

Počítačové sítě

přednášky

Jan Outrata

říjen–prosinec 2010 (aktualizace září–prosinec 2013)

Tyto slajdy byly jako výukové a studijní materiály vytvořeny za podpory grantu FRVŠ 1358/2010/F1a.

Použitá a doporučená literatura

- Kabelová A., Dostálek L.: *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS (5. vydání)*. Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2236-5
- Kállay F., Peniak P.: *Počítačové sítě LAN/MAN/WAN a jejich aplikace (2. vydání)*. Grada, 2003. ISBN 80-247-0545-1
- Pužmanová R.: *Moderní komunikační sítě od A do Z (2. aktualizované vydání)*. Computer Press, 2006. ISBN 8025112780
- Trulove J.: *Sítě LAN - hardware, instalace a zapojení*. Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2098-2
- Zandl P.: *Bezdrátové sítě WiFi: Praktický průvodce*. Computer Press, 2003. ISBN 80-722-6632
- Tanenbaum A. S., Wetherall D. J.: *Computer Networks (5th edition)*. Prentice Hall, 2010. ISBN 978-0132126953
- Forouzan B.: *TCP/IP Protocol Suite*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2009. ISBN 978-0073376042
- Archiv článků a přednášek Jiřího Peterky
- *Dokumenty RFC (Request For Comments)*, RFC Editor

Úvod

Úvod

- propojování počítačů nevyhnutelné – přístup (v reálném čase) k informacím na jednom místě z více míst, ideálně odkudkoliv
- **komunikační síť**
 - dříve zvlášť **telekomunikační** (telefon, rádio), zábava (rádio, televize) a **datové** (počítačové sítě)
 - dnes hlas i obraz jako data (**digitalizace**) v telekomunikačních sítích a telekomunikační služby v datových sítích (Internet) → **konvergence**
- **počítačová síť** = skupina vzájemně propojených počítačů a dalších zařízení (**hostitelských/koncových uzlů**), komunikujících pomocí prvků **síťové infrastruktury**:
 - **přenosová/propojovací média**: metalické vodiče a optická vlákna = „drát“, elektromagnetické (rádiové) vlny = „bezdrát“
 - aktivní a pasivní **propojovací prvky**: opakovače, prepínače, směrovače, brány aj.
- **síťové prostředky (zdroje)**: SW a HW prostředky a služby poskytované hostitelskými uzly skrze síť

Historie počítačových sítí

- za posledních X desítek let neustálý nárůst objemu a komplexnosti informací ve formě dat
 - od papíru k (přenosným) datovým médiím, s růstem počtu počítačů sílí požadavek na **výměnu dat**
 - 50. léta – přenos dat mezi izolovanými počítači na samotných datových médiích („offline“), lokální využití počítačů
 - od konce 50. let – **propojování** počítačů (drátovými a později bezdrátovými médii), data na jednom místě, přístup a výměna z jiných míst v reálném čase („online“), vzdálené využití počítačů
- ⇒ nutnost řešit **komunikaci mezi počítači (uzly)** → vývoj způsobů propojení a komunikace

Historie počítačových sítí: způsoby propojení

Na lokální úrovni:

- **dvoubodové spoje** – přímé propojení dvou počítačů (typicky přes HW porty), konec 50. let
- **terminálové sítě** – počítače jako vstupně/výstupní HW terminály připojené k hlavnímu počítači (mainframe), 60. léta, později SW emulátory terminálů na počítačích
- **lokální sítě** – propojení více (osobních) počítačů, od 70. let, různé **topologie**:
 - **polygonální** – dvoubodové spoje každý s každým \Rightarrow velká spotřeba propojovacích médií
 - **sběrnice** – minimum propojovacích médií, počítače napojené na **sběrnici** = sdílené přenosové médium \Rightarrow vytížení sběrnice, varianta **kruhová** = uzavřená drátová sběrnice, prostorové a časové využití (přenosové kapacity) sběrnice
 - **hvězda, strom** – sběrnice \rightsquigarrow propojovací prvek, dvoubodové spoje s počítači
- různá firemní (proprietární) řešení lokálních sítí – 80. léta, navzájem nekompatibilní, nutná standardizace

Historie počítačových sítí: způsoby propojení

Na globální úrovni:

- využití **telekomunikačních sítí** – oddělení přenosové (propojovací) části sítě od koncových zařízení (lokálních sítí), propojování lokálních sítí do **rozlehlých sítí**, od 60. let
- **globální sítě** - decentralizované a distribuované, od 70. let
- různé firemní (proprietární) sítě (ARPANET, CYBERNET, EIN) – vedle veřejných telekomunikačních (DATEX, EDS, TELENT), 70. léta
- ARPANET \rightsquigarrow dominantní veřejná síť **Internet**, od 80. let

Historie počítačových sítí: způsoby komunikace

- přepojování fyzických **okruhů** (i komutovaných) – pronájem **komunikačního kanálu** = části přenosového média, podobně jako v telekomunikační síti, 50. léta
- přepojování (přenos) **zpráv** = celistvých dat – princip telegramu, ne v reálném čase, 60. léta
- přepojování (přenos) **paketů** = „kousků zpráv“ – v reálném čase, řešení spolehlivosti přenosu, konec 60. let, 70. léta → **paketové sítě**
- „nespolehlivé“ (Internet) i „spolehlivé“ (X.25) paketové sítě

Konvergence sítí

= sbližování/využívání odlišných komunikačních technologií, telekomunikačních s hlasem a obrazem (přepojované sítě) a datových (paketové sítě)

- konvergentní telekomunikační síť = integrace datových služeb (paketového přenosu dat) do telekomunikační sítě – přístup k Internetu, audio a video přenosy, „datová komunikace“, např. ISDN, GPRS
- konvergentní datové sítě = implementace telekomunikačních služeb v datové síti (Internetu), pomocné technologie pro garantovaný přenos (multimediálních) dat (hlasu a obrazu), např. streaming, virtuální telefonní ústředny

Klasifikace sítí

- podle různých kritérií: **rozlehlost**, rychlost přenosu (klasické a vysokorychlostní), forma aplikace aj.

Lokální (LAN, Local Area Network)

- propojení koncových uzlů s umožněním vzájemné komunikace a přenosu dat
- lokální = omezeny rozsahem (jednotky km, nejčastěji v budově nebo komplexu budov), v soukromé správě
- klasické přenosové rychlosti od 10 Mb/s do 1 Gb/s
- sdílené využití přenosového média
- př. Ethernet (10, 100 Mb, 1 Gb), Wi-Fi (jednotky až desítky Mb/s)
- dnes i virtuální

Klasifikace sítí

Metropolitní (MAN, Metropolitan Area Network)

- propojení a „prodloužení“ několika LAN, účelem přenosové sítě, charakterem lokální
- v rámci města (desítky km), soukromé i veřejné
- vyšší (několik Gb/s) i nižší (< 1 Mb/s) rychlosti ve srovnání s LAN
- př. Ethernet (10 Gb), Wi-Fi (jednotky Mb/s)

Klasifikace sítí

Rozlehlé (WAN, Wide Area Network)

- přenosové sítě propojující LAN/MAN (**páteřní síť**, telekomunikační síť – **broadband**)
- pro LAN má význam jen rozhraní přístupu k síti, zbytek „černá skříňka“
- velké vzdálenosti, pokrývají území států a kontinentů (neomezené), veřejné i soukromé (vlastní nebo pronájem kapacity)
- zpravidla vysoké přenosové rychlosti (desítky až stovky Gb/s), ale i nízké (desítky kb/s)
- (prostorově a časově) vyhrazené nesdílené využití přenosového média = pronájem kapacity sítě
- př. GPRS (desítky kb/s), xDSL (desítky Mb/s), Frame Relay, ATM (stovky Mb/s), DWDM (desítky až stovky Gb/s)

Klasifikace sítí

Personální (PAN, Personal Area Network)

- propojení zařízení, příp. k počítači, s umožněním vzájemné komunikace a přenosu dat, charakterem LAN
- omezeny dosahem, v okolí zařízení (jednotky až desítky m, nejčastěji „kolem osoby“), v soukromé správě
- nízké přenosové rychlosti (stovky kb/s)
- př. Bluetooth (stovky kb/s)

Klasifikace sítí

Z aplikačního hlediska:

- v **informačních systémech** jako komunikační subsystém s aplikačními službami pro poskytování a sdílení HW i SW prostředků a umožnění přenosu dat
- v **průmyslových aplikacích** jako komunikační systém pro řízení a automatizaci výroby (procesní úroveň), propojení a koordinace strojů (technologická úroveň) a napojení na informační systém (dispečerská úroveň)

