

KOMPIUTERIŲ TINKLAI

7 paskaita

Maršrutizavimo principai ir
maršrutizavimo protokolai

TCP, UDP (kartojimas)

TCP protokolas:

- Kokiam OSI lygmeniui priklauso TCP protokolas?
- Kokias veiklas atlieka TCP?
- Kaip TCP užtikrina patikimą duomenų perdavimą?
- Kokį tinklo lygmens protokolą naudotumėt norint turėti didesnę perdavimo greitį?
- Kas yra prievadas (port) ir kam jis naudojamas?
- Kokiam tinklui naudojamas TCP langas?

Maršrutizavimas

Komutuojamų tinklų pagrindas – paketų arba kanalų komutavimas, sujungiant siuntėją su gavėju. Komutuojuant realizuojamas tarptinklinis ryšys.

Maršrutas tarp siuntėjo ir gavėjo sudaromas maršrutizatorių pagalba (jei tuo pačiu atlieka ir komutatoriaus darbą).

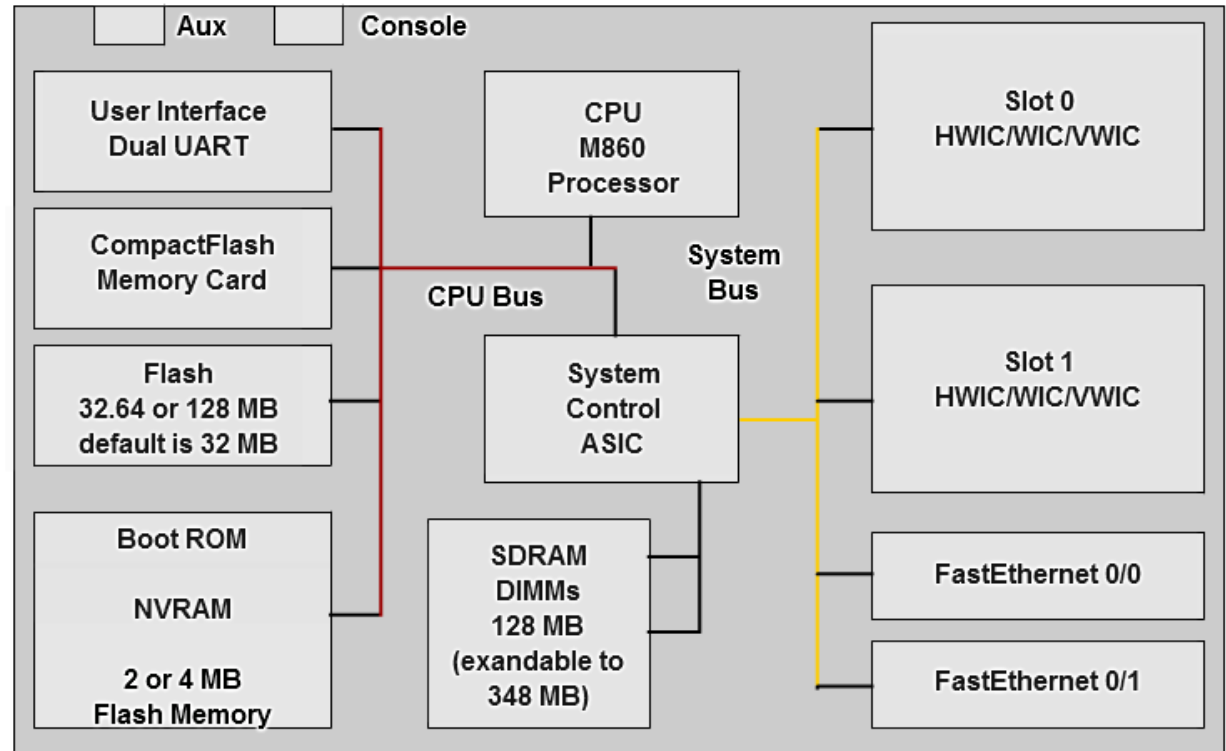
Maršrutizatorius – tai tinklo įrenginys, kuris sujungia atskirus tinklus, tapdamas tarptinkliniu įrenginiu.

Maršrutizatorius skaito paketo gavėjo IP adresą ir parinkęs tinkamą maršrutą persiunčia duomenis į atitinkamą potinklį.

