

Tokaj-Hegyalja
Egyetem

Hálózati Architektúrák és Protokollok

6. Közeghozzáférési alréteg

Közeghozzáférési alréteg

- Az adatkapcsolati réteg egyik fontos alrészét képezi a **közeghozzáférési vezérlés** (Media Access Control, MAC)
 - meghatározza, hogy a hálózati eszközök milyen módon férhetnek hozzá a közös átviteli közeghez
- Ez különösen olyan hálózatok esetében lényeges, ahol több eszköz osztozik ugyanazon a kommunikációs csatornán
 - Pl. Ethernet vagy vezeték nélküli hálózat esetén
- A közös közeg használata során alapvető probléma, hogy egyszerre több eszköz is megkísérelheti az adatküldést.
- Ha ez egy időben történik, az adatok ütközhetnek, ami az információ sérüléséhez vezet.
- A közeghozzáférési vezérlés célja ennek a helyzetnek a kezelése: **szabályozza, hogy mikor és melyik eszköz kezdheti meg az adatátvitelt**

Statikus csatornakiosztás

- Olyan közeghozzáférési módszer, amelyben **a közös átviteli közeget előre meghatározott módon osztják fel a kommunikáló eszközök között**
- Minden eszköz egy adott időréshez, frekvenciasávhoz vagy más erőforráshoz jut, amelyet kizárólagosan használhat az adatátvitel során
- A statikus felosztás alapvető célja az ütközések teljes kiküszöbölése
- Mivel az egyes eszközök számára külön erőforrások vannak kijelölve, nem fordulhat elő, hogy két eszköz egyszerre próbálja használni ugyanazt a csatornát
- Ezáltal a kommunikáció kiszámítható és stabil.

Statikus csatornakiosztás

- A statikus csatornakiosztás többféle formában valósítható meg
- Az egyik ilyen módszer az időosztásos multiplexelés (**TDM** – Time Division Multiplexing)
 - A TDM során az időt egymást követő időrészekre bontják, és minden eszköz csak a saját időrészében küldhet adatot.
- Egy másik megközelítés a frekvenciaosztásos multiplexelés (**FDM** – Frequency Division Multiplexing)
 - a rendelkezésre álló frekvenciasávot osztják fel kisebb részekre, és minden eszköz egy külön frekvenciatartományt kap

Az időosztásos multiplexelés (TDM)
működése és jellemzői...

TDM jellemzői

- Olyan statikus csatornakiosztási módszer, amelyben a rendelkezésre álló átviteli közeget az idő dimenziójában osztják fel a kommunikáló eszközök között.
- **A módszer lényege:**
 - az egyes eszközök nem egyszerre, hanem egymást követően, meghatározott időrészekben használhatják ugyanazt a fizikai csatornát.
 - az időt egyenlő hosszúságú szegmensekre, úgynevezett időrészekre (**time slot**okra) bontják.
 - Ezek az időrészek ciklikusan ismétlődnek, és minden eszközhöz egy vagy több fix időrés tartozik.
 - Az adott eszköz kizárólag a saját időrésében küldhet adatot, míg a többi időszakban várakoznia kell.

TDM jellemzői

- A rendszer működése szigorúan szinkronizált: minden résztvevőnek pontosan tudnia kell, hogy mikor kezdődik és mikor ér véget az ő időrésze
- Ez általában egy **központi vezérlés** vagy időzítés segítségével valósul meg
- A pontos szinkronizáció elengedhetetlen, mivel ennek hiányában az adások átfedhetnek, ami hibás adatátvitelt eredményezne
- A TDM egyik alapvető előnye, hogy teljes mértékben kiküszöböli az ütközéseket
 - Egy adott időpillanatban csak egyetlen eszköz használhatja a csatornát
 - nincs lehetőség arra, hogy több eszköz egyszerre küldjön adatot.
 - Ez kiszámítható és stabil működést biztosít.

TDM jellemzői

- A módszer jelentős hátránya a hatékonyság csökkenése:
 - Ha egy eszköznek nincs elküldendő adata a saját időzésében, akkor az adott időszak kihasználatlan marad,
 - miközben más eszközök esetleg adatküldésre várnak.
 - Ez különösen problémás olyan rendszerekben, ahol az adatforgalom nem folyamatos, hanem időben változó.
- A TDM-nek két fő típusa különböztethető meg: a **szinkron** és a **statisztikus** (aszinkron) TDM.
- A szinkron TDM esetében minden eszköz fix időrésszel rendelkezik, függetlenül attól, hogy van-e adatforgalma.
- A statisztikus TDM dinamikusabb megközelítést alkalmaz:
 - az időrések kiosztása az aktuális igényekhez igazodik, így hatékonyabb kihasználtság érhető el.

TDM jellemzői

- A TDM-et széles körben alkalmazzák különböző kommunikációs rendszerekben
 - Pl. digitális telefonhálózatokban és egyes adatátviteli technológiákban
- Az eljárás különösen jól használható olyan környezetekben, ahol a kommunikáció előre tervezhető és egyenletes.

A frekvenciaosztásos multiplexelés (FDM)
működése és jellemzői...

