworzy międzywydziałowy zespół powołany do określonego projektu
- poproś inwestora o pomoc w wypełnieniu tabeli grup użytkowników
- podobnie udokumentuj ujścia danych

tabela grup użytkowników

- w kolumnie lokalizacji użytkowników wprowadź nazwy lokalizacji wzięte z mapy sieci
- w kolumnie aplikacji wprowadź nazwy aplikacji udokumentowane w karcie aplikacji sieciowych

User Community Name	Size of Community (Number of Users)	Location(s) of Community	Application(s) Used by Community

identyfikacja ujść danych

- ujściem danych (*data sink*) (zwanym też bazą danych - *data store*) może być: serwer, farma serwerów, jednostka składowania danych na taśmie, biblioteka cyfrowa wideo, albo dowolne urządzenie w sieci, w którym przechowuje się duże ilości danych
- poproś inwestora o pomoc w wypełnieniu tabeli
- użyj nazw lokalizacji, aplikacji i grup użytkowników udokumentowanych na mapie sieci i innych kartach

tabela ujść danych

Data Store	Location	Application(s)	Used by User Community (or Communities)

dokumentacja przepływu ruchu w istniejącej sieci

- identyfikacja indywidualnych przepływów ruchu między źródłami i ujściami ruchu
- aktualny temat badawczy - definiowanie przepływów, pomiary zachowania się przepływu i specyfikacja przez źródło lub ujście wymagań wydajnościowych dla przepływu
- architektura pomiarów przepływu ruchu, sprawozdania, dokumenty RFC 2063 i RFC 2722, (lata 1997 i 1999)
- jak architektura odnosi się do całego ruchu dla intranetów i Internetu

dokumentacja przepływu ruchu w istniejącej sieci

- pomiar zachowania się przepływu ruchu może pomóc projektantowi w:
 - ocenie, które routery biorą udział w protokole BGP (routery peer)
 - scharakteryzowaniu zachowanie się istniejącej sieci
 - planowaniu rozwoju sieci i jej ekspansji
 - określeniu wydajności sieci
 - zweryfikowaniu jakości usług sieciowych
 - opisaniu wykorzystania sieci przez użytkowników i aplikacji

dokumentacja przepływu ruchu w istniejącej sieci

- indywidualny przepływ ruchu w sieci może być zdefiniowany jako informacja o protokole i o aplikacji przekazywana między komunikującymi się stacjami w jednej stacji
- atrybuty przepływu: kierunek, symetria, ścieżka wyboru trasy, opcje wyboru trasy, liczbę pakietów, liczbę bajtów, i adresy każdego końca przepływu
- stacją komunikującą może być system końcowy (komputer), sieć, system autonomiczny

dokumentacja przepływu ruchu w istniejącej sieci

- najprostsza metoda oceny rozmiaru przepływu to pomiar liczby Mb/s pomiędzy komunikującymi się stacjami
- zastosuj analizator protokołu albo system zarządzania siecią do zapisu obciążeń między ważnymi źródłami i ujściami

	Destination 1		Destination 2		Destination 3		Destination <i>n</i>	
	Mbytes per Second	Path	Mbytes per Second	Path	Mbytes per Second	Path	Mbytes per Second	Path
Source 1								
Source 2								
Source 3								
Source <i>n</i>								

dokumentacja przepływu ruchu w istniejącej sieci

- celem tego dokumentu jest ocena przepływu w Mb/s między parami systemów autonomicznych, sieci, komputerów i aplikacji
- aby wypełnić tę kartę umieść urządzenie monitorujące w centrum sieci i pozwól mu zbierać dane przez jeden, dwa dni
- Aby wypełnić kolumnę ścieżki włącz opcję **record-route** w sieci IP
- w sieciach *non-IP* oszacuj ścieżkę sprawdzając tablice wyboru trasy i analizując ruch w wielu segmentach

