

# Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland  
BME TMIT

2016. november 9.



# IP Multicast adatátvitel

---

- A csatlakozás egy multicast csoporthoz két lépésben történik
  - A helyi hálózaton (LAN)
    - Egy felhasználó értesíti a helyi multicast router-ét hogy szeretne csatlakozni egy csoporthoz
    - IGMP (IPv4), MLD (IPv6)
  - A nagy kiterjedésű hálózaton (WAN)
    - A helyi router közreműködik a hálózat többi multicast router-ével a multicast fa kiépítésében és a csomagok továbbításában
    - DVMRP, MOSPF, CBT, PIM-DM, PIM-SM, PIM-SSM

# IGMP

---

- **Internet Group Management Protocol**
- IPv4 protokoll, a végső felhasználók és a helyi multicast router-ek között a helyi hálózaton
  - A multicast csoportokban való tagságot kezeli
  - Aszimmetrikus protokoll
    - Felhasználói rész
    - Router rész
- A router megtanulja hogy milyen csoportokat hallgatnak a saját helyi hálózatán
  - Nem érdekli hányan hallgatják, a fontos hogy legyen legalább egy valaki
  - Nem érdekli ki hallgatja

# IGMPv1

---

- S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC 1112, 1989.
- A multicast router rendszeres **Query** üzeneteket küld az összes felhasználó közös multicast címére (224.0.0.1)
- A felhasználók **Report** üzenettel válaszolnak, melyben beszámolnak az általuk hallgatott csoportokról
  - A Report-ot a hallgatott csoportok multicast címére küldik
- A Report csomagok számának csökkentése érdekében:
  - Időzítők (timer) használata
    - Egy felhasználó nem válaszol azonnal
  - Host Suppression
    - Ha valaki más már válaszolt, törli a saját Report üzenetét
- **Unsolicited Report**
  - Ha egy felhasználó egy új csoportot akar hallgatni

# IGMPv1 Router

---

- Egy IGMPv1 router fenntart egy multicast tagsági táblát
  - Milyen multicast csoportokat hallgatnak a hálózaton
  - Mikor volt az utolsó Report egy csoporttal kapcsolatban
- **Soft-state** protokoll
  - Ha egy adott időn belül nem erősíti meg senki egy csoport iránti érdeklődését, a csoportot törli a táblájából
- Csak azokat a multicast csomagokat küldi tovább a helyi hálózatra, melyeket egy a táblájában szereplő multicast címre küldtek

# IGMPv2

---

- W. Fenner, "Internet Group Management Protocol, Version 2", RFC 2236, November 1997.  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>
- IPv6-os változata: MLD (Multicast Listener Discovery)
  - S. Deering, W. Fenner, B. Haberman, "Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6", RFC 2710, November 1999.  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2710.txt>
- Bevezet egy gyors kilépési mechanizmust (**Fast Leave**)
  - Nem kell várni az időzítők lejáráásáig ahhoz, hogy a router „levágjon” egy csoportot

# IGMPv2 üzenetek

---

- Membership Query
  - General Query
  - Group Specific Query
- Membership Report
- **Leave Group Message**
  
- Ha egy felhasználó ki akar lépni egy csoportból, küld egy Leave üzenetet az összes multicast router közös multicast címére (224.0.0.2)
- Mielőtt a router levágja a csoportot, megkérdezi, van-e valaki más aki hallgatja a csoportot
  - Group Specific Query
  - Ha egy adott időn belül nem érkezik válasz, a router törli a csoportot
  
- **IGMPv3** – később...

# Multicast Routing

---

- A forrás egy multicast csoportcímre küldi csomagjait
- A hálózat multicast routerei kialakítanak és karbantartanak egy multicast fát
  - Az adatátvitel ezen fa mentén történik
- A helyi multicast router, az IGMP tagsági táblája alapján csatlakozik a fához, vagy elhagyja azt
- A hálózat multicast router-ei között egy útválasztó protokoll működik
  - MOSPF, DVMRP, CBT, PIM



