FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

PB001: Úvod do informačních technologií

Luděk Matyska a Eva Hladká

podzim 2018

Obsah přednášky

Úvod

Architektura počítačových sítí

- síťová vrstva
- transportní vrstva
- relační vrstva
- prezentační vrstva
- aplikační vrstva

Vybrané síťové aplikace

- Jmenná služba – DNS
- World Wide Web – HTTP
- Přenos souborů – FTP

Počítačové sítě

- skupina HW prostředků a počítačů propojených komunikačními kanály, které umožňují sdílení informací a zdrojů.

Možné účely:

- komunikace uživatelů (přenos textu, řeči, videa, atd.)
- sdílení hardwarových zdrojů
- sdílení dat a informací
- poskytování softwarových služeb

Základní vlastnosti počítačové sítě:

- doručení dat (správnému příjemci)
- správnost doručení (nepoškozená data)
- včasnost doručení

Ideální vs. skutečné sítě

Ideální sítě

- transparentní pro uživatele/aplikace
- neomezená propustnost
- žádné ztráty dat
- žádné žádné zpoždění
- zachovávají pořadí paketů
- date nemohou být poškozena

Skutečné sítě

- mají vnitřní strukturu, která ovlivňuje doručení dat
- omezená propustnost
- dochází ke ztrátám dat
- data se variabilně zpožďují
- pořadí paketů není garantováno
- data mohou být poškozena

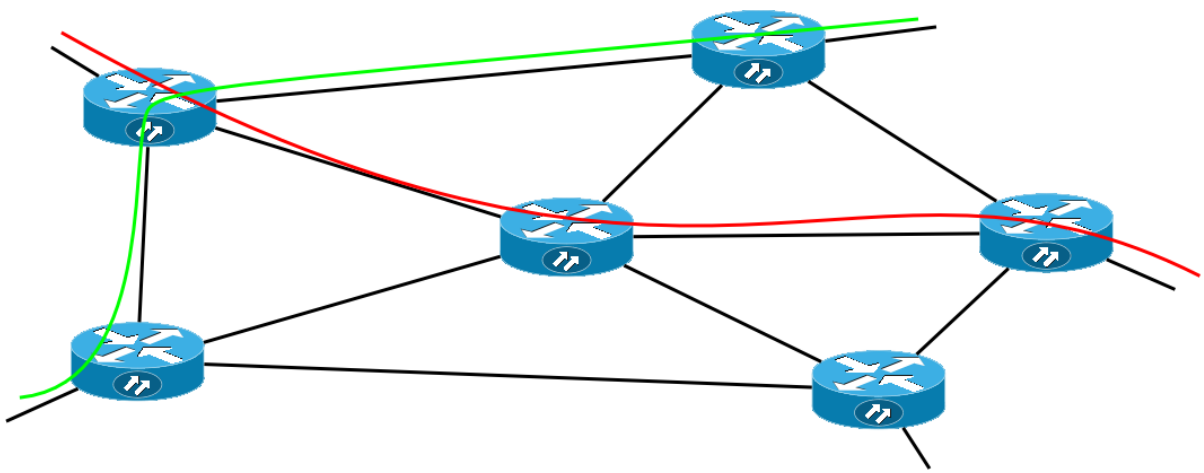
Požadované vlastnosti

- efektivita – efektivní/maximální využití dostupné přenosové kapacity
- spravedlivost – stejná priorita přístupu všech uživatelů ke všem datovým tokům
- decentralizovaná správa
- rychlá adaptace na nový stav topologie sítě
- spolehlivost
- řízení toku dat – ochrana proti zahlcení

Základní přístupy

Spojované sítě (přepínání okruhů)

- komunikace ve dvou fázích: navázání spojení → přenos dat
- spojení (cesta sítí) je udržována během celé komunikace
- síť udržuje stav – informace o vystavěných spojeních
- „abstrakce drátu“
- snadné zaručení kvality služby
- např. analogové telefonní sítě

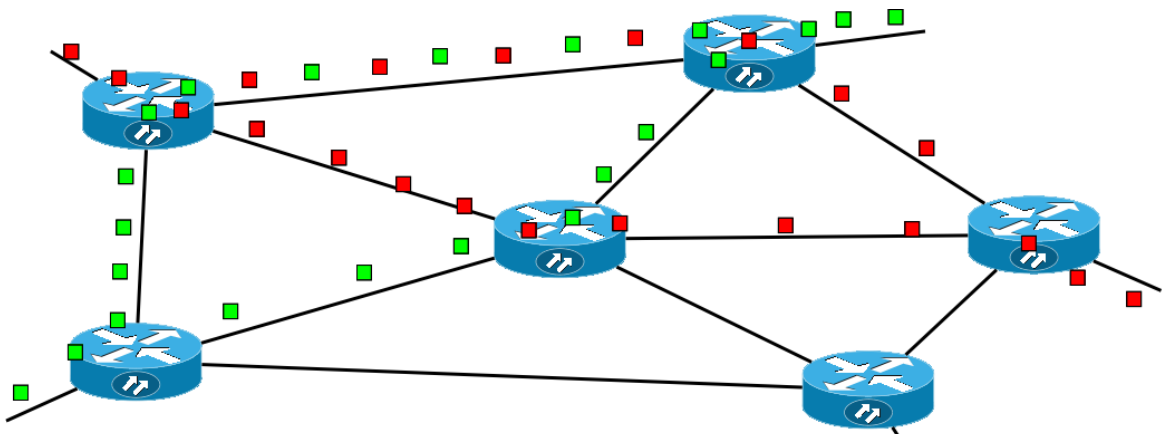


FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Základní přístupy

Nespojované sítě (přepínání paketů)