charakterystyka typu przepływu ruchu dla nowych aplikacji w sieci

- przepływ w sieci jest charakteryzowany przez kierunek i symetrię
- kierunek: dane w obu albo jednym kierunku, przez intersieć albo nie
- symetria (odmienna jakość usługi w każdym z obu kierunków)
- rodzaje przepływu:
 - przepływ ruchu terminal/komputer
 - przepływ ruchu klient/serwer
 - przepływ ruchu peer-to-peer
 - przepływ ruchu serwer/serwer
 - przepływ ruchu w obliczeniach rozproszonych

przepływ ruchu terminal/komputer

- zwykle asymetryczny
- mało znaków do komputera, wiele od
- przykład: Telnet, każdy znak z terminala w oddzielnym pakiecie
- terminal IBM 3270 nadaje znaki do komputera, a komputer dane o rozmiarze ekranu (80zn x 24 linie = 1920zn) + znaki bajty atrybutów (kolor, pogrubienie)
- nowe aplikacje nadają jedynie zmiany – redukcja ruchu

przeptyw ruchu klient/serwer

- najbardziej znany typ przepływu
- implementacje klient/serwer: NetWare, AppleShare, Banyan, Network File System (NFS), Windows NT
- przepływ dwukierunkowy i asymetryczny
- żądania od klienta <64B, odpowiedzi serwera 64-1500B, lub więcej (decyduje rozmiar ramki w 2 warstwie)
- niektóre aplikacje (n.p. FTP w środowisku TCP/IP) – wcześniejsze od modelu
- serwer (zarządca ekranu) uruchomiony na komputerze użytkownika, n.p. X Windows, prowadzi do dużego ruchu w obu kierunkach

przepływ ruchu klient/serwer

- najczęściej wykorzystywany obecnie protokół to HTTP, klientem jest aplikacja IE albo Netscape, serwerem: web server
- ruch dwukierunkowy i asymetryczny, sesje po kilka sekund (od strony do strony)
- ruchu nie ma, gdy strona jest już wcześniej zachowana w systemie klienta (caching), albo gdy istnieje „cache engine” do lokalnego gromadzenia stron
- **stacje bezdyskowe**, BOOTP i RARP do pobrania IP z serwera, dane na serwerze, duży ruch dwukierunkowy
- **komputery sieciowe**, jedynie przeglądarka z Java, sieci na komutatorach i ruterach, znaczny ruch od serwera do komputerów

przepływ ruchu peer-to-peer

- ruch dwukierunkowy i symetryczny
- nie ma hierarchii, wszystkie urządzenia równouprawnione, nie ma centralnego serwera plików i serwera drukarki
- przykłady:
 - komputery w małej sieci lokalnej
 - komputery pod Uniksem, stosujące sesje FTP, Telnet, HTTP i NFS, każdy komputer jest zarówno klientem
 - telekonferencja, gdzie każda strona ma te same prawa i tę samą jakość usług

przepływ ruchu serwer/serwer

- transmisja między serwerami:
 - implementacja usług katalogowych
 - przechowanie często używanych danych
 - tworzenie kopii danych (mirror)
 - składowanie danych (back-up)
 - rozgłaszanie dostępności usług
- transmisja między serwerami i aplikacjami zarządzania
 - dla celów bezpieczeństwa
 - aktualizacja danych zarządzania

przepływ ruchu w obliczeniach rozproszonych

- wiele węzłów współdziałających do wykonania złożonego zadania obliczeniowego
- n.p. efekty wizualne w filmie „Titanic”: 160 komputerów Alpha, połączonych Ethernetem 100 Mb/s, z NFS, pod Linuksem i Windows NT
- w przemyśle elektronicznym do projektowania układów i w obronie do symulacji
- silnie powiązane węzły obliczeniowe (częste transmisje) i słabo powiązane węzły obliczeniowe (sporadyczne transmisje)
- badania ruchu analizatorami protokołów i modelowanie ruchu symulatorami

dokumentacja przepływu ruchu dla aplikacji sieciowych

- aplikacje istniejące i aplikacje nowe
- wpisz w tabelę odpowiednie rodzaje przepływu, protokoły i grupy użytkowników, szacowane szerokości pasm i wymagania jakości usług

