Пакеттік коммутациялы сандық желілер

Дәріс 6: Маршрутизация және маршрутизация хаттамалары

ДӘРІСКЕР: PhD, доцент м.а.
Сқабылов Әлішер Әлиұлы

Дәрістің мақсаты:

IP-мекенжайлау принциптерін, маршрутизатордың жұмысын және маршрут кестесінің құрылымын түсіндіру.

Статикалық және динамикалық маршрутизацияны, RIP, OSPF және BGP хаттамаларын салыстырып талдау, ішкі желілерге бөлу мен ең қысқа жолды табу дағдыларын қалыптастыру.

IP-мекенжайлау

IPv4 мекенжайы — желідегі құрылғыны анықтауға арналған 32 биттік сан. Ол төрт октетке бөлініп, ондық жүйеде жазылады.
Мысалы: 192.168.10.25
IPv4 мекенжайы **екі бөліктен** тұрады:

- **Желі идентификаторы** — құрылғы орналасқан желіні анықтайды.
- **Хост идентификаторы** — сол желідегі нақты құрылғыны анықтайды.

Олардың шекарасын желі маскасы белгілейді.
CIDR (Classless Inter-Domain Routing) — мекенжайды префикс ұзындығы арқылы жазу тәсілі.
Мысалы: 192.168.10.0/24

- /24 — желіге бөлінген 24 бит.
- Қалған 8 бит — хосттарға арналған.
- Желі маскасы — 255.255.255.0.

192.168.10.0/24 желісін 4 тең ішкі желіге бөлу

Subnetting — үлкен IP-желіні бірнеше кіші ішкі желіге бөлу процесі. Бұл IP-мекенжайларды тиімді пайдалануға және желіні басқаруды жеңілдетуге мүмкіндік береді.

1. 4 ішкі желі құру үшін 2 бит қажет:

4=2^2

2. Жаңа префикс:

/24+2=/26

3. Жаңа маска:

255.255.255.192

4. Әр ішкі желідегі мекенжай саны:

2^6=64

Жарамды хосттар саны:

64-2=62

Маршрутизация негіздері

Маршрутизация — IP-пакеттерді жіберушіден қабылдаушыға дейін әртүрлі желілер арасында бағыттау процесі.

Маршрутизатор (Router) — OSI моделінің желілік деңгейінде жұмыс істейтін және IP-пакеттерді желілер арасында бағыттайтын құрылғы.

Маршрутизатордың **жұмыс алгоритмі:**

1. Кіріс пакетінің мақсатты IP-мекенжайын оқиды.
2. Оны маршрут кестесімен салыстырады.
3. Ең ұзын сәйкес префиксті таңдайды (Longest Prefix Match).
4. TTL мәнін 1-ге азайтады.
5. Пакетті келесі түйінге немесе шығыс интерфейске жібереді.

TTL нөлге жеткенде пакет жойылады. Бұл маршрутизация циклдерінің алдын алуға көмектеседі.

Статикалық маршрутизация

Статикалық маршрутизация (Static Routing)
Маршруттарды желі әкімшісі қолмен енгізеді.

Артықшылықтары:

- Бапталуы қарапайым.
- Процессор мен желі ресурстарын аз пайдаланады.
- Маршруттар алдын ала белгілі және болжамды.

Кемшіліктері:

- Желідегі өзгерістерді қолмен жаңарту қажет.
- Ақау болған жағдайда автоматты түрде басқа жолды таңдамайды.

Динамикалық маршрутизация

Динамикалық маршрутизация (Dynamic Routing)
Маршрутизаторлар арнайы хаттамалар арқылы ақпарат алмасып, маршрут кестесін автоматты түрде қалыптастырады.

Артықшылықтары:

- Үлкен желілерге бейімделеді.
- Желідегі өзгерістерді автоматты анықтайды.
- Балама маршруттарды пайдалануға мүмкіндік береді.

Кемшіліктері:

- Процессор мен жад ресурстарын көбірек пайдаланады.
- Дұрыс конфигурациялауды қажет етеді.

Практикада екі тәсіл бірге қолданылады: мысалы, провайдерге шығу үшін статикалық әдепкі маршрут, ал ішкі желілерде динамикалық маршрутизация пайдаланылады.

