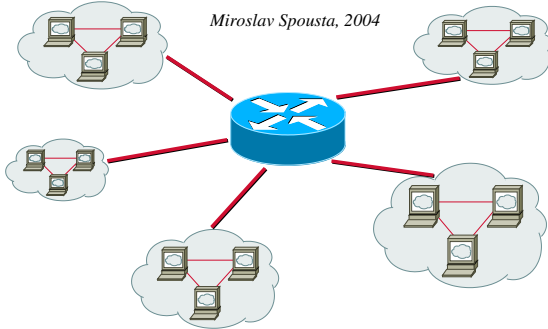


Počítačové sítě I

4. Fyzická vrstva sítí

Miroslav Spousta, 2004



1

Fyzická vrstva

- Připomenutí: nejnižší vrstva modelu ISO/OSI

kabeláž, kódování
přístupové metody

Aplikační
Prezentační
Relační
Transportní
Síťová
Linková (spojová)
Fyzická

2

Přenosová média

- médium ... prostředek použitý pro přenos informace
- na počátku: koaxiální kabely (podobné jako u televizních rozvodů)
- bezdrátový přenos (rádiové vlny): médium je vzduch
- symetrické vedení (kroucená dvojlinka) podobné jako u telefonních rozvodů
 - umožňuje strukturovanou kabeláž
- optické kabely (různé průměry a kvality)
- vzduch: laser/infračervené světlo (na kátek vzdálenosti, přímá viditelnost)

3

Koaxiální kabel

- nesymetrické vedení
- v základním pásmu: 0 – 150 Mhz
 - max. cca 50 Mbps
 - problém s elektrickými vlastnostmi kabelu
- v přeloženém pásmu: 50 – 750 Mhz
 - vysoký útlum při vyšších frekvencích



- několik typů: 50 Ω, 70 Ω, 93 Ω, thin, thick
- dlouho typické médium LAN (Ethernet 10BASE-5 a 10BASE-2)
- ustoupilo se od něj, protože kabely jsou drahé a hůře se spojují (BNC)

4

Symetrická vedení

Kroucená dvojlinka

- kabel s páry stočených měděných vodičů
- původně telefonní kabeláž (=> dvoubodové spoje)
- různý počet párů (pro sítě se používají 2 – 4 páry)
- stíněná dvojlinka (STP, Shielded Twisted Pair)
 - každý pár zvlášť + celý kabel
- nestíněná (UTP, Unshielded Twisted Pair)
 - páry pouze obtočeny



5

UTP a STP

- UTP: Požadovány různé vlastnosti (kvalita) podle standardu EIA/TIA:
 - kategorie 1 – 6
 - čím vyšší, tím vyšší kvalita (pravidelnost zatočení, průměr vodičů, ...)
 - parametry přenosové: útlum, impedance, zpoždění
 - parametry vazební: šum, přeslechy, rušení
- kabely mívají 4 páry (8 vodičů)
- rušení se „vyruší“, ovlivní oba páry
- STP: devět kategorií
 - navrženo IBM, používá se u sítí Token Ring

6

Kategorie UTP

- Cat 1: žádné požadavky
- Cat 2: do 1 MHz, telefonní vedení
- Cat 3: do 16 MHz (10Mbps), Voice Grade Cable
Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T4
- Cat 4: do 20 MHz (20Mbps)
Token Ring, Ethernet
- Cat 5: do 100 MHz (100Mbps), Data Grade Cable
Ethernet 100BASE-TX, 1000BASE-T, Cat 5e
- Cat 6: do 250 Mhz, ...