- data rozdělena vysílající stranou na malé pakety (datagramy)
- každý paket prochází sítí samostatně
- pakety mohou přicházet v různém pořadí
- přijímající strana pakety opět složí do původní podoby
- není třeba uchovávat stav sítě, větší robustnost
- velmi problematická implementace kvality služby
- např. Internet



FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Komunikační protokoly

Motivace:

- *forma* komunikace/domluvy musí být předem známa všem zúčastněným stranám

Komunikační protokol:

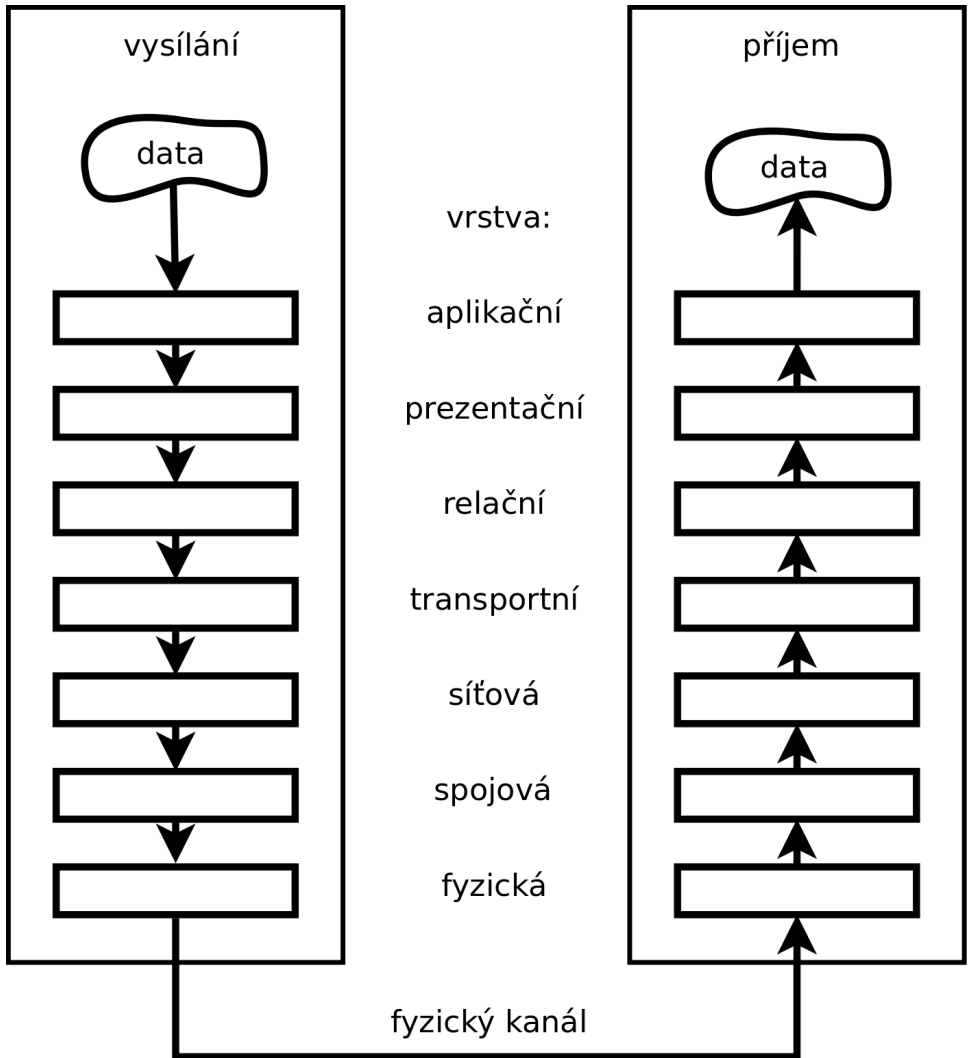
- určuje *co* je předmětem komunikace, *jak* daná komunikace probíhá a *kdy* probíhá
- definuje
  - syntax – strukturu/formát zasílaných dat
  - sémantiku – funkční význam zasílaných dat (jak mají být interpretována)
  - časování – kdy je třeba zaslat kterou správu
- např. TCP, UDP, IP, IPv6, SSL, TLS, SNMP, HTTP, FTP, SSH, Aloha, CSMA/CD, …

