

Hálózatok építése és üzemeltetése

Routing protokollok

Mai téma

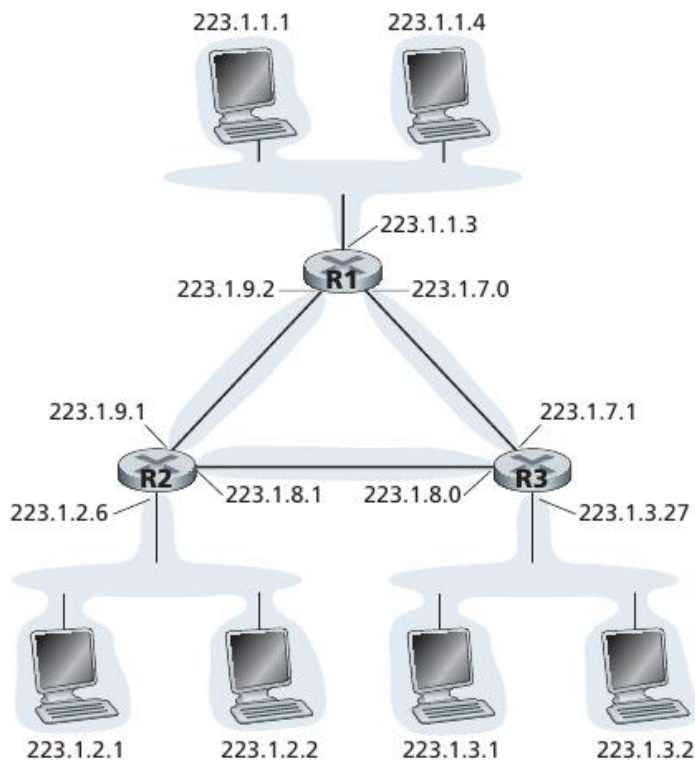
- ▶ Eddig
 - ▶ hálózati funkciók (NAT, Firewall, DHCP, DNS)
- ▶ Tulajdonképpen
 - ▶ switch / bridge (Layer 2)
 - ▶ router (Layer 3)
 - ▶ is alap hálózati funkciók
- ▶ Mai téma IP
 - ▶ forwarding
 - ▶ routing

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



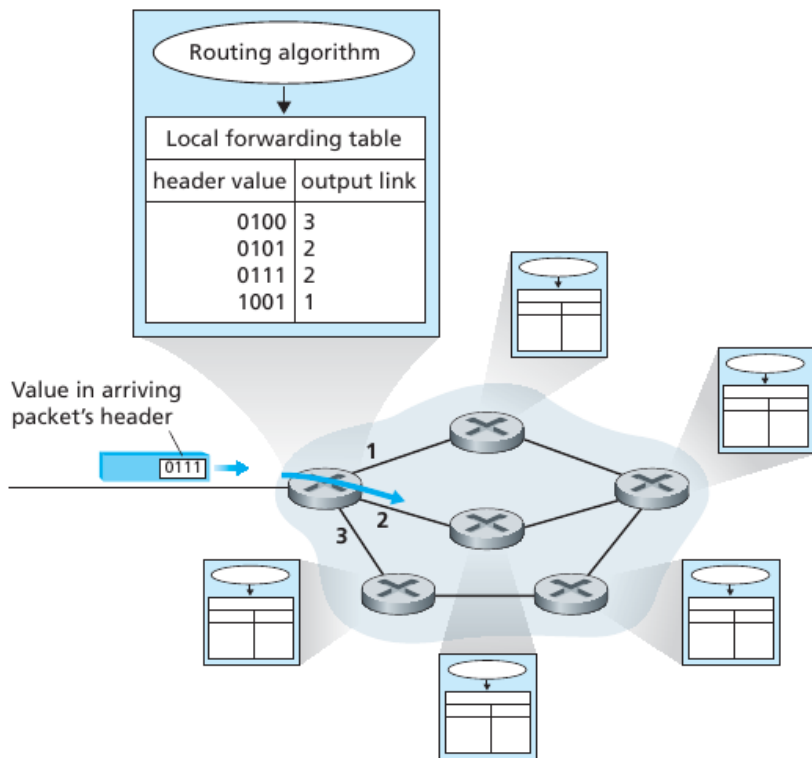
J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach", Pearson, 2012

- ▶ Minden interfésznek van egy címe
 - ▶ dotted-decimal jelölés (pl. 192.168.1.1)
- ▶ routernek természetesen több interfésze van
- ▶ 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)
- ▶ CIDR
 - ▶ Classless Interdomain Routing
 - ▶ tetszőleges network prefix: /x
- ▶ VLSM
 - ▶ Variable Length Subnet Mask
 - ▶ routing prefix aggregation!
- ▶ IP címet két különböző dologra használjuk
 - ▶ azonosítás
 - ▶ útvonalválasztás

Forwarding

Hogy működik egy router?