7

Strukturovaná kabeláž

- rozvod datové i hlasové kabeláže (telefonní a počítačová síť)
použití UTP kabeláže
- jasně daná struktura, vyhrazené kanály v podlaze/stěnách
- kabely jsou u uživatelů ukončeny zásuvkami
- na druhé straně je rozvaděč, tzv. patch-panel s vyústěním všech kabelů
- pomocí patch-kabelů se propojí zásuvky do switche/hubu
- snadná rekonfigurace podnikových sítí
- správa síťových prvků je centralizována

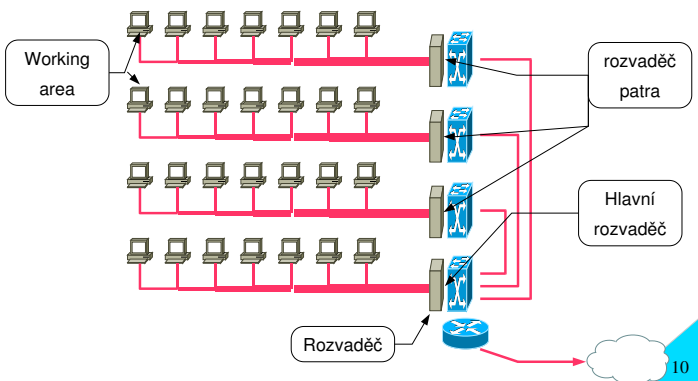
8

Strukturovaná kabeláž

- rozvaděč
jeden pro každé patro nebo 1000 m²
propojeny s hlavním rozvaděčem vertikálním rozvodem
často umístěn v racku společně s aktivními prvky (switchi)
- uživatelské stanice – v tzv. working area
6 m², 3 zásuvky
propojeny s rozvaděčem horizontálním rozvodem
zakončení zásuvkou pro RJ45 konektory
- kabely neohýbat více než 90°, rozplétat max. 13 mm

9

Strukturovaná kabeláž

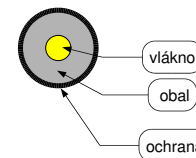


10

Optická vlákna

Světlovodná vlákna

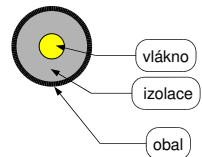
- většinou skleněná (plastová)
- paprsek se odráží na rozhraní vlákna a obalu
- průměr určuje vlastnosti vlákna (útlum)
- používají se dva druhy vláken:
jednovidová
mnohavidová
- vlákna se spojují buď svařováním nebo pomocí speciálních konektorů
typ ST, SC



11

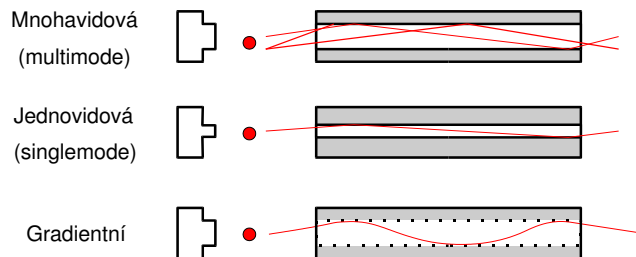
Optická vlákna

- jednovidová (single mode)
označení: 9/100 (9 μm/100 μm) [pro srovnání lidský vlas: cca 30 μm]
zdroj světla: laserová dioda (ILD), prochází jen jeden paprsek
větší vzdálenosti (desítky kilometrů)
menší vlákno, hůře se napojuje (svařování, prach)
- mnohavidová (multi mode)
označení: 62,5/125 (62,5 μm/125 μm)
zdroj světla: LED
větší průměr vlákna, lépe se svařuje
max. 2 km



12

Optická vlákna



13

Bezdrátové spojení

- wireless, může používat různé frekvence
- 30 MHz – 1 GHz
rádiové vysílání
- 2 GHz – 40 GHz
směrové vysílání, nutná přímá viditelnost
satelitní spoje, (mikrovlnné trouby)
- 10^{11} – 10^{14} Hz
infračervené světlo
PAN (v jedné místnosti), lokální sítě

14

Srovnání

	UTP/STP	Koaxiální kabel	Optické vlákno
Instalace (náklady)	nízké	střední	vysoké
Instalace (obtížnost)	malá	malá	střední
Rychlost max.	do 1 Gbps	do 1 Gbps	Tbps
Délka max	90 – 150m	600 – 1200	desítky km
Odolnost proti rušení	nízká/střední	střední	vysoká