ISO/OSI model

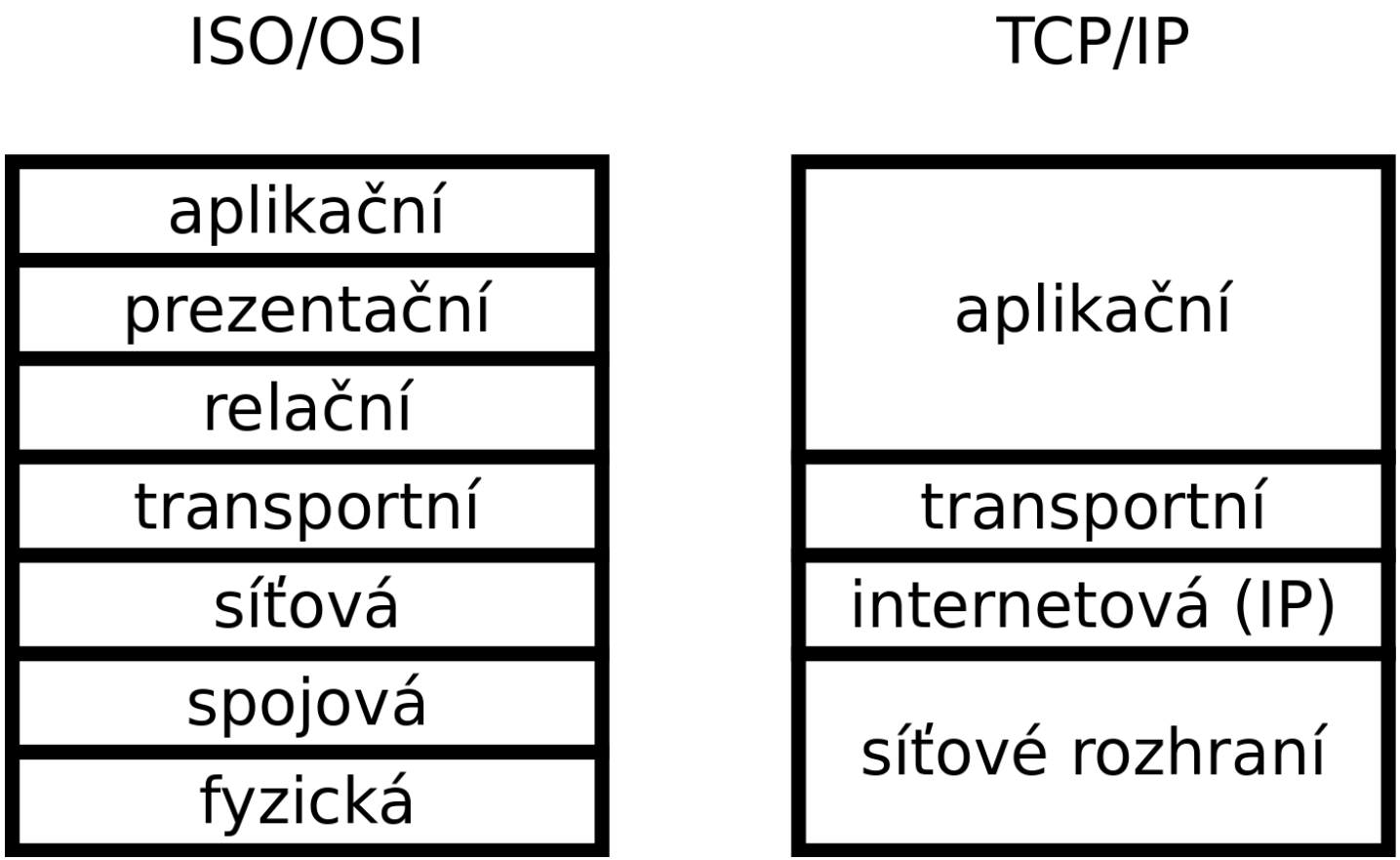
- 7 vrstev, každá odpovídá za konkrétní funkcionalitu
- každá vrstva komunikuje pouze se sousedícími vrstvami
  - využívá služeb nižších vrstev k poskytování svých služeb vyšším vrstvám
  - funkcionalita je izolována v rámci vrstvy
- logicky se komunikace odehrává mezi stejnými vrstvami komunikujících stran, fyzicky prochází všemi nižšími vrstvami
- vrstvy popisují pouze abstrakci, skutečné implementace se mohou odlišovat

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

ISO/OSI model



Srovnání TCP/IP s ISO/OSI



FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Síťová vrstva – IP

Cíl: propojování lokálních sítí do velkých, komplexních sítí (internet)
Internet protokol (IP):

- odpovídá za dopravu dat mezi uzly
- nespojovaná komunikace: základní jednotkou přenosu paket
- zajišťuje směřování paketů v síti
- jednoznačná identifikace (adresace) každého zařízení
- metody základního monitoringu sítě

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

IP adresy

- jednoznačné určení uzlu pomocí číselné adresy
- adresa: 32 bitů (IPv6 128 bitů)
- běžně se zapisuje dekadicky ve formátu: A.B.C.D
- zleva hierarchická: 147.251.48.1

Typy adres:

- individuální (unicast)
- broadcast – slouží k zaslání dat všem uzlům v dané LAN
- skupinové (multicast) – data směřována příjemcům, kteří o ně projevili zájem

IP protokol verze 6 (IPv6)

Proč nový protokol?

- relativně rychlé vyčerpání adresního prostoru IPv4
- potřeba podpory aplikací reálného času, zabezpečení, autokonfigurace, mobility

Vlastnosti:

- větší adresní prostor – 128 bitů (hexadecimální zápis)
- rozšířitelný – rozšiřující hlavičky
- podpora přenosů v reálném čase – prioritizace provozu
- podpora zabezpečení přenosu – autentizace, šifrování provozu ...
- podpora mobility pomocí domácích agentů
- podpora autokofigurace

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Přenos paketů

Cíl: dopravit paket skrz síť od vysílače k přijímači

- v podstatě grafový problém: síť jako graf
- algoritmy nalezení cesty mezi dvěma uzly grafu
- uzly znají cestu (explicitně, či implicitně)
- podle cílové adresy rozhodují uzly, kam poslat paket dále

Dvě fáze směrování:

- nalezení směrovacích tabulek
- vlastní zasílání datových paketů

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Směrovací schémata

- distribuované × centralizované
- „krok za krokem“ × zdrojové
- deterministické × stochastické
- jednocestné × vícecestné
- dynamické × statické

Protokoly používané v Internetu jsou označeny červeně.

