

Otázka 11 - Směrovače, směrování a směrovací protokoly RIPv1, RIPv2, OSPF, EIGRP

Směrovače

propojení sítě

směruje a přepíná pakety

segmentace broadcast domén, porty proto nemohou patřit do stejné sítě

směrování paketů do lokální či vzdálené sítě pomocí:

- určení nejlepší cesty pomocí směrovací tabulky
- přepínání paketů směrem k cíli včetně jejich zapouzdření na linkové vrstvě

směrovací tabulka se vytváří:

- dynamicky – protokol vypočítává cestu dynamicky
- staticky – admin ručně vytváří směrování

směrovač na vrstvách ISO/OSI:

- 1. vrstva – zpracování signálů
- 2. vrstva – rozbalení a zapouzdření paketů z a do rámců, nebo přepíná dle L3
- 3. vrstva – směrování paketů z jedné sítě do druhé

Směrování

Statické

- využívá předem vytvořené statické cesty
- nerozpoznává jiné cesty
- nedokáže vyměňovat směrovací informace s jinými routery

Dynamické

- routery rozpoznávají cesty pomocí dynamických směrovacích protokolů
- komunikaci mezi routery a umožňuje sdílení informací o stavu sítě
- protokoly např.: RIP, EIGRP, OSPF, ...

Passive Interface

- vypínající odesílání dat o směrování dané sítě

Autonomní oblast

- slouží k rozdělení větší sítě na menší, v nichž mohou operovat směrovací protokoly odlišným způsobem
- protokoly pracující v oblasti jsou interní (IGP), protokoly pracující mezi oblastmi jsou externí (EGP)
- každé oblasti je přidělen identifikátor

Směrování skupinového vysílání

- hledání minimálního stromu spojů pro pokrytí cesty od zdroje k momentálním zájemcům o příjem

Hierarchické směrování

- cesta se určuje na základě sítě, pak podsítě, a nakonec podle IP adresy
- při směrování pomocí VLSM se volí cesta nejvíce podobná cílové adrese

Směrovací tabulka

- obsahuje seznam připojených sítí
- vzdálené sítě = připojené alespoň o jeden router dál
- v případě dvou cest k stejné síti se upřednostní ta s nižší admin. vzdáleností
- routery se řídí každá svou tabulkou
- informace o cestě tam nesdělují routeru informace o cestě zpátky

Metrika

hledání nejlepší cesty podle:

1. Nejmenší administrativní vzdálenosti = kvalita/důvěryhodnost směrovacího protokolu, který vytvořil danou řádku ve směrovací tabulce (přímo připojená – 0, statická cesta – 1, OSPF – 110, ...)
2. masky podsítě
3. metriky = vyjádření kvality linky pro jeden konkrétní protokol (nižší = nejkvalitnější cesta)
k výpočtu může sloužit:
 - a. počet skoků – počet směrovačů
 - b. přenosová rychlost a kapacita a šířka pásma
 - c. zatížení
 - d. zpoždění
 - e. spolehlivost
 - f. cena – určena buď IOS, nebo adminem

Statické směrování

používá se:

- v menších sítích, kde může být dynamické směrování zbytečně náročné na zdroje
- síť je připojena k internetu jediným providerem, který je jediným výstupním bodem ze sítě
- velká síť s topologií s jedním centrálním zařízením

často se kombinuje statické a dynamické směrování

lze nastavit pomocí adresy next hop, nebo pomocí odchozího rozhraní

pro úpravu cesty se musí nejprve smazat stará a pak nastavit nová

Implicitní cesta

paket se na tuto cestu odešle, pokud router nenalezl cílovou síť v předchozích záznamech směrovací tabulky

ve směrovací tabulce označena *

DVA (Distance-Vector Algorithm)

cesty jsou inzerovány jako vektory vzdálenosti a směru

vzdálenost definována metrikou, směr definuje next-hop

routery si tato data sdílejí a vytvářejí si směrovací tabulky

protokoly DVA počítají nejkratší cestu v ohodnoceném grafu z uzlu do uzlu, hodnoty mohou být i záporné (Bellman-Ford algoritmus)

lze získat mnoho informací o topologii, ale nelze získat znalost přesné topologie

je celkem pomalý a náchylný ke smyčkám, TTL je proto omezen na 16 skoků

využívá se v sítích s méně než 50 routery

RIP (Routing Information Protocol)

protokol typu DVA

v pravidelných intervalech posílá aktualizované zprávy o směrovacích tabulkách

routery užívající RIP udržují cesty s nejnižší metrikou

užívá časovače pro zabránění vzniku smyček

automatické aktualizace při změně v topologii (přidána cesta do směrovací tabulky)

změní se stav rozhraní či routeru

RIPv1

jedinou metrikou je počet přeskoků, s každým přeskokem se hodnota zvyšuje o hop count value
třídní protokol – směruje celé velikostní třídy
nelze vypnout automatickou sumarizaci
maximální počet skoků je 15, cesty s více než 15 skoky jsou inzerovány jako neplatné/nedostupné
aktualizace směrovací tabulky vysílány každých 30 s, nesdílí masku podsítě
nepodporuje autentizaci
standardní administrativní vzdálenost je 120
užívá se v malých, plochých sítích, nebo na okrajích větších sítí