15

Řízení přístupu

Řízení přístupu ke sdílenému přenosovému kanálu

- statické
předem dané dělení kanálu na několik částí
např. frekvenční/časový multiplex
- dynamické
kanál (celý) přidělován na žádost, podle potřeby
musí se nějak rozhodovat, jak se bude sdílený kanál přidělovat – řízení přístupu
problém především s vysíláním, přijímat mohou všichni současně
při souběžném vysílání vzniká kolize (signály se pomíchají)

16

Deterministické vs nedeterministické

Chceme, aby vysílal vždy jen jeden uzel, jak toho dosáhnout?

- deterministický přístup
vždy bude mít právo vysílat jen jedna stanice
toto právo si budou periodicky předávat
jasně definovaná pravidla, výsledek není ovlivněn náhodou
- nedeterministický přístup
zkusím poslat data a počkám, co se stane
nastávají kolize, které je třeba řešit (poslat data znovu)
výsledek chování sítě je ovlivněn náhodou (čekání náhodnou dobu)

17

Centrální vs distribuované

Jak se řídí přidělování média?

- centrálně
v síti existuje zařízení, které rozhoduje, komu bude médium přiděleno
většinou se jedná o deterministické řízení
např. Token Ring, 100VG-AnyLan
- distribuované
uzly spolupracují, domlouvají se na obsazení kanálu
předpokládá, že se stanice budou chovat slušně
centrální prvek chybí
např. Ethernet (CSMA/CD)

18

Polling

- centrálně řízená metoda
- arbitr se ptá stanic, zda chtějí vysílat
- pokud ano, přidělí stanici sdílený kanál
- ne, ptá se další stanice
- výhody:
 - deterministické, každá stanice se časem dostane k vysílání
 - pro řízení je možné použít sdílený kanál (stejný jako pro data)
- nevýhody:
 - citlivost na výpadek arbitra, velká režie

19

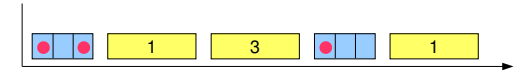
Explicitní žádost

- opět centrálně řízená metoda
- stanice arbitrovi signalizuje žádost o vyslání dat
- arbitr potvrzuje (povoluje vyslání)
- nevýhody:
 - opět citlivost na výpadek arbitra
 - režie (pokud nejsou na signalizování využity speciální kanály)
- výhody:
 - stabilní při velké zátěži
- např.: 100VG-AnyLan (zamýšlený Fast Ethernet)

20

Rezervační metody

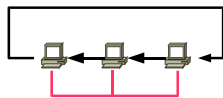
- přidělování na žádost: distribuovaná verze
- síť koluje rezervační rámec, v něm si stanice rezervují časové sloty
- stanice vysílají postupně podle rezervací



21

Logický kruh

- distribuovaná metoda
- právo vysílat má stanice, která vlastní tzv. token (speciální data)
- každá stanice vyšle svá data a pak token předá stanici následující v logickém kruhu
 - nesouvisí s fyzickou topologií
- stanice musí vědět o svém následníkovi
- problém s výpadkem stanice, tokenu
- Např. TokenRing, FDDI



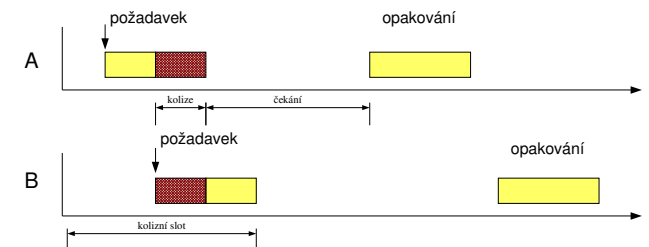
22

Historie: Aloha

- neřízená distribuované metody
- na propojení částí univerzity na Havajských ostrovech (rádiový signál)
- data se odesílají bez ohledu na ostatní
- mohou nastávat kolize (vysílá více stanic najednou)
 - řeší se přeposláním zprávy (po vypršení doby na potvrzení)
- malá efektivita (max. 18%)