Směrovací schémata – podrobněji

Statické algoritmy

- jednorázové (často ruční) tabulky
- vhodné pro statickou topologii

Dynamické algoritmy

- tabulky aktualizovány v reakci na změny v topologii
- robustní

Centralizované algoritmy

- stav sítě se posílá do centra
- centrum spočte tabulky a zasílá je zpět uzlům

Distribuované algoritmy

- vzájemná kooperace uzlů při vytváření tabulek

FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Transportní vrstva

Pojem portu

- Více aplikací na jednom stroji: nutná jemnější adresace
- Port: adresa poskytované služby

UDP protokol

- Pouze nezaručený přenos
- Datagramy jsou zasílány do sítě bez další kontroly
  - Žádná garance ani kontrola doručení

TCP (Transmition Control Protokol)

- Staví „spojovanou“ službu nad IP
  - Iniciace spojení
  - Garantovaný přenos
- Schopen reagovat na zahlcení (zpomalí a znovu postupně „přidává“)
- Hlavní přenosový protokol na Internetu

FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Relační vrstva

Relace (též dialog):

- spojení mezi dvěma koncovými účastníky na úrovni bezprostředně vyšší, než je vrstva transportní
- analogie telefonního hovoru
  1. je potřeba jej vytočit = analogie transportního spojení
  2. pak je možné jeho prostřednictvím vést hovor (= relaci) dvou účastníků

Vztah relačního a transportního spoje:

- jedno transportní spojení může zajišťovat dvě nebo více po sobě jdoucích relací
- více transportních spojení může zajišťovat jednu relaci

Služby relační vrstvy

Řízení dialogu mezi koncovými účastníky

- možnosti vedení dialogu
  - plně duplexní (v terminologii RM ISO/OSI: *Two-Way-Simultaneous* – TWS)
  - poloduplexní (*Two-Way-Alternate* – TWA)
  - simplexní (*One-Way*)
- poloduplexní režim řízen prostřednictvím mechanismu předávání pověření k přenosu dat (data token)

Služby relační vrstvy

Synchronizace (též *checkpointing*)

- situace:
  - příjemcem dat je počítač, který přijatá data tiskne na tiskárně
  - dojde k dočasné poruše tiskárny (např. zaseklý papír)
  - příjemce může přijít o určitý objem dat, které jinak v pořádku přijal (tj. které byly transportní vrstvou bezchybně doručeny) – je potřeba vrátit se „o kousek zpět“ a ztracená data přenést znovu
- řešeno mechanismem *kontrolních bodů* (*synchronization points, checkpoints*)
  - příjemci umožňují, aby si na vysílajícím vyžádal návrat k zadanému kontrolnímu bodu (nové vyslání dat)
  - zavedeny dva druhy kontrolních bodů – hlavní (*major*) a vedlejší (*minor*)

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Relační vrstva – Závěr

Relační vrstva ISO/OSI není v TCP/IP modelu uplatněna:

- TCP/IP nabízí pouze přenosové služby na úrovni transportní vrstvy
- potřebuje-li některá aplikace služby obecnějšího charakteru (ala relační vrstva), musí si je realizovat sama

Příklady „protokolů relační vrstvy“:

- *SSL, Secure Sockets Layer*
- *SDP, Sockets Direct Protocol*
- *RPC, Remote Procedure Call Protocol*
- *NetBIOS, Network Basic Input Output System*
- *H.245, Call Control Protocol for Multimedia Communication*
- *ASP, AppleTalk Session Protocol*

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Prezentační vrstva

Hlavní úkol: konverze přenášených dat do jednotného formátu

- různé architektury se liší ve *vnitřní reprezentaci dat* (kódování znaků, čísel, atp.)
  - EBCDIC kód (střediskové počítače firmy IBM) vs. ASCII kód pro kódování znaků
  - jedničkový doplňkový kód (CBC Cyber) vs. dvojkový doplňkový kód (většina ostatních PC) pro reprezentaci celých čísel
  - Little Endian (mikropočítače Intel, PDP-11) vs. Big Endian (počítače řady IBM 360/370, mikroprocesory firmy Motorola)
- dosažení jednotné interpretace dat na obou komunikujících stranách
  - vzájemné přímé přizpůsobení stylu „každý s každým“ (v závislosti na komunikujícím partnerovi)
  - převod do společného „mezitvaru“

Prezentační vrstva

Prezentační vrstva využívá společného mezitvaru

- pro popis přenášených dat využit jazyk **ASN.1 (Abstract Syntax Notation version 1)**
- aplikace prezentační vrstvě předává **data + jejich popis v jazyce ASN.1**
- nutnost domluvy na vzájemném *kontextu*
  - definuje, jaké struktury budou přenášeny a jaká bude jejich přenosová syntaxe

Další možné služby prezentační vrstvy:

- *šifrování*
- *komprese*

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Prezentační vrstva

- v TCP/IP modelu se předpokládá, že úkoly prezentační vrstvy si zajistí sama aplikace

- příklady „protokolů prezentační vrstvy“:
  - *AFP, Apple Filing Protocol*
  - *ASCII, American Standard Code for Information Interchange*
  - *EBCDIC, Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*
  - *LPP, Lightweight Presentation Protocol*
  - *NDR, Network Data Representation*
  - *XDR, eXternal Data Representation*
  - *X.25 PAD, Packet Assembler/Disassembler Protocol*

FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Aplikační vrstva

Poskytuje služby pro uživatele:

- aplikační programy (aplikace) specifické pro požadovaný účel
  - např. elektronická pošta, WWW, DNS, atd. atd.
- aplikace = hlavní smysl existence počítačových sítí

