

Bevezetés a hálózatok világába

Adatkapcsolati réteg

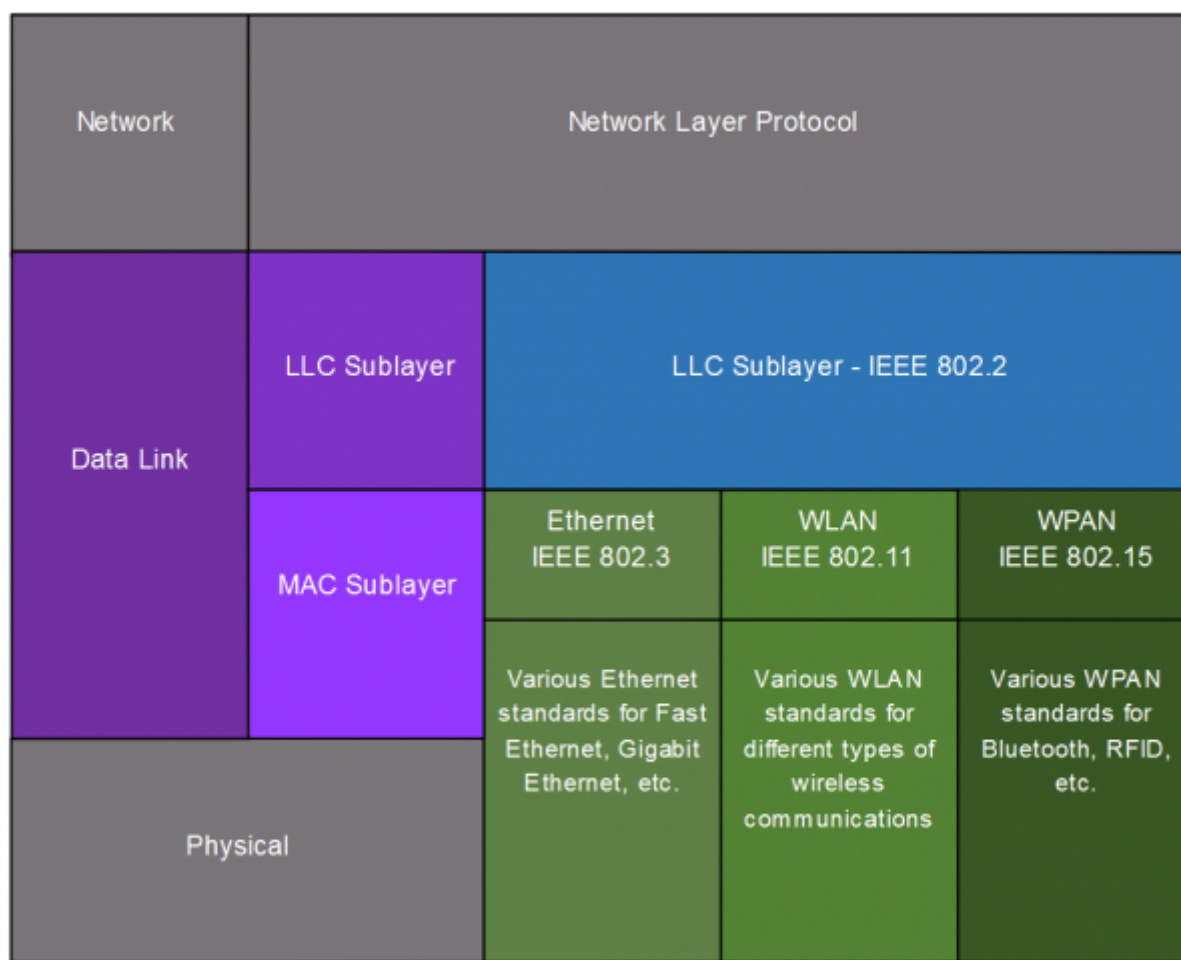
Az adatkapcsolati réteg felelős a fizikai közegen keresztüli hálózati kártyák közötti adattovábbításért. A következő funkciókat látja el:

- Lehetővé teszi a felsőbb rétegek számára az átviteli közeg elérését. Arról, hogy a kommunikáció milyen átviteli közegen zajlik, a felső rétegbeli protokollnak nincs tudomása.
- Fogadja a 3. rétegbeli csomagokat, majd egy keretnek nevezett adategységbe helyezi őket.
- Vezérli az adatok közegre helyezésének és fogadásának módját
- Végpontok közötti kerettovábbítást végez az átviteli közegen.
- Fogadja egy felsőbb rétegbeli protokoll (például IPv4 vagy IPv6) csomagjait, illetve a megfelelő felsőbb rétegbeli protokollhoz irányítja őket.
- Hibaérzékelést végez és elutasít (eldob) minden sérült keretet.

