

Hálózatok építése és üzemeltetése

Routing protokollok

Félév (tervezett) menete

1	09-04	Sonkoly Balázs	Bevezető; Érdekes hálózatos témák Felhő alapú AR/VR alkalmazások
2	09-11	Sonkoly Balázs	GNU/Linux (előadás & gyakorlat)
3	09-18	Németh Felicián	GNU/Linux (folytatás), Linux hálózat, szoftver szerszámok (önálló feldolgozásra) <i>Python</i>
		Németh Felicián	Érdekes felhős, hálózatos témák: demók
4	09-25	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban (1.rész)
5	10-02		
6	10-09	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban (2.rész)
7	10-16	Sonkoly Balázs	Hálózati eszközök belső felépítése, OpenWRT Érdekes felhős, hálózatos témák: demók
8	10-23		
9	10-30	Sonkoly Balázs	Routing protokollok
	TBA	Sonkoly Balázs	ZH konzultáció
10	11-06	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (1.rész)
		Gulyás András	<i>A hálózat mint platform (SDN) - jegyzet</i>
	11-10	Sonkoly Balázs	ZH (14:15-16:00, helyszín: QBF12)
11	11-13	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (2. rész)
12	11-20	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (3. rész) Érdekes hálózatos témák: demók
	11-21		pót ZH (18:15-20:00, helyszín: QBF12)
13	11-27	Gulyás András	<i>Internet - előadás</i> <i>Internet - háttéranyag</i>
14	12-04	TBA	Cloud Native az "iparban"

Routing protokoll

Félév menete

hét	dátum	előadó	
1	09-04	Sonkoly Balázs	<i>Bevezető; Érdekes hálózatos témák</i> Felhő alapú AR/VR alkalmazások
2	09-11	Sonkoly Balázs	<i>GNU/Linux (előadás & gyakorlat)</i>
3	09-18	Németh Felicián	<i>GNU/Linux (folytatás), Linux hálózat, szoftver szerszámok</i> (önálló feldolgozásra) <i>Python</i>
4	09-25	Sonkoly Balázs	<i>Hálózati funkciók a gyakorlatban (1.rész)</i>
5	10-02		
6	10-09	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban (2.rész)
7	10-16	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban gyakorlat ami kimaradt...
8	10-23		
9	10-30	Sonkoly Balázs	<i>Routing protokollok</i> <i>Hálózati eszközök belső felépítése, OpenWRT</i>
10	11-06	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (1.rész) ZH konzultáció
		Gulyás András	<i>A hálózat mint platform (SDN) - jegyzet</i>
	11-10	Sonkoly Balázs	ZH (14:15-16:00, helyszín: QBF12)
11	11-13	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (2. rész)
12	11-20	Sonkoly Balázs	SDN - előadás (3. rész) Érdekes hálózatos témák: demók
	11-21		pót ZH (18:15-20:00, helyszín: QBF12)
13	11-27	Gulyás András	<i>Internet - előadás</i> <i>Internet - háttéranyag</i>
14	12-04	Sonkoly Balázs	Vizsga konzultáció
		TBA	Cloud Native az "iparban"

Mai téma

- ▶ Eddig
 - ▶ hálózati funkciók (NAT, Firewall, DHCP, DNS)
- ▶ Tulajdonképpen
 - ▶ switch / bridge (Layer 2)
 - ▶ router (Layer 3)
 - ▶ is alap hálózati funkciók
- ▶ Mai téma IP
 - ▶ forwarding
 - ▶ routing

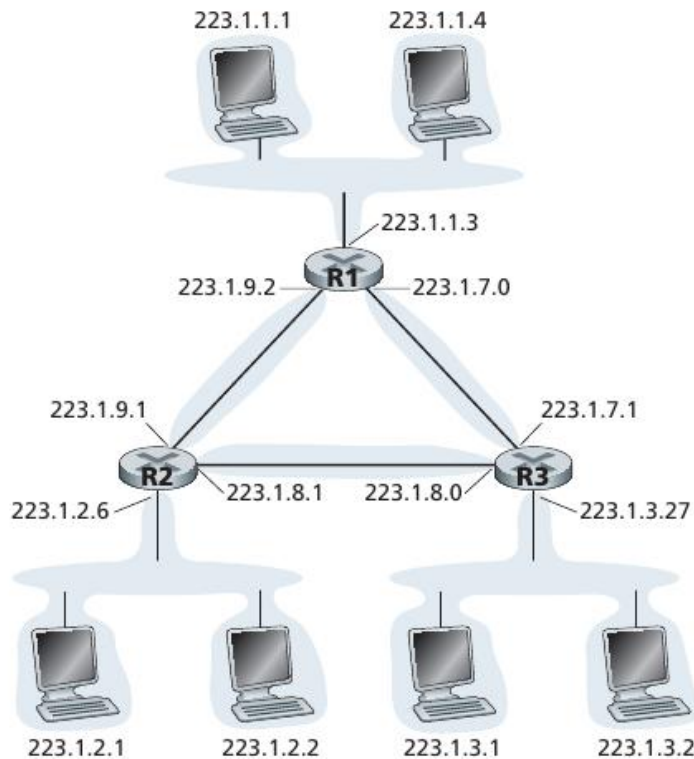
Alapok



Hálózati réteg

- ▶ Feladata
 - ▶ csomag eljuttatása végponttól végpontig
 - ▶ hálózatba kapcsolt routereken keresztül
- ▶ Ezt a szolgáltatást használja a transzport réteg (TCP, UDP)
- ▶ Alap funkciók
 - ▶ forwarding
 - ▶ mit csináljon egy router egy bejövő csomaggal
 - ▶ routing
 - ▶ milyen úton (routereken) haladjon a csomag a forrástól a célig

