

20. fejezet – Hálózatok összekapcsolása

Hálózatok összekapcsolása

Az eddigiekben is már számos alkalommal tárgyaltunk olyan modellekről, ahol több hálózat kapcsolódott össze. Ezeket a hálózatokat (hallgatólagosan) mindig Ethernet hálózatokként képzeltük el, és így az átjárhatóság megoldása természetes volt. A minket körül vevő világ és a minket körülvevő hálózatok azonban ennél összetettebb képet mutatnak. Nem véletlenül hivatkoztunk még az első előadások valamelyikén az Internetwork fogalomra, mely a különböző műszaki paraméterű, akár egymással közvetlenül nem összekapcsolható hálózatok közötti adatforgalom megvalósítását jelentette. Most eljött az idő, hogy ezzel a fogalomkörrel foglalkozzunk részletesebben.

A hálózatok számos paraméterükben térhetnek el egymástól. A fizikai rétegben és az adatkapcsolati rétegben elég csak az eltérő átviteli közegekre, jelszintekre, modulációs és kódolási eljárásokra, illetve az eltérő keretformátumokra gondolni. A hálózati réteg különbségei is sokfélék lehetnek:

- A hálózat jellege (összeköttetés alapú vagy összeköttetés nélküli)
- A címzés módja (tartalmaz-e hierarchiát vagy nem)
- Csomagméret (alsó illetve felső értékek, vagy csak fix méretű)
- Időzítések (a csomagok átviteli időkorlátainak eltérése)
- Sorrendiség (a csomagok sorrendje lehet szempont is, meg nem is)
- A szolgáltatás minősége (lehet fontos szempont is, meg nem is)
- Megbízhatóság (a csomagvesztés, csomagismétlés és hibajavítás, mint faktor)
- Biztonság (alkalmazható-e titkosítás, vagy nem)
- Költségek (a felhasználó fizethet például idő vagy adatmennyiség alapon)

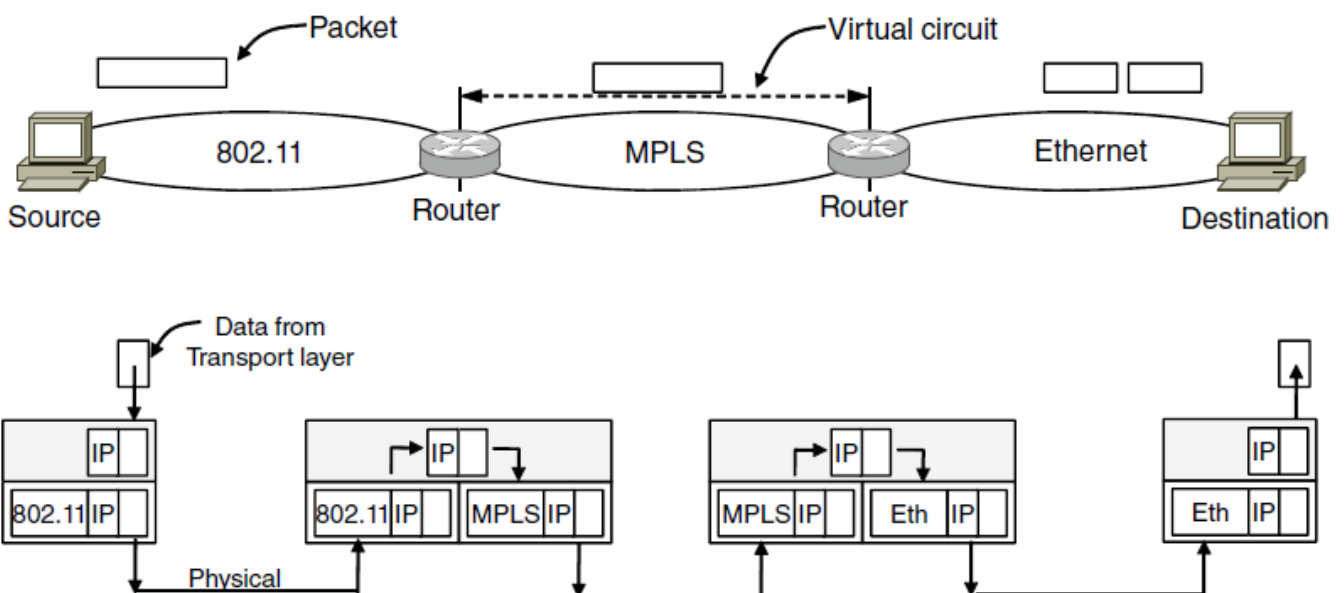
A forrás hoszt és a cél hoszt között a valóságban akár több, különböző paraméterű hálózat is lehet, melyen mind keresztül kell juttatni az adatcsomagokat. A forrás hoszt és a cél hoszt címének és elérhetőségének minden érintett hálózatban ugyanazt kell jelentenie, különben biztosan megghiúsul az információcsere.