Az adatkapcsolati réteg két alrétegre tagolódik:

- **Logikai kapcsolatvezérlés (Logical Link Control, LLC):** Ez a felső alréteg határozza meg azokat a szoftveres folyamatokat, amelyek a hálózati réteg protokolljainak nyújtanak szolgáltatásokat. Információkat helyez el a keretben annak a hálózati rétegbeli protokollnak az azonosítására, amelyik a keretet használni fogja. Ez az információ lehetővé teszi, hogy több 3. rétegbeli protokoll is ugyanazt a hálózati interfészt és közeget használja.
- **Közeghozzáférés-vezérlés (Media Access Control, MAC):** Ez az alsó alréteg határozza meg a hardver által végzett közeghozzáférési folyamatokat. Biztosítja az adatkapcsolati szintű címezést, valamint az átviteli közeg jelzési rendszerének és a használatban lévő adatkapcsolati protokollnak megfelelő adatcsomag keretezését.

Az adatkapcsolati réteg alrétegekre történő bontása lehetővé teszi, hogy a felső rétegben létrehozott valamely típusú keret az alsó réteg bármely közegetípusához hozzáférjen. Ez a helyzet számos LAN technológiánál fennáll, többek között az Ethernetnél is.



Az ábra az adatkapcsolati réteg LLC és MAC alrétegekre történő felosztását szemlélteti. Az LLC kommunikál a hálózati réteggel, míg a MAC alréteg a különböző hálózatelérési technikákat tartalmazza. A keretek réz- vagy optikai kábelben történő továbbítására a MAC alréteg például az Ethernet technológiát használja. A vezeték nélkül történő kerettovábbításra pedig vezeték nélküli (pl.: Wi-Fi, Bluetooth) technológiákat használ.

A csomag keretbe ágyazását, valamint a beágyazott csomag közegre bocsátását és a közegről történő kiolvasását 2. rétegbeli protokollok határozzák meg. Azt a technikát, amelynek használatával a keret a közegre kerül, vagy kiolvassák onnan, közeghozzáférés-vezérlésnek nevezzük.

A csomagok a forrástól célig tartó útjuk során általában több különböző hálózaton haladnak keresztül. Ezen hálózatok eltérő átviteli közeztípusokat tartalmazhatnak, például rézvezeték (elektromágneses jelek), optikai kábelt (fényjelek) és vezeték nélküli közeget (rádió- és mikrohullámok, valamint műholdas kapcsolatok) foglalnak magukban.

A csomagok nem férhetnek közvetlenül hozzá az átviteli közeghez. Az OSI modell adatkapcsolati rétegének feladata, hogy előkészítse a hálózati réteg csomagjait az átvitelre, és vezérelje a fizikai közeghez való hozzáférést. Az adatkapcsolati réteg protokolljai által leírt közeghozzáférés-vezérlési módszerek határozzák meg azt, hogy melyik hálózati eszköz férhet hozzá a közeghez és továbbíthat adatot a különböző hálózati környezetekben.

Az adatkapcsolati réteg nélkül a hálózati réteg protokolljainak (például az IP-nek) kellene gondoskodnia az összes olyan közeztípushoz történő csatlakozásról, amely a szállítási útvonalon előfordulhat. Továbbá, minden egyes új hálózati technológia vagy közeg megjelenésekor az IP-t is tovább kellene fejleszteni. Ez a folyamat akadályozná a protokollok és a hálózati közegek fejlődését is.

Ez az egyik legfontosabb oka a hálózatok rétegszerű megközelítésének.

Egy egyszerű kommunikációs folyamat során is szükség lehet a különböző közeghozzáférési módszerekre. A csomagok a helyi állomástól a távoli állomás felé tartó útjuk során számos, különböző tulajdonságokkal rendelkező hálózati környezettel találkozhatnak. Az Ethernet hálózat például az átviteli közeg alkalmi használatáért versengő állomásokból áll. A soros összeköttetés pedig két eszköz között jelent közvetlen kapcsolatot, ahol az adatbitek áramlása egymás után, rendezett módon történik.

A forgalomirányító interfészei a megfelelő keretbe ágyazzák be a csomagokat, és egy alkalmas közeghozzáférési módszert használnak a kapcsolatok kezelésére. A hálózati rétegbeli csomagok továbbítása során számos átmenet léphet fel az adatkapcsolati rétegben és az átviteli közegen. Az útvonal minden egyes ugrásánál a forgalomirányító az alábbi műveleteket végzi el:

- Fogadja a keretet a közegtől.
- Kibontja a keretet.
- A csomagot egy új keretbe ágyazza be.
- Továbbítja az új keretet a hálózati szegmens közegének megfelelő formában.

Adatkapcsolati réteg szabványai

A TCP/IP modell felsőbb rétegeiben található protokollokkal ellentétben, az adatkapcsolati réteg protokolljait általában nem RFC dokumentumokban definiálják. Habár az IETF felelős a TCP/IP felsőbb rétegeiben működő protokollok és szolgáltatások karbantartásáért, a hálózatelérési réteg működését és feladatait már nem ez a szervezet szabályozza.