FDM jellemzői

- A frekvenciasávok között úgynevezett **védősávokat** (**guard bands**) is alkalmaznak
- Ezek kis frekvenciatartományok, amelyek célja az, hogy megakadályozzák az egyes csatornák közötti áthallást (interferencia).
- A védősávok biztosítják, hogy a szomszédos frekvencia csatornák ne zavarják egymást
 - de csökkentik a teljes rendszer hatékonyságát, mivel a sáv egy része nem használható tényleges adatátvitelre.
- Az FDM egyik legnagyobb előnye, hogy **lehetővé teszi a párhuzamos adatátvitelt**
- Mivel minden eszköz külön frekvenciasávot használ, több adatfolyam is egyszerre továbbítható anélkül, hogy ütközések lépnének fel.
 - Ez stabil és folyamatos kommunikációt biztosít

FDM jellemzői

- Olyan statikus csatornakiosztási módszer, amelyben a rendelkezésre álló átviteli közeget a frekvenciatartomány mentén osztják fel a kommunikáló eszközök között
- Lényege:
 - a közös fizikai közeg sáv szélességét több, egymástól elkülönített frekvenciasávra bontják
 - minden eszköz vagy adatfolyam egy saját frekvenciasávot kap.
- Az FDM működése során a teljes rendelkezésre álló sáv szélességet kisebb, egymástól elkülönített frekvencia tartományokra osztják.
- Minden felhasználó vagy adatcsatorna egy dedikált frekvenciasávon keresztül kommunikál
 - az adatok párhuzamosan, egymástól függetlenül továbbíthatók ugyanazon a fizikai közegen

FDM jellemzői

- A módszer jelentős hátránya, hogy a frekvenciasávok fixen vannak kiosztva
 - függetlenül attól, hogy az adott csatorna éppen használatban van-e.
- Ha egy felhasználó nem küld adatot, az ő számára kijelölt frekvenciasáv kihasználatlan marad
 - hatékonysági veszteséget okoz.
- Emellett a frekvenciasávok pontos szétválasztása és kezelése technikailag összetett, és speciális hardvert igényel
- Az FDM-et széles körben alkalmazzák különböző kommunikációs rendszerekben
 - Pl. hagyományos rádió- és televízióadások is ezen az elven működnek,
 - minden adóállomás egy saját frekvencián sugároz
 - Hasonló elv jelenik meg a kábeltelevízió és bizonyos vezetékes telekommunikációs rendszerek esetében is.

A hullámhossz-osztásos multiplexelés
(WDM) működése és jellemzői...

WDM jellemzői

- **Wavelength Division Multiplexing**: olyan statikus csatornakiosztási módszer, amelyet optikai kommunikációs rendszerekben alkalmaznak.
- A módszer az FDM elvéhez hasonlóan működik, azonban nem frekvenciasávokat
 - hanem **különböző fényhullámhosszokat használ az adatátvitel párhuzamosítására.**
- **A WDM alapja:**
 - a fény különböző hullámhosszai (színei) egymástól független adatcsatornákat képesek hordozni egyetlen optikai szálon belül.
 - Minden adatfolyam egy adott hullámhosszon kerül továbbításra,
 - így több kommunikációs csatorna is egyszerre működhet ugyanazon az üvegszál kábelben.
- A rendszer működése során a különböző hullámhosszú fényjeleket egyesítik (multiplexálják), majd az optikai szálon továbbítják.
- A fogadó oldalon egy demultiplexer szétválasztja a különböző hullámhosszakat, és visszaállítja az eredeti adatcsatornákat.

WDM jellemzői

- A WDM egyik legnagyobb előnye: **rendkívül nagy adatátviteli kapacitást biztosít**
 - Egyetlen optikai szálon több tucat vagy akár több száz különböző hullámhossz is használható
 - Így jelentősen növelhető a hálózat sávszélessége anélkül, hogy új fizikai kábeleket kellene kiépíteni
- Létezik több WDM változat is:
 - Pl. CWDM (Coarse WDM), DWDM (Dense WDM).
- A CWDM kevesebb, nagyobb távolságra elhelyezett hullámhosszt használ
- A DWDM sok, egymáshoz nagyon közeli hullámhosszt alkalmaz, így még nagyobb kapacitást tesz lehetővé.
- A WDM hátránya:
 - speciális és költséges optikai berendezéseket igényel, valamint a pontos hullámhossz-kezelés technikailag összetett.
 - Ennek ellenére a modern nagy sebességű internet gerinchálózatok egyik alaptechnológiája.

ALOHA működése és jellemzői...

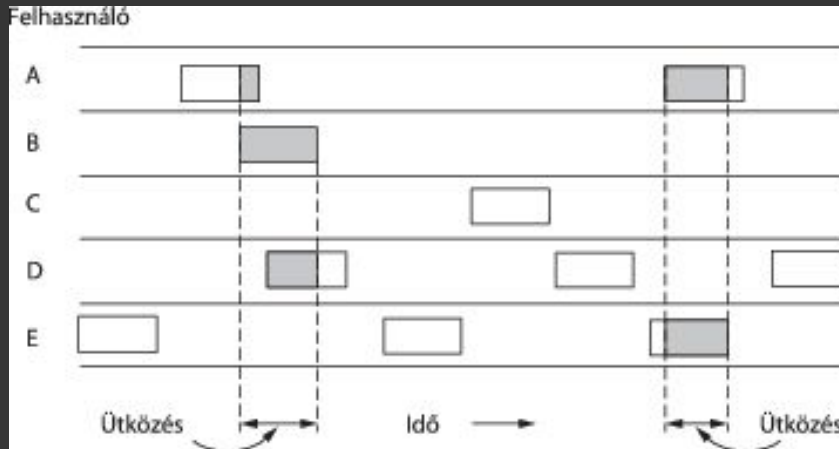
ALOHA protokoll jellemzői

- Az ALOHA az egyik legegyszerűbb közeghozzáférési protokoll, amelyet megosztott kommunikációs közeg használatára fejlesztettek ki.
- A módszer alapja:
 - a hálózatban lévő eszközök bármikor elküldhetik az adataikat, amikor azok rendelkezésre állnak,
 - anélkül, hogy előzetesen ellenőriznék a csatorna állapotát
- Ez az **egyszerűség** előnyt jelent a könnyű megvalósíthatóság szempontjából, azonban jelentős hátránya, hogy **gyakori ütközések** (collision) alakulhatnak ki
- Mivel az eszközök nem szinkronizáltak vagy ellenőrzötten küldenek adatot, előfordulhat, hogy két vagy több eszköz egyszerre kezd adást
 - az adatok sérüléséhez vezet.