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Počítačová síť (z pohledu informačního systému) = integrující prostředí pro vzájemné propojení komunikujících heterogenních prvků a systémů v rámci informačního systému

Vývoj informačních systémů kopíruje vývoj sítí:

- lokálně na 1 počítači (mainframe), s dávkovým zpracováním úloh, 50. léta
- **CIS** = centralizované informační systémy – v terminálových sítích, s interaktivním zpracováním dat, 60. léta
- **DIS** = distribuované informační systémy – lokální sítě s (osobními) počítači, se **souborovými servery** (downsizing), 70. až 80. léta
- architektury **klient-server**, distribuované zpracování s výkonem CIS, vznik dnešních informačních systémů (upsizing), od konce 80. let
- kombinace s počítači všech tříd (rightsizing)

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Služby poskytované (zejména rozlehlou) sítí, na aplikační úrovni:

- připojení k síti
- vzdálený přístup, sdílení výpočetních prostředků a přenos dat (sdílené soubory, databáze, peer-to-peer sítě)
- sdílení technických prostředků (tiskárny, disky, faxy, multimediální apod.)
- adresářové služby (jednotný přístup do informačního systému a k informacím z centrální databáze, např. LDAP, Active Directory)
- elektronická pošta a výměna dokumentů (služba EDI, objednávky, faktury)
- online komunikace/multimedia (např. ICQ apod., IRC, VoIP, VoD, video konference, streaming, hry) – vysoké nároky na síť
- informační služby, internetové aplikace (WWW, business a desktopové aplikace)
- monitorování a vzdálená administrace sítě (management, např. SNMP)

● ...

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Komunikace uzlů a propojovacích prvků sítě na různých úrovních:

- nižší – přenos bloků dat, (většinou) „nespolehlivý“ (bez potvrzení a opakování přenosu), založeno na cílové adrese (nespojová komunikace):
 - **unicast** = dvoubodová, základní
 - **multicast** = bod-skupina, např. streaming multimédií, virtuální sítě
 - **broadcast** = bod-všichni, např. konfigurace a zapojení do sítě
- vyšší – komunikace aplikací, (většinou) „spolehlivá“ (s potvrzením doručení a příp. opakováním), spojově orientovaná (vytvořeno „spojení“ mezi aplikacemi):
 - **peer-to-peer** = zpravidla rovnocenná výměna dat
 - **klient-server** = hierarchická, forma požadavek-odpověď, charakter nestavový i stavový (komunikace je v různých stavech)

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Typy koncových uzlů (počítačů) v síti:

- **pracovní stanice** (work station, klient)
 - převážně využívá služeb sítě
 - **tenký klient** = znakový/grafický HW terminál – pouze zprostředkování vstupu a výstupu pro vzdálený uzel (server), nemůže fungovat samostatně
 - **tlustý klient** = osobní počítač – i lokální úlohy, klientské části síťových služeb, může fungovat i samostatně (do určité míry)

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Typy koncových uzlů (počítačů) v síti:

- **server**, převážně poskytuje služby v síti, peer-to-peer nebo **dedicated**, nosné, pomocné apod.
 - souborový (FTP, NFS, SMB/CIFS) – operace se soubory, transparentní přístup k souborům po síti
 - databázový/adresářový (SŘBD/DBS, LDAP, AD) – strukturovaná data, prohledávání, adresáře uživatelských aj. účtů
 - poštovní (SMTP, POP3, IMAP) - přenos el. zpráv (emailů)
 - prezentační/terminálový (Telnet, SSH, VNC, Windows Terminal Server/RDC, Citrix Meta Frame/ICA)
 - informační/WWW (HTTP) – hypertextové stránky, dnes i aplikace
 - komunikační/multimediální – IM, VoIP, VoD, streaming
 - aplikační/výpočetní (RPC, DCOM/DDE, J2EE/SOAP) – spolupráce s databázovými a prezentačními servery
 - infrastrukturní – jmenné, přístupové, modemové, směrovače, brány aj.
 - tiskový – síťové tiskárny s tiskovou frontou
 - ...

Aplikace (v oblasti informačních systémů)

Více viz **informační systémy** (architektury host-terminal, file-server, client-server, intranet) a **multimediální systémy** (VoIP, VoD, konferenční služby, rezervace šířky pásma, prioritní řízení toku, časová synchronizace přenosu).