Az adatkapcsolati réteg szolgáltatásait és előírásait olyan szabványokban fogalmazták meg, amelyek eltérő, de a protokollok által támogatott technológiákon és közegeken alapulnak. A szabványok némelyike 1. és 2. rétegbeli szolgáltatásokat is magában foglal.

Az adatkapcsolati rétegben működő protokollok és szolgáltatások előírásait a következő szervezetek határozzák meg:

- A nyílt szabványokat és protokollokat létrehozó mérnöki szervezetek.
- Kommunikációs cégek, akik saját (szabadalommal védett) protokollokat dolgoznak ki és használnak annak érdekében, hogy kihasználják az új technológiákban és a piacon rejlő lehetőségeket.

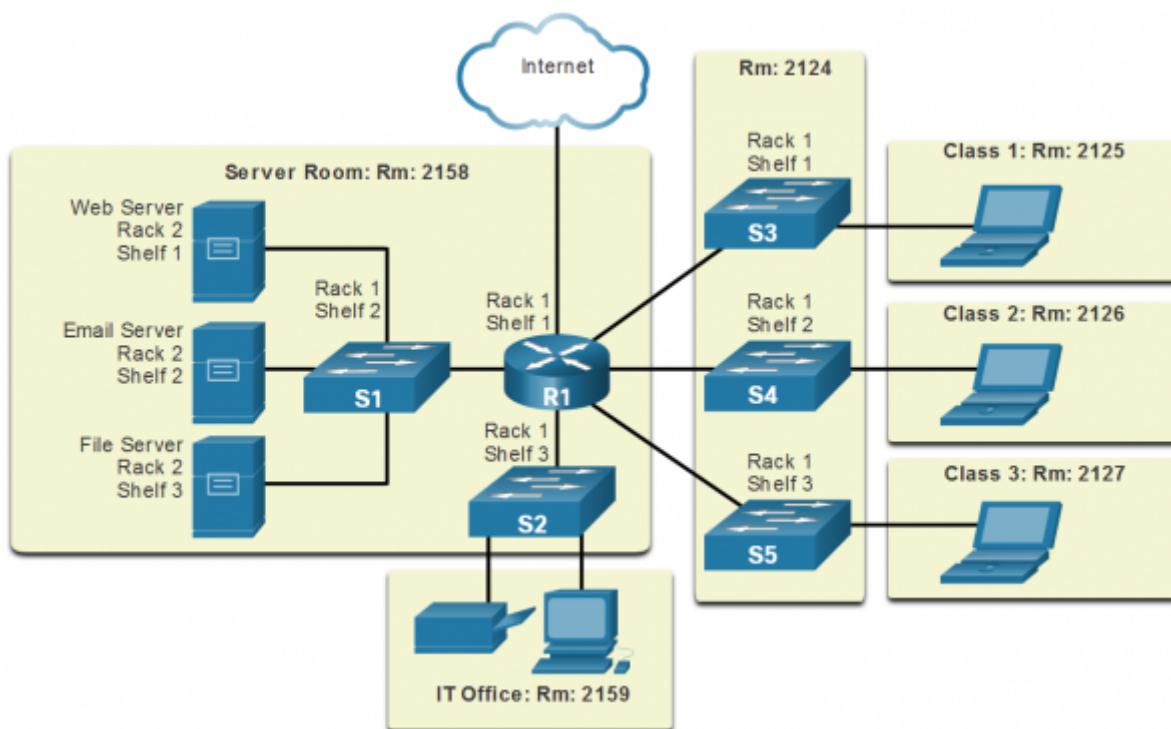
Az adatkapcsolati rétegre vonatkozó nyílt szabványokat és protokollokat létrehozó mérnöki szervezetek az alábbiak:

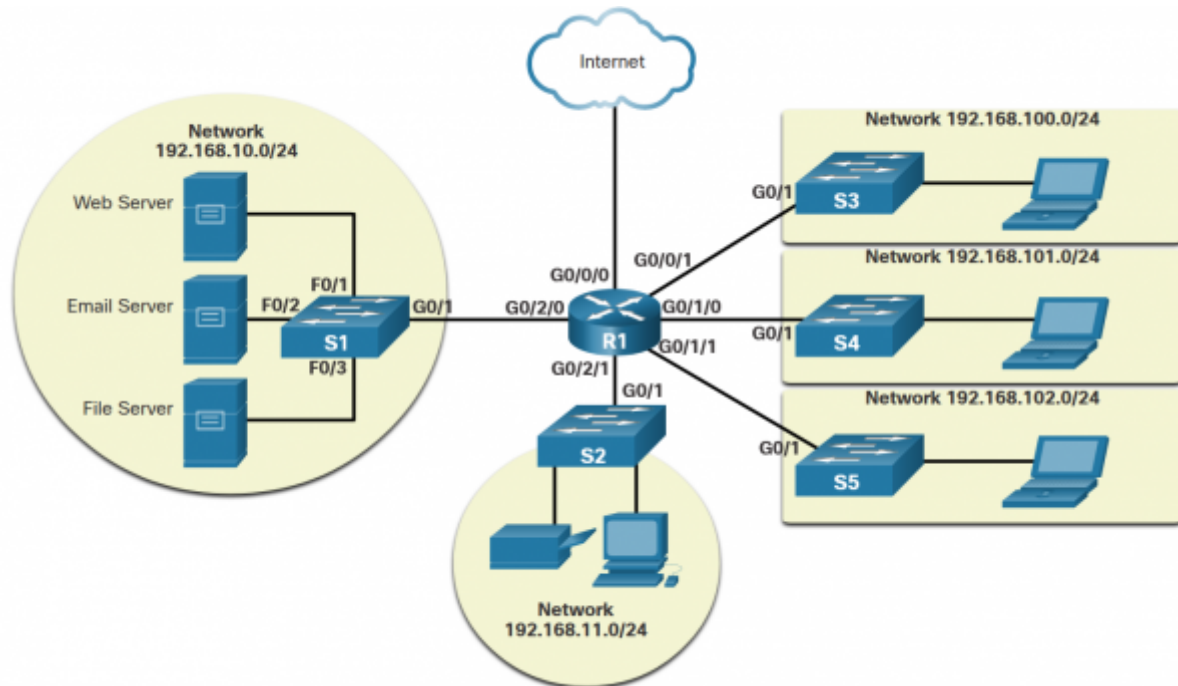
- Mérnököket egyesítő nemzetközi szervezet (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)
- Nemzetközi Távközlési Szövetség (International Telecommunication Union, ITU)
- Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (International Organization for Standardization, ISO)
- Amerikai Nemzeti Szabványügyi Intézet (American National Standards Institute, ANSI)

Fizikai és logikai topológiák

A hálózat topológiája a hálózati eszközök elrendezését és a köztük lévő összeköttetéseket jelenti. A LAN és WAN topológiák kétféle módon ábrázolhatók:

- **Fizikai topológia:** A fizikai összeköttetésekre utal, meghatározza a végberendezések és a köztes eszközök (pl.: forgalomirányítók, kapcsolók és vezeték nélküli hozzáférési pontok) kapcsolódási módját. A fizikai topológia általában pont-pont vagy csillag típusú.
- **Logikai topológia:** Arra utal, hogy a hálózat miként szállítja a kereteket egyik állomástól a másikig. Ez az elrendezés az állomások közötti virtuális kapcsolatokból áll. A hozzájuk tartozó logikai jelutakat az adatkapcsolati réteg protokolljai határozzák meg. A pont-pont kapcsolatokon alapuló logikai topológia viszonylag egyszerű, a megosztott közeg esetében viszont beszélhetünk determinisztikus és nem determinisztikus módszerekről is.





Az adatkapcsolati réteg a hálózat logikai topológiáját „figyeli” a közeghozzáférés vezérlése közben. A logikai topológia az, amely befolyással van a keretezés típusára és a közeghozzáférés módjára.

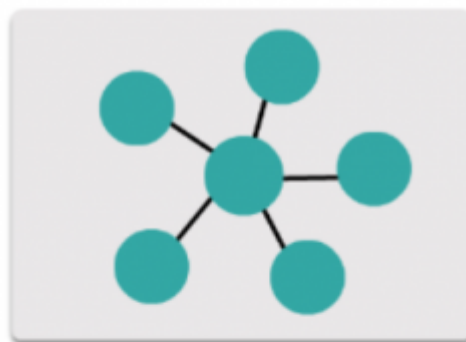
WAN topológiák

A WAN hálózatok jellemzően az alábbi fizikai topológiák használatával kapcsolódnak egymáshoz:

- **Pont-pont (Point-to-Point):** Ez a legegyszerűbb topológiafajta, mindössze egyetlen, két végpont közötti állandó kapcsolatból áll. Emiatt nagyon népszerű WAN topológiának számít.
- **Csillagpont (Hub and Spoke):** A csillag topológia WAN változata, amelyben egy központ pont-pont kapcsolatok használatával köti össze a telephelyeket.
- **Hálós (Mesh):** Ez a topológiatípus nagyfokú rendelkezésre állást biztosít, viszont megköveteli, hogy minden végrendszer mindegyik másikkal össze legyen kapcsolva. Emiatt a fenntartási és kivitelezési költségek magasak lehetnek. Minden egyes kapcsolat egy pont-pont összeköttetést jelent valamely másik csomóponttal. A topológia egy másik változata a részleges hálós típus, amelyben nincs minden végberendezés összekapcsolva egymással.