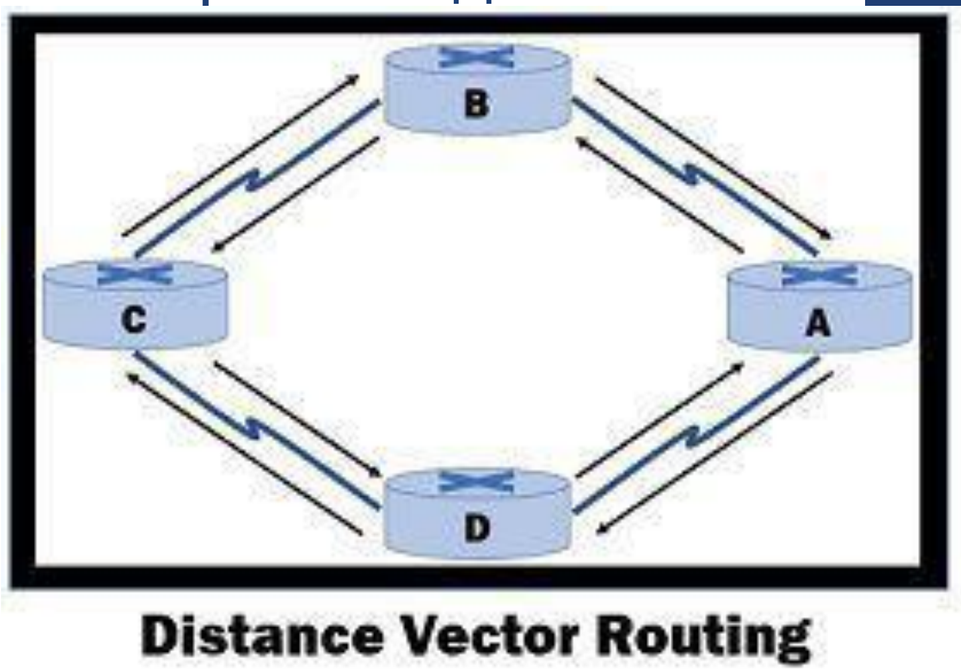
Маршрутизация алгоритмдері

Динамикалық маршрутизацияда **екі негізгі алгоритм** қолданылады.

1. Distance-Vector (Қашықтық векторы)
Әр маршрутизатор көршілеріне белгілі желілерге дейінгі қашықтық туралы ақпаратты жібереді.

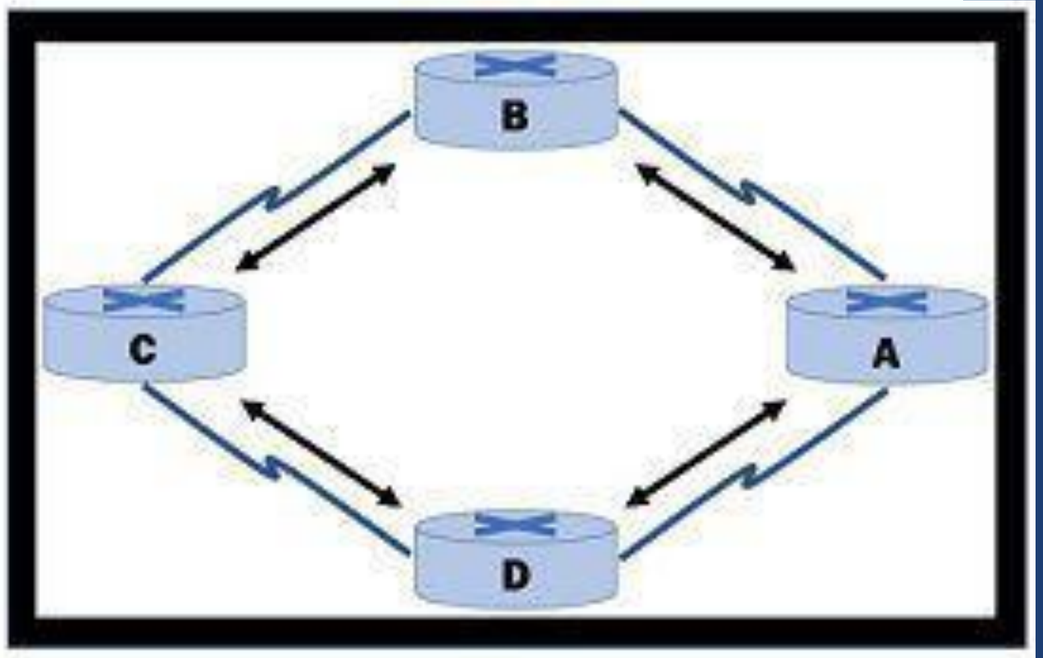
- Маршруттарды көршілерден алынған мәліметтер негізінде анықтайды.
- Беллман–Форд алгоритмі қолданылады.
- Желінің толық топологиясын білмейді.
- Конвергенциясы баяу болуы мүмкін.

