

Architektura směrovačů

Z FITwiki

Přebrané ze
slidů PDS
2012
Aktuální
PDS slidy

Obsah

- 1 Základní funkce směrovačů
 - 1.1 přeposílání
 - 1.2 směrování
- 2 Typy směrovačů
 - 2.1 Páteční směrovače
 - 2.2 Hraniční směrovače
 - 2.3 Podnikové směrovače
- 3 Funkční části směrovače
- 4 Zpracování paketů
 - 4.1 Rychlé zpracování (Fast Path)
 - 4.2 Pomalé zpracování (Slow Path)
 - 4.3 Typy přepínání ve směrovači
- 5 Typy architektur
 - 5.1 Architektura se sdíleným procesorem (Shared CPU)
 - 5.2 Architektura se sdílenými moduly pro přeposílání (Shared Forwarding Engine)
 - 5.3 Distribuovaná architektura (Shared Nothing)
 - 5.4 Modulární propojení směrovačů (Clustered Architecture)

(<https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/course-files-st.php/course/PDS-IT/lectures/routing.pdf>)

Směrovač (router) je aktivní síťové zařízení, které přeposílá datagramy směrem k jejich cíli.

Základní funkce směrovačů

- Směrovací tabulka (routing table)
 - IP adresa sítě x sousední uzel
 - optimalizovaná pro výpočet změn v topologii
- Přepínací tabulka (forwarding table)
 - IP adresa sítě x výstupní rozhraní x L2 adresa rozhraní
 - optimalizovaná pro vyhledání cílové adresy

přeposílání

- Základní funkce
 - Validace IP hlavičky
 - Kontrola doby expirace TTL
 - Přepočítání kontrolního součtu
 - Fragmentace
 - Zpracování rozšířených voleb IP protokol
 - Vyhledání cesty paketu
- Pokročilé funkce
 - Klasifikace paketů
 - Překlad NAT
 - Prioritizace provozu

směrování

- Směrovací protokoly
- Nastavení systémové konfigurace
- Administrace zařízení

Typy směrovačů

Páteřní směrovače

- U ISP
- **Požadavky**
 - Vysoká rychlost (Závisí na rychlosti vyhledání v FIB - forwarding information base)
 - Spolehlivost - redundance, zálohování