ALOHA protokoll jellemzői

- Ütközés esetén az érintett keretek elvesznek, és a küldő eszközök általában nem kapnak visszaigazolást.
- Ilyenkor egy véletlenszerű várakozási idő után újrapróbálkoznak az adatküldéssel.
- Ez a mechanizmus biztosítja, hogy végül az adat sikeresen eljusson a célhoz, bár nem garantálja a hatékony csatornakihasználást.
- Az ALOHA történeti jelentősége kiemelkedő
 - az első olyan protokoll, amely megosztott közegen történő véletlenszerű hozzáférést valósított meg

ALOHA protokoll jellemzői



Slotted ALOHA

- A **Slotted ALOHA** (réselt ALOHA) az alap ALOHA protokoll továbbfejlesztett változata,
- Célja: az ütközések számának csökkentése és a csatorna kihasználtságának javítása
- A Slotted ALOHA szigorúbb időzíítési szabályokat vezet be
- A módszer lényege:
 - az időt egyenlő hosszúságú időrésekre (slotokra) osztják.
 - Minden eszköz csak ezeknek az időréseknek a kezdetén kezdheti meg az adatátvitelt
 - Ez azt jelenti, hogy az adatküldés nem folyamatosan, hanem szinkronizált idő pillanatokhoz kötötten történik

Slotted ALOHA

- A rendszer működéséhez elengedhetetlen a hálózatban lévő eszközök közötti pontos idősinkronizáció
- Minden résztvevőnek ugyanazt az időbázist kell követnie, különben az időrések elcsúsznának, ami ismét ütközésekhez vezetne
- A Slotted ALOHA jelentős előnye az alap ALOHA-hoz képest, hogy csökkenti az ütközések valószínűségét.
- Mivel az eszközök csak az időrések elején adhatnak, nem fordulhat elő, hogy egy keret közben „átlóg” egy másik adásba.
- Így az ütközések csak akkor következhetnek be, ha két vagy több eszköz ugyanabban az időrésben kezd el adni.

Slotted ALOHA

- Ütközés esetén a keretek sérülnek vagy elvesznek, és a küldő eszközök nem kapnak visszaigazolást
- Ilyenkor egy véletlenszerű visszavárási idő után újrapróbálják az adatküldést, hasonlóan az alap ALOHA működéséhez
- A **Slotted ALOHA hatékonysága jobb**, mint az alap ALOHA-é, mivel az ütközések száma jelentősen csökken.
- Ugyanakkor még mindig nem optimális, mivel az ütközések továbbra is előfordulhatnak,
 - és az időrések akkor is kihasználatlanul maradhatnak, ha nincs adatforgalom.

Vivőjel-érzékeléses közeghozzáférési
protokollok...

Vivőjel-érzékeléses protokollok

- A közeghozzáférési módszerek egy fontos csoportját alkotják az úgynevezett **vivőjel-érzékeléses** (Carrier Sense Multiple Access, **CSMA**) **protokollok**.
- **Működésük:** a hálózati eszközök adatküldés előtt megvizsgálják a kommunikációs csatorna állapotát,
 - csak akkor kezdenek adást, ha a közeg szabadnak érzékelhető.
- A CSMA protokollok célja a hatékonyabb csatornakihasználás és az ütközések számának csökkentése
 - az egyszerű, tisztán versengéses módszerekhez (például ALOHA) képest.
- A különböző változatok abban térnek el egymástól, hogy miként kezelik az ütközések lehetőségét és azok bekövetkezését.

Perzisztens és nemperzisztens CSMA

- A CSMA (Carrier Sense Multiple Access) protokollok egyik fontos jellemzője, hogy a csatorna foglaltságának észlelése esetén milyen viselkedést tanúsítanak
- Ezt a viselkedést **perzisztenciának** nevezzük, amely meghatározza, hogy az eszköz milyen módon próbálja meg újra felhasználni a közös átviteli közeget.
- A perzisztencia típusok célja a csatorna hatékonyabb kihasználása és az ütközések számának csökkentése, különböző kompromisszumok mellett.
- Három típus:
 - **1-perzisztens CSMA**
 - **Nemperzisztens CSMA**
 - **p-perzisztens CSMA**

Perzisztens és nemperzisztens CSMA

- 1-perzisztens CSMA

- az eszköz folyamatosan figyeli a csatorna állapotát
- amint azt szabadnak érzékeli, azonnal megkezdzi az adatküldést.
- A módszer neve arra utal, hogy az eszköz „1 valószínűséggel” azonnal ad, ha a közeg elérhető.
- Ez a megközelítés egyszerű és gyors reakciót biztosít
- Azonban nagy terhelésű hálózatokban gyakran vezet ütközésekhez
 - mivel több eszköz is ugyanabban a pillanatban érzékelheti szabadnak a csatornát, és egyszerre kezdhet adni.