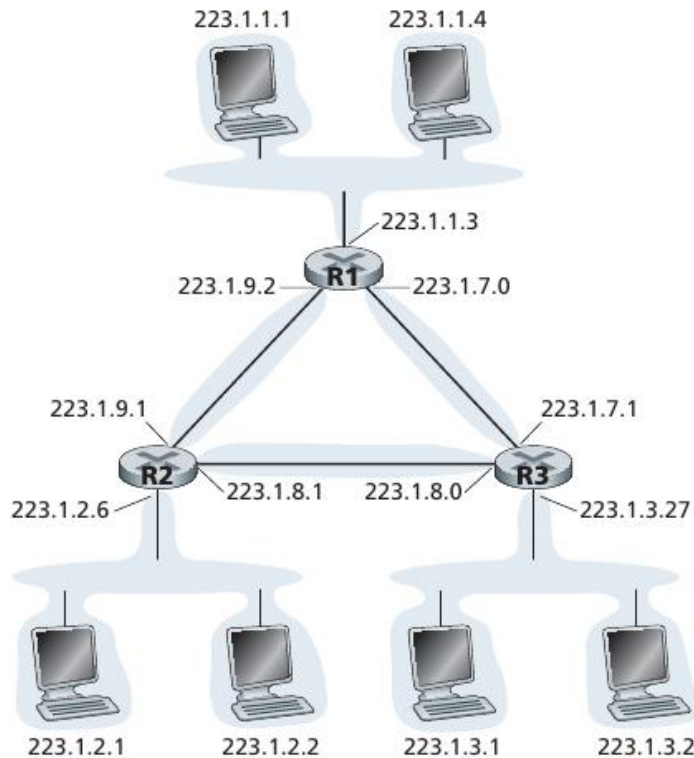
IPv4 címzés



J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

- ▶ IP címet két különböző dologra használjuk
 - ▶ azonosítás
 - ▶ útvonalválasztás
- ▶ Minden interfésznek van egy címe
- ▶ routernek természetesen több interfésze van
 - ▶ dotted-decimal jelölés (pl. 192.168.1.1)
- ▶ alhálózatok
 - ▶ 32 bites cím két részre osztva (subnet mask alapján):
hálózati cím, hoszt cím (pl. 192.168.1.0/24)
- ▶ classful addressing
 - ▶ class A (/8, 8 bites hálózati cím), B (/16), C (/24)
 - ▶ (class D: multicast)
 - ▶ első bitek határozzák meg
 - ▶ A: 0, B: 10, C: 110, D: 1110
- ▶ CIDR
 - ▶ Classless Interdomain Routing
 - ▶ tetszőleges network prefix: /x

IPv4 címzés



J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

► FLSM

- Fixed Length Subnet Mask
- útvonalhirdetés prefix nélkül
- fogadó interfész maszkja volt a default
- azonos "méretű" alhálózatok
- sokszor nagyon pazarló (kihasználatlan IP címek)

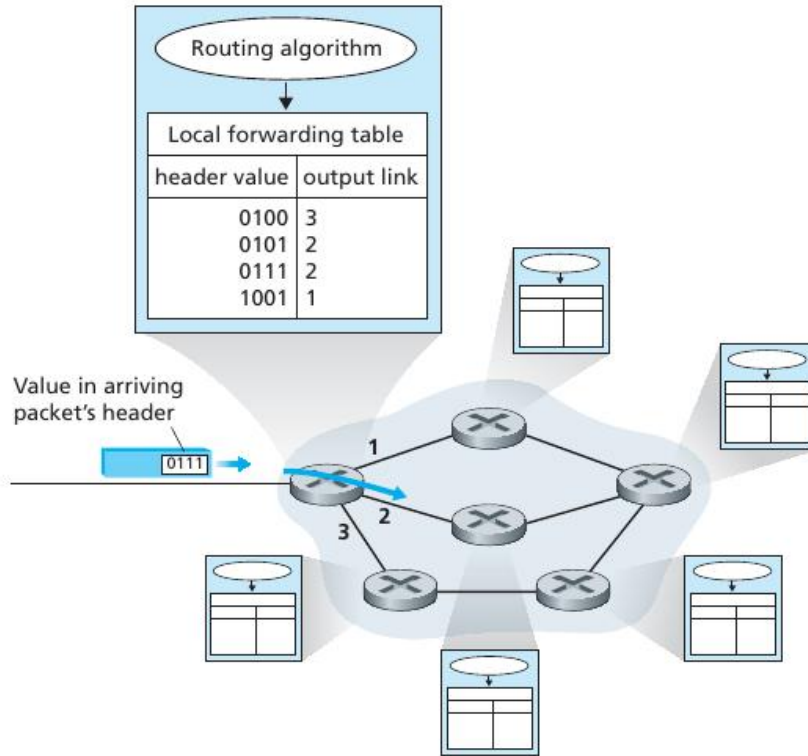
► VLSM

- Variable Length Subnet Mask
- (VLSM + CIDR)
- tetszőleges "méretű" alhálózatok
- kevésbé pazarló
- útvonalhirdetés prefix-szel
 - IP cím / prefix
- routing prefix aggregation

Forwarding

Hogy működik egy router?

