

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

2020. november 10.

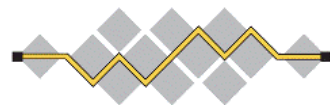


Áttérés az IPv6-ra

- IP-re épülő hálózati szolgáltatások, útválasztó protokollok
 - RIPv6(ng), OSPFv6 (v3), BGPv6
- IP-re épülő hálózati és szállítási protokollok
 - TCPv6, UDPv6, RSVPv6
- Alkalmazások
 - Minden alkalmazás, mely közvetlenül használta az IPv4-es címeket, nem független az alatta lévő rétegektől, így az IPv6 támogatást implementálni kell
- Fokozatos áttérés
 - Nincs „D-day”
- Elvárások az áttérést illetően
 - Ne legyenek áttérési függőségek
 - egy-egy csomópont áttérése függetlenül történhet
 - legfontosabb szempont a visszafelé kompatibilitás
 - A végfelhasználó számára minél egyszerűbb legyen
 - Az áttérési technikák egymástól függetlenül legyenek alkalmazhatóak
 - legalább a tartományok szintjén

Zárójel - IETF

- **IETF - Internet Engineering Task Force**
 - Munkacsoportok, megbeszélések, levelező listák
 - Szabványosítási folyamat
 - Internet Draft
 - RFC – Request for Comments
- **IRTF - Internet Research Task Force**
 - Hosszú távú kutatás az internet jövőjét illetően

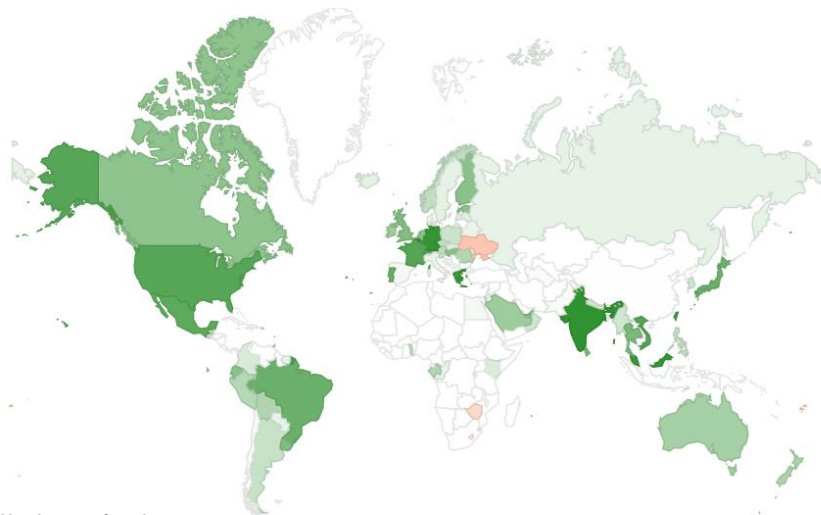
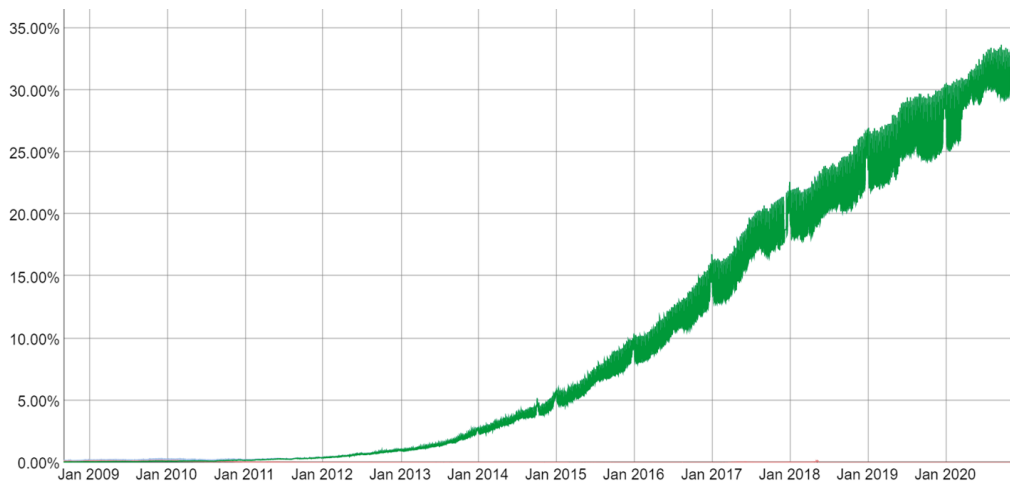