A különböző hálózatok összekapcsolásának alapvetően két módja ismert. Az egyik megoldás a hardveres út, amikor az egyes hálózatokat összekapcsoló aktív eszközöknek ismerni kell az összekapcsolt hálózatok fent említett paramétereit, és az adatcsere folyamán az egyes hálózatok egyedi igényeit ki kell tudni szolgálni (pl. csomagdarabolás, illetve csomagegyesítés). A másik megoldás a szoftveres út, amikor a modellünkhöz egy átjárást biztosító réteget – egy hálózatok feletti közös réteget – adunk hozzá.

A mai általánosan használt szoftveres megoldás (mely egyébként a hardveres megoldásnak is része) 1974-ben született meg Vinton Gray Cerf és Bob Kahn munkája nyomán. A szóban forgó protokollkészlet, az átviteli vezérlő protokoll és az internet protokoll azaz a TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) eredetileg az ARPANET-hez készült, de sikeresen túlélte az ARPANET-et.

Különböző hálózatok összekapcsolásakor tehát először is egy olyan címzési módra van szükség, ami hálózati rétegen belül teszi azonosíthatóvá a hosztokat.

Például, amennyiben egy WLAN (IEEE802.11) és egy klasszikus Ethernet (IEEE802.3) hálózat között egy más típusú, például MPLS (MultiProtocol Label Switching / Többprotokollos Címkekapcsolás) hálózat található, akkor máris látszik néhány nyilvánvaló különbség. Az IEEE802.11 összeköttetés nélküli szolgáltatást biztosít, az MPLS pedig virtuálisáramkör alapú összeköttetést. Ezen kívül az IEEE802.11 és az MPLS nagyobb méretű csomagokat kezel, mint az Ethernet, így az MPLS-ből érkező csomagokat az Ethernet hálózatba jutva fel kell darabolni.



Az ábra alsó részén alulról felfelé a fizikai, az adatkapcsolati, és a hálózati réteg van jelölve. A forrás hoszt a szállítási rétegtől kap adatokat, olyan csomagot állít elő, amely az összes érintett hálózatban értelmezhető címet, az IP címet is tartalmazza a MAC cím mellett. Az első útválasztóig pusztán a MAC cím is célba juttatja a csomagot, itt azonban már csak az adat és az IP cím fog beágyazódni az MPLS fejléc után. Az MPLS fejlécében lévő adatok átjuttatják a csomagot a virtuális áramkörön a következő útválasztóig. (A csomagdarabolás és egyesítés az alsó ábrán nem látszik, csak a címzés módja.) A második útválasztó eltávolítja az MPLS fejlécet, és az IP cím alapján saját MAC táblájából kikeresi a cél hoszthoz kapcsolódó portot.

