

Komunikace v počítačových sítích

Cílem této kapitoly je seznámit čtenáře s principy komunikace v počítačové síti, vysvětlit pojmy síťový model a síťová architektura a porovnat referenční model ISO/OSI s architekturou TCP/IP. Kapitola vysvětluje význam rozdělení síťové komunikace do jednotlivých vrstev a způsoby komunikace v rámci jednoho uzlu i mezi uzly.

Klíčové pojmy:

Síťový model, síťová architektura, komunikační protokol, síťový model ISO/OSI, síťová architektura TCP/IP, stejnohlé vrstvy, přepojování paketů, rámec, datagram, paket.

Komunikační protokoly

Komunikační protokol je množina pravidel, určujících způsob zápisu (syntaxi), význam jednotlivých zpráv při (síťové) komunikaci a synchronizaci těchto zpráv. Přitom komunikační protokol není závislý na implementaci a ani implementační detaily neřeší. Síťové komunikační protokoly tím pádem umožňují propojit v síti systémy s různými architekturami, různými operačními systémy a využít ke komunikaci různých komunikačních médií. Protokoly mohou být realizovány hardwarově, softwarově nebo jako kombinace hw a sw.

Vzhledem k velkému objemu konkrétních úkolů, které musí komunikační protokoly zajistit, je síťová komunikace rozdělena do několika *hierarchických vrstev*, kdy každá vrstva využívá služeb nižší vrstvy, plní daný úkol a poskytuje své služby nadřazené vrstvě. Nejvyšší vrstva poskytuje své služby přímo uživatelům. V rámci sítě pak spolu komunikují vždy *stejnolehlé vrstvy* (vrstvy stejné úrovně), většinou ovšem ne přímo.

Jednotlivé vrstvy mohou být implementovány nezávisle na ostatních vrstvách, přitom pro každou vrstvu může existovat více různých řešení její implementace (konkrétní varianta se pak vybere podle přenosového média a mechanismu přenosu dat). V každé vrstvě může existovat více relativně samostatných entit, jako jsou procesy, démoni, úlohy... Entity pak mohou plnit ve vrstvě různé funkce (nekonkurují si) nebo plní stejnou či obdobnou funkci, ale jiným způsobem (konkurují si). Konkrétní protokol pak řeší komunikaci mezi entitami stejnohlých vrstev, každý protokol tedy patří do konkrétní vrstvy, je na tuto vrstvu vázán a určuje způsob realizování požadované služby.

Funkce komunikačních protokolů

Komunikační protokoly musí zajistit minimálně:

- detekci fyzického spojovacího média, detekci uzlů, koncových zařízení
- handshake – nastavení parametrů spojení mezi komunikujícími zařízeními
- vyjednávání o parametrech spojení
- označení a detekce začátku a konce zprávy
- formátování zpráv
- detekce chyb
- způsob nápravy chyb
- ukončení spojení

Síťový model, síťová architektura

Síťový model realizuje ucelenou představu, jak mají být sítě řešeny z hlediska počtu a funkcí jednotlivých vrstev. Model neřeší implementační detaily jak mají jednotlivé vrstvy plnit své úkoly.

Při návrhu síťového modelu je zapotřebí zodpovědět otázky:

- Kolik má být vrstev
- Co je úkolem které vrstvy

Síťová architektura obsahuje navíc informace o tom, jakým způsobem plní každá vrstva svoji úlohu, obsahuje konkrétní představu o fungování jednotlivých vrstev, tedy obsahuje konkrétní *protokoly*. Navíc je tedy potřeba zodpovědět otázku:

- Jak má která vrstva fungovat
- Jaké protokoly má obsahovat

Každý síťový model (architektura) řeší počet a kompetence jednotlivých vrstev jiným způsobem. Nejpoužívanějšími modely pro síťovou komunikaci jsou:

- síťový model ISO/OSI (7 vrstev)
- síťová architektura TCP/IP (4 vrstvy)

Síťový model ISO/OSI

Aby mohla zařízení různých firem fungovat v jedné počítačové síti, bylo zapotřebí standardizovat síťový software. Organizace ISO vypracovala normy nazvané OSI (Open Systems Interconnection), které specifikují jednotlivé prvky síťové komunikace. Prvotním záměrem projektu bylo definovat *otevřený síťový systém*, tato snaha reagovala na vznik celé řady uzavřených proprietárních sítí (IBM). Cílem projektu bylo zaručit, že síťové prvky různých dodavatelů budou moci v síti

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

spolupracovat. Původním cílem bylo vypracovat celou univerzální síťovou architekturu, nicméně projekt skončil jako síťový model bez konkrétních protokolů a bývá označován také jako *referenční model*.