Maršrutizatorius

Sudedamosios dalys:

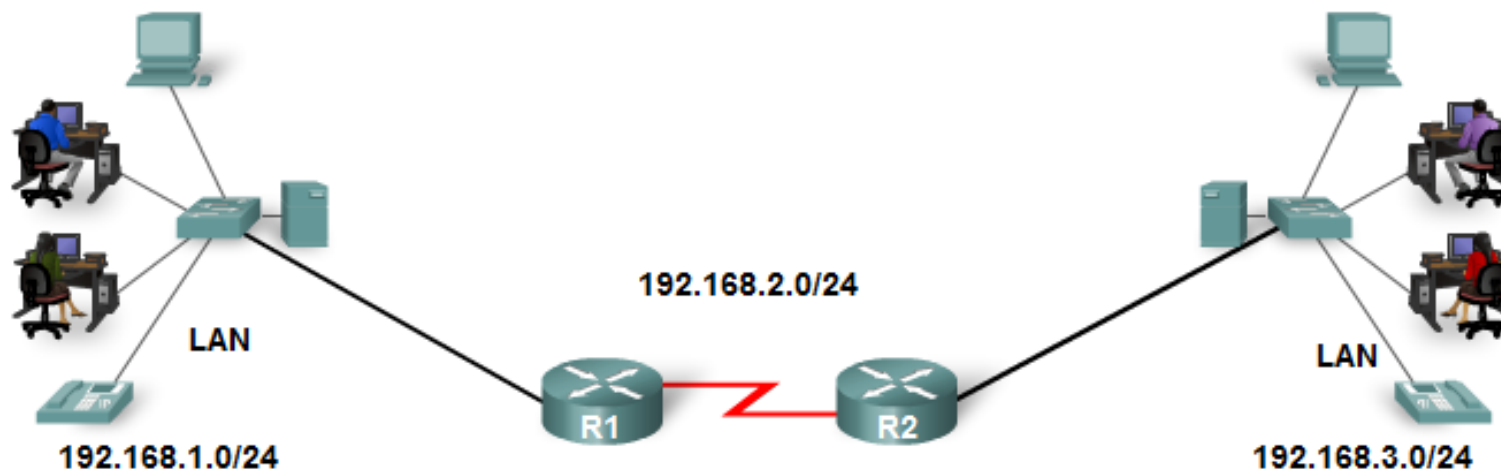
- CPU
- RAM
- Flash RAM
- NVRAM
- Ports
- Oper.sistema



Maršrutizatorius

Maršrutizatorius kelius nustato pagal turimą **maršrutizavimo lentelę**. Gavus paketą, skaitomas gavėjo IP adreso tinklo dalis ir ieškoma maršrutizavimo lentelėje, kuris turimas tinklo adresas geriausiai atitinka siuntimo kryptį.

Kadangi kiekvienas tinklo adresas lentelėje yra susietas ir su prievadu, todėl radus tinkamą siuntimo kryptį, žinomas ir prievadas, į kurį reikia nukreipti paketą.



Maršrutizavimo lentelė (PC)

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

=====
IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
0.0.0.0                    0.0.0.0          10.12.178.1     10.12.178.31    30
10.12.178.0                255.255.255.192 On-link         10.12.178.31    286
10.12.178.31               255.255.255.255 On-link         10.12.178.31    286
10.12.178.63               255.255.255.255 On-link         10.12.178.31    286
127.0.0.0                  255.0.0.0        On-link         127.0.0.1       306
127.0.0.1                  255.255.255.255 On-link         127.0.0.1       306
127.255.255.255           255.255.255.255 On-link         127.0.0.1       306
192.168.56.0               255.255.255.0   On-link         192.168.56.1    276
192.168.56.1               255.255.255.255 On-link         192.168.56.1    276
192.168.56.255            255.255.255.255 On-link         192.168.56.1    276
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link         127.0.0.1       306
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link         192.168.56.1    276
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link         10.12.178.31    286
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link         127.0.0.1       306
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link         192.168.56.1    276
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link         10.12.178.31    286
=====
Persistent Routes:
None

IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
If Metric Network Destination Gateway
1 306 ::1/128 On-link
23 276 fe80::/64 On-link
13 286 fe80::/64 On-link
23 276 fe80::3d34:5cb3:5761:938b/128 On-link
13 286 fe80::9545:941f:4679:ab18/128 On-link
1 306 ff00::/8 On-link
23 276 ff00::/8 On-link
13 286 ff00::/8 On-link
=====
Persistent Routes:
```

Maršrutizavimo lentelė

Destination – tinklo arba mazgo adresas

Netmask – potinklio kaukė

Gateway – vartai

Interface – prievadas, per kurį pasiekiamas tinklas

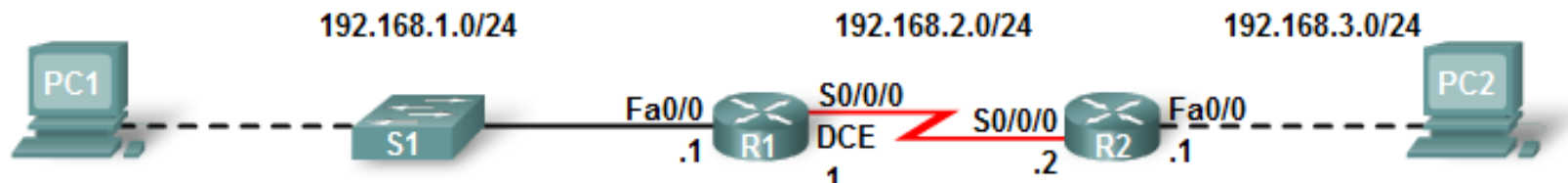
Metric – metrika (maršruto kaina iki nurodyto tinklo)

Maršrutizavimo lentelė saugoma maršrutizatoriaus atmintyje. Jos įrašai gali būti pastovūs arba galiojantys iki perkrovimo.

Maršrutizavimo lentelė

Tinklų tipai maršrutizavimo lentelėje:

- **Tiesiogiai prijungti tinklai** – tai tinklai, kurie tiesiogiai prijungti prie maršrutizatoriaus prievado.
- **Nutoleş tinklas** – tai tinklas, kuris nepasiekiamas tiesiogiai, o per kitą (kitus) maršrutizatorius.



Maršrutizacija

Paketų maršrutizavimui naudojamas:

- Maršrutizavimo principas nenaudojant kaukių (remiasi IP klasėmis)
- Maršrutizavimo principas paremtas kaukėmis.

Nustatant maršrutizavimo lentelės maršrutus naudojami:

- Statinis maršrutų nustatymas (administratorius)
- Dinaminis maršrutų nustatymas (įrenginiai)
 - RIP (Routing Information Protocol)
 - IGRP, EIGRP (Interior Gateway Routing Protocol)
 - OSPF (Open Shortest Path First)
 - BGP (Border Gateway Protocol)

Maršrutas

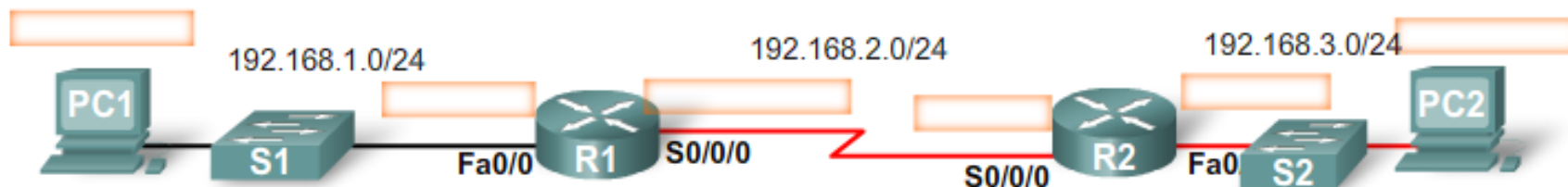
Kaip maršrutizatorius pasirenka geriausią (trumpiausią) maršrutą?

Geriausias maršrutas pasirenkamas pagal metrikas, kurios įvertina atstumą iki gavėjo tinklo. Pvz. :

- **RIP** protokolo metrika - šuolių (hops) skaičius iki gavėjo tinklo. Pasirenkamas maršrutas su mažiausiu šuolių skaičiumi.
- **OSPF** protokolas kaip metriką naudoja ryšio linijų pralaidumą. Pasirenkamas maršrutas su didžiausiu pralaidumu.

Jei maršrutų metrikos sutampa, laikoma, kad sukonfigūruoti **vienodos kainos balansinės apkrovos** maršrutai.

Pavyzdys



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0		255.255.255.0	N/A
	S0/0/0		255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A		255.255.255.0	

192.168.2.2

192.168.1.1

192.168.2.1

192.168.3.1

192.168.3.10

192.168.2.2

192.168.1.10

192.168.3.1

192.168.3.1

192.168.3.10

route komanda

route -p add [paskirtis] [šablonas <tinklo šablonas>] [šliuzas] [matas <matas>] [jei <sąsaja>].

paskirtis - nurodo maršruto tinklo paskirties vietą

šablonas - nurodo potinklio šabloną, susietą su tinklo paskirtimi