Perzisztens és nemperzisztens CSMA

- Nemperzisztens CSMA

- A nemperzisztens CSMA esetében az eszköz szintén ellenőrzi a csatorna állapotát,
- azonban ha azt foglaltnak találja, nem folyamatosan figyeli tovább,
 - hanem egy véletlenszerű ideig várakozik, mielőtt újra megvizsgálná a közeg állapotát.
- **Ez a módszer csökkenti az ütközések valószínűségét**, mivel elkerüli azt, hogy az eszközök azonnal újrapróbálkozzanak a csatorna felszabadulásának pillanatában.
- Ugyanakkor a várakozási idő miatt csökkenhet a csatorna kihasználtsága, mivel a közeg esetenként üresen maradhat, miközben adatátvitel is történhetne.

Perzisztens és nemperzisztens CSMA

- p-perzisztens CSMA

- A p-perzisztens CSMA egy valószínűségi alapú változat, amelyet elsősorban időrésees rendszerekben alkalmaznak.
- Az eszköz, ha a csatornát szabadnak érzékeli, p valószínűséggel megkezdzi az adatküldést, míg $(1-p)$ valószínűséggel a következő időrésig várakozik.
- Ez a megközelítés egyensúlyt próbál teremteni az azonnali adatküldés és a túlzott ütközések elkerülése között.
- A p paraméter értékének megfelelő megválasztásával a hálózat viselkedése optimalizálható a forgalmi terheléshez igazodva.

A CSMA/CD működése és jellemzői

- **Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection**
- Közeghozzáférési protokoll, amelyet elsősorban a hagyományos Ethernet hálózatokban alkalmaztak
- Célja: a megosztott átviteli közeg hatékony kihasználása és az ütközések kezelése
- Alapelve: az eszközök nem azonnal kezdenek adatküldésbe, hanem először ellenőrzik a csatorna állapotát
 - Ezt a lépést „carrier sense”-nek nevezzük, amely során az eszköz megvizsgálja, hogy a közeg szabad-e, azaz éppen nem folyik-e másik adatátvitel.
 - Ha a csatorna szabad, az eszköz megkezdí az adatküldést.
 - Mivel azonban több eszköz is figyeli ugyanazt a közeget, előfordulhat, hogy két eszköz közel azonos időben érzékeli szabadnak a csatornát,
 - és egyszerre kezd el adatot küldeni. Ilyenkor ütközés (collision) következik be.

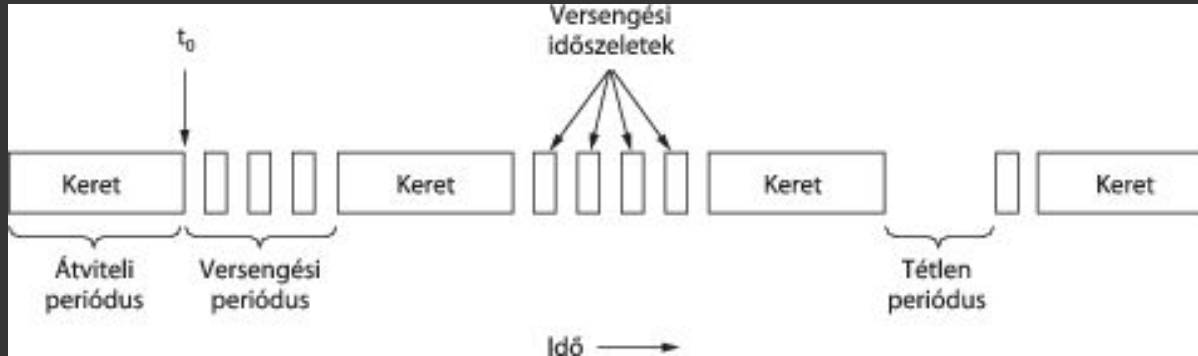
A CSMA/CD működése és jellemzői

- A CSMA/CD sajátossága, hogy az eszközök nemcsak érzékelik a csatorna állapotát, hanem az adás közben is figyelik azt
- Ha ütközést észlelnek, azonnal megszakítják az adatátvitelt, és egy speciális „jam signal” nevű jelzést küldenek
 - amely biztosítja, hogy minden résztvevő eszköz értesüljön az ütközésről
- Az ütközés észlelése után az érintett eszközök nem próbálkoznak azonnal újra,
 - hanem egy véletlenszerű visszavárási idő (backoff time) után ismét megkísérik az adatküldést
- Ez a véletlenszerű késleltetés csökkenti annak esélyét, hogy az eszközök ismét egyszerre kezdjenek adást.

A CSMA/CD működése és jellemzői

- A CSMA/CD hatékonysága jobb, mint az ALOHA vagy Slotted ALOHA protokolloké,
 - mivel az eszközök csak akkor kezdenek adást, ha a csatorna szabad, így az ütközések száma jelentősen csökken.
- Ennek ellenére teljesen **nem küszöböli ki az ütközéseket, különösen nagy terhelésű hálózatok esetén.**
- Fontos megjegyezni:
 - a CSMA/CD főként megosztott vezetékű Ethernet hálózatokban volt elterjedt.
 - A modern, kapcsolókkal (switch) működő Ethernet hálózatokban az ütközések gyakorlatilag megszűntek
 - ezért a CSMA/CD szerepe jelentősen visszaszorult.