Point-to-point topology



Hub and spoke topology

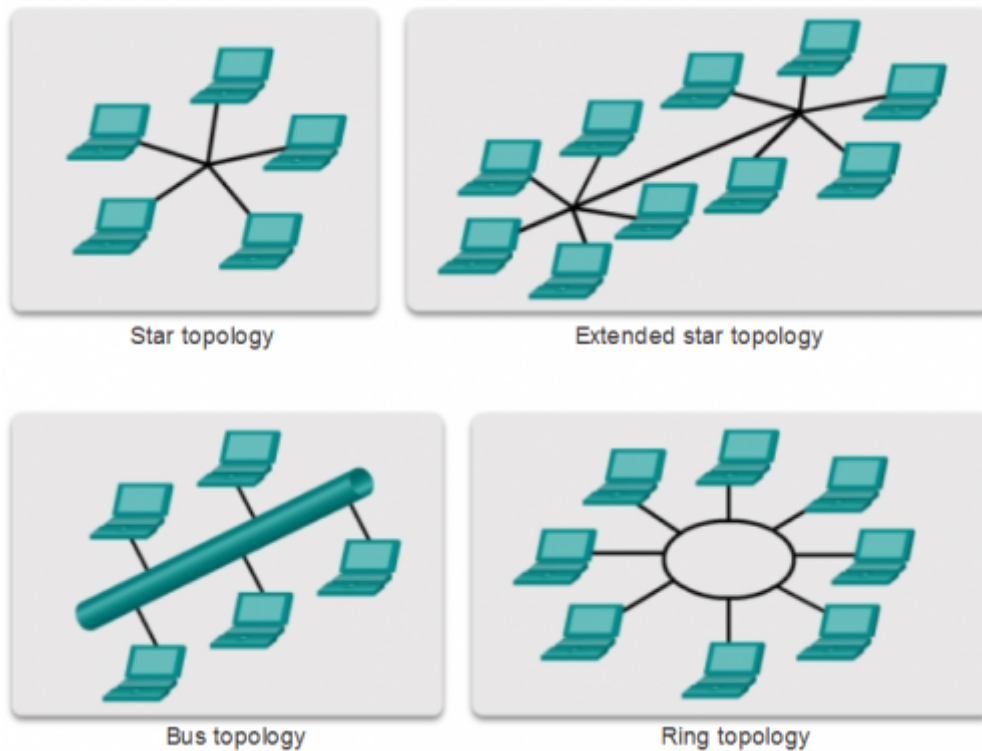


Full mesh topology

LAN topológiák

LAN környezetben az alábbi fizikai topológiákat használjuk:

- **Csillag:** A végberendezések egy központi közvetítő eszközhöz csatlakoznak. A korai csillag topológiáknál a végberendezések hub használatával kapcsolódtak egymáshoz. A mai csillag topológiákban viszont már kapcsolókat használnak. A csillag topológia a leggyakrabban használt fizikai LAN topológia. Ennek elsődleges oka, hogy könnyű telepíteni, skálázható (egyszerűen lehet végberendezéseket hozzáadni és eltávolítani), valamint a hibák elhárítása is egyszerű.
- **Kiterjesztett csillag vagy hibrid:** Több topológia kombinációjából áll, ilyen például a csillag topológiák egymáshoz kapcsolása busz topológia használatával.
- **Sín (Busz):** Az állomások egymás után vannak láncolva és valamilyen formában a lánc mindkét végén le vannak zárva. A végberendezések összekapcsolásához nincs szükség (a kapcsolóhoz hasonló) hálózati eszközökre. A busz topológiát az Ethernet korábbi változataiban használták, annak olcsósága és könnyű telepíthetősége miatt.
- **Gyűrű:** Az állomások a megfelelő szomszédaikkal összeköttetésben állva alkotnak egy gyűrűt. A busz topológiával ellentétben a gyűrűt nem kell lezárni. A gyűrű topológiát az FDDI hálózatok korábbi változataiban használták. Az FDDI hálózatokban egy második gyűrűt is alkalmaznak a hibatűrés és a teljesítmény javítása érdekében.



Fél- és fulduplex kommunikáció

- **Félduplex kommunikáció:** Mindkét eszköz képes adatküldésre és -fogadásra a közegen, de nem egyidejűleg. Az Ethernet megfelelő kiválasztási szabályokat biztosít azokra az esetekre, amikor egynél több állomás is megpróbál egyszerre adni.
- **Duplex kommunikáció:** Mindkét eszköz képes az egyidejű továbbításra és fogadásra is a közegen. Az adatkapcsolati réteg feltételezi, hogy a közeg bármikor elérhető mindkét állomás számára. Emiatt nincs szükség közegkiválasztásra az adatkapcsolati rétegben.

Közeghozzáférés-vezérlés

A hálózat logikai topológiája szorosan kapcsolódik a hálózati hozzáférések vezérlésénél alkalmazott módszerhez. Ezek a módszerek úgy végzik a hozzáférés vezérlését, hogy a hálózat elérése minden állomás számára biztosított legyen. Amennyiben több egység is osztozik ugyanazon a közegen, akkor a hálózati hozzáférés szabályozására valamilyen mechanizmust kell alkalmazni. Az egyes hozzáférési módszereket a közeg elérésének szabályozására alkalmazzák a hálózatokban.