RIPv2

podporuje rozdílnou velikost masek subsítí (VLSM), masky jsou zahrnuty ve směrovacích informacích
podporuje automatickou sumarizaci, lze ji i vypnout
používá multicast v zasílaných informacích
umožňuje autentizaci
výchozí administrativní vzdálenost je 120
v jedné zprávě podporuje až 25 cest
užití je stejné jako u RIPv1

LSA (link-state algorithm)

Složitější než DVA

Router zjišťuje sousední routery, pomocí HELLO paketu pravidelně kontroluje dostupnost

Sdílí směrovací informace (zejména o svých sousedních routerech)

Router má úplné znalosti o topologii

Položky směrovací tabulky se počítají z dat od ostatních routerů

Větší síť se rozděluje na oblasti s hraničními routery, hraniční routery si vyměňují informace o celých oblastech – předchází se zahlcení komunikace velkým množstvím směrovacích informací

Aplikovatelné i u větších sítí

Dijkstrův algoritmus:

1. každý router se dozví o každé přímo připojené síti
2. každý router pošle sousednímu HELLO paket a vytvoří vztah přilehlosti
3. každý router sestavuje pakety obsahující stav přilehlých linek (LSP pakety)

LSP paket obsahuje údaje o lince mezi dvěma routery (ID souseda, typ linky, adresu sítě, masku, přenosová kapacita, atd.)

Při změně topologie rozesílá každý router LSP pakety všem přímo připojeným sousedům ve směrovací oblasti, přijaté pakety se ukládají do databáze stavu linky (LSDB – Link-state Database)

Každý router si vytváří úplnou mapu topologie a nezávisle vypočítává nejlepší cestu do každé cílové sítě – vytváří strom neobsahující smyčky

OSPF (Open Shortest Path First)

nahradil RIP, který byl nepoužitelný pro velké sítě

beztrídní protokol – podporuje VLSM

používá koncept oblastí

oblast je složena z logické skupiny segmentů sítě a v nich připojených zařízení

každá doména (autonomní systém) užívající OSPF musí obsahovat páteřní oblast číslo 0

Typy paketů OSPF:

- HELLO – kontaktní a udržovací pakety, vytváří a udržují vztah přilehlosti
- DBD (The Database Description) – zkrácený výpis LSDB
- LSR (Link-state Request) – žádost o informace
- LSU (Link-state Update) – odpověď na LSR
- LSA (Link-state Advertisements)

Zjednodušená činnost:

- router vysílá HELLO pakety, když se dva propojené routery shodnou na parametrech, stanou se sousedy
- mezi některými sousedy se vytvoří užší vazby – označují se jako přilehlé
- přilehlé routery si vyměňují aktualizací pakety (obsahující oznamovače LSA) s informacemi o stavu rozhraní routeru nebo seznam routerů připojených routerů
- všechny routery si ukládají přijaté LSA do LSDB a přeposílají je ostatním přilehlým routerům – výsledkem je shodná topologická databáze na všech routerech
- po naplnění LSDB provede každý router samostatně výpočet pomocí SPF algoritmu, výsledkem je nalezení nejkratší cesty do každé sítě v podobě stromu, čímž se odstraní možné smyčky
- na základě výpočtů ve stromu SPF lze naplnit směrovací tabulku nejlepšími cestami
- při změně topologie, odešle router, na kterém ke změně došlo, informaci všem přilehlým routerům v podobě LSA v LSU paketu, tato data se rozšíří výše popsáním způsobem a dojde k úpravě topologické databáze přepočtu SPF

Router ID – slouží k jednoznačné identifikaci routeru v doméně

Link-state ID – udává typ inzerované informace

OSPF Area:

- Každá oblast běží s oddělenou kopií základního link-state algoritmu
- Oblast označená 0 se užívá jako páteřní oblast, tvořící jádro OSPF sítě
- Páteřní oblast zodpovídá za distribuci směrovacích informací mezi oblastmi
- Každá nepáteřní oblast musí být připojena k páteřní oblasti
- Do oblasti přidáváme buď jednotlivé sítě, nebo skupinu agregujeme se specifickou cenou – to umožňuje snížit množství předávaných informací a snižuje zátěž procesoru