# MOSPF

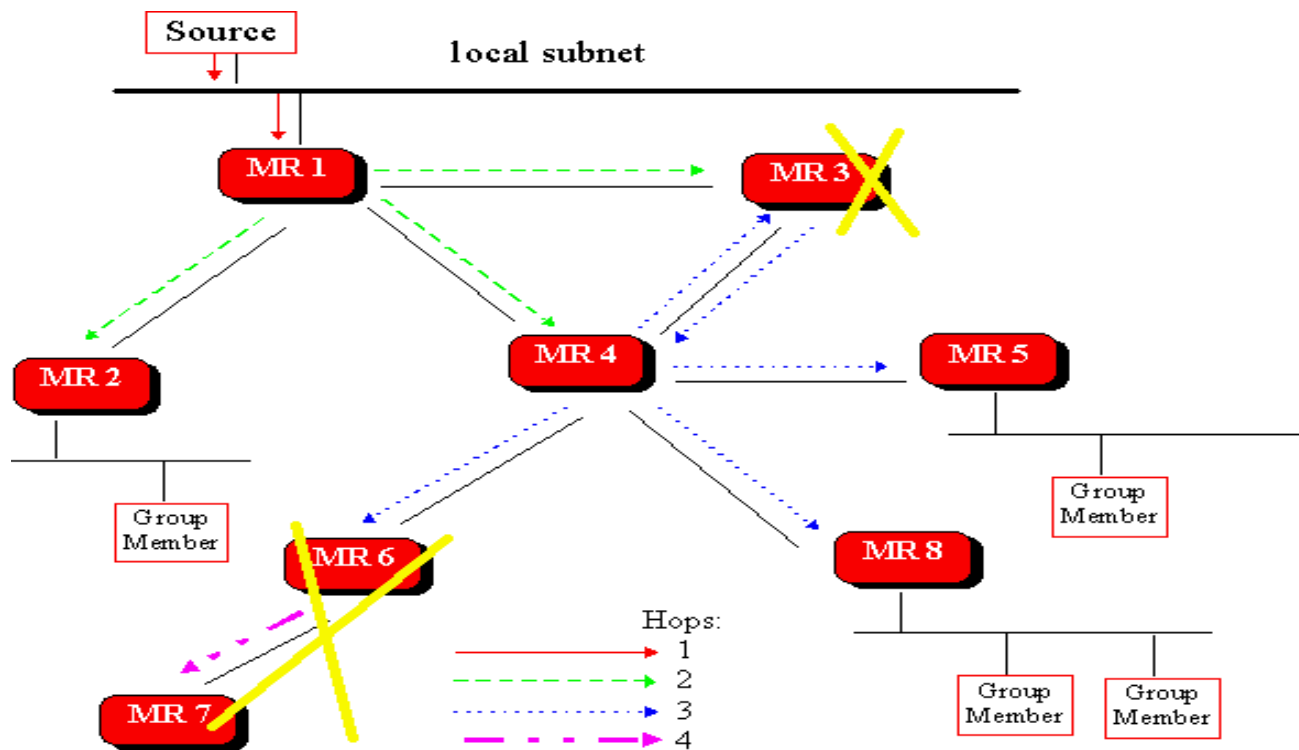
---

- **Multicast Open Shortest Path First**
  - J. Moy, „Multicast Extensions to OSPF”, RFC 1584, March 1994  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1584.txt>
- Kapcsolatállapot (Link State) protokoll
- Az OSPF unicast útválasztó protokollt bővíti ki
  - Multicast csoportinformációt is küldenek a routerek egymásnak
  - Minden MOSPF router megtudja hogy melyik helyi hálózaton melyik csoportot hallgatják
  - Az információ alapján forrásonként és csoportonként egy legrövidebb útvonalú fát (shortest path tree) építenek fel
- Nagy a jelzés többletterhelés
- Nehezen alkalmazkodik a topológia változásokhoz
  - Újra kell számolni a fákat