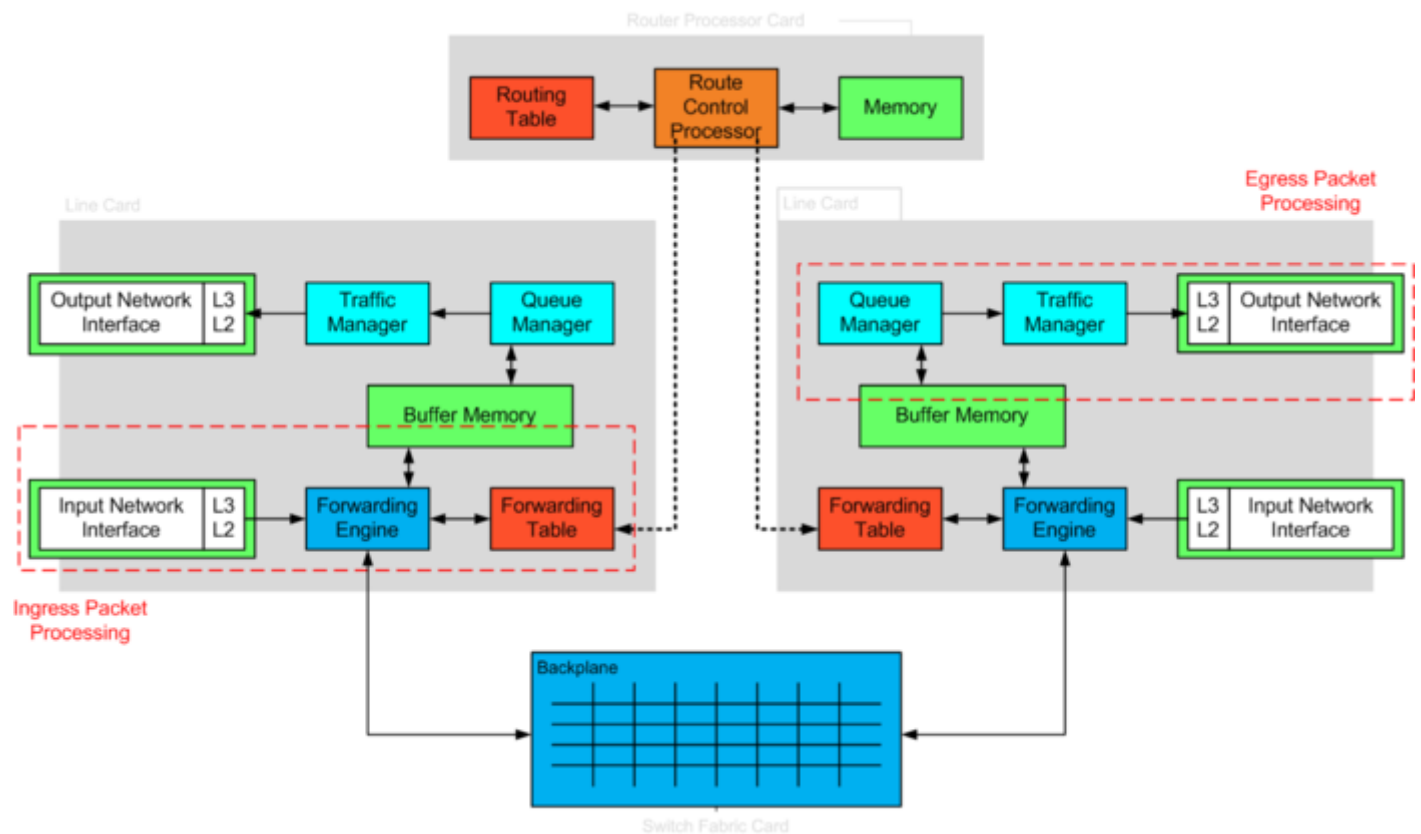
Hraniční směrovače

- Připojení zákazníka k ISP
- **Požadavky**
 - Velké přenosové pásmo
 - Podpora protokolů pro různé technologie (Tvoří bránu pro jiné technologie)

Podnikové směrovače

- Propojují koncové systémy (ve firmách, univerzitách apod.)
- **Požadavky**
 - Velký počet portů a nízká cena za port
 - Qos
 - Multicast, Broadcast
 - Bezpečnost (filtrování, VLAN)

Funkční části směrovače



■ Síťové rozhraní

- Zpracovává požadavky
 - odstraní hlavičku L2
 - přečte hlavičku L3 a předá ji přepínacímu modulu FE
 - uloží celý paket do paměti
- Zapouzdřuje odchozí pakety do hlavičky L2

■ Přepínací modul FE

- Dostane L3 hlavičku od síťového rozhraní
- Určí, na které výstupní rozhraní se přepoše paket
 - vyhledává v přepínací tabulce (forwarding table, FIB)

■ Provádí klasifikaci paketů

- slouží pro podporu QoS na výstupu

■ Správce front

- Ukládá pozdržené pakety do vyrovnávací paměti
- Při zaplnění front
 - vybírá a zahazuje pakety
 - implementuje politiku zahazování

■ Správce provozu

- Prioritizuje a reguluje výstupní provoz
 - podle požadavků na kvalitu služeb (QoS)
- Omezuje výstupní provoz (shaping, policing)

■ Propojovací deska

- Propojuje síťová rozhraní
- Typy propojení:
 - Sdílené propojení (shared) – pouze jedna cesta v čase
 - Přepínané propojení (switched) – paralelní přenosy
- Propustnost propojovací desky
 - dáno přenosovým pásmem všech síťových rozhraní

■ Procesor pro směrování

- Implementován v sw na obecném CPU
- Zpracovává směrovací protokoly
- Obsluhuje směrovací tabulku
 - obsah směrovací tabulky přenáší do přepínací tabulky

- Zpracovává pakety, které nelze směrovat pomocí přepínací tabulky
- Generuje chybové hlášky ICMP