I E T F[®]



I R T F

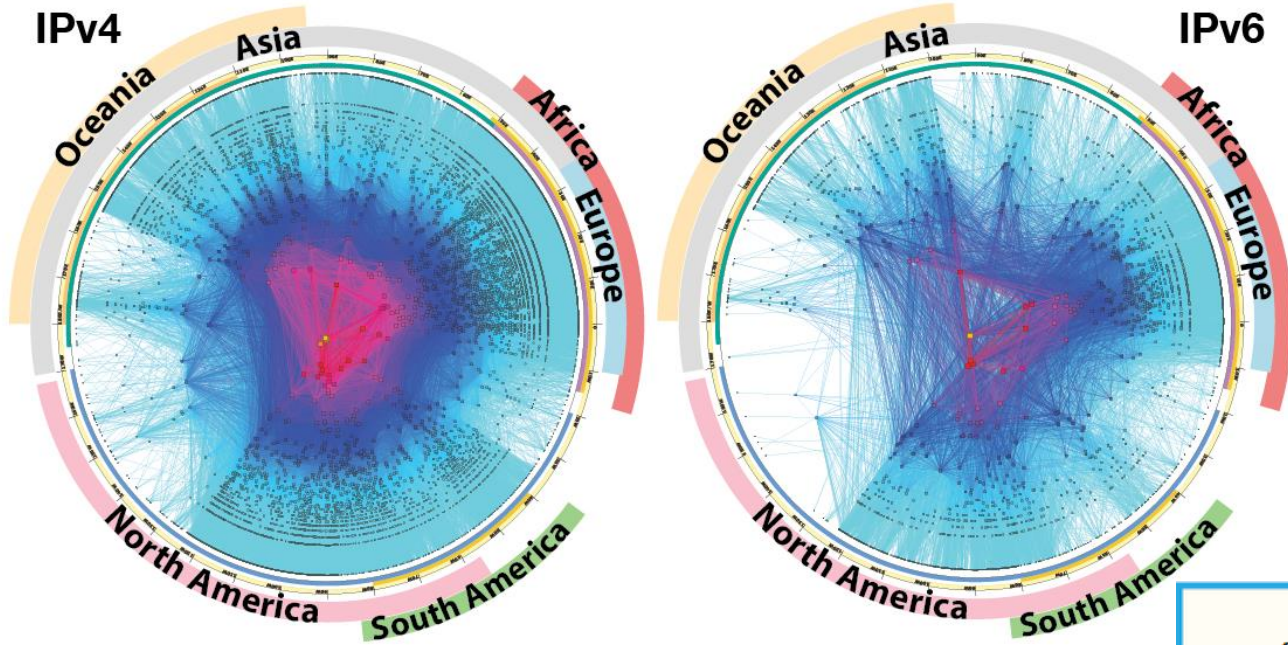
IPv6 elterjedése ahogy a Google látja



IPv4 vs. IPv6

CAIDA's IPv4 vs IPv6 AS Core AS-level Internet Graph

Archipelago July 2015



Copyright © 2015 UC Regents. All rights reserved.

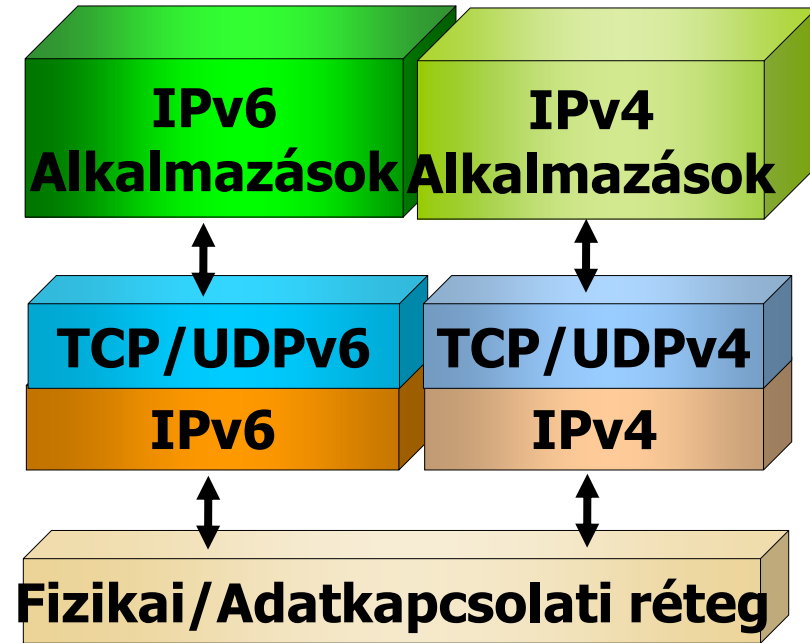
$$\text{radius} = 1 - \log \left(\frac{\text{transit.degree}(\text{AS}) + 1}{\text{maximum.transit.degree} + 1} \right)$$
$$\text{angle} = \left(\begin{array}{l} \text{longitude of the AS's} \\ \text{BGP prefixes in Netacuity} \end{array} \right)$$