Számos hálózati topológia használ több csomóponttal rendelkező, megosztott átviteli közeget. Ezekben előfordulhat, hogy egyidejűleg több eszköz is megpróbál adatot küldeni és fogadni a hálózati közegen. Előírások szabályozzák, hogy ezek az eszközök milyen módon osztozzanak meg a közegen.

Két alapvető közeghozzáférési módszer létezik osztott átviteli közeg esetében:

- **Versengéses hozzáférés:** Az állomások versengenek a közeg használatáért, ütközés esetén viszont meghatározott rend szerint viselkednek. Az első ábra a versengés alapú hozzáférést mutatja.
- **Szabályozott hozzáférés:** Az állomások meghatározott időszelvet kapnak a közeg használatára. A 2. ábra a szabályozott hozzáférést mutatja.

Az adatkapcsolati protokoll határozza meg a közeghozzáférés-vezérlés módját. Ez biztosítja a megfelelő egyensúlyt a keretvezérlés, a keretvédelem és a hálózati túlterheltség között.

Nem determinisztikus versengéses módszer használatakor a hálózati eszköz bármikor hozzáférhet a közeghez, amikor küldeni szeretne. Az ilyen módszerek a teljes káosz elkerülése érdekében a vivőérzékeléses többszörös hozzáférés (Carrier Sense Multiple Access, CSMA) nevű technikát használják annak megállapítására, hogy a közegen van-e jeltovábbítás.

Egy másik csomóponttól származó vivőjel érzékelése esetén megállapítható, hogy a közegen éppen adatátvitel zajlik. Ha a készülék ilyenkor próbál meg adni, a közeg foglaltságát fogja tapasztalni. Ekkor várakozni kényszerül, majd egy rövid idő múlva újra próbálkozhat. Ha nem észleli a vivőjelet, akkor továbbíthatja az adatokat. Az Ethernet és a vezeték nélküli hálózatok versengéses közeg-hozzáférési módszert használnak.

Előfordulhat, hogy a CSMA folyamat sikertelen lesz, és két eszköz egyidejű adatküldése ütközést eredményez. Amennyiben ez megtörténik, akkor mindkét készülék által küldött adat megsérül és újra kell őket küldeni.

A versengéses módszerek nem jelentenek többletterhelést a szabályozott hozzáféréshez képest. Ugyanis nem szükséges nyomon követni azt, hogy éppen melyik állomás használja a közeget. A versengéses rendszerek viszont nem jól skálázhatóak a közeg nagymértékű igénybevétele mellett. Az igénybevétel és a csomópontok számának növekedésével csökken annak a valószínűsége, hogy sikeresen (azaz ütközés nélkül) hozzá lehessen férni a közeghez. Ezen felül az ütközésekből származó hibák kijavítására szolgáló helyreállítási mechanizmusok is tovább rontják a teljesítményt.

A CSMA-t általában a közegért történő versengés megoldási módszerével együtt alkalmazzák. A két leggyakrabban használt módszer a következő:

- **Vivőérzékeléses többszörös hozzáférés ütközésfigyeléssel (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD):** A végberendezés a közeg figyelésével ellenőrzi, hogy van-e rajta adatjel. Ha nem érzékel jelet, az a közeg szabad használatát jelzi. Ilyenkor a készülék továbbíthatja az adatokat. Az adatjelek észlelése azt jelzi, hogy egy másik készülék is forgalmaz ugyanabban az időben. Ilyenkor minden eszköz leállítja a küldést, majd később újra próbálkozhat. Az Ethernet korai megvalósításai használják ezt a módszert.
- **Vivőérzékeléses többszörös hozzáférés ütközés-elkerüléssel (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA):** A végberendezés a közeg vizsgálatával ellenőrzi, hogy van-e adatjel a közegen. Ha a közeg szabad, a készülék egy értesítést küld a közegen keresztül arról a szándékáról, hogy használni szeretné azt. Amint megkapja az engedélyt a továbbításra, elküldi az adatokat. Ezt a módszert használják a 802.11 szabványt használó vezeték nélküli technológiák.

Adatkapcsolati keret

Annak ellenére, hogy számos különböző adatkapcsolati protokoll létezik az adatkapcsolati keretek leírására, mindegyik kerettípus három fő részből áll:

- Fejléc
- Adatrész
- Utótag

Az adatkapcsolati réteg protokolljai a 3. rétegbeli protokoll adategységet (PDU) ágyazzák be a keret adatmező részébe. A keret felépítése, valamint a fejlécben és az utótagban található mezők viszont protokollonként eltérőek lehetnek.

Az adatkapcsolati réteg protokolljai írják le azokat a funkciókat, amelyek ahhoz kellenek, hogy a csomagokat különböző közegeken továbbítani lehessen. A protokoll ezen funkciói a keretbeágyazás részét képezik. Miután a keret megérkezett a célállomásra, és az adatkapcsolati protokoll eltávolította azt a közegről, a keretezési információk kiolvasása, majd eldobása történik meg.