Forwarding és routing

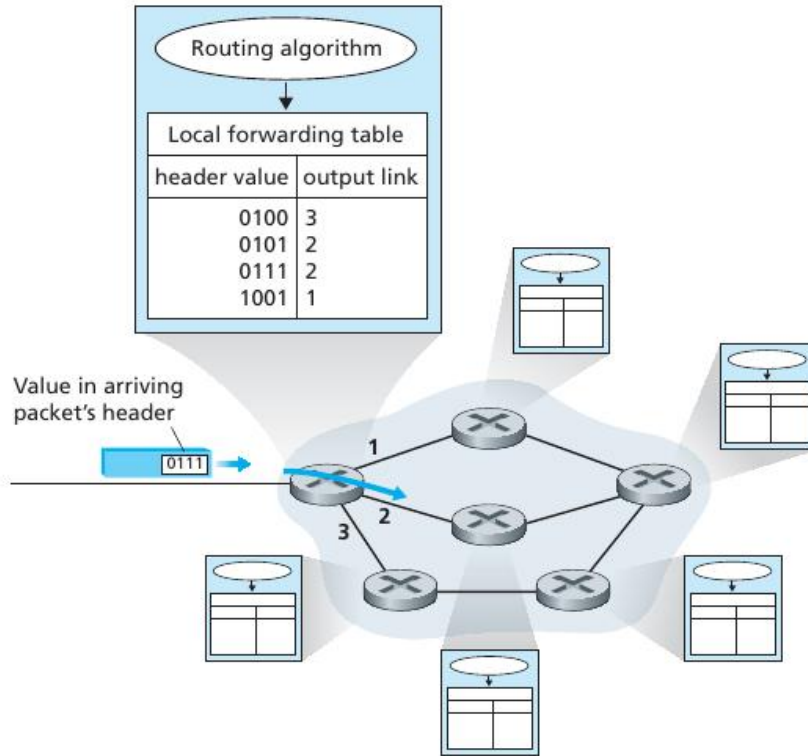


► Forwarding

- lokális döntési mechanizmus
- forwarding tábla alapján
 - pl. cél azonosítóhoz -> kimeneti interfész
- (1) routerhez beérkezik a csomag
- (2) fejrész érdekes részét vizsgálja
 - pl. cél IP
- (3) lookup (match)
 - illeszkedés vizsgálat (longest prefix match)
 - megfelelő bejegyzés kiválasztása a forwarding táblából
- (4) csomag továbbítása a kiválasztott bejegyzés szerinti port(ok)on (action)
- match & action (Hol láttuk korábban?)

J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

Forwarding és routing

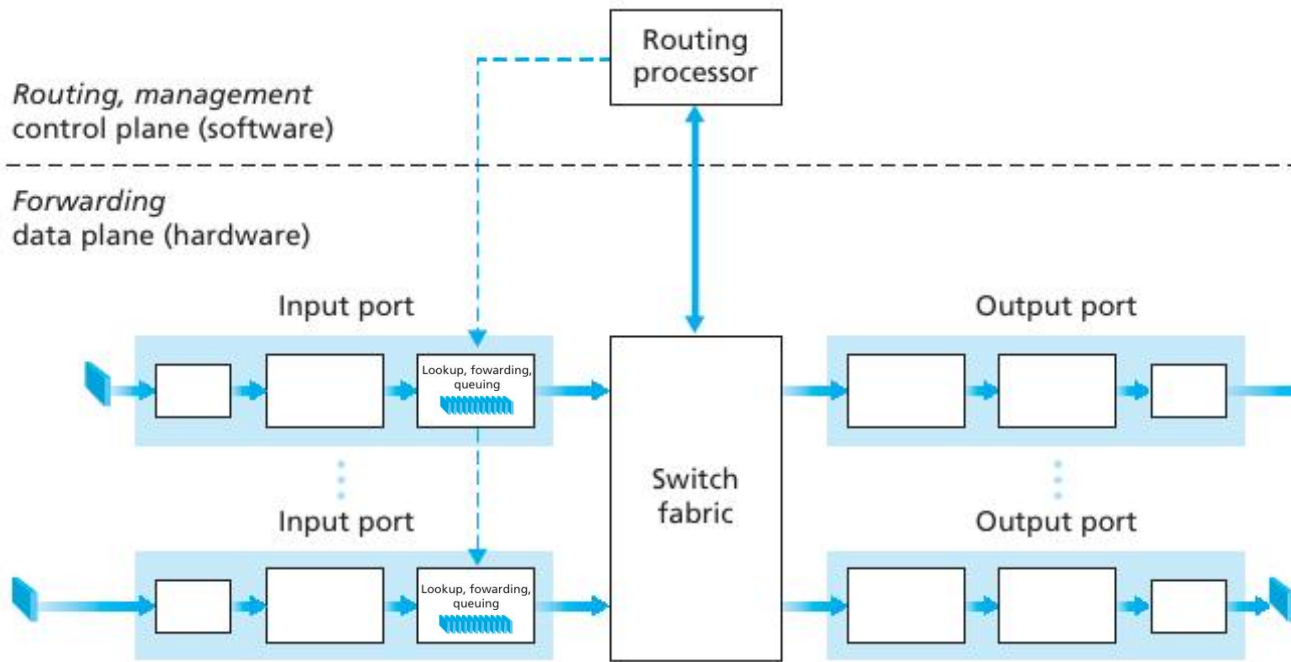


► Routing

- forwarding tábla dinamikus konfigurálása (változó hálózat)
- bejegyzések hozzáadása, törlése
 - routing protokoll üzenetek alapján
- centralizált vs. elosztott
- centralizált
 - egy központi helyen fut, látja a teljes topológiát (ld. majd OpenFlow hálózatok)
 - router-controller kommunikáció
- elosztott
 - routereken elosztottan fut az algoritmus (pl. hagyományos routing protokollok)
 - routerek kommunikálnak egymással, folyamatos információcsere