šliuzas - nurodo persiuntimą arba kito saito IP adresą, kuriame adresų rinkinį apibrėžia tinklo paskirtis, o potinklio šablonas yra pasiekiamas

matas - nurodo maršruto, kuris naudojamas renkantis iš kelių maršrutų kelvados lentelėje, kainą, išreikštą sveikuoju skaičiumi (nuo 1 iki 9999).

jei - nurodo tos sąsajos rodyklę, per kurią galima pasiekti paskirtį.

CIDR

CIDR (Classless Inter-domain Routing Protocol) – tai protokolas, kuris apibrėžia, kad IP adresų dalinimas atskiriems interneto paslaugų tiekėjams turi būti atliekamas duodant adresus, einančius iš eilės ir turinčius vienodą tinklo adresą. (RFC 1517, 1518, 1519, 1520).

Tai galima atlikti naudojant **kintamą kaukės ilgį** (VLSM). Nebūtinai kaukė turi sutapti su standartinė IP adreso klasės kauke.

Privalumai:

- mažėja maršrutizavimo lentelės dydis magistraliniuose maršrutizatoriuose.
- Taupiau naudojami IP adresai

Maršrutizavimo protokolai

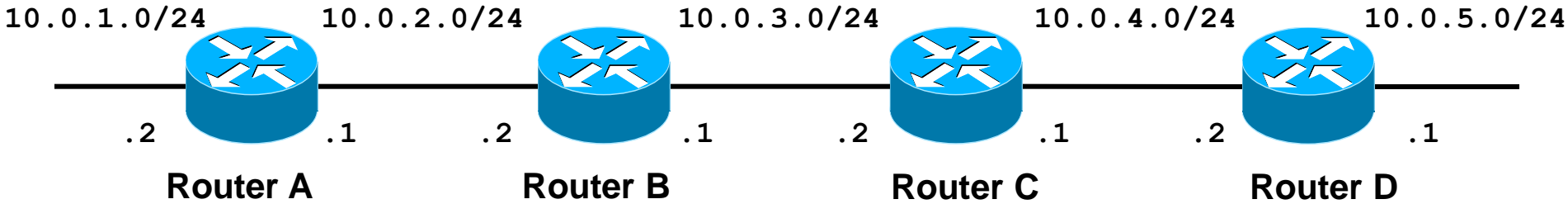
Šie protokolai apibrėžia procedūras, kaip dalinantis informacija tarp maršrutizatorių ir sukaupti žinias apie maršrutą iki nutolusio tinklo.

Protokolai nustato tokius algoritmus:

- trumpiausių kelio apskaičiavimas, naudojant mažiausios kainos principą.
- Maršrutizavimo lentelės atnaujinimas, reaguojant į topologijos pokyčius tinkle.

Pavyzdys

- Įsivaizduokime: - sujungimo kaina yra 1, t.y., $c(v,w) = 1$
 - visi atnaujinimai įvyksta vienu metu
 - kiekvienas maršrutizatorius žino tik tiesiogiai prijungtų interfeisų kainas



Net	via	cost
t=0:		
10.0.1.0	-	0
10.0.2.0	-	0
t=1:		
10.0.1.0	-	0
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	10.0.2.2	1
t=2:		
10.0.1.0	-	0
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	10.0.2.2	1
10.0.4.0	10.0.2.2	2

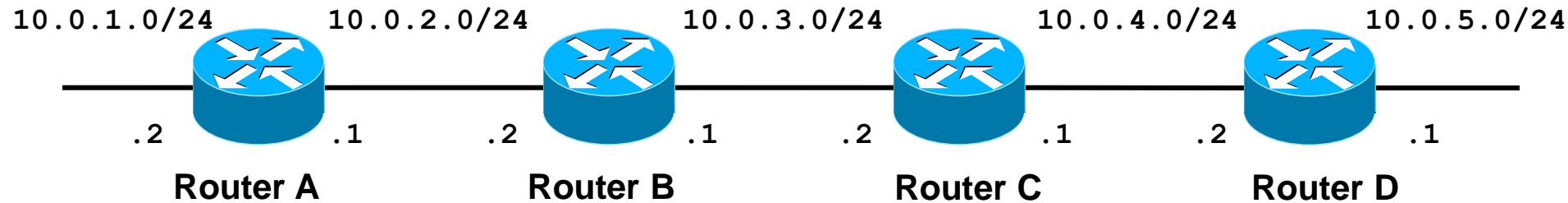
Net	via	cost
t=0:		
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	-	0
t=1:		
10.0.1.0	10.0.2.1	1
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	10.0.3.2	1
t=2:		
10.0.1.0	10.0.2.1	1
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	10.0.3.2	1
10.0.5.0	10.0.3.2	2

Net	via	cost
t=0:		
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	-	0
t=1:		
10.0.2.0	10.0.3.1	1
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	10.0.4.2	1
t=2:		
10.0.1.0	10.0.3.1	2
10.0.2.0	10.0.3.1	1
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	10.0.4.2	1

Net	via	cost
t=0:		
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	-	0
t=1:		
10.0.3.0	10.0.4.1	1
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	-	0
t=2:		
10.0.2.0	10.0.4.1	2
10.0.3.0	10.0.4.1	1
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	-	0

Pavyzdys

Maršrutų lentelės susivienodina (konverguoja)!



Net	via	cost
<i>t=2:</i>		
10.0.1.0	-	0