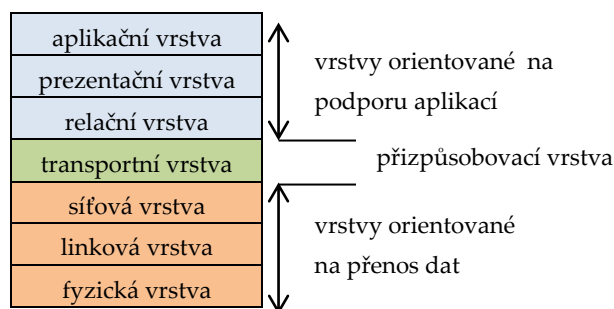
Konkrétní protokoly pro referenční model ISO/OSI jsou vyvíjeny samostatně a dodatečně do rámce ISO/OSI začleňovány.

Autoři modelu se snažili do modelu zahrnout vše, co by se někomu mohlo hodit, celé řešení se posléze ukázalo jako příliš komplikované a prakticky nerealizovatelné. Mnohé výchozí předpoklady se také ukázaly být mylné.

V reálném síťovém provozu se používají protokolové sady jiných architektur než je ISO/OSI, tento model je důležitý zejména jako zdroj inspirace a terminologie, je také vhodný jako model pro studium sítí.

Model ISO/OSI má sedm vrstev, které popisují manipulaci s daty při jednotlivých fázích přenosu. Každá vrstva poskytuje své služby službě nadřazené. Data přenášená fyzickou vrstvou jsou v rámci každé vrstvy opatřena přídatnými informacemi o přenosu v podobě hlavičky.

Vrstvy referenčního modelu ISO/OSI můžeme rozdělit do tří skupin, podle jejich úlohy. Místo názvu vrstvy se často užívá číslo vrstvy, vrstvy jsou číslovány od spodní (fyzické) vrstvy.



Úloha jednotlivých vrstev v referenčním modelu ISO/OSI:

- **fyzická vrstva** – technické normy zajišťující kompatibilitu sítí (napěťové úrovně, časování přenosu dat, pravidla pro vytvoření spojení, volba režimů přenosu), konektory a rozhraní, konverze bitů, kódování, modulace
- **linková vrstva** – shlukuje data do rámců, přidává na začátek a konec zprávy značku (hlavička, patička), volitelně prověřuje výskyt chyb v rámci. Řídí tok

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

dat, přístup ke sdílenému médiu. Zprávu může doručit pouze přímému sousedovi (uzel, se kterým má přímé spojení).

- **síťová vrstva** – formuje datové bloky do datových paketů, zajišťuje doručení paketu adresátovi, směrování, řeší problematiku zahlcení sítě
- **transportní vrstva** – jejím účelem je primárně přizpůsobení nabízených možností požadavkům, řeší rozpoznávání chyb a zotavení po chybě, multiplexuje několik datových toků do jednoho spoje, řídí rychlost vysílání zpráv, volitelně nabízí spolehlivost a spojovaný přenos. Je implementována až v koncových uzlech, nikoli ve směrovačích, mostech nebo opakovačích
- **relační vrstva** – zabývá se řízením relací v síti, administrací uživatelů (přihlašování, odhlašování, kontrola hesla, statistiky), řídí zahájení a ukončení relace, zodpovídá za zotavení systému po výpadku sítě
- **prezentační vrstva** – její úlohou je zajistit ekvivalentní význam dat mezi odesílatelem a příjemcem, zodpovídá za konverze různých kódování, formátů, určuje tvar dat dostupných uživateli, provádí šifrování a kompresi dat
- **aplikační vrstva** – programy pro komunikaci v síti, např. elektronická pošta, řízení databází, sw pro souborové servery. Tato vrstva komunikuje s uživatelem, funguje jako rozhraní, přes které aplikace přistupují k síťovým službám

Funkci jednotlivých vrstev shrnuje tabulka:

Vrstva	Hlavní funkce
Aplikační	Vytvoření zprávy pomocí aplikace
Prezentační	Převedení do tvaru, srozumitelného příjemci
Relační	Vytvoření a správa spojení s příjemcem
Transportní	Dohled nad (spolehlivým) přenosem zprávy, reakce na případné chyby, vytvoření paketů
Síťová	Nalezení optimální trasy, opatření paketů adresami
Linková	Vytvoření a vysílání rámců
Fyzická	Přenos bitů v podobě elektrických (optických) signálů

Architektura TCP/IP

TCP/IP je rodinou protokolů, používaných v počítačových sítích (např. v síti Internet) pro přenos dat. Kromě protokolů je pojem TCP/IP používán i pro síťovou architekturu, založenou na těchto protokolech.