J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

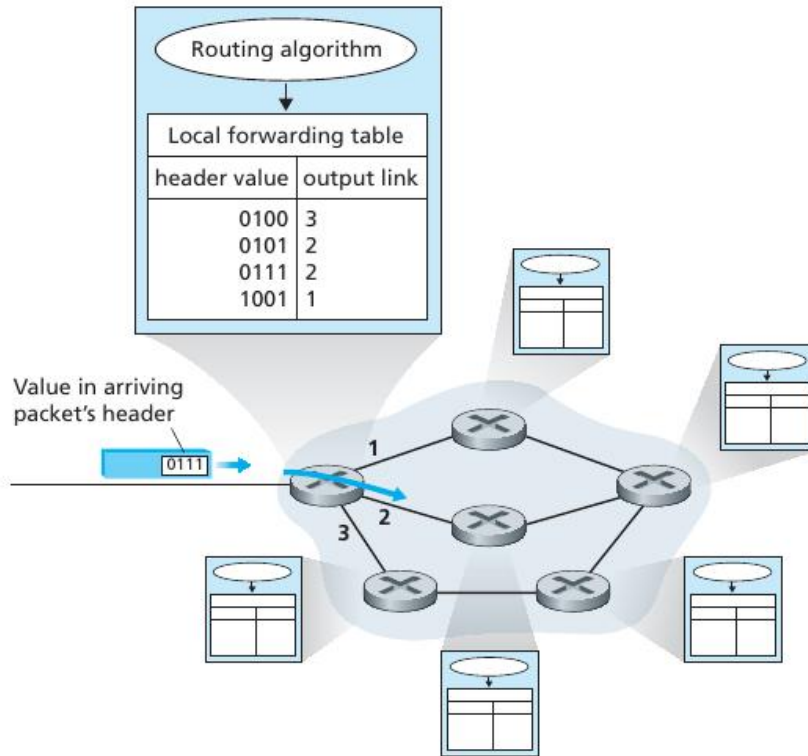
Tipikus router architektúra



- ▶ **Forwarding plane**
 - ▶ tipikusan hardverben
 - ▶ bemeneti portok
 - ▶ lookup!
 - ▶ TCAM (Ternary Content Addressable Memory, három állapotú tartalom címezhető memória)
 - ▶ switch fabric
 - ▶ kimeneti portok
- ▶ **Control plane**
 - ▶ tipikusan szoftverben
 - ▶ routing processor
 - ▶ (kis teljesítményű) CPU
 - ▶ routing protokoll(ok) futtatása
 - ▶ routing táblák menedzselése
 - ▶ forwarding tábla kalkulálása, konfigurálása

J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

RIB vs. FIB



► RIB

- Routing Information Base
- "routing táblák"
- tipikusan RAM-ban
- routing protokolloktól jövő útvonal információk tárolóhelye
- minden útvonal, amit valamilyen futó routing algoritmus megtanult

► FIB

- Forwarding Information Base
- "forwarding tábla"
- tipikusan TCAM-ben, korlátozott méret
- performanciára optimalizált bejegyzések
- longest prefix match
 - nem tárolunk minden lehetséges cél címet
 - döntés cél prefix alapján
- FIB-et dinamikusan kell kalkulálni a RIB alapján (next hop, output interfaces)

J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012



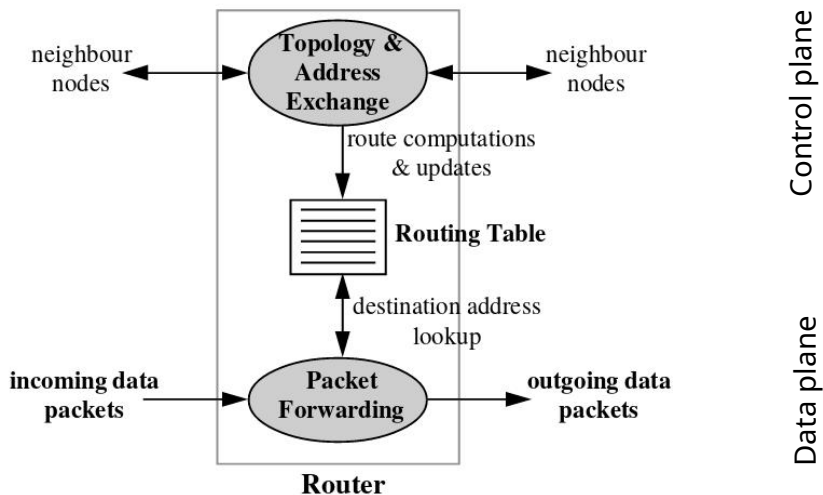
(nem otthoni) routerek

Németh Felicián slide-jai

home, access,

edge, core

Routerek általános felépítése



James Aweya: IP Router Architectures: An Overview

A router feladatai

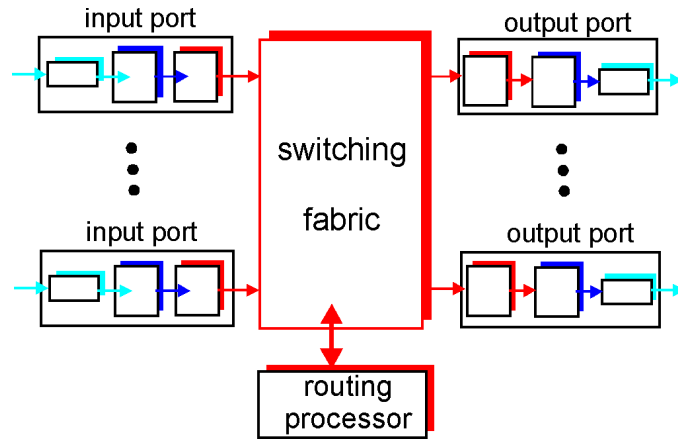
▸ Routing feladatok

- routing protokoll (OSPF, ...) futtatása, a kapott információk alapján:
- útvonalak kiszámítása, amit felhasználva:
- a továbbítási táblázat karbantartása

▸ Csomagtovábbítási feladatok

- IP csomag validálása
- Célcím kikeresése a továbbítási táblázatból
 - helyi, unicast, multicast cím
- Csomag-élettartam szabályozás
 - TTL, Time-to-live mező csökkentése
- Ellenőrzőösszeg újraszámítás
- Eltérő MTU esetén csomagdarabolás