Áttérési megoldások

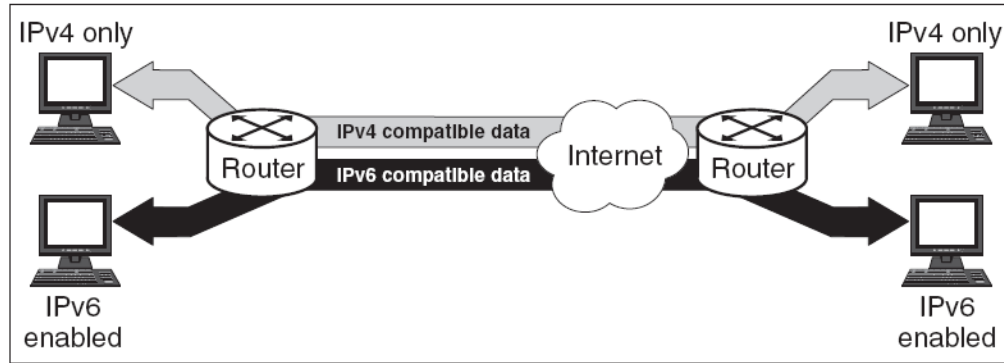
- **Dual Stack** (dupla protokoll verem)
 - IPv4/IPv6 egyszerre ugyanazon az eszközön
- **Alagutak**
 - Kezdetben, IPv6 csomagok alagutazása IPv4 felhőkben
 - Később IPv4 csomagok alagutazása IPv6 felhőkben
- **Protokoll fordítás**
 - Protokoll információkat hordozó fejlécből másik protokoll fejléc létrehozása fordítási szabályok alkalmazásával
 - IPv6 <-> IPv4

Dupla protokoll verem

- Az IPv6 felé tett első lépés olyan rendszerek telepítése, melyek támogatják az IPv6-ot.
 - ezek a rendszerek a kettős stack stratégián alapulnak, amely az IPv4 és IPv6 használatát is támogatja.
- Ezek a rendszerek
 - IPv6-ot használnak más IPv6 rendszerekkel való kommunikációra
 - képesek visszalépni IPv4 módba régi rendszerekkel való párbeszédhez

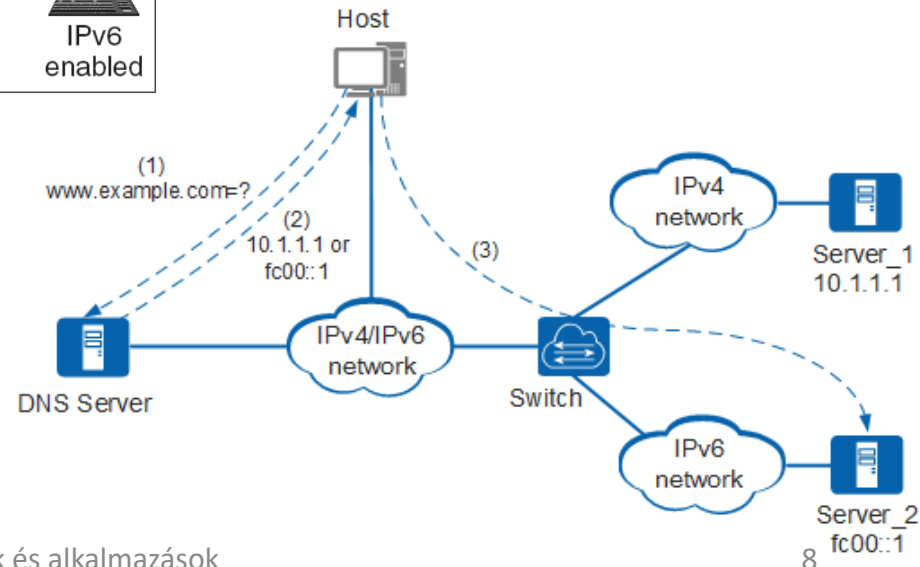


Dual stack



A host küldhet egy IPv4 (class-A) vagy egy IPv6 (class-AAAA) DNS query-t a DNS szerverhez