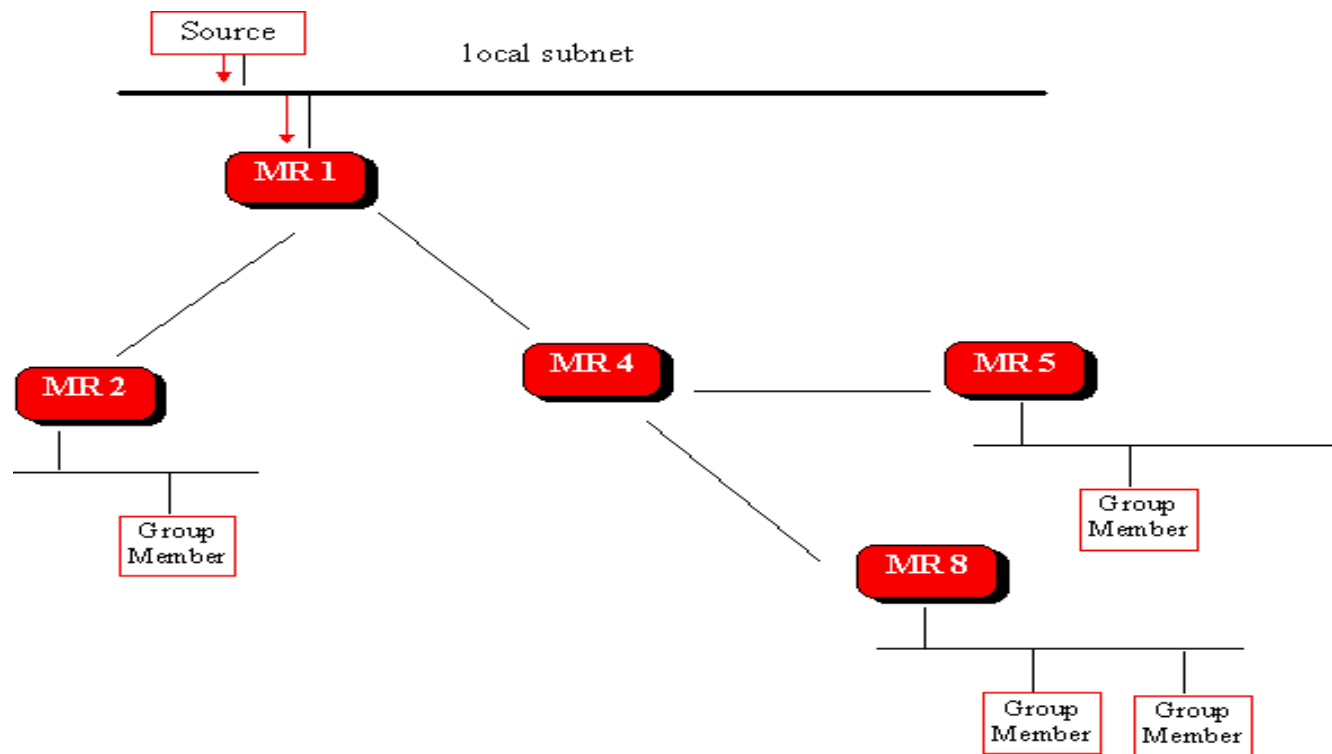
- **Distance Vector Multicast Routing Protocol**
  - D. Waitzman, C. Partridge, S. Deering, "Distance Vector Multicast Routing Protocol", RFC 1075, November 1988  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1075.txt>
- Távolság-vektor (distance vector) alapú protokoll
  - A RIP unicast útválasztó protokollt használja

- Elárasztás és metszés (flood and prune)
  - Elárasztás
    - Ellenőrzi a csomag bejövő interfészét
    - Ha nem a legrövidebb út a forrás felé, eldobja a csomagot
    - Ha igen, továbbküldi a csomagot az összes többi interfészen
  - Metszés
    - Ha nincs érdekelt felhasználó egy helyi hálózaton
    - Ha nem a legrövidebb úton jött a csomag
  - Egy közbeeső router megjegyzi azokat az interfészeit, ahol Prune érkezett
    - Azokra az interfészekre nem küldi ki a további csomagokat
    - A Prune bejegyzések percenként elavulnak