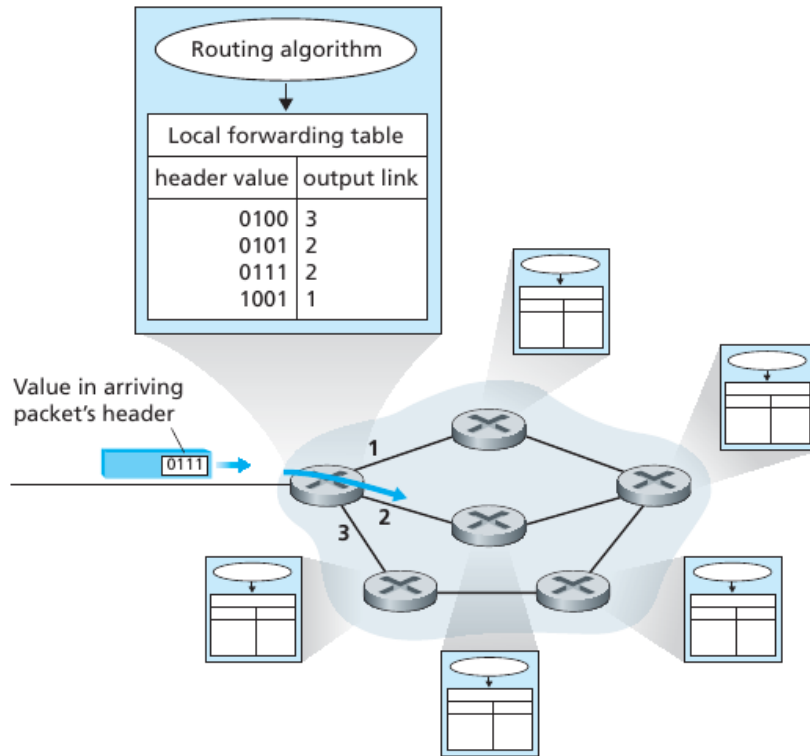
Forwarding és routing



▶ 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?)