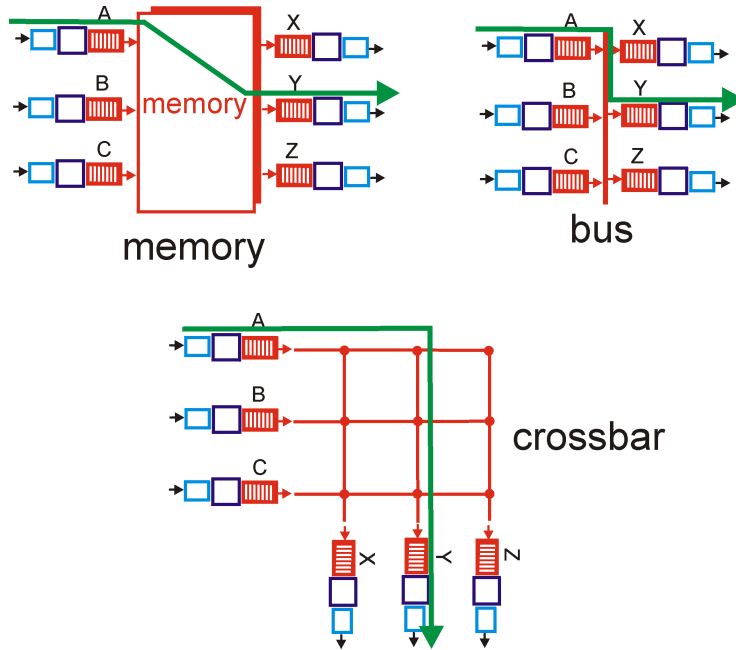
Router architektúrák



http://www2.ic.uff.br/~michael/kr1999/4-network/4_06-inside.htm

- ▶ A portok “line card”-okon csatlakoztathatók
- ▶ A továbbításhoz szükséges legtöbb feladatot a line cardokon el lehet végezni
- ▶ Ideális esetben a routing processor nem végez csomagtovábbítási feladatokat
 - ▶ A line cardok rendelkeznek a forwarding tábla másolataival

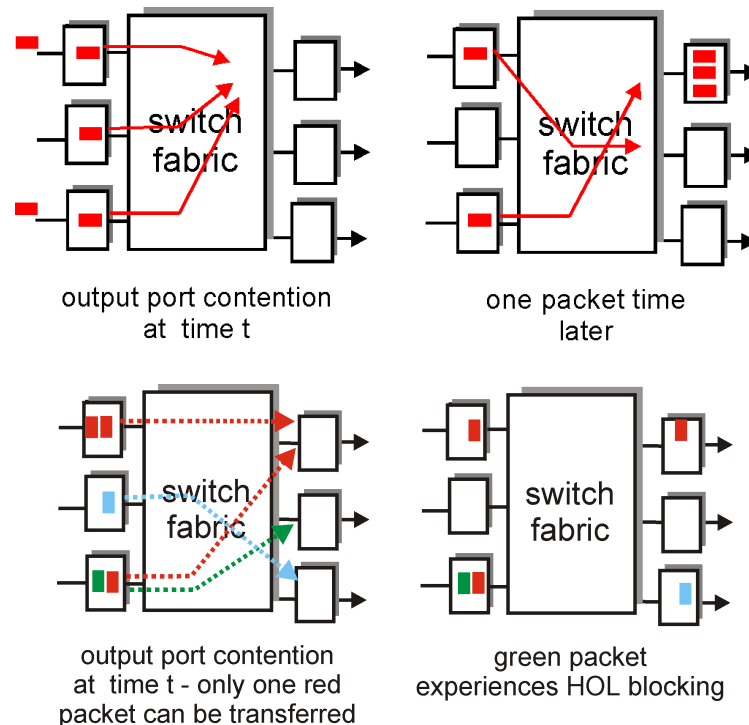
Switching fabric / kapcsolószerkezet



- ▶ Kezdetben hagyományos számítógép architektúrákat használtak (~ OpenWrt)
 - ▶ csomagokat a közös hozzáférésű memóriába másolták
 - ▶ az egyetlen CPU döntött a sorsáról
- ▶ 2nd gen: csomagot a közös buszon továbbították a routing processor beavatkozása nélkül
- ▶ Crossbar: $2N$ busz, N input-output port összekapcsolására
 - ▶ (szokás ilyenkor a csomagot kisebb egységekre darabolni, majd az output porton összerakni)

Sorbanállás, sormenedzsment, QoS

- ▶ Sorok a be- és kimeneten is lehetnek
 - ▶ Kimeneti torlódás oka: pl. nagyobb a bejövő összerhelés a kimeneti kapacitásnál
 - ▶ Head-of-the-line blocking:
 - ▶ a switching fabric nem N-szeres sebességgel üzemel,
 - ▶ a pirosat nem lehet még továbbítani, a zöldet lehetne, de a piros feltartja
- ▶ Minőség biztosítása (Quality of Service, QoS)
 - ▶ Nem FIFO sorokkal, pl:
 - ▶ Prioritásos sorokkal,
 - ▶ Weighted Fair Queueing
 - ▶ Random Early Detection (RED)
 - ▶ Torlódás jelzése csomagdobás nélkül (ECN bitben)
 - ▶ TCP estén működik



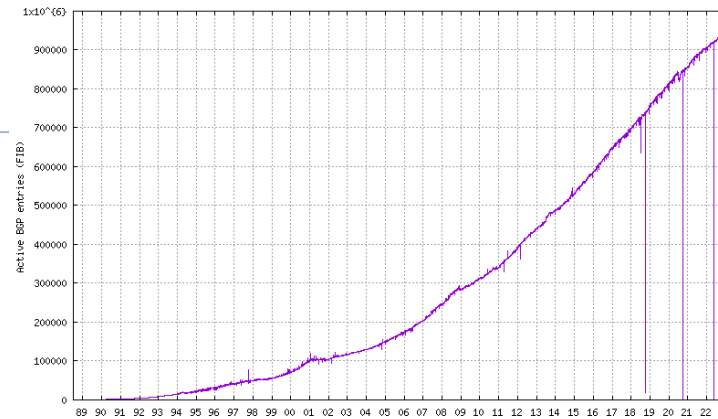
Kimenő port kiválasztása: Longest Prefix Match

- ▶ BGP ~700k 900k bejegyzés
- ▶ Egyszerű bináris keresés
 - ▶ Túl sok memória hozzáférés
- ▶ TCAM (ternary content-addressable memory)
 - ▶ Túl drága a teljes táblázat tárolásához
- ▶ Gyorsítási lehetőségek:
 - ▶ A fa tetejét direktben címezzük
 - ▶ Fából irányított gráfot készítünk
 - ▶ Pl. alulról összevonjuk az azonos részfákat
 - ▶ Kisebb fa befér a cache-be → gyorsabb a memóriaelérés
 - ▶ ...