# DVMRP elárasztás



# DVMRP metszés



# PIM

---

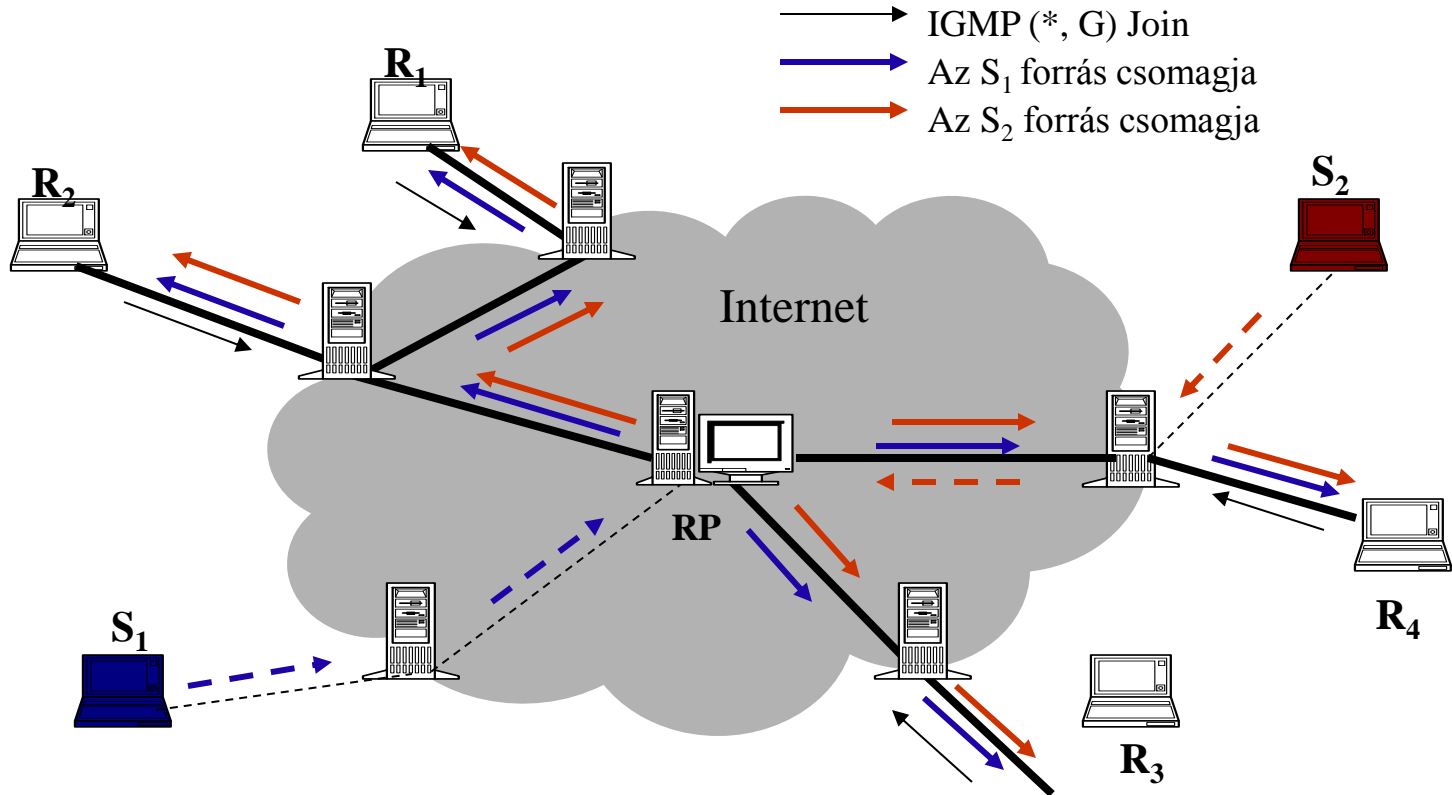
- Protocol Independent Multicast
  - PIM Dense Mode (PIM-DM)
  - PIM Sparse Mode (PIM-SM)
  
- PIM-SM
  - W. Fenner et al., „Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification (Revised)” , RFC 4601, August 2006
  - A napjainkban legelterjedtebb multicast útválasztó protokoll

# PIM-SM

---

- Egy közös multicast fát használ (**shared tree**)
- Kiválaszt egy „randevú” pontot (RP)
  - Az RP a közös fa gyökere
    - „Explicit join” – nem mindenki akarja hallgatni
  - Minden forrás az RP-hez küldi csomagjait
    - Az RP továbbküldi azokat a közös fán
  - Ha nagy forgalom, Source Register üzenettel bejelentkezik a forrás az RP-nél
    - az RP feliratkozik a forrás saját fájára
  - Bizonyos számú csomag után áttérés a közös fáról a forrás fájára
    - Nagy forgalmú forrásoknál az RP-nek csak közvetítő szerepe van, megismerteti a forrást a vevőkkel
  - Ha minden érdeklődő vevő már a forrás fáján van, az RP lecsatlakozik a forrás fáról

# PIM-SM csomagküldés





# Az ASM modell hátrányai

---

- Az ASM modell elterjedését több gazdasági és technikai tényező gátolta
  - Bonyolult címkiosztás
    - Dinamikus címválasztás a forrás által
    - Komplex címallokációs megoldások az ütközések elkerülésére
      - GLOP (RFC 3180) – AS-ekhez statikusan rendelt multicast címek
        - » Autonomous System – pl. ISP hálózata
      - MALLOC - Multicast Address Allocation Architecture (RFC 2908)
        - » MADCAP – Multicast Address Dynamic Client Allocation Protocol
        - » AAP – Multicast Address Allocation Protocol
        - » MASC – Multicast Address Set Claim