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	10.0.2.2	1
10.0.4.0	10.0.2.2	2
<i>t=3:</i>		
10.0.1.0	-	0
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	10.0.2.2	1
10.0.4.0	10.0.2.2	2
10.0.5.0	10.0.2.2	3

Net	via	cost
<i>t=2:</i>		
10.0.1.0	10.0.2.1	1
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	10.0.3.2	1
10.0.5.0	10.0.3.2	2
<i>t=3:</i>		
10.0.1.0	10.0.2.1	1
10.0.2.0	-	0
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	10.0.3.2	1
10.0.5.0	10.0.3.2	2

Net	via	cost
<i>t=2:</i>		
10.0.1.0	10.0.3.1	2
10.0.2.0	10.0.3.1	1
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	10.0.4.2	1
<i>t=3:</i>		
10.0.1.0	10.0.3.1	2
10.0.2.0	10.0.3.1	1
10.0.3.0	-	0
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	10.0.4.2	1

Net	via	cost
<i>t=2:</i>		
10.0.2.0	10.0.4.1	2
10.0.3.0	10.0.4.1	1
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	-	0
<i>t=3:</i>		
10.0.1.0	10.0.4.1	3
10.0.2.0	10.0.4.1	2
10.0.3.0	10.0.4.1	1
10.0.4.0	-	0
10.0.5.0	-	0

Trumpiausio kelio algoritmai

Atstumo vektorinis (Distance Vector Routing)

- Kiekvienas elementas žino atstumą (kainą) iki kiekvieno tiesiogiai prijungto kaimyno.
- Mazgas periodiškai dalinasi informacija apie maršrutus su savo kaimynais.
- Visiems elementams atsinaujinus maršrutus, jų lentelės susivienodina
- Nauji mazgai skelbiasi kaimynams

Ryšio linijos būsenos (Link State Routing)

- Kiekvienas elementas žino linijos būseną (pralaidumą) iki kiekvieno kaimyno.
- Būsenos informacija dalinamasi su visais tinklo mazgais
- Kiekvienas tinklo mazgas savarankiškai apskaičiuoja maršrutų informaciją

Maršrutizavimo protokolai

Dinaminiai maršrutizavimo protokolai skirstomi į:

- Vidinius
 - **Atstumo vektoriniai:** RIP, IGRP, GGP (Gateway-to-Gateway Protocol)
 - **Ryšio būsenos:** OSPF, IS-IS (Intermediate System)
 - **Mišrius:** EIGRP
- Išorinius
 - BGP

RIP

RIP (routing information protocol) – tai paprasčiausias atstumo vektorinis protokolas, savo atnaujinimuose nesiunčiantis potinklio kaukės. RFC 1058

RIP protokolo metrika - šuolių (hops) kitaip sakant maršrutizatorių skaičius iki paskirties tinklo. Pasirenkamas maršrutas su mažiausiu šuolių skaičiumi.

Max šuolių skaičius – 15, todėl RIP naudojamas nedideliuose tinkluose.

RIP siunčia maršrutizatoriaus lentelę kaimynams apsikeitimui, kas 30 sek.

RIP istorija

- 1960 ARPANET naudoja atstumo vektorinį principą
- 1975 XNS (Xerox Network system) protokolas – RIP pagrindas
- 1982 RIP for BSD Unix
- 1988 RIPv1 (RFC 1058) , naudojamos klasės
- 1993 RIPv2 (RFC 1388)
 - pridedami potinkliai
 - palaikomas CIDR
- 1998 dabartinė RIPv2 (RFC 2453)

RIPv2

RIPv2 yra praplėstas RIPv1:

- Naudojamos tinklo kaukės (VLSM)