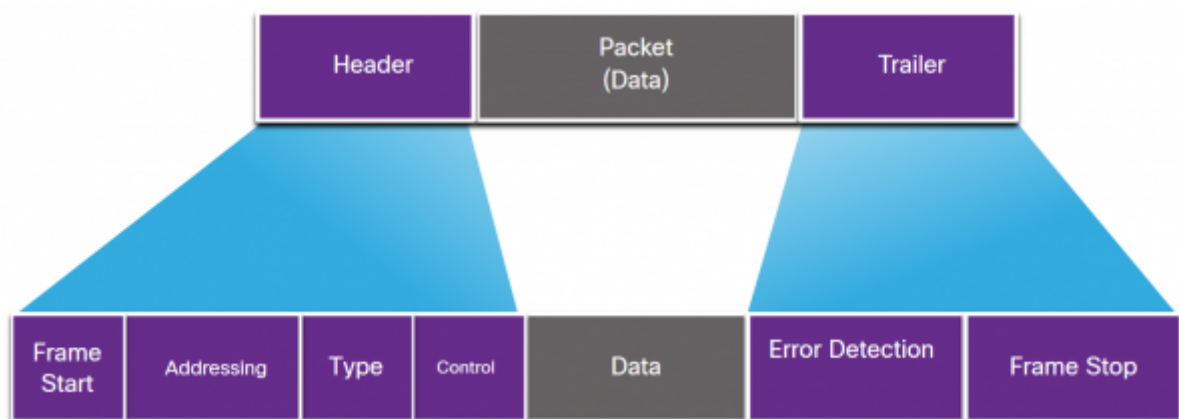
Olyan keretszerkezet nem létezik, amely mindenféle átviteli közegre kielégítené az összes adattovábbítási igényt. A keretben lévő vezérlési információk mennyisége a környezettől függően változik, amiatt, hogy megfeleljen a közeg és a logikai topológia közeghozzáférési követelményeinek.

A keret fejléce tartalmazza azokat a vezérlési információkat, amelyeket az adatkapcsolati protokollok meghatároznak, valamint megfelelnek a használt logikai topológiának és közegnek.

A keret vezérlőinformációi minden egyes protokolltípusnál egyediek. Ezeket alkalmazzák a 2. rétegbeli protokollok annak érdekében, hogy biztosítsák a kommunikációs környezet által megkövetelt funkciókat.

Az ábrán az Ethernet keret fejlécének mezői láthatók:

- **Keretkezdő mező:** A keret kezdetét jelzi.
- **Forrás- és cél cím mezők:** A közegen található forrás- és célállomásokat jelzi.
- **Típus mező:** A keretben szereplő felsőbb rétegbeli szolgáltatást jelzi.
- **Ellenőrző mező:** Különböző adatfolyam-vezérlő mechanizmus számára használható, mint pl. QoS.
- **Adat mező:** A felsőbb rétegbeli beágyazott adatot tartalmazza (pl. IP csomag).
- **Hiba detektálás:** Az utótagban található CRC kódot tartalmazza.



A különböző adatkapcsolati protokollok ezektől eltérő mezőket is használhatnak. Más 2. rétegbeli protokollok keretének fejléc mezői például az alábbiak lehetnek:

- **Prioritás/szolgáltatásminőség mező:** Bizonyos típusú kommunikációs szolgáltatásokat jelez.
- **Logikai kapcsolatvezérlés mező:** Csomópontok közötti logikai kapcsolat létrehozására szolgál.

- **Fizikai kapcsolatvezérlés mező:** Fizikai kapcsolat létrehozására szolgál.
- **Adatfolyam-vezérlés mező:** A közegen zajló forgalom elindítására és megállítására szolgál.
- **Torlódásvezérlés mező:** A közegen jelentkező torlódást jelzi.

Mivel az adatkapcsolati protokollok céljai és feladatai konkrét topológiához és közeghez kapcsolódnak, ezért minden protokollt meg kell vizsgálni annak érdekében, hogy részletesen megismerjük a keretszerkezetét. Ahogy a protokollokat megtárgyaljuk a fejezetben, úgy azok keretszerkezetéről is egyre több információt kapunk.

2. rétegbeli címzés

Az adatkapcsolati réteg biztosítja azt a címzést, amelyet a megosztott közegen történő kerettovábbításnál használunk. Az eszközök címét ebben a rétegben fizikai címnek hívjuk. Az adatkapcsolati réteg címzését a keret fejlécében találhatjuk, ez határozza meg a keret céljának csomópontját a helyi hálózaton. A keret fejléce tartalmazhatja a forráscímet is.

A 3. rétegben található, hierarchikus felépítésű logikai címmel ellentétben, a fizikai cím nem jelzi azt, hogy a készülék melyik hálózaton található. A fizikai címe inkább az eszközre jellemző egyedi cím. Attól, hogy a készülék egy másik hálózatra vagy alhálózatra kerül át, még ugyanazzal a 2. rétegbeli címmel működik tovább.

