

IoT rendszerek kommunikációs megoldásai vitmav22

Lokalizációs módszerek. WPAN kommunikációs megoldások

Ritkán zöld a lámpa? Itt a megoldás

- Rotterdam, Hollandia
- Indukciós hurok a biciklisták észlelésére
- Ha esik az eső, rövidebb ideig lesz piros (40 másodperccel)

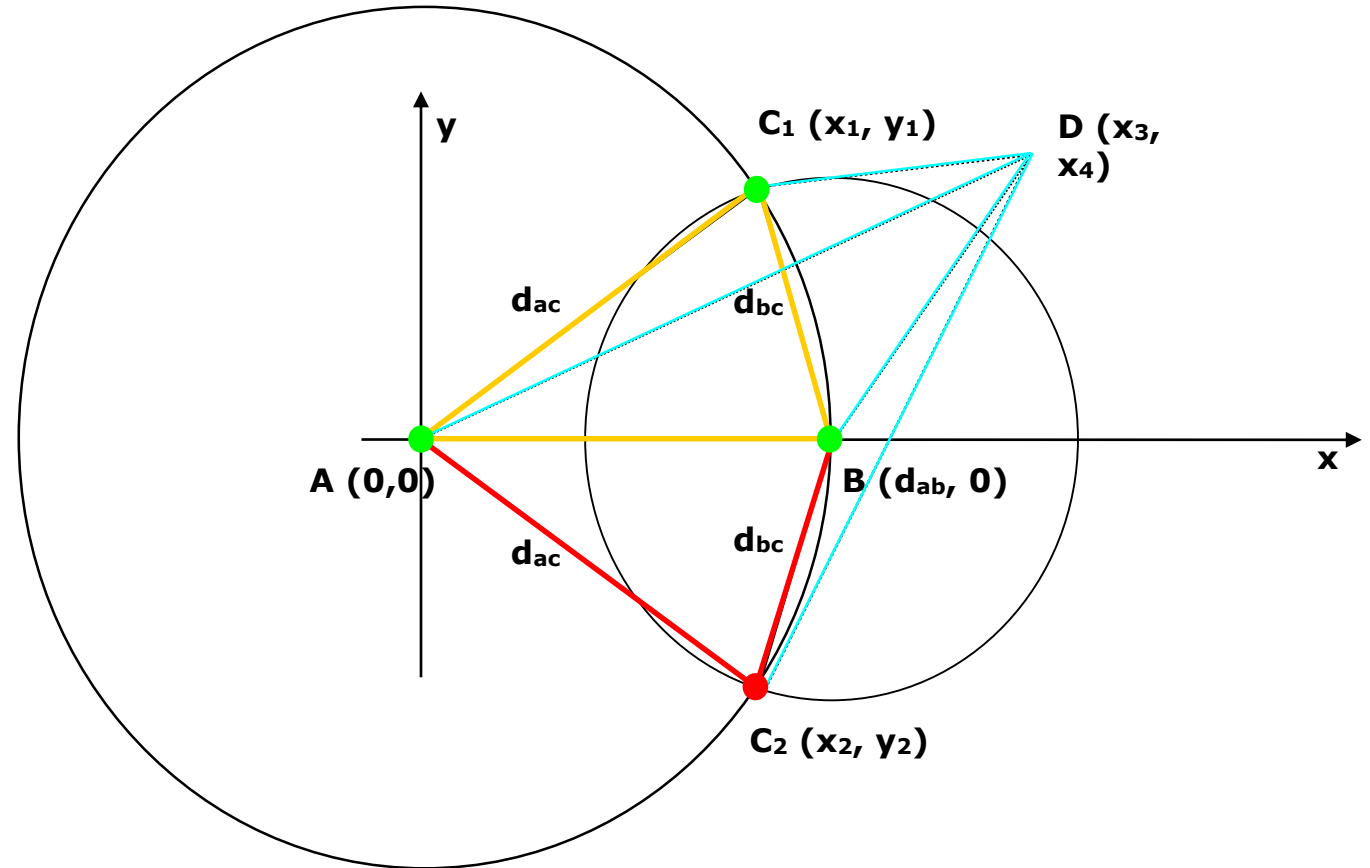
http://index.hu/kerekagy/2017/02/18/tul_sokara_valt_a_lampa_hollandiaban_van_megoldas/



Lokalizációs megoldások

Lokalizáció

- Lokalizáció megoldható...
 1. referenciapontok, és
 2. távolságmérés segítségével.