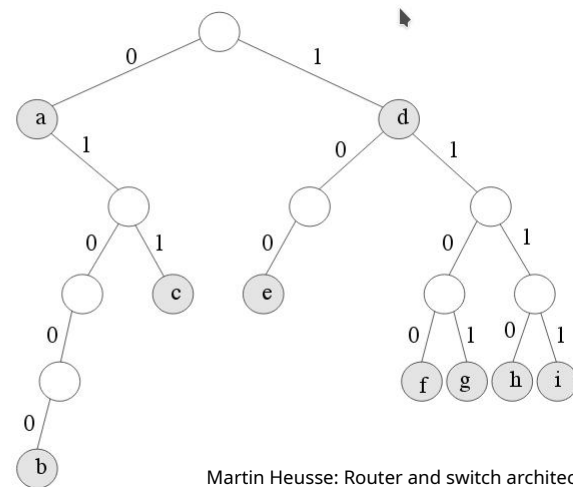
Prefixes

a 0*
b 01000*
c 011*
d 1*
e 100*
f 1100*
g 1101*
h 1110*
i 1111*

Active BGP entries (FIB)



<https://bgp.potaroo.net/as2.0/bgp-active.html>



Martin Heusse: Router and switch architecture

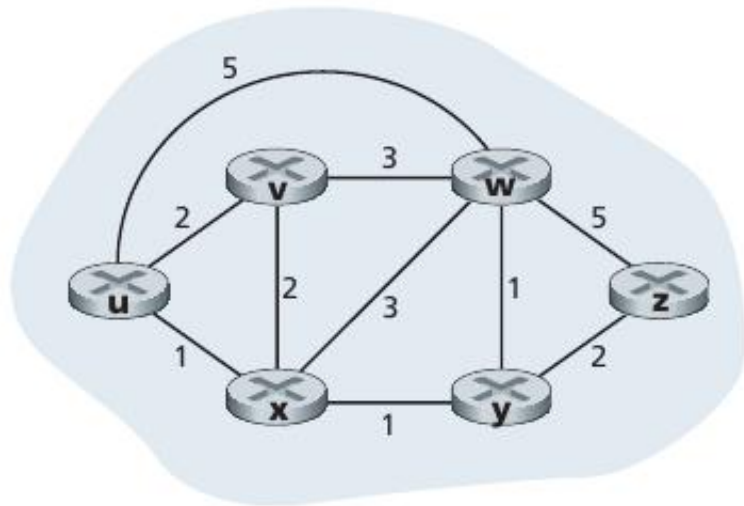
Routing protokollok

Routing protokollok

► Feladatuk

- optimális útvonal biztosítása bármely csomópontok között
 - aktuális állapot információ a hálózatról
 - útvonalak kalkulálása
- forwarding táblák
 - konfigurálása
 - dinamikus karbantartása, frissítése
 - bejövő routing protokoll üzenetek alapján
- routing információk
 - feldolgozása
 - terjesztése

Routing protokollok



- ▶ Hálózat: absztrakt gráf
 - ▶ csomópontok: routerek
 - ▶ élek: linkek
 - ▶ élköltség: valamilyen metrika (pl. késleltetés, sávszélesség kifejezése)
- ▶ cél:
 - ▶ (valamilyen értelemben) optimális, legkisebb költségű útvonal meghatározása két csomópont között
 - ▶ pl. legrövidebb út
- ▶ Ismerős algoritmusok:
 - ▶ Dijkstra algoritmus
 - ▶ Bellman-Ford algoritmus

Csoportosításuk

- ▶ Globális vs. Elosztott
 - ▶ globális: minden router ismeri a teljes topológiát
 - ▶ elosztott: minden router csak a szomszédjait és a tőlük kapott üzeneteket ismeri
- ▶ Intra-domain vs. Inter-domain
 - ▶ intra: Interior Gateway Protocol (IGP)
 - ▶ közös adminisztratív domain
 - ▶ nem jól skálázódik
 - ▶ inter: Exterior Gateway Protocol (EGP)
 - ▶ külön adminisztratív domainedek, AS-ek (Autonomous System) között
 - ▶ jól skálázódik (internet)
- ▶ Link state vs. Distance Vector (ld. később)

Csoportosításuk

- ▶ Interior Gateway Protocol (IGP) példák
 - ▶ OSPF (OpenShortest Path First)
 - ▶ IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)
 - ▶ RIP (Routing Information Protocol)
 - ▶ EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- ▶ Exterior Gateway Protocol (EGP)
 - ▶ BGP (Border Gateway Protocol)
 - ▶ Id. MSc (Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció)

Routing protokollok értékelése

- ▶ **Erőforrás-igény**
 - ▶ milyen mértékben terheli a routing processzort
 - ▶ mennyi sávszélességet foglal (kontroll üzenetek)
- ▶ **Stabilitás, konvergenciaidő**
 - ▶ hálózati állapot változása után milyen gyorsan alakul ki (kialakul egyáltalán?) új stabil, konzisztens állapot
- ▶ **Biztonság**
 - ▶ támadási pont lehet a protokollok által használt portok és egyéb erőforrások lefoglalása, gátolhatja a szinkronizációt
 - ▶ hamis információ terjesztése, pl. hosszabb időre kivonhat egyes hálózati szegmenseket a forgalomból
- ▶ **Címzés**
 - ▶ melyik címzési technikát támogatja (classful, CIDR, VLSM)
- ▶ **Hálózati hierarchia**
 - ▶ hálózat a címzés és az útvonalválasztás szempontjából lehet lapos (flat) vagy hierarchikus
 - ▶ hierarchikus
 - ▶ elkülönülő területek, routereknek csak az adott területen belüli eszközöket kell ismerniük
 - ▶ routing és forwarding táblázatok mérete jelentősen csökkenthető