23

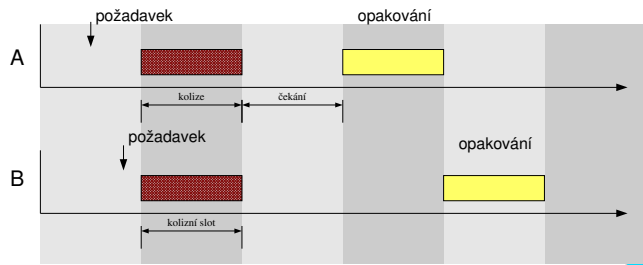
Aloha



24

Taktovaná Aloha

- zmenšení velikosti kolizního slotu
- potřeba synchronizace



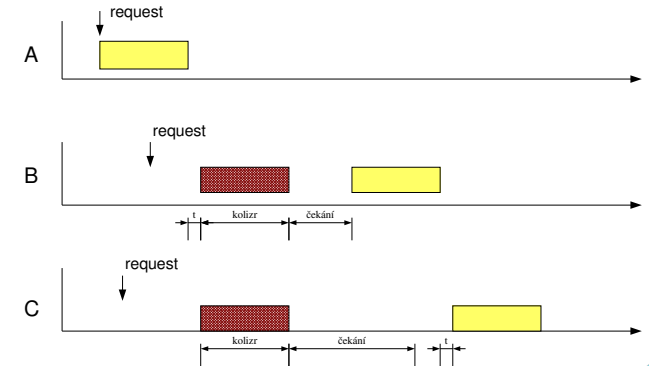
25

CSMA

- Carrier Sense Multiple Access
- Aloha nedetekovala vysílání ostatních stanic
- Carrier Sense = odposlech nosné (frekvence)
 - stanice poslouchá, co se děje na médiu a neruší vysílání ostatních
- Multiple Access = může vysílat více stanic najednou
- kdy dochází ke kolizi
 - více stanic současně detekuje, že médium je volné a začne vysílat
 - nejčastěji těsně po skončení vysílání nějaké stanice

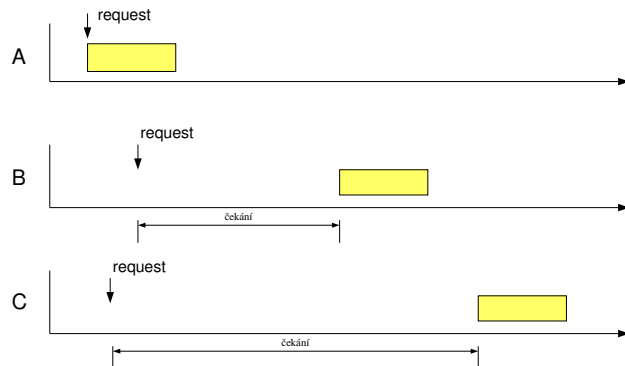
26

Naléhající CSMA



27

Nenaléhající CSMA



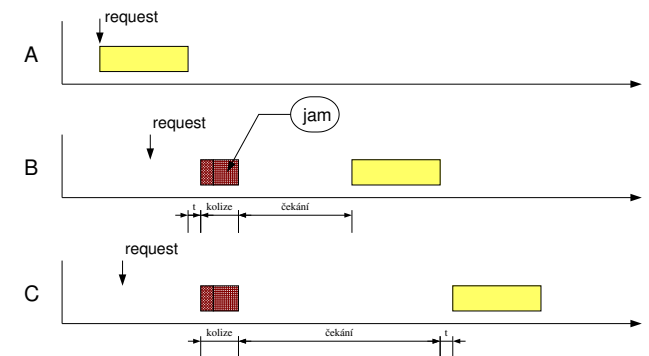
28

CSMA/CD

- CSMA Collision Detection (detekce kolize)
 - pokud vysílající stanice detekuje kolizi, nedokončí vysílání
- používá se např. u Ethernetu
- Algoritmus:
 - stanice chce vyslat rámeček: detekuje klid na médiu (po dobu kolizního slotu) - začne vysílat rámeček, jinak musí počkat do skončení přenosu
 - pokud stanice při vysílání rozpozná kolizi, vyšle jam signál, aby i ostatní stanice poznaly, že nastala kolize
 - o opakování se stanice pokusí po náhodné době, střední doba čekání se prodlužuje
 - u Ethernetu max. 10 pokusů, doba narůstá exponenciálně