Lokalizációs technikák

- **Centralizált:**

- Begyűjtött (globális) információ alapján, egy központi helyen számítjuk ki a pozíciókat.

- **Elosztott:**

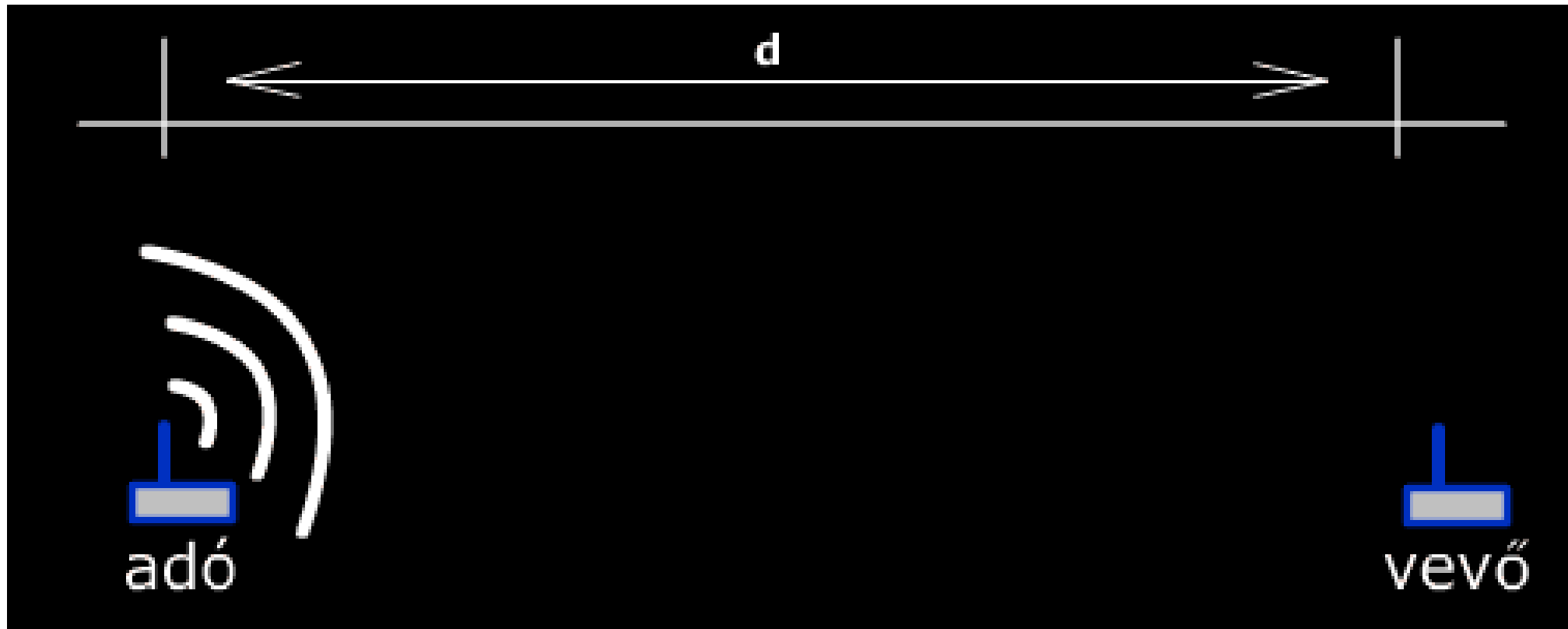
- Minden node a saját helyzetét határozza meg, néhány szomszédos node-dal kommunikálva.

Lokalizációs technikák

- Hatókör (range) alapú megoldások:
 - **érkezési idők** alapján;
 - **vett jel erőssége** alapján;
 - két különféle jel **ékezési idő különbsége** alapján;
 - **irányszög** mérés alapján.