Role routerů v OSPF

1. Autonomous System Boarder Router (ASBR) – spojen s ostatními AS (Autonomous System), používá se pro předávání cest přijatých z jiných AS
2. Area Boarder Router (ABR) – router propojující více oblastí
3. Internal Router (IR) – router propojen jen v jedné oblasti
4. Designated Router (DR):
 - generuje LSA pro síť s více branami, je zálohován pomocí BDR (Backup Designated Router)
 - umožňuje snížit počet vyžadovaných sousedství v síti s více přístupy, snižuje počet aktualizací a velikost topologické databáze
 - redukuje provoz, v NBMA (Non-Broadcast Multiple Access) a broadcast sítích je jediným zdrojem pro update směrovacích informací
 - zodpovědný za aktualizace ostatních routerů OSPF (DROther), když nastane změna v topologii s více přístup

Metrika OSPF

parametry při stanovení externí metriky:

- default route se nepovažuje za statické směrování
- if-installed – zasílá default route jen pokud byla nastavena
- always – vždy zasílá default route
- as-type1 – směrovací rozhodnutí založena na součtu externí a interní metriky
- as-type2 – směrovací rozhodnutí založena jen na externí metrice (vnitřní určena jen prvním spojením)

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)

IGRP vylepšený o VLSM

Aktualizace jen při změně topologie

Specifické funkce:

- spolehlivý transportní protokol RTP (Reliable Transport Protocol)
- omezené aktualizace – při změně odešle aktualizaci s daty jen o určité síti, místo celé tabulky, informace zasílány jen routerům, které je potřebují
- vyvážení vztahů sousedství
- používá informace o stavu linek – protokol s DVA
- vyvažuje zátěž i na linkách s různou metrikou
- metrika je založena na:
 - počtu přeskoků
 - šířce pásma
 - zpoždění
 - spolehlivost
 - zatížení

používá číslo autonomního systému AS, jeden router může používat více instancí
administrativní vzdálenost interního směrování = 90

Pro činnost používá 3 tabulky:

- Směrovací – obsahuje nejlepší cesty s nejlepší metrikou
- Topologie – obsahuje zjištěné směry – nejlepší, záložní i ostatní do všech cílových sítí ve stejné doméně
- Sousedů – obsahuje informace o sousedních routerech, se kterými si vyměňuje aktualizace ve stejném AS

Typy paketů:

- Aktualizace – jen pro změny, nejsou periodické, unicast/multicast cílová adresa (podle počtu adresátů, potvrzované
 - bounded (vázané) – jen na routery na které má změna vliv
 - partial (částečné) – jen změny topologie a metriky
- Dotaz – hledání sítí, multicast/unicast, potvrzované
- Odpověď na dotaz – unicast, potvrzované
- Kontaktní paket (Hello) – hledání identifikace a verifikace sousedních routerů ve stejném AS, multicast, periodické, udržování vztahu sousedství

Dva směrovače se stanou sousedy:

- jsou ve stejném AS
- IP rozhraní ze stejné sítě
- stejné K-hodnoty
- routery nemusí mít stejné Hello a Hold-down časovače

Pojmy:

- Successor (next hop) – cesta k cíli přes Successor je nejkratší a bez smyček
- Feasible Successor (záložní next-hop) – cesta k cíli není nekratší, ale je pořád bez smyček
- Feasible Distance (FD) - doposud nejkratší známá vzdálenost do cíle
- Reported Distance (RD, advertised distance) - sousedova současná vzdálenost od cíle, kterou oznamuje
- Feasibility connection (FC) - podmínka kontrolující, jestli cesta přes souseda neobsahuje smyčku

Tabulky:

1. Neighbour table – info o sousedech
2. Topology table
 - pro každou cílovou síť eviduje vzdálenost, kterou ohlásili sousedi routeru
 - uchovává info o cílových sítích a jejich stavu, FD a RD
 - neobsahuje topologický popis sítě, ale seznam cílových sítí a vzdáleností
3. Stav procesu:
 - Passive state
 - stav cílové sítě, když je znám, successor a použitelný směr
 - Active state
 - stav cílové sítě, když není successor ani feasible successor a router ho hledá
 - Diffusing computations (Difúzní výpočet)
 - způsob řízení distribuovaného výpočtu v síti
 - cílem je spustit výpočet, mít info o jeho průběhu, získávat výsledky a správně ohlásit jeho konec
 - spustí se tím, že směrovač pošle sousedům žádost (query)
 - soused odpoví, nebo (když nezná odpověď) odešle svou žádost do svého okolí
 - router musí odpovídat tak, aby poslední odpověď přišla, až když on sám na žádné odpovědi nečeká, a aby ji odeslal tomu, kdo se ptal první