29

CSMA/CD



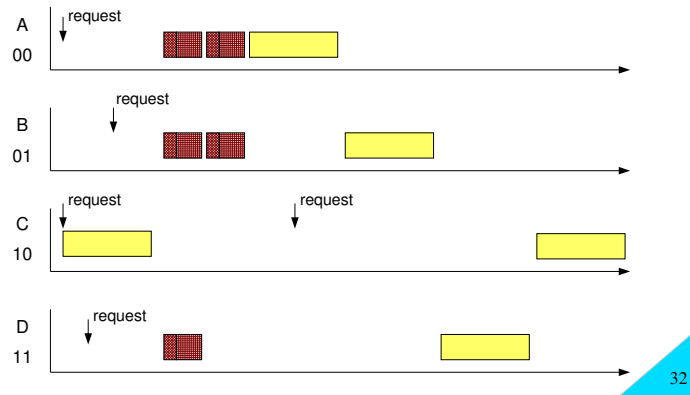
30

CSMA/DCR

- Deterministic Collision Resolution (deterministické řešení kolizí)
- při detekci kolize se stanice rozdělí do skupin
např. podle bitů adres – binární strom
- nejdříve vysílají data stanice, které kolizi způsobily
- poté se médium uvolní pro všechny stanice

31

CSMA/DCR



32

CSMA/CA

- předcházení kolizím (Collision Avoidance)
- po skončení vysílání nějaké stanice n má další stanice m právo vysílat až po uplynutí času: $((m - n) \bmod N) * t$
 N je počet stanic v síti, t je doba šíření signálu médium
- je to vlastně virtuální kruh na sdíleném médium
- nevyužívá plně přenosovou kapacitu média, ale zabraňuje kolizím
- používá se v rádiových sítích, v sítích AppleTalk

33

Metody linkové vrstvy

Mezi úkoly linkové vrstvy patří:

- synchronizace rámců
aby bylo jasné, kde začínají a končí vysílaná data
- spolehlivost přenosu
řeší poškození nebo ztrátu rámců
- řízení toku
aby vysílající nezahltil příjemce
používá se i ve vyšších vrstvách

34

Synchronizace rámců

Znakově orientovaný přenos

- data: posloupnost znaků (o pevném počtu bitů)
- Jak rozpoznat začátek a konec?
speciální (řídící) znaky, které se nemohou vyskytovat v datech
případně může být uvedena délka dat, pak odpadá detekce konce rámce
pokud se řídící znaky můžou v datech vyskytnout, musíme to ošetřit
character stuffing, před řídícím znakem se vyšle jeden speciální
v datech se speciální znak zdvojuje
má jistou režii

35

Synchronizace rámců

Bitově orientovaný přenos

- opět chceme poznat začátek (konec) rámce
- posuvný registr, hledáme speciální posloupnost
která se nevyskytne v datech (např. 01111110)
opět problém co s daty, aby se tam sekvence nevyskytovala
řešení: např. vkládání 0 po pěti jedničkách (bit stuffing)
menší režie než u znakových přenosů

36

Detekce chyb

- Data se mohou při přenosu poškodit – dostaneme jiná data
- chceme spolehlivě detekovat, zda k poškození došlo
- detekce chyb: k datům se přidá navíc:
 - parita (sudá, lichá, jedničková, nulová)
 - kontrolní součty (XOR), CRC
 - samoopravné kódy
- metody mají různou režii a spolehlivost