Hatókör (range) alapú megoldások

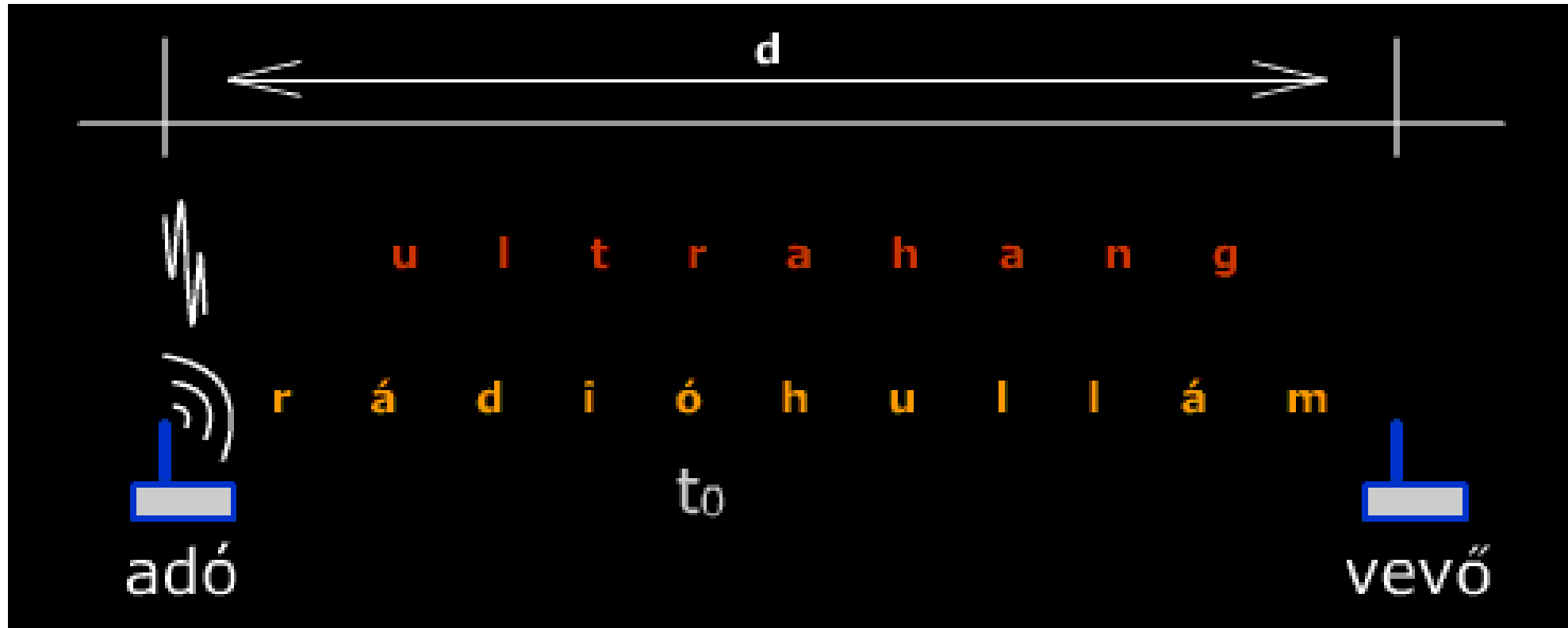
rádiós jelerősség alapú:
becslés a vett rádiójel erősségéből



Hatókör (range) alapú megoldások

akusztikus:

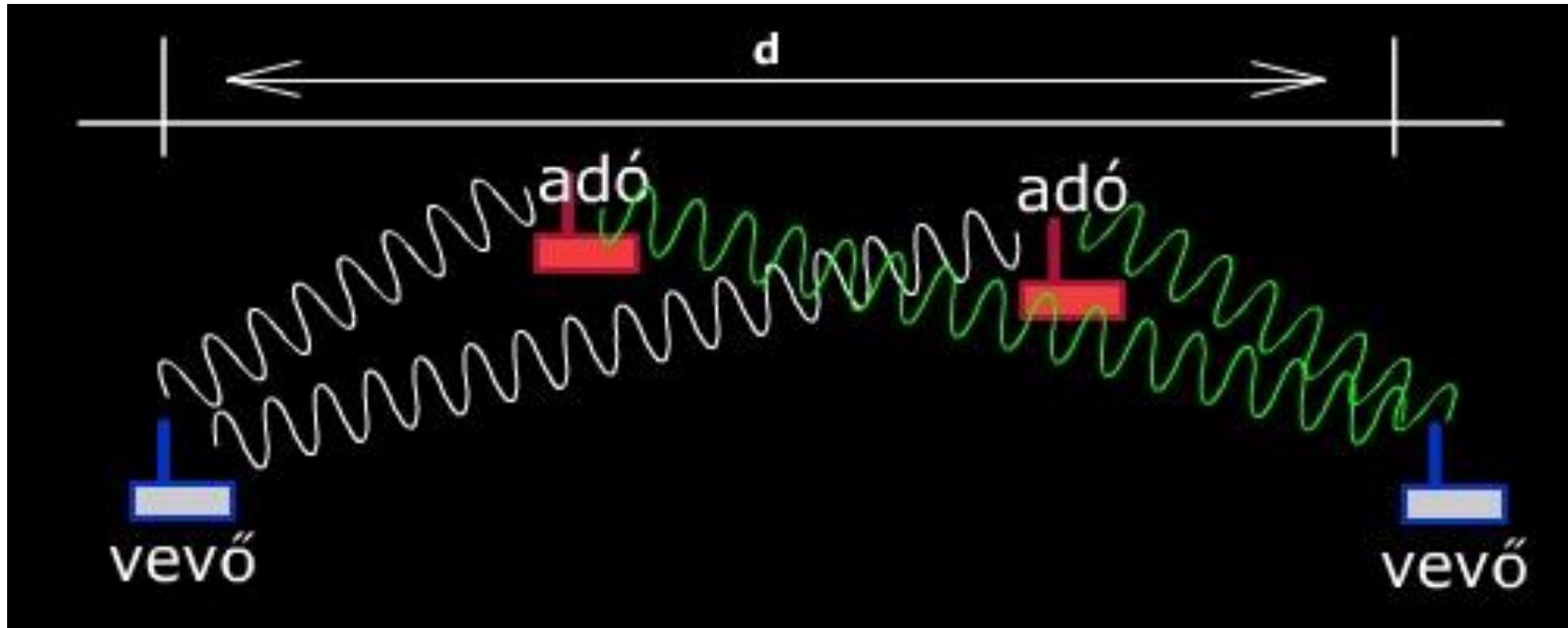
ultrahangos adóvevő szenzor, ultrahang és rádiós csomag elküldése egyszerre a két jel beérkezésének időkülönbségéből becsli a távolságot



Hatókör (range) alapú megoldások

rádióhullám interferenciás:

- két adó, két vevő;
- A két adó vivőfrekvenciájának változtatásával a vevőknél fellépő interferencia jel relatív fázisának eltolódásából következtet a végpontok távolságára.



Lokalizációs technikák

- Hatókör nélküli megoldások
 - Lokális megoldás **referenciapontok** (sok!*) segítségével
 - „**Hop**”-számon alapuló megoldások

*: Ha a referenciapontok rádiós hatósugara nagy, akkor sok referenciapont hallható.

- „**Zajtérképen**” alapuló megoldások
 - Beléri, statikus környezetben használható az RF jelerősség mintázaton alapuló megoldás is.
 - A node-ok referencia RF források jelerősségét figyelve, egy előre felvett „zajtérkép” segítségével tájékozódhatnak.

- Létező lokalizációs megoldások
 - Active Bat
 - Cricket
 - ...

Illusztratív példák...

Active Bat

- AT&T megoldás
- **Ultraszagos** jeladók az IR helyett
- A jeladót a felhasználók viselik magukon, ami a vezérlő (rádiós) kérésére egy ultrahang impulzust ad ki.
- A vevők egy grid-struktúrában a mennyezeten helyezkednek el.
- A vezérlő a jeladóval történő kommunikációval egyidőben vezetékes hálózaton a vevőt is reset-eli, így a vevő az érkezési időkülönbség alapján tud távolságot számolni.
- A helyi vezérlő elküldi a mért adatokat egy központi vezérlőnek.
- Nagy pontosság! (kb. 9 cm, 95%)



Cricket

- Az Active Bat-tel pont ellentétben a **vevő egység van a felhasználónál**, és a jeladók telepítettek fixen.
- A vevőegység saját maga kell elvégezze a háromszögelésen alapuló helymeghatározást.
- Több jeladó esetén mindegyik saját egyedi beacon-t küld.
- Nincs szükség a grid-ben elhelyezett vevőkre, de a pontosság is csekélyebb (kb. négyzetméteres pontosság).