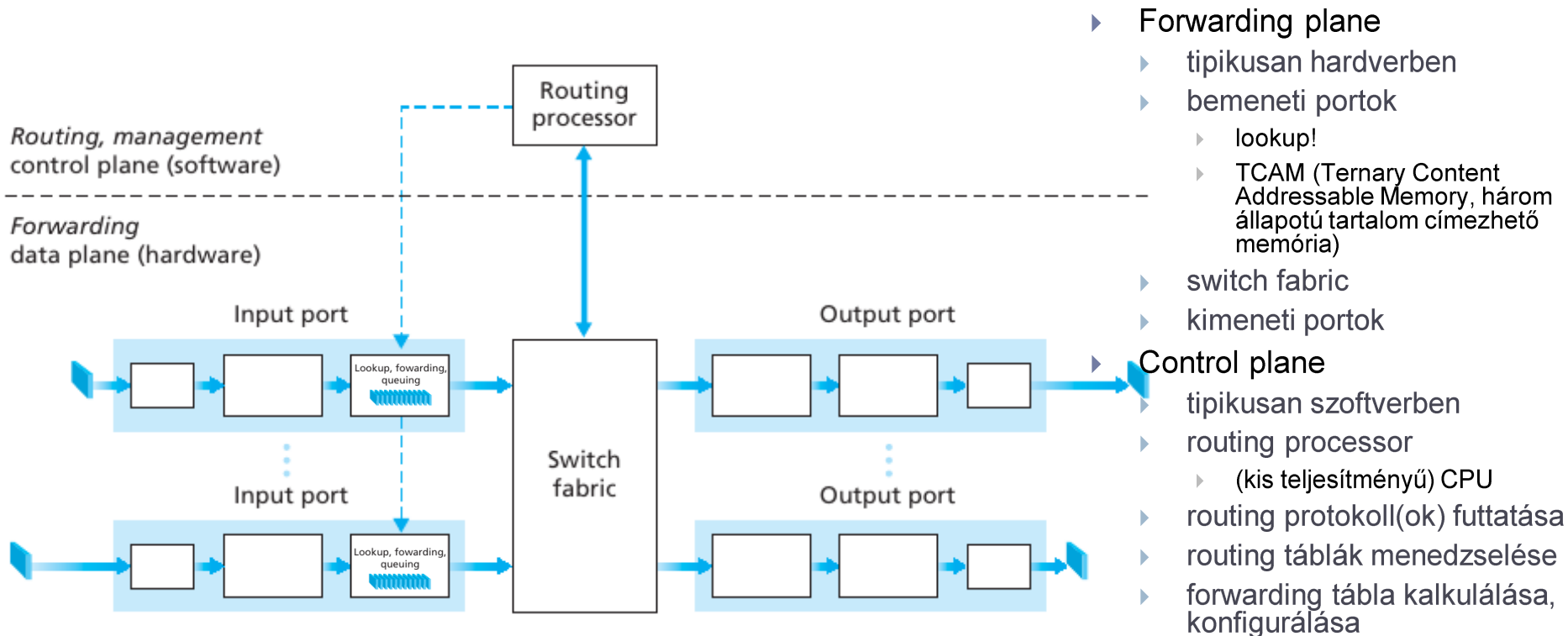
Forwarding és routing



▶ Routing

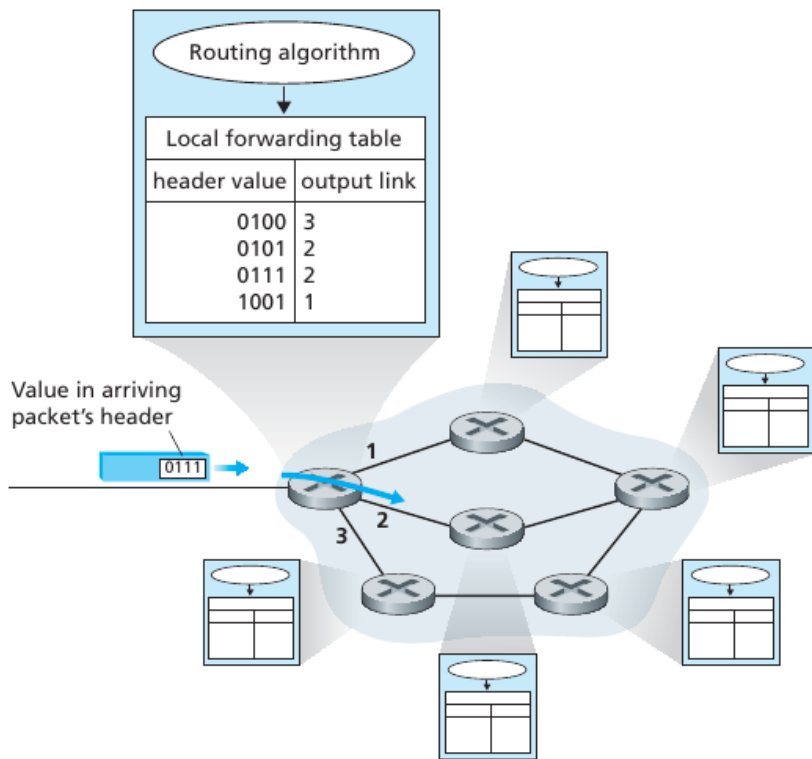
- ▶ forwarding tábla dinamikus konfigurálása (változó hálózat)
- ▶ bejegyzések hozzáadása, törlése
 - ▶ routing protokoll üzenetek alapján
- ▶ centralizált vs. elosztott
- ▶ centralizált
 - ▶ egy központi helyen fut, látja a teljes topológiát (ld. majd OpenFlow hálózatok)
 - ▶ router-kontroller kommunikáció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

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

RIB vs. FIB



▶ RIB

- ▶ Routing Information Base
- ▶ “routing táblák”
- ▶ tipikusan RAM-ban
- ▶ routing protokolloktól jövő útvonal információk tárolóhelye
- ▶ minden útvonal, amit valamelyik futó routing algoritmus megtanult

▶ FIB

- ▶ Forwarding Information Base
- ▶ “forwarding tábla”
- ▶ tipikusan TCAM-ben, korlátos 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)

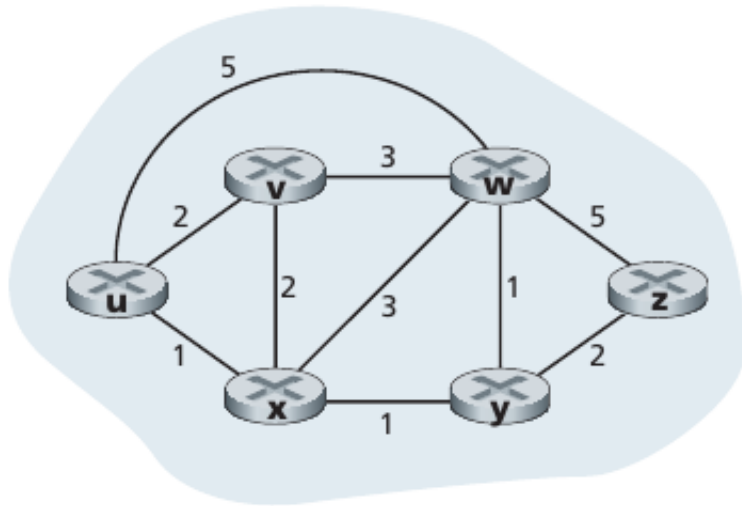
Routing protokollok

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 domainek, 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