Zpracování paketů

1. Paket přijde na síťové rozhraní

- *karta zpracuje Ethernetový rámec*

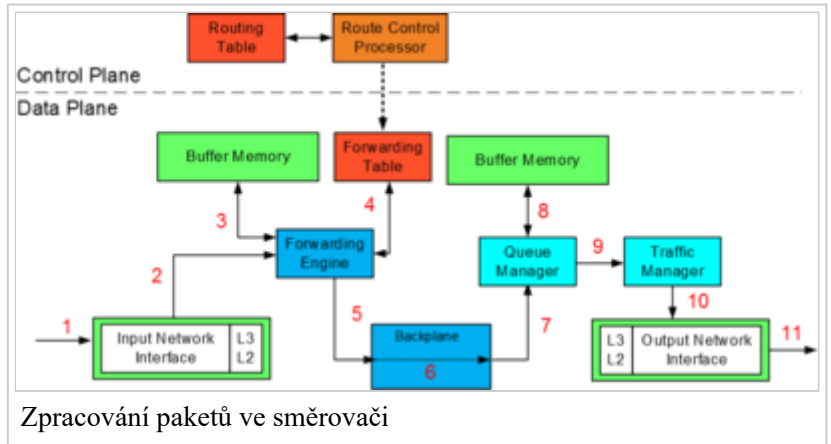
- interpretuje hlavičku
- určí začátek a konec rámce

- *zpracování L2 informací*

- vytvoření kontextu paketu – source/dest. MAC address

- *zpracování L3 informací*

- detekce IP hlavičky
- kontrola IP paketu – kontrolní součet, formát
- doplnění kontextu paketu (datová struktura obsahující informace o zpracovávaném paketu, vytvořena při vstupu paketu do zařízení, info se postupně doplňuje, paket uložen během zpracování v paměti, mezi moduly předáván jenom kontext paketu, po vyplnění směrovacích informací v kontextu paketu je paket přenesen ze vstupního bufferu do výstupního)
 - source/dest. IP address, type, DSCP, port



2.-4. Zpracování v přepínacím modulu

- *vyhledání cesty*
 - prohledávání přepínací tabulky
 - určen další uzel (next-hop) + výstupní rozhraní
 - nalezené informace doplněny do kontextu paketu
 - Co když není požadovaný záznam v tabulce nalezen?
- *zpracovávaný paket uložen do vstupní vyrovnávací paměti*
 - adresa paketu v paměti přidána do kontextu paketu

5.-6. Kontext přeposlán na propojovací desku

- výstupní síťová karta určena podle kontextu
- paket i kontext přeneseny na výstupní rozhraní
- přenos je plánován s ohledem na prioritu paketu

7.-8. Zpracování ve správci front

- *prozkoumání kontextu paketu*
 - určení priority paketu
 - vložení paketu do příslušné fronty
- *různé typy plánování obsluhy výstupních front*
- *v případě zaplnění fronty začíná řízené zahazování*

9. Předání kontextu správě provozu

- kontrola omezení rychlosti z kontextu (traffic shaping)
- překročení povolené rychlosti – zpomalení či zahození
- přenos plánován s ohledem na prioritu paketu (klasifikace)

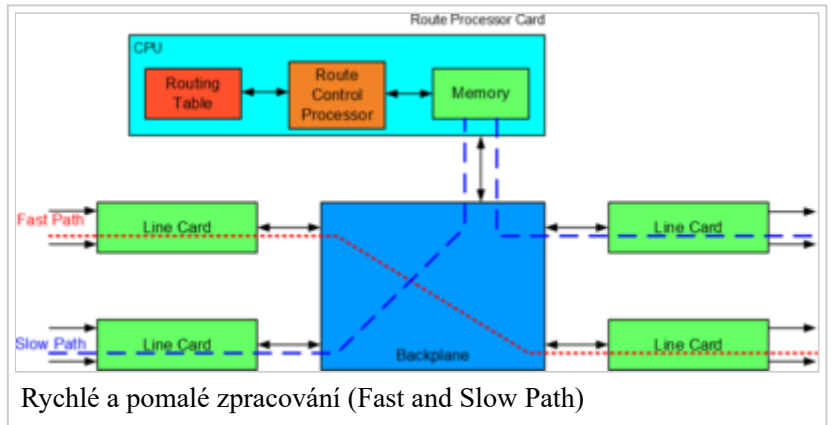
10. Výstupní síťové rozhraní

- L3 – aktualizace TTL, přepočítání kontrolního součtu
- L2 – přidání L2 hlavičky, výpočet CRC rámce
- odeslání paketu

Rychlé zpracování (Fast Path)

- časově kritické operace:
 - zpracování hlavičky IP

- verifikace verze protokolu, kontrola délky paketu (min. délka), verifikace kontrolního součtu
- snížení TTL, případně zahození paketu
- přepočítání kontrolního součtu IP
- přeposílání paketu – rychlé vyhledání cíle
 - lokální uložení
 - přeposílání na jeden port – unicast
 - přeposílání na více portů – multicast
- klasifikace paketu
 - sada klasifikačních pravidel
 - pětice: zdroj. a cíl. IP adresy a porty, příznaky protokolu
 - speciální datové struktury pro uložení a rychlé vyhledání
- uložení do front, plánování
 - souběžný příchod paketů na různá rozhraní
 - různé typy front, různé typy obsluhy
- nutno vykonat pro všechny přicházející pakety
- implementace funkcí v hardware – ASIC