A fenti példa is rávilágít arra, hogy a Switch (Layer 2 Switch) és az útvásztó (Router) működése közti különbség abból áll, hogy az útvásztó a beérkező keretekből összeállítja a csomagot, majd a csomagban lévő IP címet használja a cél hoszt meghatározásához. A Switch viszont csak továbbítja a kereteket a MAC cím alapján. Azaz a Switchnek nem kell ismernie a hálózati réteg protokollját, az útvásztónak viszont ismernie kell azt.

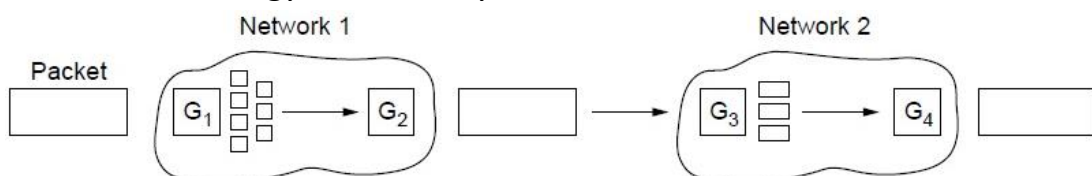
Az előző példa során is találkoztunk azzal a megoldandó problémával az átvitel során, hogy az egyes hálózatok csomagméreteinek maximuma eltérő. A megoldás a csomagok darabolása illetve egyesítése. Az eltérések az általunk tárgyalt hálózatok esetében is jelentős. Az adatmező az Ethernet (IEEE802.3) esetében 1500 bájt, WLAN (IEEE802.11) esetében 2272 bájt, az IP csomagok viszont akár 65515 bájt méretűek is lehetnek.

A csomagok átvitele darabolás nélkül is megoldható, ha ismerjük azt a legnagyobb átvihető adataegységet (MTU – Maximum Transfer Unit) ami az átvitel során biztosan mindvégig használható. A megoldásnak előnyei és hátrányai is vannak. Ez esetben nem vesszük igénybe azokat a többlet erőforrásokat, amelyek a darabolás illetve az egyesítés elvégzéséhez elengedhetetlenek. A kisebb csomagok átvitele jellemzően több redundáns- illetve többlet információ átvitelével jár, mint a nagyobb csomagok átvitele.

Amennyiben (bármely okból is mégis) a darabolás, mint eljárás tűnik a célravezető megoldásnak, a csomagokat nyilván kisebb darabokra (Fragment) kell tördelni, majd pedig összerakni. A kérdés csak az, hogy hol történjen a darabok összerakása. Kétféle megközelítés, azaz megoldás is kínálkozik.

- Az átlátszó darabolás és összerakás

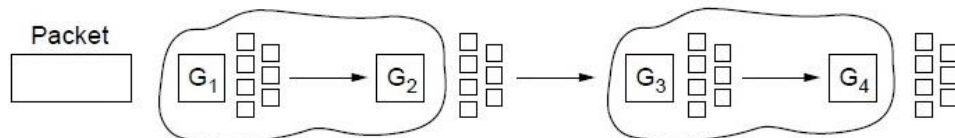
Az elnevezés arra utal, hogy a darabolás az egyes hálózatokban függetlenül történik. Az egyes hálózatok útvásztói a beérkezett csomagokat amennyiben szükséges, saját hálózatuk paramétereinek megfelelően (azaz egyedi méretre) darabolják, Azok az útvásztók, melyek megkapják az így keletkezett darabokat, azokat már egyesítve adják át egy másik hálózatnak. Így tulajdonképpen minden közbülső hálózat az eredeti csomagot kapja meg, és arról, hogy a csomagot a többi érintett hálózatban hogyan és mennyire darabolták szét nem is értesül.



A megoldásból következik, hogy minden darabnak ugyanahhoz az útvásztóhoz kell megérkeznie az egyesítéshez. Az egyesítéshez természetesen az összes darabnak egy nyilvántartás szerint meg kell érkeznie, és az utolsó darab megérkezéséig az összes többi darabot pufferealni kell az érintett útvásztóban. Több hálózaton áthaladva ez a megoldás jelentős erőforrásokat képes lekötöni.