A CSMA/CD működése és jellemzői



A CSMA/CD mindig a következő állapotok közül az egyikben lehet:

versengési, átviteli vagy tétlen

A CSMA/CA működése és jellemzői

- **Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance**
- Egy közeghozzáférési protokoll, amelyet elsősorban vezeték nélküli hálózatokban, például Wi-Fi rendszerekben alkalmaznak.
- **Célja:** az ütközések megelőzése, mivel a vezeték nélküli közegben az ütközések közvetlen érzékelése nem megbízható.
- A CSMA/CA alapelve hasonló a CSMA/CD-hez, mivel az eszközök itt is figyelik a csatorna állapotát (carrier sense),
 - és csak akkor kezdenek adatátvitelbe, ha a közeg szabadnak tűnik.
- A lényeges különbség azonban az, hogy a CSMA/CA nem az ütközések detektálására, hanem azok elkerülésére törekszik.
- **Oka:** a vezeték nélküli közegben az ütközések felismerése nehéz vagy nem megbízható,
 - mivel az eszközök nem feltétlenül képesek egyszerre adni és figyelni a csatornát. Ezért a rendszer inkább megelőző mechanizmusokat alkalmaz.

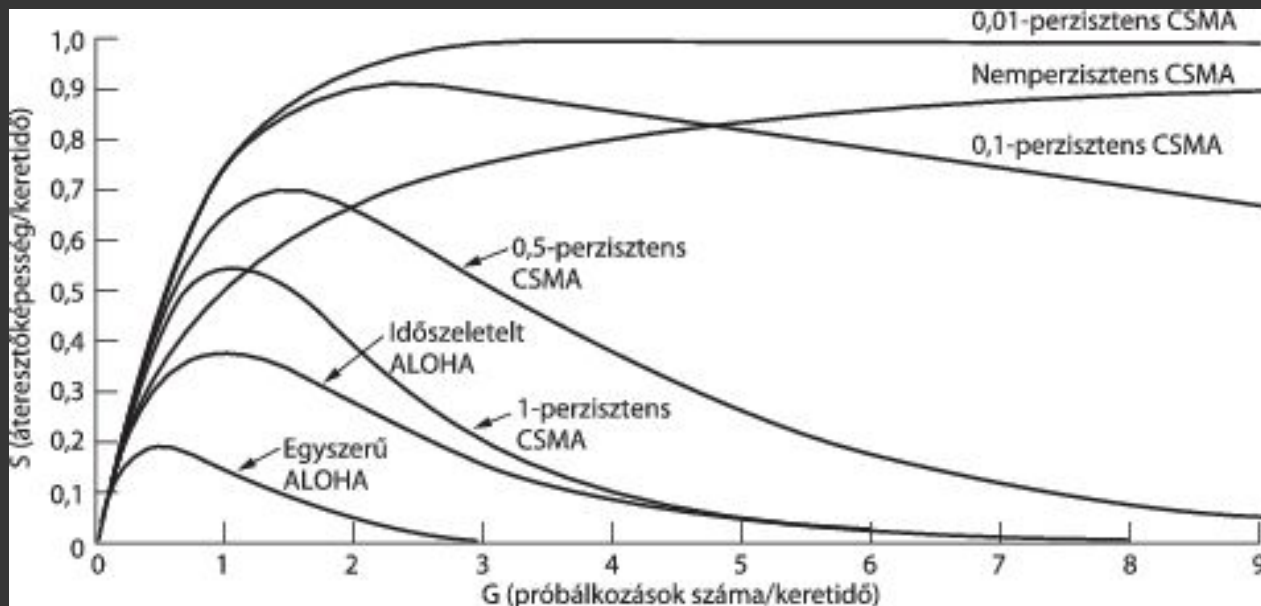
A CSMA/CA működése és jellemzői

- A CSMA/CA működése során az eszköz először érzékeli a csatorna állapotát
- Ha a közeg foglalt, az eszköz várakozik
- Ha a közeg szabad, nem azonnal kezd el adatot küldeni, hanem egy véletlenszerű visszaszámlálási időt (**backoff időt**) vár ki.
- Ez a véletlenszerű késleltetés csökkenti annak esélyét, hogy több eszköz egyszerre kezdje meg az adatátvitelt.
- **A CSMA/CA gyakran kiegészül vezérlő üzenetek használatával is**
 - Pl. RTS (Request To Send) és CTS (Clear To Send) üzenetekkel
 - Ebben a mechanizmusban az adó először engedélyt kér a küldésre (RTS), a fogadó pedig visszaigazolja, hogy szabad a csatorna (CTS).
 - Ez segít elkerülni az úgynevezett rejtett csomópont problémát, amely vezeték nélküli hálózatokban gyakori jelenség.

A CSMA/CA működése és jellemzői

- A CSMA/CA előnye:
 - jelentősen csökkenti az ütközések számát vezeték nélküli környezetben,
 - és stabilabb kommunikációt tesz lehetővé.
- Hátránya azonban, hogy a többlet várakozási idő és vezérlő üzenetek miatt csökkenhet a hatékonyság és a tényleges adatátviteli sebesség.
- A módszer a modern Wi-Fi hálózatok alapját képezi, és elengedhetetlen a vezeték nélküli kommunikáció megbízható működéséhez.

Véletlen hozzáférésű protokollok összehasonlítása a terhelés függvényében mért csatornahasználat alapján



Az Ethernet működése és felépítése...