Негізгі мәселесі — Count-to-Infinity. Оны азайту үшін Split Horizon, Route Poisoning және Hold-down механизмдері қолданылады.



2. Link-State (Арна күйі)
Әр маршрутизатор өзінің байланыс арналарының күйі туралы ақпаратты (LSA) таратады.

- Барлық маршрутизаторда топологияның ортақ дерекқоры (LSDB) қалыптасады.
- Ең қысқа жол Дейкстра (SPF) алгоритмімен есептеледі.
- Конвергенциясы жылдам.
- Процессор мен жад ресурстарын
- көбірек қажет етеді.



Link State Routing

RIP, OSPF және BGP хаттамаларын салыстыру

Көрсеткіш	RIP	OSPF	BGP-4
Түрі	IGP	IGP	EGP
Алгоритм	Distance-Vector	Link-State	Path-Vector
Метрика	Hop Count (≤15)	Cost	Атрибуттар, саясат
Тасымалдау	UDP 520	IP, протокол 89	TCP 179
AD (Cisco)	120	110	20 (eBGP)
Конвергенция	Баяу	Жылдам	Баяу, басқарылатын
Қолданылуы	Шағын желілер	Кәсіпорын және оператор желілері	Интернет-провайдерлер

Хаттамаларды таңдау:

- **RIP** — қарапайым және шағын желілер үшін.
- **OSPF** — үлкен ішкі желілер мен жылдам бейімделу қажет болғанда.
- **BGP** — автономды жүйелер мен Интернет-провайдерлер арасында маршрут алмасу үшін.

Маршрутизацияның негізгі көрсеткіштері

Маршрутизация кезінде маршрутты таңдау мен желінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін бірнеше маңызды көрсеткіш қолданылады.

- **Метрика** (Metric) — маршруттың құнын анықтайды. Оған секіру саны, өткізу қабілеті және кідіріс сияқты көрсеткіштер жатады.
- **Конвергенция** (Convergence) — желі өзгергеннен кейін маршрутизаторлардың маршрут кестелерін өзара сәйкестендіру процесі.
- **Әкімшілік қашықтық** (AD) — маршрут көзінің сенімділік деңгейін сипаттайды. Мәні неғұрлым аз болса, маршрут көзі соғұрлым сенімді деп есептеледі.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар:

1. IPv4 мекенжайының құрылымы қандай және желі маскасы не үшін қажет?
2. CIDR жазылуы нені білдіреді?
3. Маршрутизатор пакетті қалай бағыттайды?
4. Longest Prefix Match ережесінің мағынасы қандай?
5. Статикалық және динамикалық маршрутизацияның айырмашылығы неде?
6. Distance-Vector және Link-State алгоритмдерінің негізгі айырмашылығы қандай?
7. RIP хаттамасының негізгі метрикасы мен шектеулері қандай?
8. OSPF хаттамасындағы Area 0 қандай қызмет атқарады?
9. BGP хаттамасы қандай желілер арасында қолданылады?
10. RIP, OSPF және BGP хаттамаларының негізгі айырмашылықтарын атаңыз.

Әдебиеттер тізімі:

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 2020.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012.
3. Kurose J.F., Ross K.W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th ed. — Pearson, 2021.
4. Stallings W. Data and Computer Communications. 10th ed. — Pearson, 2014.
5. Forouzan B.A. Data Communications and Networking. 5th ed. — McGraw-Hill, 2013.
6. RFC 1058. Routing Information Protocol (RIP). 1988.
7. RFC 2453. RIP Version 2. 1998.
8. RFC 2328. OSPF Version 2. 1998.
9. RFC 4271. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). 2006.
10. RFC 4632. Classless Inter-domain Routing (CIDR). 2006.
11. Doyle J., Carroll J. Routing TCP/IP, Volume I. 2nd ed. — Cisco Press, 2005.