Zahrnuje *síťové aplikace/programy* a *aplikační protokoly*:

- aplikační protokoly (HTTP, SMTP, atd.) jsou **součástí** síťových aplikací (web, email)
  - nejedná se o aplikace samotné
  - protokoly definují formu komunikace mezi komunikujícími aplikacemi
- aplikační protokoly definují:
  - typy zpráv, které si aplikace předávájí (*request/response*)
  - syntaxi přenášených zpráv
  - sémantiku přenášených zpráv (jednotlivých polí)
  - pravidla, kdy a jak aplikace zprávy vysílají

FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Vybrané síťové aplikace

- *Jmenná služba – DNS*
- *World Wide Web – HTTP*
- *Elektronická pošta – SMTP*
- *Přenos souborů – FTP*
- *Multimediální přenosy – RTP, RTCP*

FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Jmenná služba – DNS

Domain Name System (DNS) – služba pro překlad doménových jmen na IP adresy a zpět

- např. `aisa.fi.muni.cz` ↔ `147.251.48.1`

V začátcích Internetu řešeno za pomocí tzv. **host** souborů

- soubory s dvojicemi *doménové jméno, IP adresa*
- neškálovatelné řešení
  - s růstem Internetu nemožné mít tyto soubory (obsahující doménová jména celého Internetu) na každém uzlu
  - navíc v nich vyhledávat, aktualizovat, ...

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Jmenný prostor

Jmenný prostor ≈ způsob pojmenování předmětných entit

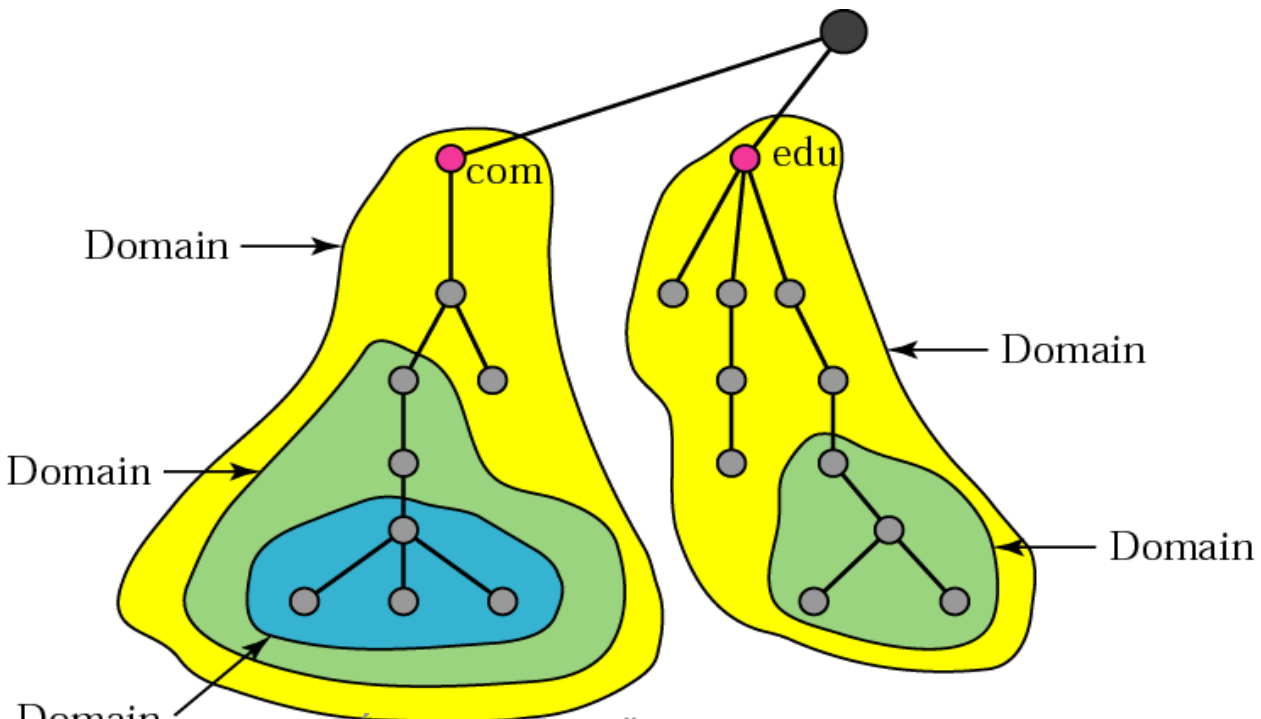
- 2 základní varianty:
  - *plochý jmenný prostor* – jména bez jakékoliv vnitřní struktury
    - např. `mujRouterDomaVBrne`
    - hlavní nevýhoda: nemožnost využití ve velkém systému (nutnost centrální kontroly pro zamezení duplicit)
  - *hierarchický jmenný prostor* – jména s hierarchickou vnitřní strukturou
    - jména sestávají z několika částí, každá s definovaným významem
    - např. `mujRouter.DomaVBrne.cz`
    - hlavní výhoda: možnost decentralizace správy (přidělování a kontroly) jmen
      (zodpovědnost vždy za určitou (pod)část doménového jména)

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Jmenný prostor Internetu

Doménový jmenný prostor (Domain Name Space)

- varianta hierarchického uspořádání (stromová struktura)
- maximální počet úrovní: 128
- Doména – podstrom doménového jmenného prostoru
  - jménem domény je doménové jméno jejího kořenového uzlu