Az Ethernet működése és felépítése

- Az **Ethernet** a legelterjedtebb helyi hálózati technológia, amely az adatkapcsolati és a fizikai réteg működését valósítja meg
- **Ethernet**: „éterháló”-nak nevezték a világmindenséget betöltő anyagi közeg, az éter után
 - úgy gondolták, hogy azon keresztül terjed az elektromágneses sugárzás
- Szabványosított keretet biztosít az adatok továbbítására
- Meghatározza a címezési módokat, valamint a közeghozzáférési eljárásokat
- Az Ethernet alapvető szerepet játszik a modern számítógépes hálózatokban, különösen a vezetékes helyi hálózatok (LAN-ok) esetében
- Az Ethernet hálózatokban **az adatátvitel keretek (frame-ek) formájában történik**

Az Ethernet működése és felépítése

- Minden keret tartalmazza:
 - a forrás és a cél eszköz MAC-címét,
 - valamint az átvitt adatot és a hibadetektáláshoz szükséges információkat.
- A MAC-címek biztosítják, hogy a keretek a megfelelő hálózati eszközhöz jussanak el a helyi hálózaton belül
- Klasszikus Ethernet működésének egyik alapja a CSMA/CD közeghozzáférési eljárás volt
- Ebben a modellben az eszközök figyelték a közös átviteli közeget
 - és csak akkor kezdtek adatküldésbe, ha az szabad volt
- Ütközés esetén az adást megszakították, majd véletlenszerű késleltetés után újrapróbálkoztak.
- Ez a megoldás jól működött a korai, megosztott közeget használó hálózatokban.

Az Ethernet működése és felépítése

- A modern Ethernet hálózatok azonban jelentősen eltérnek a korábbi megvalósításoktól.
- A switch-ek elterjedésével a hálózatok már nem közös közeget használnak, hanem pont–pont kapcsolatokból épülnek fel.
- Ennek következtében az ütközések gyakorlatilag megszűntek, és a CSMA/CD szerepe háttérbe szorult.
- **A legtöbb mai Ethernet kapcsolat teljes duplex módban működik**, ami lehetővé teszi az egyidejű adatküldést és -fogadást.

Az Ethernet keret felépítése

- Az Ethernet egyik legfontosabb eleme a keret (frame), amely meghatározott szerkezetű adatcsomag.
- A keret mezői biztosítják az adatátvitel helyes működését és a hibák felismerését.
- Egy tipikus Ethernet keret a következő fő részekből áll:
 - **Preambulum:** szinkronizációt segítő bitsorozat
 - **Cél MAC-cím:** a fogadó eszköz azonosítója
 - **Forrás MAC-cím:** a küldő eszköz azonosítója
 - **Típus / hossz mező:** az adatok típusát vagy hosszát jelzi
 - **Adat (payload):** a tényleges továbbított információ
 - **FCS (Frame Check Sequence):** hibadetektálásra szolgáló mező (általában CRC)
- A keret felépítése biztosítja, hogy a fogadó eszköz képes legyen az adatokat helyesen értelmezni, valamint észlelni az esetleges átviteli hibákat

Az Ethernet fejlődése és változatai

- Az Ethernet technológia az idők során jelentős fejlődésen ment keresztül.
- A korai rendszerek alacsony adatátviteli sebességgel működtek,
 - míg a modern hálózatok már rendkívül nagy sávszélességet biztosítanak
- A legfontosabb Ethernet változatok közé tartoznak:
 - 10 Mbps Ethernet (klasszikus Ethernet)
 - Fast Ethernet (100 Mbps)
 - Gigabit Ethernet (1 Gbps)
 - 10 Gigabit Ethernet és annál gyorsabb megoldások
- Ezek a változatok elsősorban az adatátviteli sebességben és a használt fizikai közegben különböznek
- Azonban az alapelvek – például a keretstruktúra és a MAC-címzés – nagyrészt változatlanok maradtak.

Az Ethernet szerepe a modern hálózatokban

- Az Ethernet napjainkban a vezetékes hálózatok alapját képezi, és szinte minden helyi hálózatban megtalálható.
- Rugalmassága, skálázhatósága és viszonylag egyszerű megvalósítása miatt széles körben alkalmazzák otthoni, vállalati és ipari környezetben egyaránt.
- A switch-ekkel kombinált Ethernet hálózatok:
 - nagy teljesítményt és megbízható működést biztosítanak,
 - miközben minimalizálják az ütközések és a felesleges adatforgalom problémáját.
- Ennek köszönhetően az Ethernet a mai napig meghatározó technológia a számítógépes hálózatok világában.

Vezeték nélküli LAN (WLAN) rendszerek...

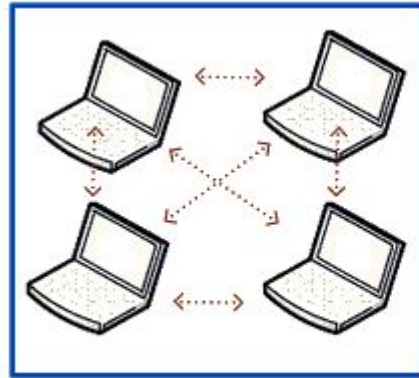
Vezeték nélküli LAN (WLAN) rendszerek működése és jellemzői

- A vezeték nélküli helyi hálózatok - Wireless Local Area Network, WLAN
- Olyan kommunikációs rendszerek, amelyek lehetővé teszik a hálózati eszközök közötti adatcserét fizikai kábelezés nélkül
- A WLAN rendszerek rádióhullámokat használnak az adatátvitelre,
- Az adatkapcsolati réteg működésének egy alternatív megvalósítását jelentik a vezetékes Ethernet technológia mellett.
- **A WLAN működését az IEEE 802.11 szabványcsalád határozza meg**
 - Részletesen szabályozza a fizikai és az adatkapcsolati réteg működését
 - beleértve a frekvenciasávokat, az adatátviteli módszereket és a közeghozzáférési mechanizmusokat.