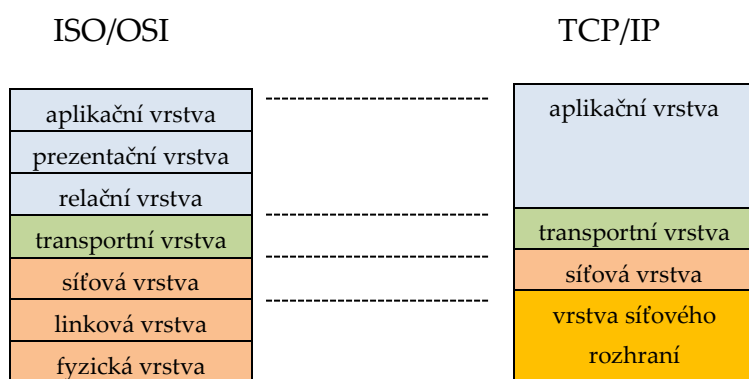
Vznik TCP/IP spadá do 60. let 20. století a je spojen s vojenským projektem počítačové sítě, kde přenos dat nebude probíhat spojovaně (vytvořením cesty pro přenos dat mezi odesílatelem a příjemcem pro celou dobu trvání spojení), ale pomocí *přepojování paketů*, což měly být vhodně velké celky dat, které si cestu sítí budou hledat nezávisle na sobě. Dnes nám toto řešení připadá samozřejmé, v době vzniku Internetu a protokolů rodiny TCP/IP to byla revoluční myšlenka.

Původně pro přenos dat v této vojenské síti sloužily experimentální protokoly (např. NCP Network Control Protocol), po rozšíření sítě o akademickou sféru bylo nutné vytvořit sadu protokolů pro rutinní využívání v této síti (Internetu).

Protokoly TCP/IP předpokládají rozdělení síťové komunikace do 4 vrstev:

- vrstva síťového rozhraní
- síťová vrstva
- transportní vrstva
- aplikační vrstva

Srovnání vrstev ISO/OSI a TCP/IP



Protokoly TCP/IP patří do tří horních vrstev, vrstva síťového rozhraní využívá přenosové mechanismy, které nejsou součástí TCP/IP a jsou přímo závislé na konkrétní přenosové technologii (Ethernet, Token ring, Wi-Fi, ADSL, ATM...).

Vrstva síťového rozhraní

Umožňuje přístup k fyzickému přenosovému médiu, je přímo závislá na implementaci, liší se pro jednotlivé přenosové technologie. Tato vrstvu není v rámci TCP/IP blíže specifikována, v rámci TCP/IP pro ni neexistují žádné protokoly.

Přenosové mechanismy používané ve vrstvě síťového rozhraní pochází z použité přenosové technologie.

Přenosové služby používané vrstvou síťového rozhraní slouží k přenosu bloků dat (zvaných v této vrstvě *rámcce*) mezi sousedními uzly počítačové sítě.

Síťová vrstva

Primárním úkolem síťové vrstvy je hledání cesty pro bloky dat (v této vrstvě zvaných *pakety*), a to nejen mezi přímými sousedy, ale mezi libovolnými dvěma uzly v síti.

Hledá nejvhodnější cestu až k cíli, přitom se nestará o spolehlivost, ale o co nejrychlejší přenos dat. Po nalezení vhodné cesty zajistí postupný přenos paketu přes mezilehlé uzly v cestě, zabalí přenášený paket do rámce a prostřednictvím vrstvy síťového rozhraní předá tento paket přímému sousedovi. V sousedním uzlu rámec přijme opět vrstva síťového rozhraní, ta jej rozbalí a předá získaný paket své síťové vrstvě, která opět najde nejvhodnější cestu k cíli a prostřednictvím své vrstvy síťového rozhraní pošle data k dalšímu sousednímu uzlu (viz. obrázek).