Name of Application	Type of Traffic Flow	Protocol(s) Used by Application	User Communities That Use the Application	Data Stores (Servers, Hosts, and so on)	Approximate Bandwidth Requirement for the Application	QoS Requirements

charakterystyka obciążenia sieci ruchem

- scharakteryzuj obciążenie sieci ruchem za pomocą przepływu ruchu, w celu zaprojektowania wystarczającej pojemności sieci
- kolejne etapy:
 - obliczenie teoretycznie obciążenia ruchem
 - udokumentowanie wzorców wykorzystania aplikacji
 - oszacowanie obciążenia ruchem spowodowanego przez aplikacje
 - oszacowanie obciążenia ruchem spowodowanego przez protokoły wyboru trasy

obliczenie teoretycznie obciążenia ruchem

- **obciążenie ruchem** (czasem zwane *oferowanym obciążeniem*) jest sumą wszystkich danych jakie węzły w sieci są gotowe nadać w danym czasie
- dla sieci o proponowanej pojemności 1 Mb/s, gdy 1000 stacji nadaje ramki 1000 bitowe w każdej sekundzie, wtedy oferowane obciążenie jest równe tej pojemności
- pojemność dotyczy sieci LAN, łącza WAN, całej intersieci albo jej części, komutatora albo rutera

obliczenie teoretycznie obciążenia ruchem

- dla obliczenia, czy pojemność jest wystarczająca, potrzebne są parametry:
 - liczba stacji
 - średni czas bezczynności stacji między nadawaniem ramek
 - czas wymagany do nadania ramki po uzyskaniu dostępu do medium
- poprzez zbadanie czasów bezczynności analizatorem protokołu, i oszacowanie liczby stacji, można ocenić, czy proponowana pojemność jest wystarczająca

obliczenie teoretycznie obciążenia ruchem

- dokładniejsze oszacowanie przy znajomości rodzaju przepływu
- założenie, że stacje stosujące daną aplikację mają podobne wielkości generowanego obciążenia
- założenie co do rozmiaru ramki i czasu bezczynności (gdy znane protokoły)
- w aplikacji klient/serwer czas bezczynności zależy od liczby klientów korzystających z serwera i od architektury i wydajności serwera
- czas bezczynności po stronie klienta zależy w części od użytkownika i należy go oszacować analizatorem protokołu

obliczenie teoretycznie obciążenia ruchem

- oszacowanie całkowitego obciążenia ruchem dla aplikacji przez wymnożenie obciążenia dla przepływu przez liczbę urządzeń korzystających z tej aplikacji
- udokumentowanie grup użytkowników i baz danych ułatwia zrozumienie wielkości przepływów między segmentami
- aby dokładnie określić obciążenie ruchem należy zrozumieć wzorce wykorzystania aplikacji i wymagania jakości usług - mogą one być, w niektórych dniach miesiąca, dalekie od normalnie występujących (n.p. wideokonferencja)

udokumentowanie wzorców wykorzystania aplikacji

- pierwszy krok: identyfikacja grup użytkowników, liczby użytkowników w grupie, i aplikacji stosowanych przez użytkowników
- drugi krok: udokumentowanie liczby sesji aplikacji (dziennie, tygodniowo, miesięcznie, ...), średniego czasu sesji, liczby użytkowników jednocześnie korzystających z aplikacji
- pozwoli to na predykcję sumarycznej szerokości pasma dla wszystkich użytkowników aplikacji
- zamiast to liczyć ...

udokumentowanie wzorców wykorzystania aplikacji

- ... można przyjąć pewne założenia, że:
- liczba użytkowników aplikacji = liczbie użytkowników jednocześnie korzystających z aplikacji
- wszystkie aplikacje są wykorzystywane w tym samym czasie - oszacowanie najgorszego przypadku
- każdy użytkownik otwiera jedną sesję na cały dzień

oszacowanie obciążenia ruchem spowodowanego przez aplikacje

w tym celu należy zbadać:

- rozmiar danych nadawanych przez aplikację
 - trudno oszacować, szczegóły w tabeli
- narzut wprowadzony przez warstwy protokołu
 - dodanie nagłówka do rozmiaru danych
- obciążenie wprowadzone przez inicjalizację aplikacji
 - może spowodować znaczny wzrost obciążenia w sieci, dokładne wyliczenia dla protokołów w środowiskach: Novell Netware, AppleTalk, TCP/IP, TCP/IP z DHCP, NetBIOS (NetBEUI), NetBIOS z serwerem WINS, SNA, w książce Oppenheimer 2001

przybliżone rozmiary obiektów, które aplikacja przesyła przez sieć

Type of Object	Size in Kbytes
Terminal screen	4
E-mail message	10
Web page (including simple GIF and JPEG graphics)	50
Spreadsheet	100
Word-processing document	200
Graphical computer screen	500
Presentation document	2,000
High-resolution (print quality) image	50,000
Multimedia object	100,000
Database (backup)	1,000,000

narzut na ruch wprowadzany przez różne protokoły

Protocol	Overhead Details	Total Bytes
Ethernet Version II	Preamble = 8 bytes, header = 14 bytes, CRC = 4 bytes, inter-frame gap (IFG) = 12 bytes	38
802.3 with 802.2	Preamble = 8 bytes, header = 14 bytes, LLC = 3 or 4 bytes, SNAP (if present) = 5 bytes, CRC = 4 bytes, IFG = 12 bytes	46
802.5 with 802.2	Starting delimiter = 1 byte, header = 14 bytes, LLC = 3 or 4 bytes, SNAP (if present) = 5 bytes, CRC = 4 bytes, ending delimiter = 1 byte, frame status = 1 byte	29
FDDI with 802.2	Preamble = 8 bytes, starting delimiter = 1 byte, header = 13 bytes, LLC = 3 or 4 bytes, SNAP (if present) = 5 bytes, CRC = 4 bytes, ending delimiter and frame status = about 2 bytes	36
HDLC	Flags = 2 bytes, addresses = 2 bytes, control = 1 or 2 bytes, CRC = 4 bytes	10
IP	Header size with no options	20
TCP	Header size with no options	20
IPX	Header size	30
DDP	Phase 2 long ("extended") header size	13

oszacowanie obciążenia spowodowanego przez protokoły wyboru trasy

- ważne w topologii, która zawiera wiele sieci po jednej stronie wolnego łącza WAN, przesyłanie tabeli wyboru trasy co minutę, czy 30 s, ma duży wpływ na obciążenie

szerokość pasma stosowana przez protokoły wyboru trasy

Routing Protocol	Default Update Timer (Seconds)	Route Entry Size (Bytes)	Routes Per Packet	Network and Update Overhead (Bytes)	Size of Full Packet
IP RIP	30	20	25	32	532
IP IGRP	90	14	104	32	1,488
AppleTalk RTMP	10	6	97	17	599
IPX SAP	60	64	7 services	32	480
IPX RIP	60	8	50	32	432
DECnet IV	40	4	368	18	1,490
VINES VRTP	90	8	104	30	862
XNS	30	20	25	40	540

charakterystyka zachowania się ruchu

- aby wybrać poprawne rozwiązanie w projekcie sieci, powinniśmy zrozumieć zachowanie się protokołu i aplikacji, i n.p. zbadać:
- poziom rozgłaszania w sieci LAN
- dodatkowe zajęcie szerokości pasma spowodowane przez nieefektywność protokołu i nieoptymalne rozmiary ramek i czasy retransmisji