Az eszköz-specifikus és nem hierarchikus cím viszont nem használható egy eszköz nagyméretű hálózatokban vagy az interneten történő azonosítására. Ez olyan lenne, mintha mindössze utcanév és házszám alapján próbálnánk egy házat megtalálni a nagyvilágban. A fizikai cím ugyanakkor felhasználható egy eszköz korlátozott területen belüli azonosítására. Emiatt az adatkapcsolati rétegbeli címeket csak helyi továbbításra használhatjuk. Az ebben a rétegben található címek nem jelentenek semmit a helyi hálózaton túl. Vessük össze ezt a 3. réteggel, ahol a csomag fejlécében szereplő címek a forrásállomástól a célállomásig utaznak, függetlenül az út során megtett hálózati ugrások számától!

Ha az adatokat egy másik hálózati szegmensbe kell továbbítani, egy közvetítő eszközre (pl.: forgalomirányító) van szükség. A forgalomirányító a keretet a fizikai cím alapján fogadja, majd kibontja azt annak érdekében, hogy megvizsgálja a hierarchikus címet, vagyis az IP-címet. Az IP-cím alapján a forgalomirányító képes megállapítani a célkészülék hálózati helyét és a hozzá vezető legjobb útvonalat. Amint megtudja, hogy hova továbbítsa a csomagot, egy új keretet állít össze neki, majd elküldi ezt a keretet a végső cél felé vezető következő szegmensre.

MAC cím lekérdezése

```
ipconfig /all
```

vagy

```
ipconfig -all
```

Példa:

```
C:\Users\Admin>ipconfig /all
```

```
Ethernet adapter Ethernet:
```

```
Connection-specific DNS Suffix . : inf.unideb.hu  
Description . . . . . : Realtek PCIe GbE Family Controller  
Physical Address. . . . . : 8C-04-BA-AC-09-21
```

LAN és WAN keretek

Egy TCP/IP hálózatban minden 2. rétegbeli protokoll a 3. rétegben található IP-vel működik együtt. A ténylegesen használt 2. rétegbeli protokoll viszont a hálózat logikai topológiájától és a fizikai réteg megvalósításától függ. Mivel a különböző hálózati topológiákban számos fizikai közegetípus van használatban, ennek megfelelően az elérhető 2. rétegbeli protokollok száma is meglehetősen nagy.

Bizonyos 2. rétegbeli logikai topológiákon minden protokoll közeghozzáférés-vezérlést végez. Ez azt jelenti, hogy számos különböző hálózati eszköz viselkedhet adatkapcsolati rétegben működő csomópontként, miközben ezeket a protokollokat használja. Ezek közé tartoznak a számítógépek hálózati adapterei vagy hálózati kártyái (NIC), csakúgy mint a forgalomirányítók és a 2. rétegbeli kapcsolók interfészei.

Az, hogy egy bizonyos hálózati topológiánál melyik 2. rétegbeli protokollt használjuk, azon múlik, hogy a topológia megvalósításához milyen technológiára van szükség. A technológiát viszont az állomások számától és a földrajzi kiterjedéstől függő hálózatméret, valamint a hálózaton nyújtandó szolgáltatások határozzák meg.

A helyi hálózatokban jellemzően nagyszámú állomás kiszolgálására alkalmas, nagy sávszélességű technológiát használunk. Ezt a technológiát a hálózat viszonylag kis földrajzi területe (egy vagy több épületből álló egyetem), valamint a felhasználók sűrű elhelyezkedése teszi költséghatékonyá.

Ugyanakkor a nagy sávszélességű technológiák általában nem költséghatékonyak WAN hálózatok esetében, mivel azok nagy földrajzi területeket fednek le (például városok vagy nagyvárosok). A nagytávolságú fizikai kapcsolatok magas költsége és az ekkora távolságokra használt jeltovábbító technológiák miatt jellemzően alacsonyabb sávszélességet kapunk.

A sávszélességben jelentkező különbség általában eltérő protokollok használatát eredményezi LAN és WAN hálózatok esetében.

Az adatkapcsolati réteg elterjedt protokolljai a következők:

- Ethernet
- Pont-pont protokoll (PPP)
- 802.11 szabványú vezeték nélküli
- Magas szintű adatkapcsolat-vezérlés (High-Level Data Link Control, HDLC)
- Frame Relay

Last update:

2020/09/28 itn:06._fejezet_-_adatkapcsolati_reteg https://irh.inf.unideb.hu/~cisco/cisco/doku.php?id=itn:06._fejezet_-_adatkapcsolati_reteg
15:51

From:

<https://irh.inf.unideb.hu/~cisco/cisco/> - **Hálózati eszközök programozása**

Permanent link:

https://irh.inf.unideb.hu/~cisco/cisco/doku.php?id=itn:06._fejezet_-_adatkapcsolati_reteg

Last update: **2020/09/28 15:51**