Link State alapú routing

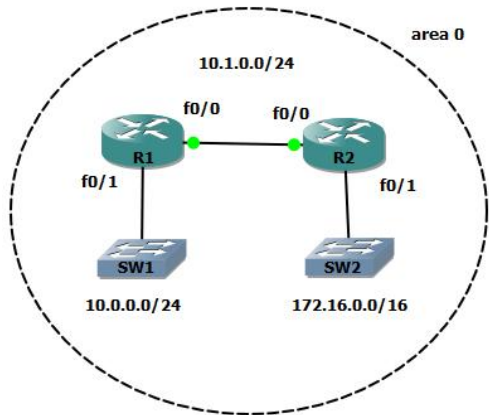
Működési elv

- ▶ Link State alapú routing algoritmus
 - ▶ globális nézetten dolgozik
 - ▶ LSP: Link State Packet (id, costs, seq.no, ttl)
 - ▶ egy router
 - ▶ mindenkinek küld LSP-t (broadcast)
 - ▶ a közvetlenül kapcsolódó linkjeiről
 - ▶ periodikusan újra generálja (seq.no++)
 - ▶ legfrissebb beérkezett LSP-eket tárolja
 - ▶ mindenki ugyanazt a topológiát látja
 - ▶ azon számolja az útvonalakat
 - ▶ útvonalszámítás: Dijkstra algoritmus

Például: OSPF

- ▶ Open Shortest Path First (v2)
- ▶ nyílt, IETF szabvány
 - ▶ v2: RFC 2328
 - ▶ IP felett
- ▶ együttműködés különböző gyártók termékei között!
- ▶ korlátozott erőforrás igény
- ▶ viszonylag gyors, automatikus konvergencia topológia változásokra
- ▶ támogatja
 - ▶ különböző útvonal költségek számítását
 - ▶ hierarchikus, többszintű topológiát
 - ▶ alkalmazás típusára alapozott forgalomirányítást
 - ▶ autentikációt minden üzenetre

Például: OSPF



R1:

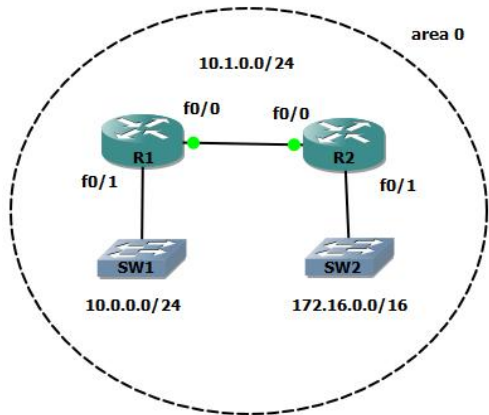
```
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0
network 10.1.0.0 0.0.0.255 area 0
```

- ▶ Egyszerű példa
- ▶ R1, R2 routerek
- ▶ mindkét routerben egységes képet szeretnénk
- ▶ példa konfiguráció (Cisco)
 - ▶ hirdetés: network parancs
 - ▶ egy terület: area 0

R2:

```
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.1.0.2 0.0.0.0 area 0
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

Például: OSPF



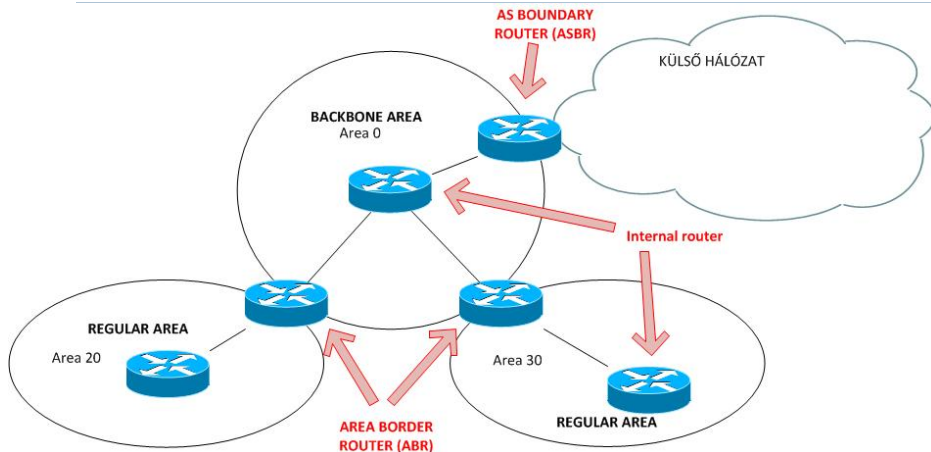
- ▶ Egyszerű példa
- ▶ R1, R2 routerek
- ▶ mindkét routerben egységes képet szeretnénk
- ▶ példa konfiguráció (Cisco)
 - ▶ routing táblák dinamikusan frissülnek

R1:

```
R1# show ip route
```

```
O    172.16.0.0/16 [110/20] via 10.1.0.2, 00:02:40, FastEthernet0/0
      10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Például: OSPF



▶ Router típusok

- ▶ Internal router
 - ▶ minden OSPF-et futtató interfésze ugyanazon area-ban
- ▶ ABR (Area Border Router)
 - ▶ két különböző területhez is kapcsolódik
 - ▶ legalább egy interfésze a backbone area-hoz
 - ▶ legalább egy interfésze egy regular area-hoz
- ▶ ASBR (Autonomous System Boundary Router)
 - ▶ OSPF AS-t összeköti a külvilággal, és egyben ABR is

▶ Hierarchikus routing

▶ egy autonóm rendszeren belül területek (area) (skálázódás!)

- ▶ 32 bites id (pl. 0.0.0.23)
- ▶ területen belül közös nézet
- ▶ szinkronizálni kell

▶ area típusok

▶ backbone area

- ▶ id 0
- ▶ minden más terület ide csatlakozik

▶ regular area

- ▶ backbone area-hoz csatlakozik
- ▶ csak a backbone area-val osztja meg a saját területéről származó információkat
- ▶ minden más regular area-ba menő forgalom a backbone area-n megy keresztül

Például: OSPF

▶ Neighbor tábla

- ▶ szomszédsági kapcsolatok
- ▶ szomszéd routerek felderítése
- ▶ Hello protokoll
 - ▶ periodikus Hello üzenetek
 - ▶ multicast 224.0.0.5
 - ▶ folyamatos információ csere