Pomalé zpracování (Slow Path)

- časově nekritické operace:
 - zpracování ARP
 - zjištění výstupní L2 adresy – první vs. další pakety
 - fragmentace a defragmentace
 - procházející fragmentované pakety nejsou sestaveny
 - vyžaduje přeskládání, detekce ztracených fragmentů
 - pokročilé zpracování IP paketu
 - zdrojové směrování, zaznamenávání cesty
 - časová razítka
 - zpracování chybných paketů, generování ICMP
 - správa a monitorování sítě – SNMP
 - zpracování směrovacích paketů keep-alive
 - aktualizace směrovacích informací
- pakety převážně určeny pro směrovač (lokální doručení)
- zpracování kritických a nekritických operací odděleno
- zpracování převážně v software (data plane)
 - CPU spustí proces pro každý požadavek
 - zpracování různých směrovacích protokolů
 - obsluha chyb
 - vygenerované pakety předány na příslušné výstupní síťové rozhraní

Typy přepínání ve směrovači

- Přepínání procesů (Process Switching)
 - pro každý paket se hledává ve směrovací tabulce a určuje se MAC adresa na výstupu
- Rychlé přepínání (Fast Switching)
 - rychlá paměť cache

- první paket toku použije přepínání procesů, ostatní využijí rychlé přepínání

Typy architektur

Architektura se sdíleným procesorem (Shared CPU)

- **architektura podobná klasickým počítačům**
 - procesor s pamětí
 - implementace funkčních modulů: přepojovací modul FE, správce front, správce provozu, zpracování L2/L3, směrování, správa a monitorování
 - přídavné karty propojené sdílenou sběrnici (backplane), sdílejí procesor i sběrnici
 - nízký výkon – použití pro menší sítě
 - propustnost < 1 Gb/s
- **Zpracování paketu**
 - 1. příchod paketu – přerušení CPU
 - 2. přenesení paketu do paměti po sdílené sběrnici (backplane)
 - 3. zpracování L2/L3 hlaviček v procesoru
 - 4.-5. určení výstupního rozhraní ve FE
 - 6.-7. paket zařazen do fronty správcem front
 - 8.-9. paket zpracován správou provozu
 - 10.-12. paket přenesen z paměti na výstupní rozhraní a odeslán
- **Vlastnosti**
 - každý paket přenášen dvakrát po sběrnici – kritické místo
 - cykly CPU rozděleny mezi přeposílání paketů (data plane) a zpracování směrovacích informací (control plane)
- **Výhody**
 - jednoduchá architektura
- **Nevýhody**
 - nižší výkonnost – ovlivňuje několik parametrů:
 - rychlost procesoru - každý paket zpracováván v CPU
 - rychlost přístupu do paměti - vyhledávání v tabulkách, uložení paketu
 - propustnost sdílené sběrnice – redukce na polovinu
- **Varianta s vyrovnávací pamětí**
 - funkcionální FE přenesena na síťový modul
 - paket přenášen po sběrnici pouze jednou – když je směrován na výstupní rozhraní
 - dotazy na směrování lokálně ukládány v síťovém modulu
 - síťový modul obsahuje
 - specializovaný procesor na zpracování hlaviček
 - paměť pro ukládání paketů
 - kopii přepínací tabulky
- **Varianta s vyrovnávací pamětí – zpracování paketu**
 - první paket toku na nový cíl zpracován v CPU
 - používá se centrální přepínací tabulka
 - výsledek uložen do kopií na síťových modulech
 - následující pakety toku přímo poslány na výstupní rozhraní
 - Příklad
 - cílová adresa vyhledána v lokální paměti: cesta 1 -> 11
 - cílová adresa nenalezena v lokální paměti: cesta 12 -> 27
- **Vyrovnávací paměť**
 - záznamy pravidelně obměňovány – mechanismus LRU, FIFO
 - agregovaný provoz na páteřní síti – velké množství sítí (cílů)

Architektura se sdílenými moduly pro přeposílání (Shared Forwarding Engine)