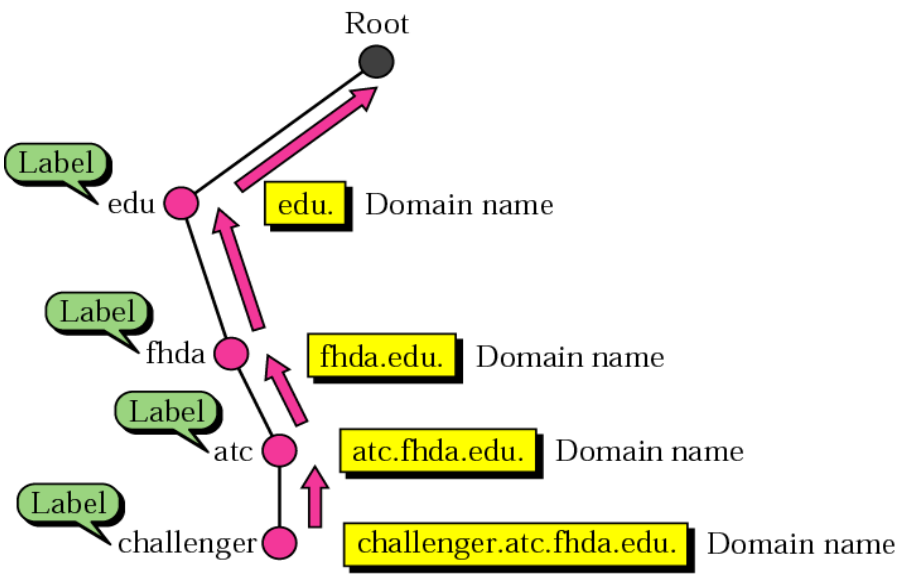


FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Jmenný prostor Internetu

Každý uzel je charakterizuje:

- *label* – řetězec (max. 63 znaků) popisující daný uzel
  - jmenovka kořenového uzlu je prázdný řetězec
- *domain name* – sekvence jmenovek (oddělená znakem „“) od daného uzlu ke kořenovému
  - plné doménové jméno vždy končí znakem „“



FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Domény v Internetu

Jmenný prostor Internetu rozdělen na 3 základní typy domén:

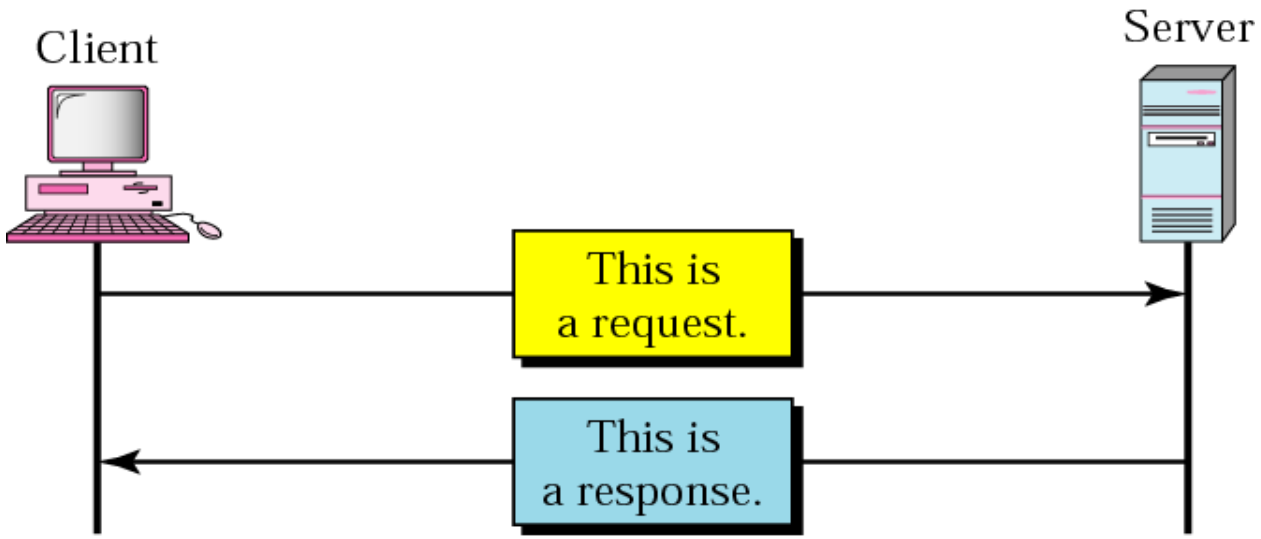
- *základní (generic) domény*
  - com, edu, gov, int, mil, net, org, ...
- *národní (country) domény*
  - definují uzly podle příslušnosti ke státu
  - cz, sk, ca, us, jp, ...
- *reverzní (inverse) domény*
  - slouží pro mapování IP adres na doménová jména
  - struktura: převrácená IP adresa + identifikátor in-addr (inverse address) (IPv4) nebo ip6 (IPv6) + identifikátor arpa (z historických důvodů)

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

World Wide Web – HTTP

HyperText Transfer Protocol (HTTP) – protokol pro přístup k datům na World Wide Webu (WWW)

- přenášená data mohou být ve formě textu, hypertextu, audia, videa, atp.
- základní idea: klient vysílá požadavek, WWW server zasílá odpověď
  - komunikace TCP protokolem na portu 80



FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

World Wide Web – HTTP

Hypertext

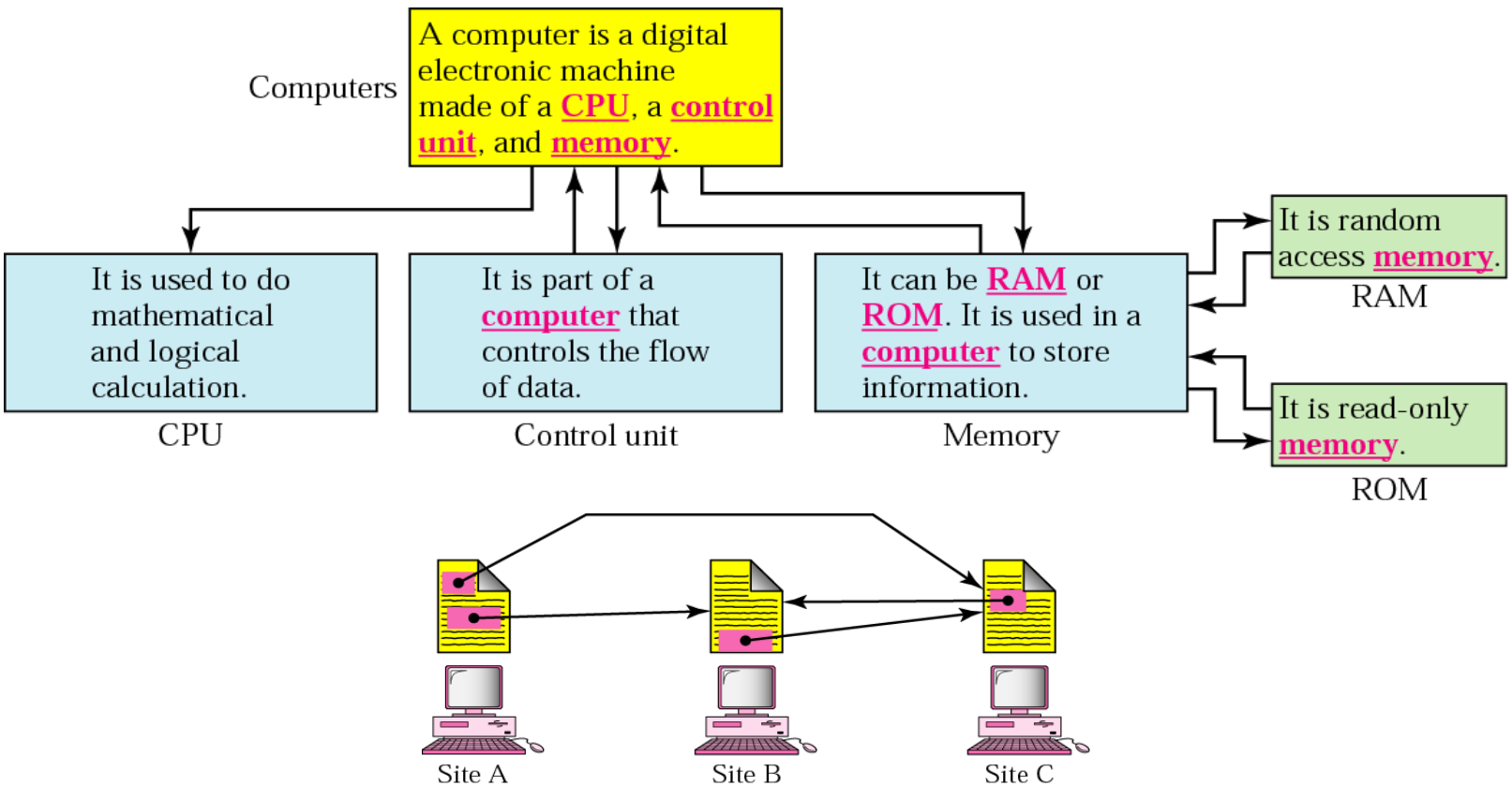
Co je to „hypertext“?

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

World Wide Web – HTTP

Hypertext

Co je to „hypertext“?



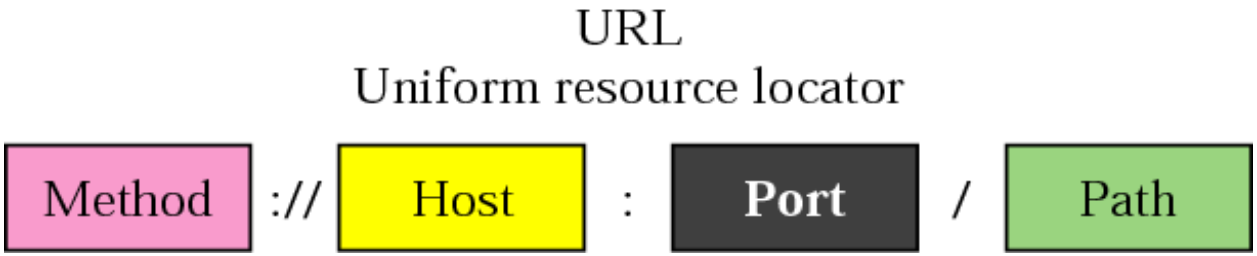
FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

World Wide Web – HTTP

Uniform Resource Locator (URL)

Součástí požadavku je tzv. *Uniform Resource Locator (URL)*

- standardní mechanismus pro specifikaci „čehokoliv“ na Internetu
- definuje zdroj, který chce klient získat
- součástí URL je:
  - method – metoda (protokol), který má být využit pro přístup k odkazovanému zdroji
  - host – uzel, kde se odkazovaná informace nachází (kde má být vyhledána)
  - port – volitelná součást, pokud je využit jiný než standardní port
  - path – cesta, kde se odkazovaná informace nachází (+ případně další informace (parametry))



FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

World Wide Web – Dokumenty

Základní kategorie WWW dokumentů:

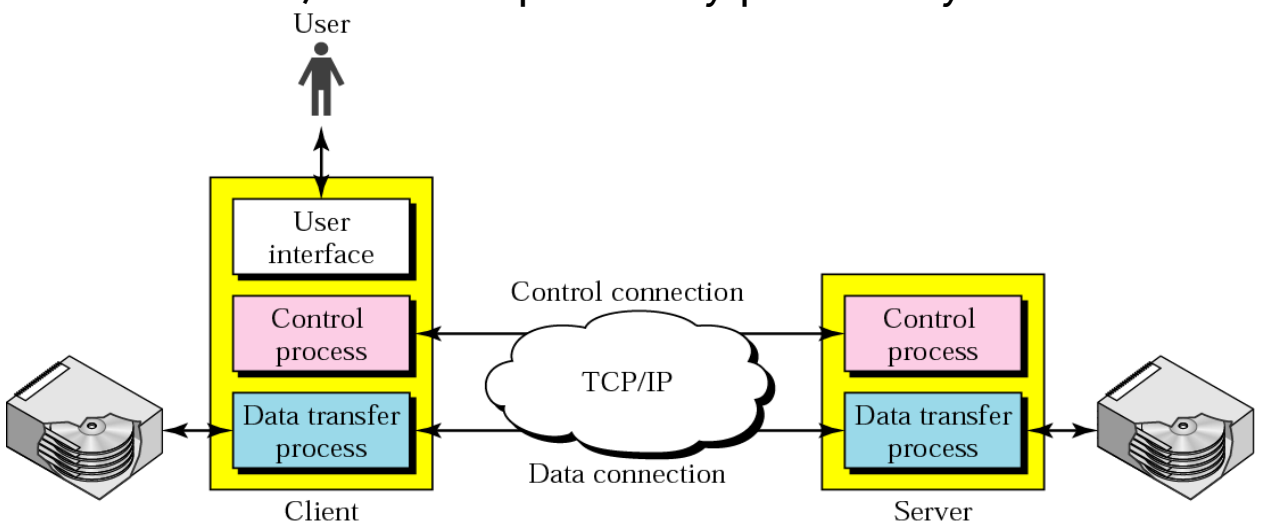
- *statické* – na serveru uložené dokumenty s pevným obsahem
  - např. HTML dokumenty
- *dynamické* – neexistují v předem definovaném formátu; jsou tvořeny webovým serverem dle požadavků klienta
  - např. CGI skripty
- *aktivní* – serverem poskytnuté programy spouštěné na straně klienta
  - např. JAVA aplikace

FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Přenos souborů – FTP

File Transfer Protocol (FTP) – standardní mechanismus Internetu určený pro přenos souborů mezi uzly

- oproti jiným klient-server aplikacím FTP klient s FTP serverem ustavuje **dvě samostatná TCP spojení**
  - řídící zprávy zasílány tzv. out-of-band
  1. řídící spojení (TCP, port 21)
     - udržováno po celou dobu ustavené relace
  2. datové spojení (TCP, port 20)
     - otevíráno/zavíráno pro každý přenášený soubor

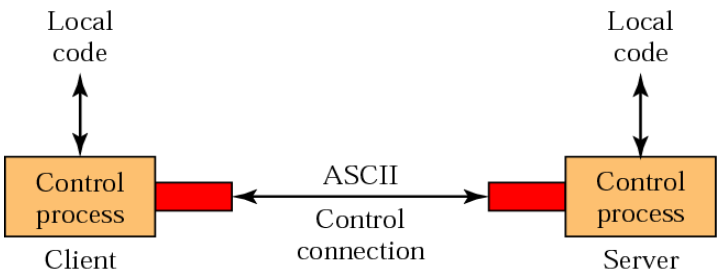
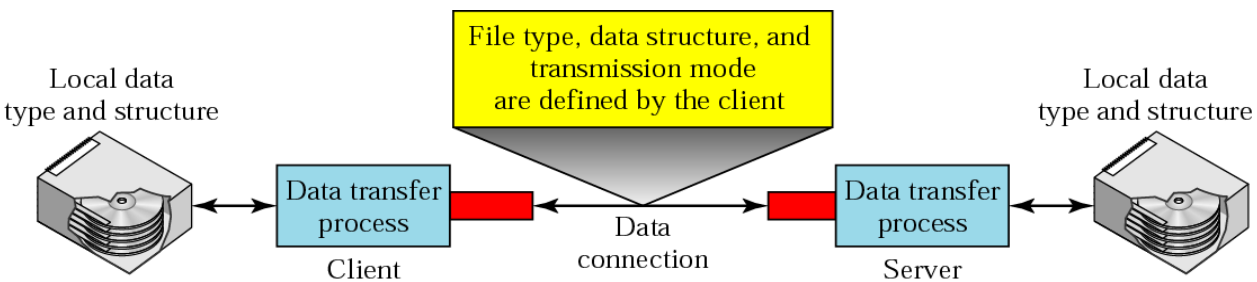


FAKULTA INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Přenos souborů – FTP

Řídící vs. datová komunikace

- řídící komunikace – přenos požadavků klienta a odpovědí serveru
  - domluva na parametrech spojení
    - typ souboru (textový vs. binární), vnitřní struktura souboru (obvykle bez struktury) a přenosový mód (proudový, blokový, komprimovaný)
    - nezbytné pro překonání heterogenity komunikujících stran



- datová komunikace