▶ LSDB

- ▶ Link State Database
- ▶ Hello üzenet után LSDB szinkronizáció
 - ▶ LSDB kivonat kicserélése
 - ▶ útvonalak vizsgálata
 - ▶ további adatok kérése azokról, amelyekről még nincs információjuk
 - ▶ ha LSDB szinkron: teljes értékű szomszédság

▶ Routing tábla

- ▶ legjobb útvonalak tárolása

Például: OSPF

▶ Útvonal információk cseréje

- ▶ LSU (Link State Update) üzenetek
 - ▶ ebben LSA-k (Link State Advertisement)
 - ▶ információ egyetlen útvonalról
 - ▶ area-n belül biztonságos elárasztás
 - ▶ nyugtázással
- ▶ Különböző típusú LSA-k
 - ▶ meddig jutnak el, hogyan konvertálódnak
 - ▶ Type 1 - Router link advertisement
 - ▶ Type 2 - Network link advertisement
 - ▶ Type 3/4 - Summary link advertisement
 - ▶ Type 5 - External link
 - ▶ Type 7 - NSSA external route

▶ Link költség

- ▶ sávszélesség alapján
- ▶ fordítottan arányos vele
- ▶ minél kisebb a költség (nagyobb a sebesség), annál preferáltabb a link

▶ Üzenet típusok

- ▶ Hello
- ▶ DBD (Database Description)
- ▶ LSU (Link State Update)
- ▶ LSR (Link State Request)
- ▶ LSAck (Link State Acknowledgement)

Például: OSPF

- ▶ Jön részletesebben a következő gyakorlaton...

Distance Vector alapú routing

Működési elv

- ▶ Távolságvektor (distance vector) alapú routing algoritmus
 - ▶ lokális információkkal dolgozik
 - ▶ elosztott
 - ▶ minden router információt kap a közvetlen kapcsolódó szomszédaitól
 - ▶ kalkulációt végez
 - ▶ eredményt elküldi a szomszédainak
 - ▶ (destination, cost)
 - ▶ iteratív
 - ▶ addig folytatódik, amíg van cserélendő információ
 - ▶ nincs leállítási jelzés: self-terminating
 - ▶ aszinkron
 - ▶ nincs szükség a routerek szinkron kommunikációjára
 - ▶ routing tábla
 - ▶ (destination, cost, next_hop)
 - ▶ ha jobb utat kap, frissíti
 - ▶ Útvonal számítás: Bellman-Ford algoritmus

Például: RIP

- ▶ Routing Information Protocol (v2)
- ▶ Első, egyszerű DV implementáció
 - ▶ RFC 2453
 - ▶ UDP felett (520-as port)
- ▶ Cél: minden elérhető hálózathoz a legjobb, hurokmentes útvonal meghatározása
- ▶ ha egy router útvonalfrissítést kap
 - ▶ routing tábla frissítése
 - ▶ kapott mértéket eggyel megnöveli (hop count a default routing metrika)
 - ▶ next hop: a frissítés forrás interfésze
- ▶ Minden cél felé csak a
 - ▶ legjobb útvonal nyilvántartása
 - ▶ de azonos költségű útvonalból többet is kezel
- ▶ Limitált hálózatméret
 - ▶ maximum 15 hop (16 == ∞)

Például: RIP

▶ Frissítések

- ▶ v1: broadcast
- ▶ v2: multicast (224.0.0.9)
- ▶ rendszeres
 - ▶ eredetileg 30 másodpercenként
- ▶ eseményvezérelt
 - ▶ ha routing tábla frissítés történt
 - ▶ azonnal megkezdí a frissítés küldést

▶ Konvergencia

- ▶ mennyi idő alatt jut a teljes rendszer új konzisztens állapotba
- ▶ DV protokolloknál probléma lehet a lassú konvergencia
- ▶ időzítők használata

▶ Időzítők

- ▶ Update Timer
 - ▶ minden útvonalhoz
 - ▶ default 30sec
- ▶ Invalid Timer
 - ▶ ha eddig nem jön update az útvonalra: next_hop=16
 - ▶ default: 180sec
- ▶ Flush Timer
 - ▶ ha eddig nem jön update az útvonalra, törlődik
 - ▶ default: 240sec
- ▶ Hold-down Timer
 - ▶ ha változott egy útvonal, eddig nem fogad el új változtatásokat
 - ▶ default: 180sec
 - ▶ megelőzhető a végtelenig számolás, de nő a konvergencia idő!

Például: RIP

- ▶ Hurok elkerülés
- ▶ Végtelenig számolás
 - ▶ 15 hopnál távolabb lévő célállomások a rendszer elérhetetlennek nyilvánítja
 - ▶ így a végtelenig számolás problémája, csomagok végtelen körbeutazása megelőzhető
 - ▶ DE nagyméretű hálózatokban csak korlátozottan alkalmazható
- ▶ Split Horizon (látóhatár megosztás)
 - ▶ Alapelv: egy útvonalról nem érdemes információkat küldeni oda, ahonnan a vele kapcsolatos adatok eredetileg érkeztek
- ▶ Poison Reverse (visszairányú mérgezés)
 - ▶ Ha egy útvonal elérhetetlenné válik, a router küld egy frissítést azon az interfészen, amelyen keresztül korábban megtanulta az adott útvonalat
 - ▶ a frissítésben az adott prefixhez tartozó költséget végtelenre (16) állítja
- ▶ Hold-down Timer (visszatartási időzítő) és Event Triggered Updates (eseményvezérelt frissítések)
 - ▶ Id. korábban

Például: RIP

- ▶ Hátrányok
 - ▶ (alapból) lassú konvergencia
 - ▶ limitált hálózati méret
 - ▶ nagy kontroll forgalom (sok router-router üzenetváltás)
- ▶ Előnyök
 - ▶ nagyon egyszerű konfigurálás

Például: RIP

- ▶ Jön részletesen a következő félévben szakirány laboron...

Összefoglalás

- ▶ Forwarding vs. Routing
- ▶ Routing protokollok
- ▶ Link State alapú algoritmusok
 - ▶ pl. OSPF
- ▶ Distance Vector alapú algoritmusok
 - ▶ pl. RIP