- A szerver visszaküldi a megfelelő IPv4 vagy IPv6 címet, vagy mindkettőt
- Alapbeállításként megpróbálunk csatlakozni az IPv6-os címhez, és ha nem megy, akkor az IPv4-hez



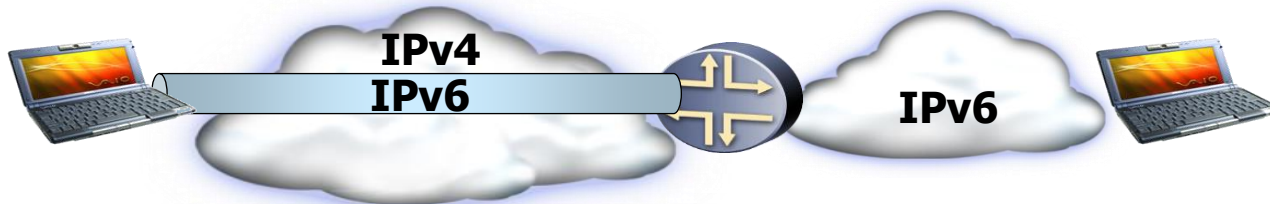
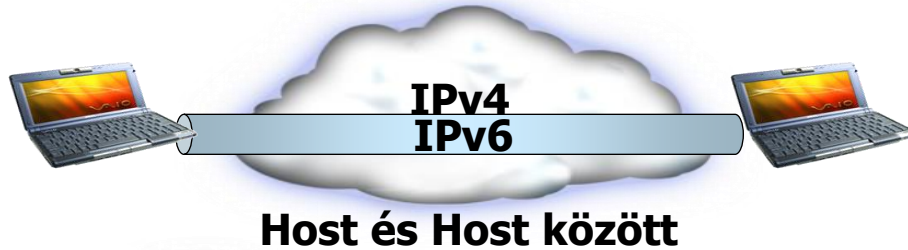
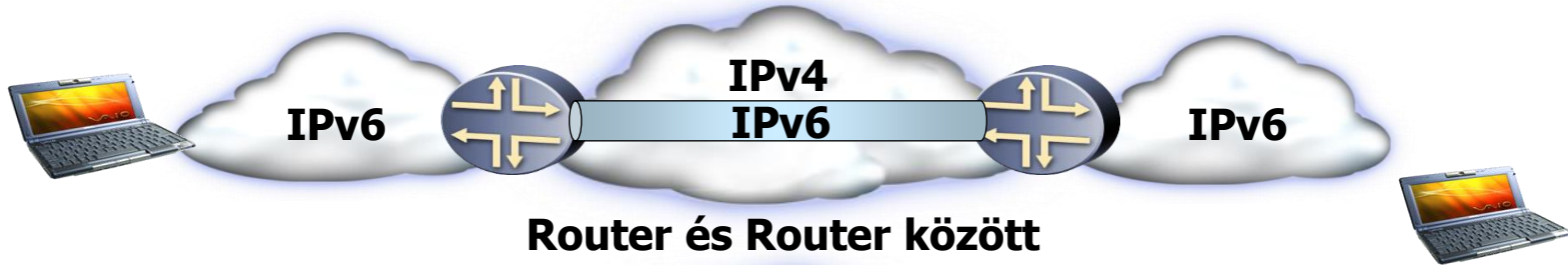
Dupla protokoll verem