zachowanie się rozgłaszania i rozsyłania

- ramka rozgłaszania: FF:FF:FF:FF:FF:FF
- ramka rozsyłania, n.p. 01:00:0C:CC:CC:CC, ramka do wszystkich ruterów Cisco, na których jest protokół CDP (Cisco Discovery Protocol) w sieci LAN
- komutatory i mostki przekazują ramki rozgłaszania i rozsyłania na wszystkie porty, routery nie, wszystkie urządzenia po danej stronie routera są w jednej domenie rozgłaszania
- sieci VLAN (wirtualne sieci lokalne) również ograniczają domeny rozgłaszania
- radiacja (rozchodzenie się) rozgłaszania obniża wydajność sieci

maksymalny rozmiar domeny rozgłaszania

- jeżeli więcej niż 20% ruchu w sieci to rozgłaszanie albo rozsyłanie, to sieć musi być podzielona przez routery albo VLAN'y

Protocol	Maximum Number of Workstations
IP	500 [*]
NetWare	300
AppleTalk	200
NetBIOS	200
Mixed	200

* If the IP users are running multimedia applications with high-bandwidth and low-delay requirements, and/or a high level of broadcast or multicast packets, the maximum number of workstations should be reduced to 200.

efektywność sieci

- rozmiar ramki
- interakcja protokołów, zła konfiguracja czasów oczekiwania
- sterowanie przepływem
- mechanizmy wychodzenia z błędu

typowe rozmiary ramek dla popularnych protokołów (bez nagłówek warstwy 2)

Protocol	Frame Size
Novell NetWare 3.x	600 bytes
Novell NetWare 4.x	1,500 bytes on Ethernet, 4,096 bytes on Token Ring and FDDI
AppleTalk	599 bytes
Telnet	60 bytes (counting the PAD)
FTP	1,500 bytes on Ethernet, 4,096 bytes on Token Ring and FDDI
HTTP	1,500 bytes
NFS	8,192 bytes divided into IP fragments

interakcja protokołów

- wynik z analizatora protokołu dla protokołów SMB i NetBIOs wykorzystywanych przez Win95 w sieci TR

interakcja protokołów

Frame	Delta Time	Relative Time	Size	Cumulative Bytes	Destination	Source	Summary of Protocol Layers
1		0.000	95	95	Server	Joe	DLC AC=10, FC=40, FS=00 LLC C D=F0 S=F0 I NR=25 NS=21 NETB D=85 S=0A Data, 55 bytes SMB C F=0CE4 Read 1,028
2	1.209	1.209	26	121	Joe	Server	DLC AC=18, FC=40, FS=CC LLC C D=F0 S=F0 RR NR=22 P
Frame	Delta Time	Relative Time	Size	Cumulative Bytes	Destination	Source	Summary of Protocol Layers
3	0.010	1.219	26	147	Server	Joe	DLC AC=10, FC=40, FS=00 LLC R D=F0 S=F0 RR NR=25 F
4	1.129	2.347	40	187	Joe	Server	DLC AC=18, FC=40, FS=CC LLC C D=F0 S=F0 I NR=22 NS=25 P NETB D=0A S=85 Data ACK
5	0.012	2.359	26	213	Server	Joe	DLC AC=10, FC=40, FS=00 LLC R D=F0 S=F0 RR NR=26 F
6	0.004	2.363	1,128	1,341	Joe	Server	DLC AC=18, FC=40, FS=CC LLC C D=F0 S=F0 I NR=22 NS=26 NETB D=0A S=85 Data, 1,088 bytes SMB R OK
7	0.025	2.389	26	1,367	Server	Joe	DLC AC=10, FC=40, FS=00 LLC R D=F0 S=F0 RR NR=27
8	0.004	2.393	40	1,407	Server	Joe	DLC AC=10, FC=40, FS=00 LLC C D=F0 S=F0 I NR=27 NS=22 NETB D=85 S=0A Data ACK

charakterystyka wymagań jakości usług

- specyfikacja jakości usług w ATM
- protokół rezerwowania zasobów RSVP implementuje sterowanie ruchem
- usługa sterowania obciążeniem
- usługa gwarantowana (szerokość pasma i opóźnienie)