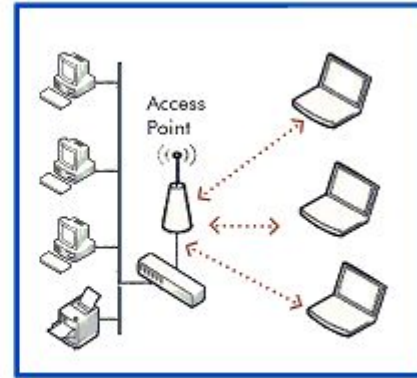
A WLAN hálózat felépítése

- A WLAN hálózatok alapvetően kétféle módon működhetnek: **infrastruktúra** módban és **ad hoc** módban
- Az infrastruktúra módban a kommunikáció egy központi eszközön, az úgynevezett hozzáférési ponton (**Access Point, AP**) keresztül történik
- Az AP közvetítő szerepet tölt be a hálózati eszközök között,
 - valamint kapcsolatot biztosít más hálózatok, például vezetékes Ethernet hálózatok felé.
- **Az ad hoc módban nincs központi eszköz:**
 - a hálózati csomópontok közvetlenül kommunikálnak egymással.
 - Ez a megoldás egyszerűbb, azonban kevésbé skálázható és ritkábban alkalmazott.

Ad-hoc vs Infrastructure



Ad-hoc mode

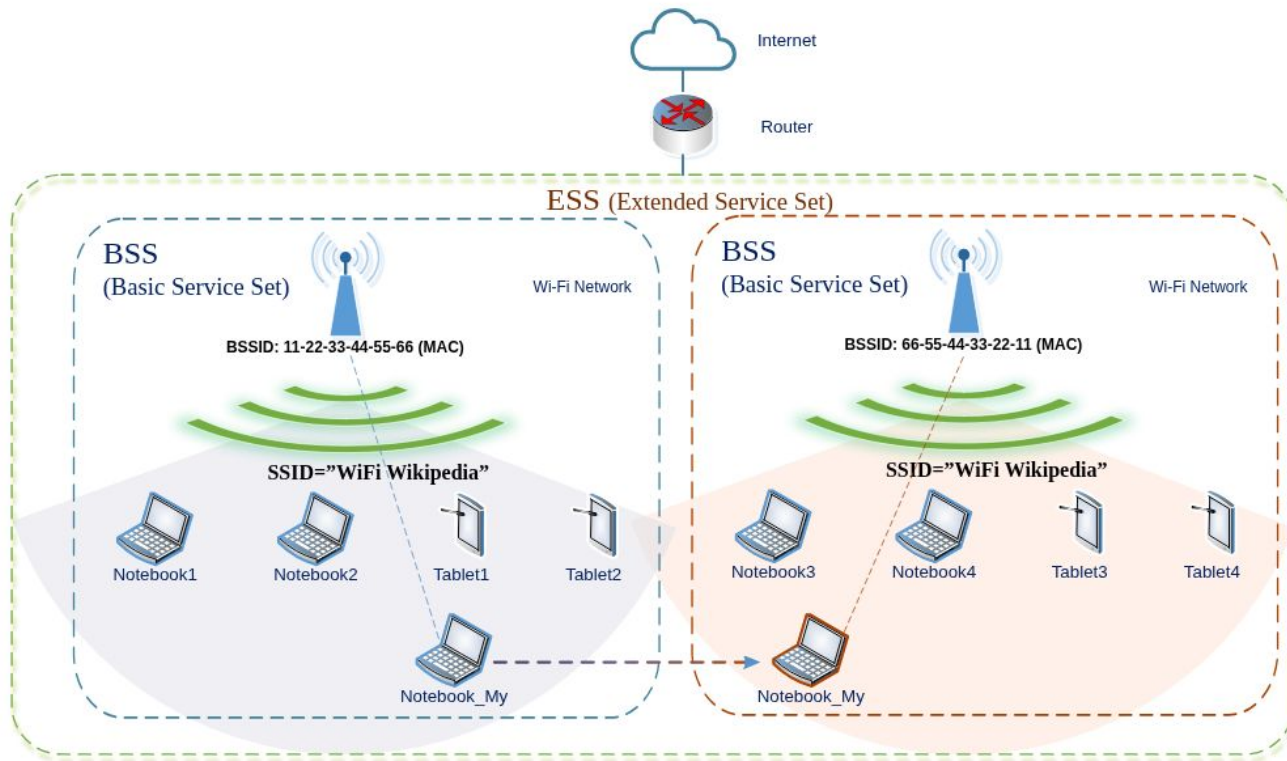


Infrastructure mode

A WLAN hálózat felépítése

- A WLAN hálózatokban az eszközök (kliensek) és az access point-ok együtt alkotják az úgynevezett **BSS**-t (Basic Service Set).
- Több BSS összekapcsolásával kialakítható egy kiterjedtebb hálózat, az úgynevezett **ESS** (Extended Service Set), amely nagyobb lefedettséget biztosít.

BSS és ESS



Közeghozzáférés WLAN környezetben

- A vezeték nélküli közeg sajátosságai miatt **a WLAN rendszerek nem alkalmazhatják a CSMA/CD protokollt**
 - mivel az ütközések közvetlen érzékelése nem megbízható
- Ennek oka, hogy az eszközök nem képesek egyszerre adni és venni,
 - valamint a rádiós környezetben előfordulhat, hogy két eszköz nem érzékeli egymás jelét
- Ezért a WLAN rendszerek a CSMA/CA (Collision Avoidance) protokollt alkalmazzák
 - az ütközések megelőzésére törekszik.
- Az eszközök a csatorna figyelése után véletlenszerű várakozási időt alkalmaznak, mielőtt adatküldésbe kezdenének
- A közeghozzáférés során gyakran alkalmaznak RTS (Request To Send) és CTS (Clear To Send) vezérlő üzeneteket is.
- Ezek segítségével az eszközök előre „lefoglalják” a csatornát, csökkentve az ütközések valószínűségét.