- Alkalmazásának előnyei
 - egyszerű installálni, konfigurálni, karbantartani
 - az IPv6 teljes funkcionalitása kihasználható
 - bármely két csomópont tud egymással kommunikálni csak IPv4, vagy csak IPv6-os csomagokkal
 - átlátszó, az áttérés a felhasználók számára észrevétlenül történhet
- Alkalmazásának hátrányai
 - nem skálázható: minden csomópontnak kell rendelkeznie IPv4-es és IPv6-os címmel is, az IPv4-es címtartomány korlátozza a megoldás elterjedését
 - a hálózati útválasztókban megnövekszik az útválasztási tábla mérete
 - nem flexibilis: nincs kommunikációs lehetőség a csak IPv4-es és a csak IPv6-os csomópontok között

Alagutazás

- IPv6 csomag egy IPv4 csomagba foglalva
- Az alagút végpontjai végzik a becsomagolást
- A folyamat „transzparens” a közbeeső csomópontoknak
- **Konfigurált alagutak**
 - Az alagút végpontjait explicit módon konfigurálják
 - A végpontok dual stack csomópontok
- **Automatikus alagutak**
 - Az alagút végpontjait a hálózat automatikusan felfedezi
 - **Alagút ügynökök** (Tunnel Brokers) (RFC3053)
 - **6to4** (RFC3056)
 - **ISATAP** (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)
 - **6over4** (RFC2529)
 - **Teredo**: IPv4 NAT-on keresztüli alagutak

Alagutazás

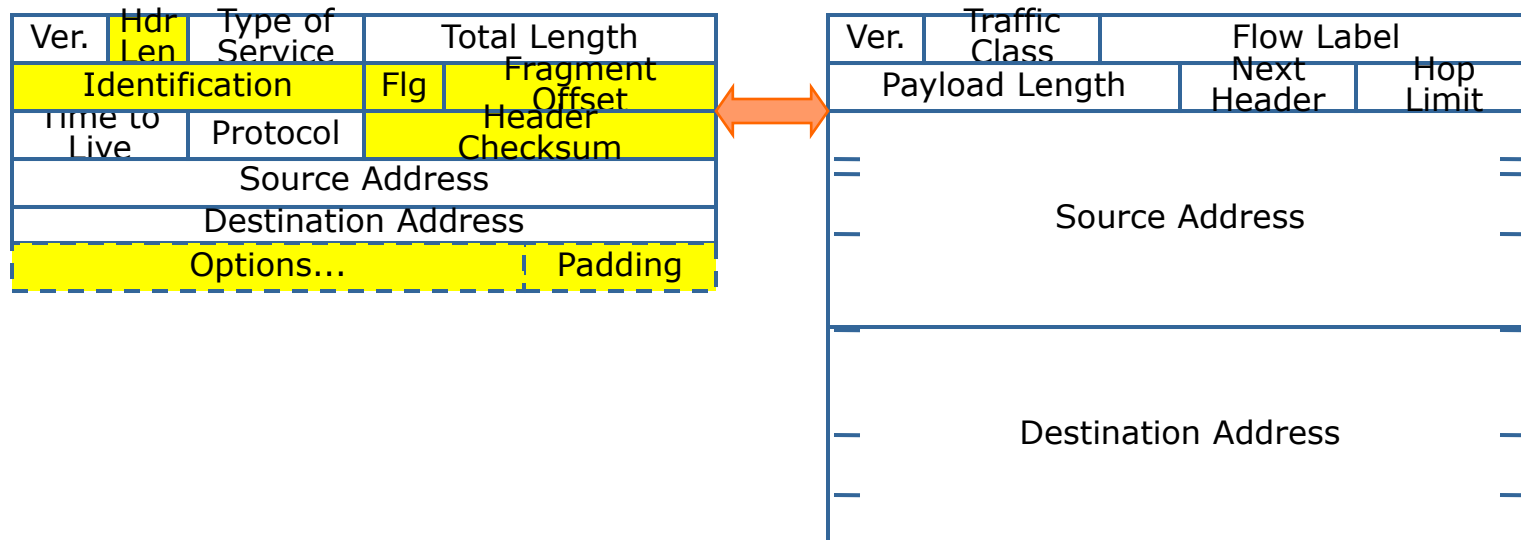


Fordítók

- Hálózati szintű fordítók
 - SITT (Stateless IP/ICMP Translator Algorithms) (RFC2765)
 - NAT-PT (Network Address Translator-Protocol Translator) (RFC2766)
 - BIS (Bump int the Stack) (RFC2767)
- Átviteli szintű fordítók
 - TRT (Transport Relay Translator) (RFC3142)
- Alkalmazási szintű fordítók
 - BIA (Bump in the API) (RFC3338)
 - SOCKS64 (RFC3089)
 - ALG (Application Level Gateway)