Rádiókommunikációs megfontolások

CSMA – Vívőérzékeléses többszörös hozzáférés

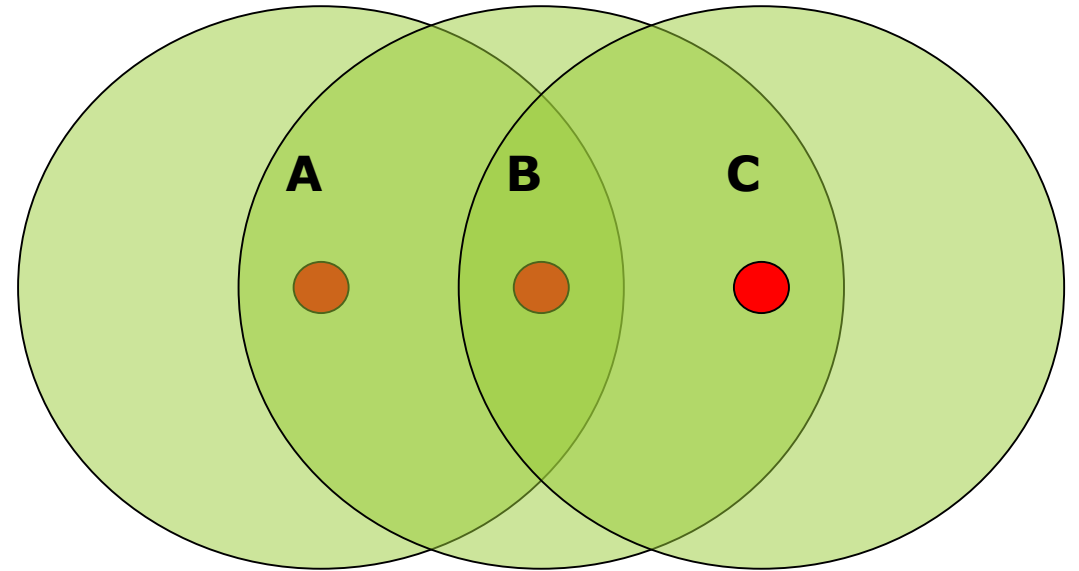
- CSMA alapú protokoll-család, az ALOHA csatorna-kihasználtságán próbál meg javítani.
- **Alapötlet: Minden állomás az adás előtt belehallgat a csatornába, és csak akkor kezd el adni, ha a csatorna szabad.**
- nem-perzisztens CSMA:
 - Ha a csatorna szabad, továbbítja a csomagot.
 - Ha a csatorna foglalt, egy véletlen ideig várakozik, majd újra próbálkozik.

Hátrány:

- A várakozás ideje alatt a csatorna kihasználatlan.
- Ha a csatorna szabaddá válik, egyszerre többen is próbálkozhatnak adással.
- p -perzisztens CSMA:
 - Ha a csatorna szabad, p valószínűséggel azonnal ad, $(1-p)$ valószínűséggel viszont várakozik.
 - A p paraméter optimális értéke a forgalom függvénye.