A rejtett és kitett állomás problémája

- A vezeték nélküli hálózatok egyik jellegzetes problémája a **rejtett állomás (hidden node) jelenség**.
 - Ez akkor fordul elő, amikor két eszköz nem érzékeli egymás jelenlétét,
 - de ugyanahhoz az access ponthoz próbál adatot küldeni.
 - Mivel nem „látják” egymást, egyszerre kezdenek adásba, ami ütközést okoz
- Ezzel ellentétes jelenség a **kitett állomás (exposed node) probléma**
 - amikor egy eszköz feleslegesen várakozik, mert érzékel egy másik adatátvitelt,
 - pedig valójában nem okozna zavart, ha ő is küldene adatot
- Ezek a problémák jelentősen befolyásolják a WLAN hálózatok hatékonyságát, és kezelésük fontos szerepet játszik a protokollok tervezésében

Frekvenciasávok és adatátvitel

- A WLAN rendszerek különböző frekvenciasávokban működnek, leggyakrabban a 2,4 GHz-es és az 5 GHz-es tartományban, valamint újabban a 6 GHz-es sávban is.
- A **2,4 GHz-es sáv** nagyobb hatótávolságot biztosít, de érzékenyebb az interferenciára.
- Az **5 GHz-es sáv** kisebb hatótávolságú, de nagyobb adatátviteli sebességet tesz lehetővé és kevésbé zsúfolt.
- A **6 GHz-es sáv** modern rendszerekben jelenik meg, még nagyobb kapacitással.
- Az adatátvitel különböző modulációs és kódolási technikák segítségével történik, amelyek lehetővé teszik a nagy sebességű kommunikációt.

WLAN szabványok (IEEE 802.11)

- A WLAN technológiák fejlődését az **IEEE 802.11** szabványcsalád írja le. A legismertebb változatok:
 - 802.11b – 2,4 GHz, alacsonyabb sebesség
 - 802.11g – 2,4 GHz, nagyobb sebesség
 - 802.11n – több antenna (MIMO), nagyobb teljesítmény
 - 802.11ac – 5 GHz, nagy sebesség
 - 802.11ax (Wi-Fi 6) – hatékonyabb spektrumhasználat, nagy kapacitás
- Ezek a szabványok folyamatosan fejlődnek, egyre nagyobb sebességet és jobb hatékonyságot biztosítva.

WLAN biztonság

- A vezeték nélküli hálózatok sajátossága, hogy az adatok a levegőben terjednek, így könnyebben lehallgathatók
 - Ezért kiemelten fontos a biztonság
- A WLAN rendszerek különböző titkosítási és hitelesítési mechanizmusokat alkalmaznak, például:
 - WEP (rég, már nem biztonságos)
 - WPA és **WPA2**
 - **WPA3** (modern, erősebb védelem)
- Ezek biztosítják, hogy csak jogosult felhasználók férjenek hozzá a hálózathoz

A WLAN szerepe a modern hálózatokban

- A WLAN technológia napjaink egyik legfontosabb hálózati megoldása,
- Lehetővé teszi a mobil eszközök, laptopok és egyéb berendezések rugalmas csatlakozását a hálózathoz.
- A vezeték nélküli hálózatok kiegészítik a vezetékes Ethernet rendszereket, és számos környezetben alapvető infrastruktúrát jelentenek.
 - Pl. otthonokban, irodákban és közterületeken

MACA protokoll...

A MACA protokoll működése és szerepe

- A **MACA** (**M**ultiple **A**ccess with **C**ollision **A**voidance) egy közeghozzáférési protokoll
 - amelyet vezeték nélküli hálózatok számára fejlesztettek ki a CSMA alapú eljárások továbbfejlesztéseként.
- **Célja:** az ütközések megelőzése, különösen a vezeték nélküli környezetben gyakran előforduló rejtett állomás probléma kezelésével
- **A MACA működésének alapja:**
 - az adatküldés előtt az eszközök vezérlő üzenetek segítségével egyeztetik a kommunikációt.
 - A küldő eszköz először egy RTS (Request To Send) üzenetet küld a címzettnek, jelezve adatküldési szándékát.
 - Amennyiben a címzett készen áll az adatok fogadására, egy CTS (Clear To Send) üzenettel válaszol

A MACA protokoll működése és szerepe

- A CTS üzenet nemcsak a küldő számára jelent visszajelzést, hanem a hálózat többi eszköze számára is jelzi, hogy a csatorna foglalt lesz
- Azok az eszközök, amelyek ezt az üzenetet érzékelik, ideiglenesen tartózkodnak az adatküldéstől
 - így csökkentve az ütközések valószínűségét
- A MACA egyik fontos sajátossága, hogy nem támaszkodik közvetlen csatornafigyelésre (carrier sense) olyan mértékben, mint a klasszikus CSMA protokollok,
 - hanem inkább az előzetes koordinációra helyezi a hangsúlyt

A MACA protokoll működése és szerepe

- A protokoll jelentős előrelépést jelentett a vezeték nélküli kommunikációban,
 - mivel hatékonyabban kezeli a rejtett állomás problémát.
- Ugyanakkor a modern WLAN rendszerekben a MACA önmagában ritkán jelenik meg
 - inkább a CSMA/CA részeként, annak kiegészítéseként alkalmazzák az RTS/CTS mechanizmus formájában.

Köszönöm a figyelmet!