Hálózati szintű fordítók

- Az IPv4 és IPv6 csomagok protokoll üzeneteit fordítják egymásba
 - Elsősorban a fejléceket



Routing - Router



- **Routing (útválasztás)**
 - Folyamat, mely során a hálózati protollok csomagjai a célállomáshoz jutnak
 - A routing tábla és a megvalósított protollok szerint a routerek meghatározzák a beérkező csomagok útvonalát
- **Router (útválasztó)**
 - Útválasztást végző csomópont
 - Egymással kommunikálnak
 - A szomszédoktól szerzett információkat gyűjtik és tárolják
 - **Útválasztó táblákat** hoznak létre és tartanak karban
 - Tartalmuk: <célcím, kimenő interfész> párok



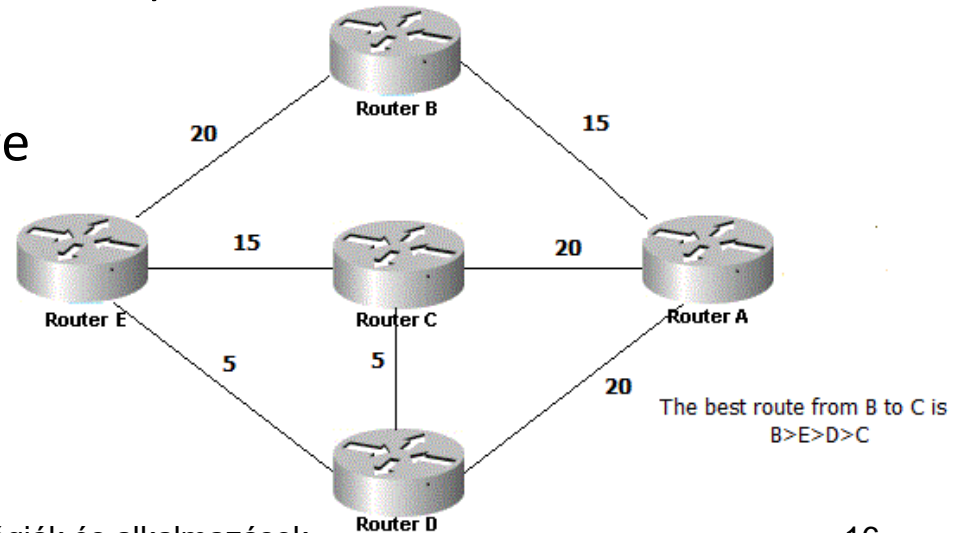
Router

- Router lehet
 - operációs rendszer routing modulja
 - dedikált eszköz (nem csak szoftver, hanem hardver támogatottsággal is rendelkezik) - gyorsabb
 - Cisco, Juniper, Alcatel-Lucent, HP, Huawei, NEC, etc.
- Router kapacitása
 - hány csomagot képes továbbítani időegység alatt (packet/s - PPS)
 - Pl. HP 8800 router – 864 Mpps (2012)



Routerek feladata

- Az optimális útvonal kiválasztása az adott csomag számára
- Alábbi szempontok (metrikák) szerint:
 - az út hossza (hány linken vezet át)
 - költség
 - az adott útvonal terheltsége
 - sávszélesség
 - megbízhatóság
 - késleltetés

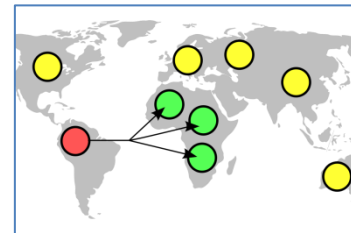
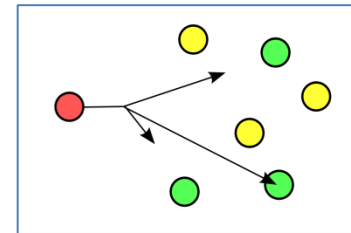
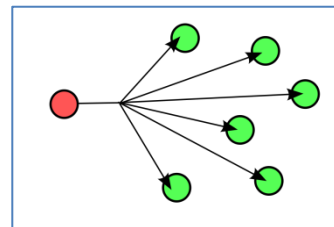
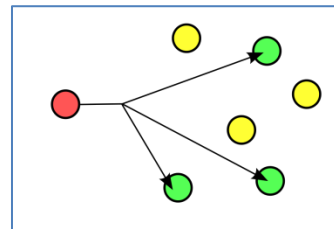
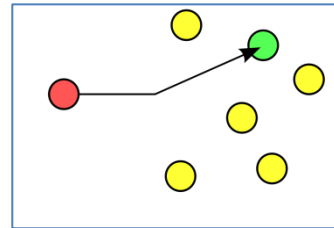