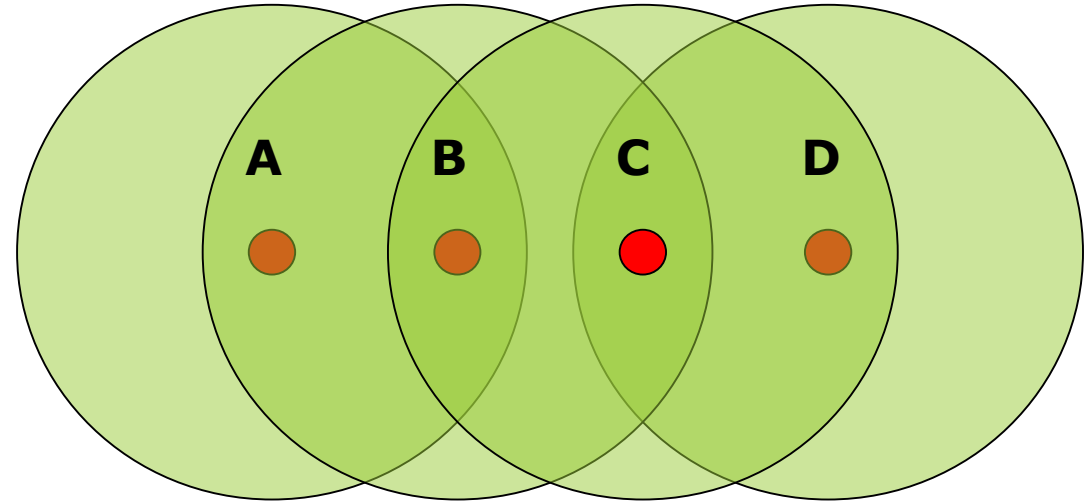
CSMA – rejtett terminál problémája

- A éppen ad B-nek.
- C is szeretne adni B-nek. Belehallgat a csatornába, üresnek találja azt, ezért elkezd adni.
- B-nél interferencia lép fel, a csomagok elvesznek.



CSMA – látható terminál problémája

- B éppen ad A-nak.
- C szeretne adni D-nek. Belehallgat a csatornába, de foglaltnak találja azt, így nem kezd el adni.
- A C-D kommunikáció nem jöhet létre, pedig B nem okozna interferenciát D-nél.



- Bluetooth
- 802.11b
- 802.15.4
- 6LoWPAN
- BLE
- ANT+

Rádiókommunikációs megoldások

Bluetooth

- WPAN (Wireless Personal Area Network) megoldás
- 2.4 GHz ISM sáv
- Moduláció: 1 MBaud bináris GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Frekvenciaugratásos szórt spektrumú (FHSS), 1600 ugrás/mp, 79 db 1-MHz-es csatorna (USA-ban)

Problémák WSN alkalmazásnál:

- A hálózat felderítés FHSS esetében hosszadalmas, mert a node-ok aszinkron működésűek.
- A viszonylag keskenysávú (1MHz) moduláció miatt a csatornaszűrő megvalósítása bonyolult.
- A közeli csatornák szétválasztása is bonyolult.

IEEE 802 megoldások

- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - 802 = LAN/MAN Standards Committee szabványok L1 és L2/MAC rétegekre
 - .15 = Working Group WPAN szabványok specifikálására
 - .4 = Low Rate WPAN megoldások (pl: „.1” = Bluetooth)
 - (a-f) = ajánlatok, kiegészítések (Pl. „f” = Active RFID)
- Alacsony adatsebesség, alacsony komplexitás, nagyon hosszú élettartam elemről (hónapok, évek)

IEEE 802 WGs

- 802.1 Higher Layer LAN Protocols Working Group
- 802.3 Ethernet Working Group
- **802.11 Wireless LAN Working Group**
- **802.15 Wireless Personal Area Network (WPAN) WG**
- 802.16 Broadband Wireless Access Working Group
- 802.17 Resilient Packet Ring Working Group
- 802.18 Radio Regulatory TAG
- 802.19 Coexistence TAG
- 802.20 Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) Working Group
- 802.21 Media Independent Handoff Working Group
- 802.22 Wireless Regional Area Networks

IEEE 802.11b

- WLAN (Wireless LAN) szabvány
- 2.4 – 2.5 GHz ISM sáv
- 14 db 22 MHz-es átlapolódó csatorna, 5 MHz-enként (USA-ban csak az első 11 használható)
- 802.11 szabvány három 1 Mb/s (ill. 2 Mb/s) fizikai réteg opciót definiál:
 - infravörös (IR)
 - frekvenciaugratásos szórt spektrumú (FHSS)
 - direkt szekvenciális szórt spektrumú (DSSS)
 - 1 Mb/s esetén: különbségi bináris fázisugratás (DBPSK)
 - 2 Mb/s esetén: különbségi kvadratúra fázisugratás (DQPSK)
- 802.11**b**: kiterjesztés 5.5 Mb/s-ra ill. 11 Mb/s-ra

IEEE 802.11b

- Az eredeti 1 és 2 Mb/s-os direkt szekvenciális 802.11 fizikai réteg egy lehetséges megoldás IoT esetében:
 - Egyszerű hardver.
 - Megfelelő adatátviteli sebesség.
 - A direkt szekvenciális kódolás mentes a frekvenciaugratásos módszerek hátrányaitól.
 - Hátrány: A 11 Mc/s-os chip-sebesség túlságosan magas egy alacsony fogyasztású eszköznek.
- A 11 Mb/s-os 802.11b kiterjesztés energiafelhasználása és ára (komplexitása) messze meghaladja egy tipikus IoT eszköz korlátait!