- A nem átlátszó darabolás és összerakás

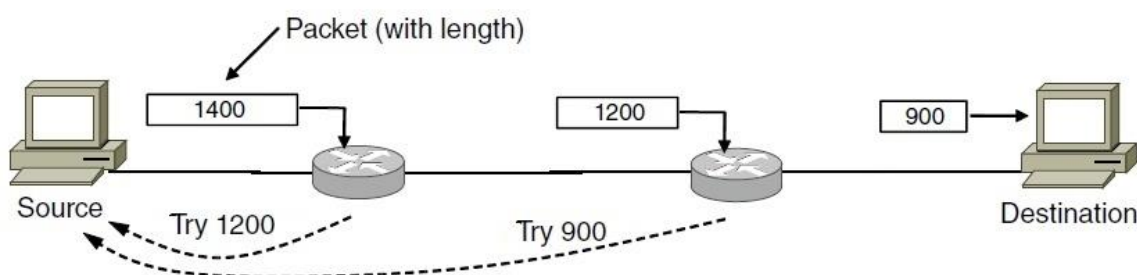
Ez az eljárás abban tér el az előző eljárástól, hogy itt a darabok összeállítása az egyes hálózatok elhagyásakor nem történik meg. A darabok összeállítása (és az összeállítást megelőző pufferelemzése is) csak a célállomáson, azaz a fogadó hoszton történik meg.



Az egyes darabok nyilvántartása, számozása ez esetben is elengedhetetlen feladat. Az IP protokoll is ezt az eljárást használja. A darabolás 8 bájtos határon következhet be. Minden egyes darabhoz a következő adatok tartoznak

- csomagszám
Ez azt azonosítja, hogy a darab melyik csomagnak a része.
- egy jelzőbájt
Ami azt mutatja meg, hogy az adott darab az utolsó-e a sorban.
- Abszolút bájteltolás a csomagban
A bájteltolás (Fragment Offset) értéke a darab első bájtnak az eredeti (nem darabolt) csomagbeli helyét jelezi. A darabolási határ miatt az érték 8 bájtos egységben van számolva.

A csomagok átvitele darabolás nélküli és darabolásos eljárásokkal is történik a gyakorlatban, az igények és a lehetőségek szerint. Sok esetben azonban a darabolás adatvédelmi megfontolásokból, vagy műszaki korlátok miatt (például boot program esetében) nincs engedélyezve. Az MTU kézi beállításánál létezik dinamikusabb megoldás, az útvonal MTU felderítése (Path MTU Discovery). Ez esetben, az átvitelben részt vevő aktív eszközök képesek belső kommunikációval meghatározni az MTU aktuális értékét. A kommunikáció hibacsomagok visszaküldésével történik, mely jelzi az adni kívánt csomagot összeállító eszköz, a forrás számára, hogy az összeállított csomag túl nagy (nagyobb, mint az MTU). Ez után a forrás az aktuális MTU-nak megfelelő méretű csomagot állít elő. A felderítés jellemzően – az ábrán látható módon – több lépésből áll.