- Maršrutizavimo pranešimų autentikacija
- Maršrutų informacija neša next-hop adresą
- Dirba IP multicast'u

Maršrutizavimas RIP

- **Initialization:** Siunčiama **užklauso žinutė** (komandos kodas = 1, adresas=0..0) per visus interfeisus:
 - RIPv1 naudoja transliacinį adresą
 - RIPv2 naudoja multicast adresą 224.0.0.9
- **Request received:** Maršrutizatoriai gavę tokią užklausą siunčia visą savo maršrutų lentelę
- **Response received:** Atnaujinti maršrutų informaciją lentelėje
- **Regular routing updates:** Kas 30 sekundžių išplatinti visas ar dalį maršrutų lentelių kaimynams
- **Triggered Updates:** Maršrutui pasikeitus siųsti atnaujintą informaciją (kainą) iš karto.

RIP niuansai

- RIP reikalingas ilgas stabilizavimo laikas - tinkle įvykus vienam pokyčiui, visas tinklas apie tai sužino tik po kurio laiko
- Skaičiavimo iki begalybės taisyklė
- Atskirtas horizontas

OSPF

OSPF (Open Shortest Path First) protokolas užtikrina maršruto paiešką pagal geriausią ryšio linijos būseną. Protokolas sukurtas 1987 m. IETF, specifikuotas RFC 2328.

OSPF savybės:

- Naudojamas dideliuose lokaliuose tinkluose ir interneto paslaugų tiekėjų.
- Užtikrina tinklo plečiamumą
- Naudoja kintamo ilgio potinklio kaukes
- Greičiau suranda optimalų maršrutą nei RIP

OSPF

OSPF protokolas naudoja hierarchinę struktūrą.

Pagrindinė sritis – magistralinė (nulinė sritis). Prie jos maršrutizatoriumi jungiamos kitos sritys, vadinamos reguliatoriais.

Srautui keliaujant iš vienos srities į kitą, jis būtinai turi pereiti per magistralinį maršrutizatorių.

Hierarchinė struktūra užtikrina patikimumą, centralizuotą valdymą, atskiroms sritims nereikia turėti detalios informacijos apie kitas sritis (tai turi magistralinis maršrutizatorius) bei gerą plečiamumą.

OSPF algoritmas

OSPF naudoja 3 duomenų bazines:

- Gretimų DB
- Topologijos ar ryšio būsenos DB
- Persiuntimų DB arba maršrutizavimo lentelę

Kiekvienas maršrutizatorius gauna ryšio linijų būsenos informaciją iš gretutinių maršrutizatorių ir taip sudaro savo ryšių būsenos DB.

Naudojant **Dijksa trumpiausio kelio paieškos algoritmą** sudaromas medis, kuriuo remiantis, sudaroma maršrutizavimo lentelė.

BGP protokolas

BGP (Border Gateway Protocol) – tai maršrutizavimo protokolas naudojamas internete, apibrėžiantis maršrutus tarp autonominių zonų. BGP naudojamas interneto paslaugų tiekėjų.

Maršrutizavimo algoritmas pagrįstas atstumo skaičiavimu, nustatyta tinklo politika ir taisyklėmis.

BGP leidžia decentralizuoti tinklo valdymą suskirstant į atskiras autonomines zonas.

BGP tarp kaimynų keičiasi maršrutizavimo informacija tik tuomet, jei administratorius rankomis padaro atitinkamus konfigūracinius įrašus.