# Az ASM modell hátrányai

---

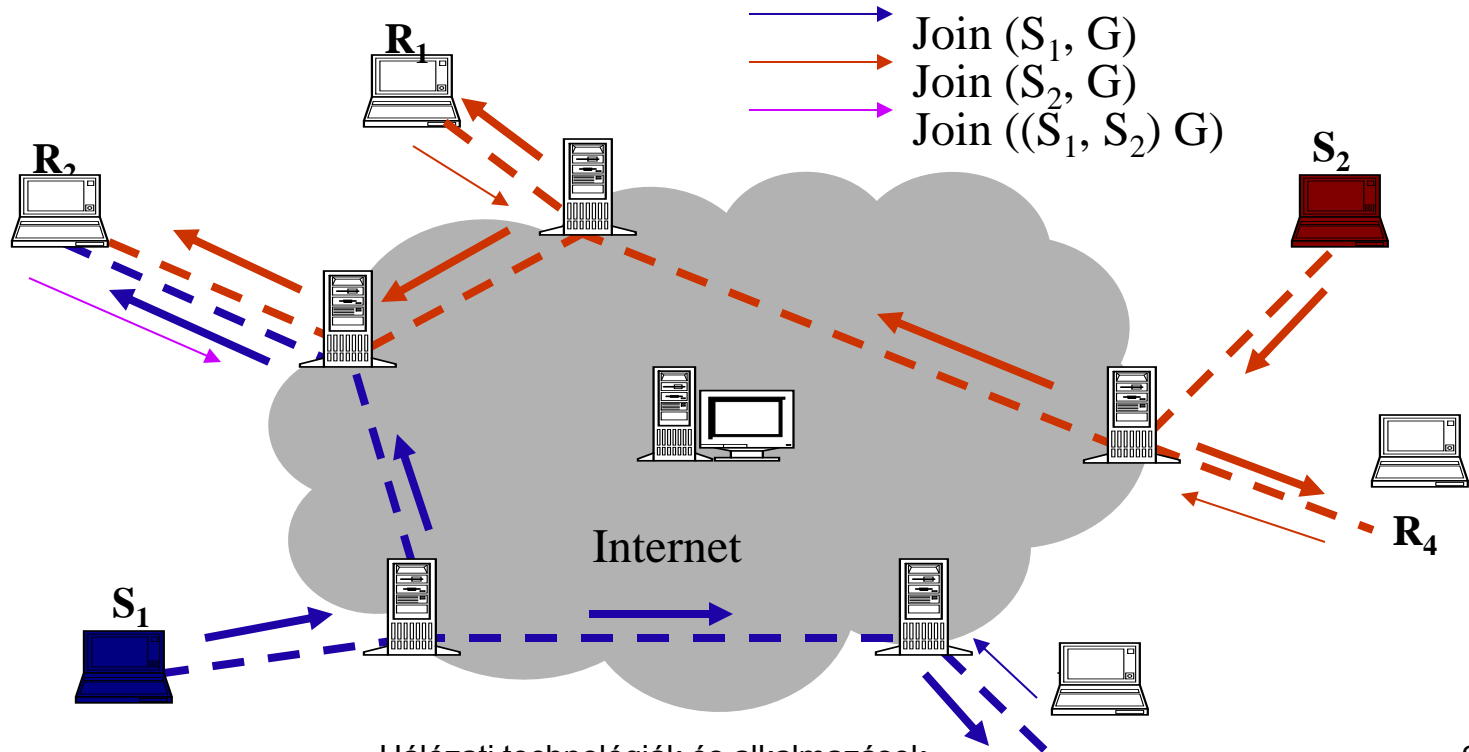
- Túl nyílt modell a szolgáltatók számára
  - A források és vevők ellenőrizhetetlensége
  - Nehezen megoldható számlázás
- Nem skálázható a tartományok közötti útválasztás
  - PIM-SM csak egy tartományon belül
  - Egy ISP nem szereti ha forgalmát egy másik ISP-n belüli RP ellenőrzi
  - A tartományok között más protokollok
    - MSDP – Multicast Source Discovery Protocol
    - MBGP – Multicast Border Gateway Protocol