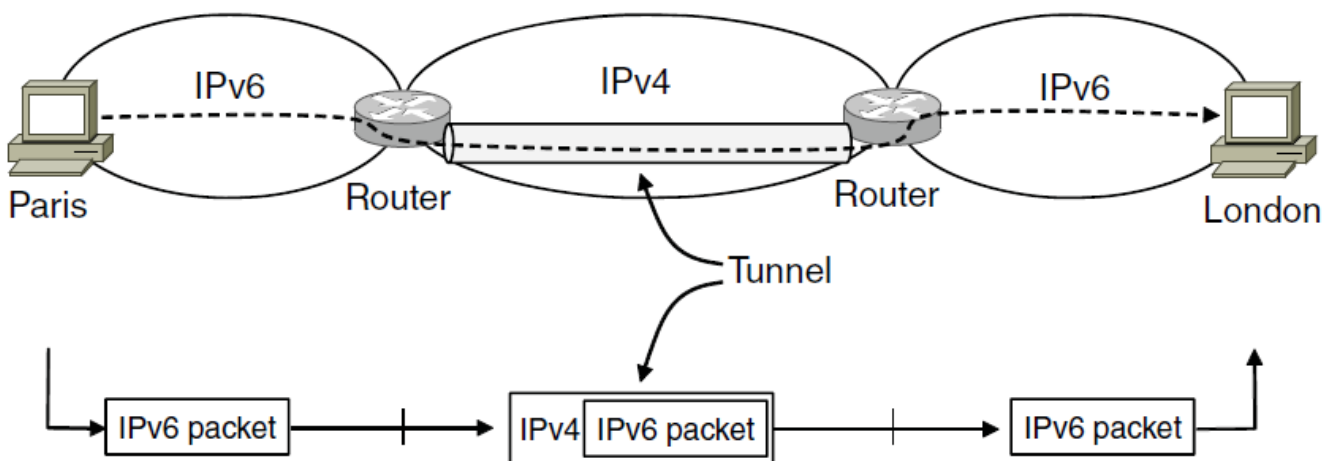


A hálózatok összekapcsolhatóságának alapfeltétele a közös hálózati réteg. A fenti példában is szereplő útválasztókat többprotokollos útválasztóknak (Multiprotocol Router) nevezzük, mivel többféle protokollt képesek kezelni. A legáltalánosabban használt IP mellett számos más viszonylag gyakran használt protokollt érdemes megemlíteni.

- IPX (Internetwork Packet eXchange). A Novell által bevezetett NetWare protokollja
- SNA (Systems Network Architecture). Az IBM által használt hálózati protokoll
- AppleTalk. A Macintosh hálózatok által használt protokoll
- ATM (Asynchronous Transfer Mode). Telefonrendszerek használják pl. ISDN

Alagút típusú átvitel

A hálózatok összekapcsolásának van egy speciális esete, amikor a forrás és cél hálózat egyforma, de az összekapcsolás egy tőlük különböző hálózaton keresztül valósul meg. Az ábra szerinti összekapcsolás egy párizsi illetve egy londoni IPv6-os hálózat összekapcsolását szemlélteti. A két hálózat között azonban IPv4-es hálózat található. A technológia lényege ez esetben az, hogy az IPv6-os csomagot a hálózat párizsi oldalán, a hálózatokat összekötő útválasztó az IPv4-es hálózatba olyan módon juttatja el, hogy beágyazza az ezt IPv4-es csomagba. A londoni oldalon, a hálózatokat összekötő útválasztó pedig kicsomagolja az IPv4-es csomagból az IPv6-os csomagot, és már csak azt továbbítja saját hálózatában.



A megoldás neve az alagút típusú átvitel (Tunneling). Az elnevezés megjegyzését segíti a példában szereplő városok kiválasztása is, hiszem a valóságban is olyan módon juthatunk el autóval (egyik hálózat) Párizsból a Csatornaalagúton (közbülső hálózat) át Londonba (másik hálózat), hogy magán az alagúton az autónkat egy vonat viszi át („beágyazva” a vonatban).

Az alagút típusú átvitel tehát olyan módon áll össze két hálózat között, hogy azok a köztük lévő hálózat(ok) hosztjait nem is érhetik el. Ez azonban sokkal inkább előny, mintsem hogy hátrány legyen. Virtuális magánhálózatok esetében (VPN) ez a tulajdonság az egyik alapvető szempont, illetve az ebből fakadó titkosítási lehetőségek. A megoldás gyakorlatilag elfedi a közbülső hálózato(ka)t, ezért hívják elfedő hálózatnak (Overlay Network).