Nejdůležitějším protokolem síťové vrstvy je protokol **IP**, dále jsou na síťové vrstvě k dispozici protokoly **ICMP**, **IGMP**, **ARP**, **RARP** a jejich varianty.

Transportní vrstva

Tato vrstva a vrstva nadřazená (aplikační) se již nevyskytují na všech síťových uzlech, ale jsou implementovány pouze v koncových uzlech sítě.

Transportní vrstva poskytuje volitelně spojovaný a spolehlivý přenos dat, aplikace si může vybrat, zda využije rychlejší, ale nespolehlivý a nespojovaný přenos dat protokolem **UDP** nebo spolehlivý, spojovaný přenos dat protokolem **TCP**.

Transportní vrstva směřuje data přímo aplikacím, které o ně požádaly (nižší vrstvy rozlišují pouze uzel, nikoli jednotlivé aplikace v rámci jednoho uzlu). Kromě protokolů TCP a UDP jsou definovány protokoly pro blokový přenos, proudový přenos a protokol s řízeným pořadím paketů **DCCP**, **SCTP**, **RUDP**.

Aplikační vrstva

Je to vrstva aplikací (programů), využívajících síťový přenos dat. Původními službami aplikační vrstvy je elektronická pošta, vzdálené přihlašování a vzdálený

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

přenos dat. Později přibyly další služby, jako je správa sítě, sdílení souborů, sdílení a zpřístupnění informací, identifikace komunikujících partnerů, a další.

K nejdůležitějším protokolům vrstvy patří FTP, HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, SMTP, IMAP, POP3, IRC, NFS, SNMP, DNS, DHCP a další.

Shrnutí

Pro komunikaci v rámci počítačových sítí byly vyvinuty komunikační protokoly, které definují syntaxi a význam zpráv v síťové komunikaci. Komunikační protokoly musí zajistit velké množství konkrétních úkolů, proto je síťová komunikace rozdělena do několika hierarchických vrstev, kdy každá vrstva využívá služby nižší vrstvy a naopak své služby poskytuje vrstvě nadřazené.

Síťová komunikace probíhá mezi sousedícími vrstvami (v rámci jednoho uzlu) a mezi stejnoúrovňovými vrstvami (komunikace mezi uzly).

Síťový model je ucelená představa o počtu a funkci jednotlivých vrstev, síťová architektura obsahuje navíc informace o konkrétních protokolech vrstev.

Nejpoužívanějším síťovým modelem, zvaným též referenční model, je model ISO/OSI. Tento model nicméně není v praxi používán. V praxi používaným řešením je architektura TCP/IP, kterou používá např. síť Internet.

Kontrolní otázky:

1. Co je komunikační protokol, jaké má vlastnosti, co je jeho účelem?
2. Jaké funkce musí minimálně zajistit komunikační protokol?
3. Z jakého důvodu je síťová komunikace rozdělena do více vrstev?
4. Co je síťový model a čím se liší od síťové architektury?
5. S jakým záměrem vznikl referenční model ISO/OSI?
6. Jaké vrstvy má model ISO/OSI?
7. Jaká je úloha jednotlivých vrstev modelu ISO/OSI?
8. Proč se ISO/OSI v praxi prakticky nepoužívá?
9. Jaká architektura je použita v síti Internet?
10. Charakterizujte architekturu TCP/IP.
11. Jaká je úloha jednotlivých vrstev architektury TCP/IP?
12. Srovnejte model ISO/OSI a TCP/IP.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Zdroje:

Sochor Tomáš: Počítačové sítě II, skripta pro distanční studium, vydala Ostravská univerzita v Ostravě, Přírodovědecká fakulta, Ostrava 2009

O sdružení cz.nic [online], dostupné z: <http://www.nic.cz/page/351/>, [cit. 03/2012]

IANA Internet Assigned Numbers Authority [online], dostupné z: <http://www.iana.org/assignments/igmp-type-numbers>, [cit. 03/2012]

Datová komunikace a počítačové sítě [online], dostupné z: <http://ari.wikidot.com/datova-komunikace-a-pocitacove-site>, [cit. 03/2012]

Peterka Jiří: Báječný svět počítačových sítí, část III. - Síťové architektury [online], dostupné z: <http://www.earchiv.cz/b05/b0500001.php3>, [cit. 03/2012]

TCP/IP [online], dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>, [cit. 03/2012]