- **Nezávislé moduly FE**
 - implementovány na speciálních kartách ve směrovači
 - forwarding engine cards
 - karta obsahuje
 - specializovaný procesor
 - paměť pro uložení přepínací tabulky
 - pakety mohou být zpracovávány paralelně
 - oddělené sběrnice
 - sdílená sběrnice pro přenos paketů mezi rozhraními
 - přepínací sběrnice pro komunikaci s moduly FE
- **Zpracování paketu**
 - 1. po příchodu paketu zpracovány hlavičky a vytvořen kontext
 - 2. paket uložen do paměti na síťovém modulu
 - 3.-5. kontext a IP hlavička přenesy a zpracovány v modulu FE
 - použití přepínací sběrnici (forwarding backplane)
 - IP hlavička použita ke směrování
 - nalezené informace uloženy do kontextu
 - 6.-7. informace poslány zpět na vstupní síťový modul
 - 8.-9. paket předán sdílenou sběrnicí výstupnímu síťovému modulu
 - 10. paketu uložen správcem fronty do paměti
 - 11.-13. po zpracování správcem provozu odeslán na výstup
- **Vlastnosti architektury**
 - paralelní zpracování paketů
 - může docházet k přeskládání paketů
 - přeskládání způsobuje zpomalení TCP spojení
 - řešení přeskládání
 - každý tok zpracován ve stejném modulu FE
 - rozšiřitelná architektura
 - lze přidávat moduly FE
 - slabým místem sdílená sběrnice (shared backplane)
 - možné nahradit přepínanou sběrnicí (switched backplane)
 - propustnost < 5 Gb/s
- **Varianta s přepínanou sběrnicí (switched backplane)**
 - vyšší propustnost
 - stačí pouze jedna sběrnice
 - síťové moduly i přepínací moduly přímo připojeny ke sběrnicí
 - přepínání řízeno specializovaným procesorem (řadičem)
 - propustnost až 50 Gb/s [4]

Distribuovaná architektura (Shared Nothing)

- **Zhodnocení předchozích architektur**
 - sdílený procesor a moduly FE
 - paket přeposílán po sběrnicí dvakrát
 - obecný procesor v modulech FE
 - omezení počtu zpracovávaných paketů
- **Řešení – distribuovaná architektura**
 - jednotka FE přemístěna na síťovou kartu
 - každý funkční modul implementován v hardware
 - specializované technologie ASIC a FPGA
 - propojení hw komponent rychlými sběrnicemi
 - **zpracování paketů přesunuto do síťového modulu**

■ Zpracování paketu

- 1. paket vstoupí do síťového modulu, zpracování hlaviček L2/L3
- 2.-3. paket uložen do paměti, kontext poslán jednotce FE
- 4.-5. přepínací modul FE určí výstupní rozhraní
 - provede se klasifikace paketu – stanovení třídy provozu
 - třída provozu uložena v kontextu paketu
- 6.-8. paket přenesen do paměti výstupního síťového modulu
- 9. paket naplánován k odeslání správcem provozu
- 10.-11. přidání výstupních hlaviček, paket odeslán

■ Vlastnosti

- oddělení procesu směrování a přeposílání
 - směrování probíhá na obecném procesoru
 - při aktualizaci směrovací tabulky se změny přenesou i do přepínací tabulky
- propustnost směrovače až 640 Gbps
- rozšiřování omezeno počtem slotů pro síťové moduly
- páteřní přepínače
 - velký počet portů pro připojené sítě
 - rychlost optických sítí i 2.4 Gbps (OC-48)

Modulární propojení směrovačů (Clustered Architecture)

■ Popis architektury

- několik směrovačů připojených k centrálnímu přepínači
- síťové moduly umístěny ve více chassis
 - centrální přepínač
 - propojení pomocí vysokorychlostních optických linek
- klastr se chová se jako jeden směrovač
 - přepínání paketů probíhá mezi síťovými moduly v různých chassis
- důraz na redundanci a zálohování
 - záložní přepínač (single point of failure)

Citováno z „[http://wiki.fituska.eu/index.php?](http://wiki.fituska.eu/index.php?title=Architektura_sm%C4%9Brova%C4%8D%C5%AF&oldid=13846)

[title=Architektura_sm%C4%9Brova%C4%8D%C5%AF&oldid=13846](http://wiki.fituska.eu/index.php?title=Architektura_sm%C4%9Brova%C4%8D%C5%AF&oldid=13846)“

Kategorie: Státnice PDS

-
- Stránka byla naposledy editována 18. 6. 2017 v 12:27.