# Az SSM modell

---

- Egy egyszerűbb modellre volt szükség
- **SSM - Source Specific Multicast**
  - Az Express modellre alapul
  - H. Holbrook, D. Cheriton, "IP Multicast Channels: Express Support for Large-Scale Single-Source Application", in *Proceedings of ACM SIGCOMM'99*, Cambridge, MA, USA, Sept. 1999.
- A  $(* , G)$  multicast csoport helyett az  $(S, G)$  multicast csatornát használja
  - S a forrás unicast címe
  - G a csoport multicast címe
  - Csak az S forrás küldhet csomagokat az  $(S, G)$  csatorna vevőihez
  - Az adatátvitel egy forrás-specifikus fa mentén történik

# SSM csomagküldés



# Forrás szűrés

---

- Az SSM-hez szükség van forrás szűrésre
  - A felhasználó nem csak azt mondja meg a helyi router-nek, hogy melyik csoportot hallgatja, hanem hogy azon belül melyik forrást is
- IPv4 – IGMPv3
  - B. Cain, et. Al, "Internet Group Management Protocol, Version 3", RFC 3376, October 2002.  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc3376.txt>
- IPv6 – MLDv2
  - R. Vida, L. Costa, „Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6", RFC 3810, June 2004.  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc3810.txt>

# Üzenet típusok

---

- IGMP/MLD **Query**
  - General Query
    - Ki mit hallgat?
  - Group Specific Query
    - Hallgatja-e valaki ezt a csoportot?
  - **Group and Source Specific Query**
    - Hallgatja-e valaki ezt a forrást ebben a csoportban?
- IGMP/MLD **Report**
  - Current State Record
    - Mit hallgatok – pl. Include (A) vagy Exclude (B)
      - A és B forráscím halmazok
  - Filter Mode Change Record
    - Szűrési mód váltása (Include vagy Exclude)
  - Source List Change Record
    - Allow (A) vagy Block (B)

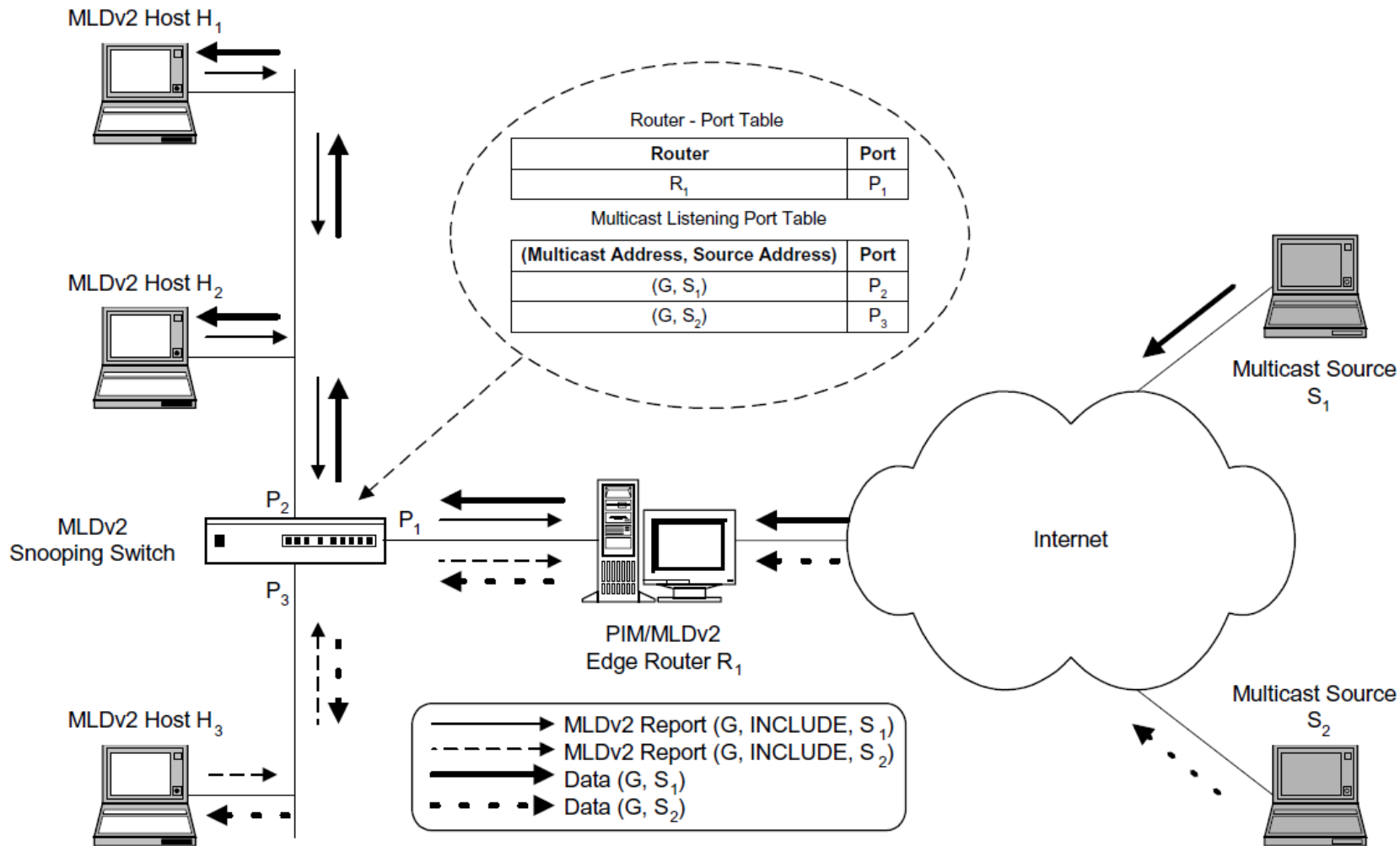
Nincs host suppression!