IP Routing – útvonal keresés

- Routing protokoll által gyűjtött információk alapján
- Több alternatív útvonal lehet
 - A legjobb útvonal tárolva a **forwarding** táblában
- A döntéseket periodikusan frissíti, vagy ha változik a topológia (event driven)
- Döntések:
 - topológia, szabályok és metrikák (hop count, filtering, delay, bandwidth, etc.)

Útválasztási szemantika

- **Unicast** – csomag küldése egy adott célcsofópontnak
- **Anycast** – csomag küldése bárkinek (pl. a legközelebbi csomópontnak) egy adott csoportból
- **Multicast** – csomag küldése egy csoportnak
- **Geocast** – csomag küldése egy adott földrajzi területre
- **Broadcast** – csomag küldése minden csomópontnak a hálózatban



Routing Protokollok

- A Routers “routing protokollokat” használnak az információcserére
 - IGP –t használnak a saját hálózatukon belül
 - EGP-t használnak a különböző ISP-k között
 - AS-ek között

Routing protokollok osztályozása

- **Statikus:**
 - a routing tábla manuális kitöltése
 - automatikusan soha nem frissítődik
- **Dinamikus:**
 - a routerek egymás között kommunikálva a hálózat topológiájának megfelelően állítják elő az útvonalválasztó táblát
- **Egyutas:**
 - minden célpont felé csak egy utat tárol
- **Többutas:**
 - minden célpont felé több (esetleg minden) utat tárol.
 - Ezek a protokollok képesek load balancing-ra (terhelés megosztás)

Routing protokollok osztályozása

- **Lapos (flat):**
 - minden router minden célponttól tud
 - Régebben (kisebb hálózatok)
- **Hierarchikus:**
 - a router-ek nem minden célpont felé ismerik az utat
 - egy ismeretlen címzettnek szánt csomagot egy előre meghatározott irányba (default route) küldenek
 - ez routing információk egy szélesebb körével rendelkezik
 - routing táblák mérete kezelhető marad
- **Intra-domain**
 - valamely területen (domain) belüli útvonalválasztásért felelős
- **Inter-domain**
 - a területek (domain) közötti útvonalválasztásért felelős

Routing protokollok osztályozása

- **Hop-by-hop:**
 - minden router autonóm módon határozza meg a továbbítás irányát
 - ezen elven működő routerek csak olyan utakat hirdetnek (szomszédjaiknak), melyeket maguk is használnak
- **Source routing:**
 - a feladó határozza meg az útvonalat (pl. IP fejléc)
 - a routerek csupán az elérhetőségi információkat terjesztik
 - magukat a csomagokat a csomagba beleírt útvonal szerint kapcsolják
- A két megoldás között léteznek átmenetek

Routing protokollok osztályozása

- **Távolság vektor (distance vector) protokollok**
 - csak a szomszédos routerek kommunikálnak
 - minden router elmondja összes szomszédjának:
 - mekkora költségű utat ismer egy adott célponthoz
 - arról nem szól, hogy az út merre vezet
 - a routerek begyűjtik szomszédaiktól ezeket a hirdetéseket és kiválasztják, hogy ki hirdette a legolcsóbb utat az adott célpontokhoz
 - a megfelelő csomagokat a legkedvezőbb irányba továbbítják
 - saját költségüket a legkedvezőbbekhez hozzáadva ők is hirdetik az adott célponthoz vezető utat

Routing protokollok osztályozása

- **Kapcsolat állapot (link state) protokollok**
 1. feltérképezik a hálózat topológiai gráfját
 2. ebben a gráfban keresik a legrövidebb utat.
 - A routerek egymás között csak saját interfészeik állapotát beszélik meg
 - Kik a szomszédjaim, milyen költségük van a linkeknek közöttünk
 - Ezeket az információkat minden, a hálózatban lévő routerrel kicserélik
 - Ebből építi fel mindenki a saját (de egymással megegyező) topológiai gráfját