- Túl komplex lenne

# IGMP/MLD Snooping Switch

---

- A helyi hálózaton nem szeretnénk minden részt elárasztani a multicast forgalommal
  - Egy snooping switch kezeli ezt
- **Control message snooping**
  - Az IGMPv3 / MLDv2 Report üzeneteket csak a routerek felé küldjük
  - Mivel nincs host suppression, nem kell a többi vevő felé is küldeni
- **Multicast data snooping**
  - Csak oda küldjük az adatot, ahol vannak érdeklődők





# IP Multicast

---

- Több éven át folyamatosan a jövő „forradalmi technológiájának” tartották
- Előnyök
  - Hatékony adatátvitel
    - A legrövidebb úton (DVMRP, MOSPF, PIM-SSM)
    - Figyelembe véve a fizikai topológiát
  - Hatékony erőforráskihasználás
    - Egy csomagot egy link-en csak egyszer küld át
  - Skálázható megoldás nagyméretű csoportok kommunikációjára
    - A csoportot egy virtuális cím azonosítja
    - Senki nem tartja számon a csoporttagok számát és kilétét

# IP Multicast

---

- Mégsem terjedt el a várt mértékben
  - Technikai és gazdasági tényezők miatt
- Technikai hátrányok
  - Bonyolult címezés
  - Skálázható, tartományok közötti útválasztó megoldás hiánya
  - Rossz skálázhatóság a csoportok számát illetően
    - Egy router csoportonként egy bejegyzést tárol az útválasztó táblájában
    - A multicast címek nehezen aggregálhatók
  - Magasabb szintű szolgáltatások nehézkes támogatása
    - IP multicast egy *best-effort (több)pont-többpont* adatátviteli szolgáltatás
    - A végfelhasználók felelősek a felsőbb szintű szolgáltatások kezeléséért
    - Bonyolult torlódás vezérlés és megbízható adatátvitel

# IP Multicast

---

- Gazdasági tényezők
  - Lassú és nehézkes telepítés a hálózatban
    - Noha a router-ek ma már képesek a multicast kezelésére, az ISP-k nem mindig aktiválják a hálózatukon
    - Csak akkor működik hatékonyan, ha minden router alkalmazza
    - Különböző alagutazásra van szükség
  - „Tyúk-tojás” probléma
    - Az ISP-k nem támogatják, mert nincs elegendő multicast alkalmazás, nincs kellő kereslet
    - A szoftver cégek nem fejlesztenek multicast alkalmazásokat, mert nincs hálózati támogatás, nem lehet majd őket eladni
  - Nincs megfelelő gazdasági modell mögötte
    - Az ISP számára nehezen ellenőrizhető az erőforrásfelhasználás
    - A tartalom-szolgáltató számára nehezen ellenőrizhető ki használja a szolgáltatást
    - Nincs megfelelő számlázási megoldás