IEEE 802.15 WG for WPAN

- Személyi hálózatok (PAN) és rövid távolságú vezeték nélküli hálózatok szabványosítása.
 - Hordozható, mobil eszközök (pl. PDA, mobiltelefon, PC, személyhívó, ...) vezeték nélküli hálózata.
 - Együttműködés, egymás mellett élés.
- Task Groups
 - 802.15.TG1: Bluetooth WPAN
 - 802.15.TG2: Coexistence TG
 - WPAN (802.15) és WLAN (802.11) együttélése
 - Modell a kölcsönös interferencia számszerű meghatározására
 - 802.15.TG3: High Rate TG
 - >20 Mbps WPAN szabvány (MAC, PHY rétegek)
 - **802.15.TG4: Low Rate (LR) TG**
 - Alacsony sebesség, nagyon kis komplexitás, hosszú élettartam

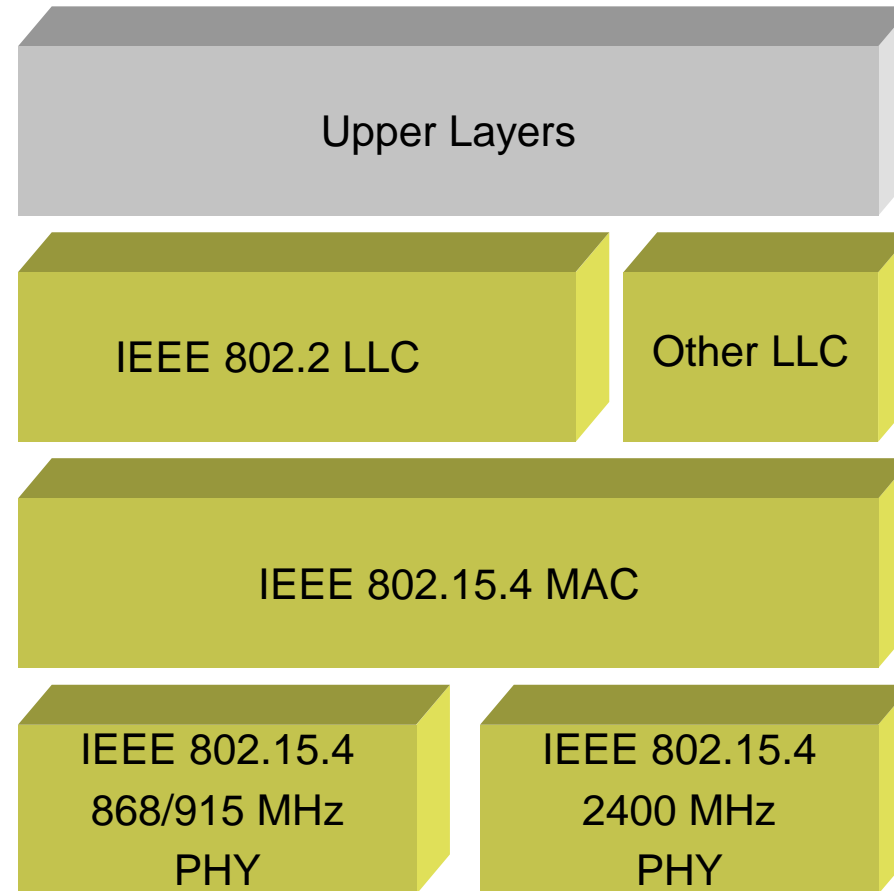
802.15.TG4

- **IEEE 802.15.4-2003**, LR-WPAN szabvány
- Igények:
 - egyszerű, rugalmas protokoll
 - nagyon olcsó
 - vezeték nélküli kapcsolat
 - kis átviteli igény (throughput)
 - korlátozott energia
 - kis adatközlési távolság
 - hosszú élettartam elemről

802.15.4 LR WPAN tulajdonságok

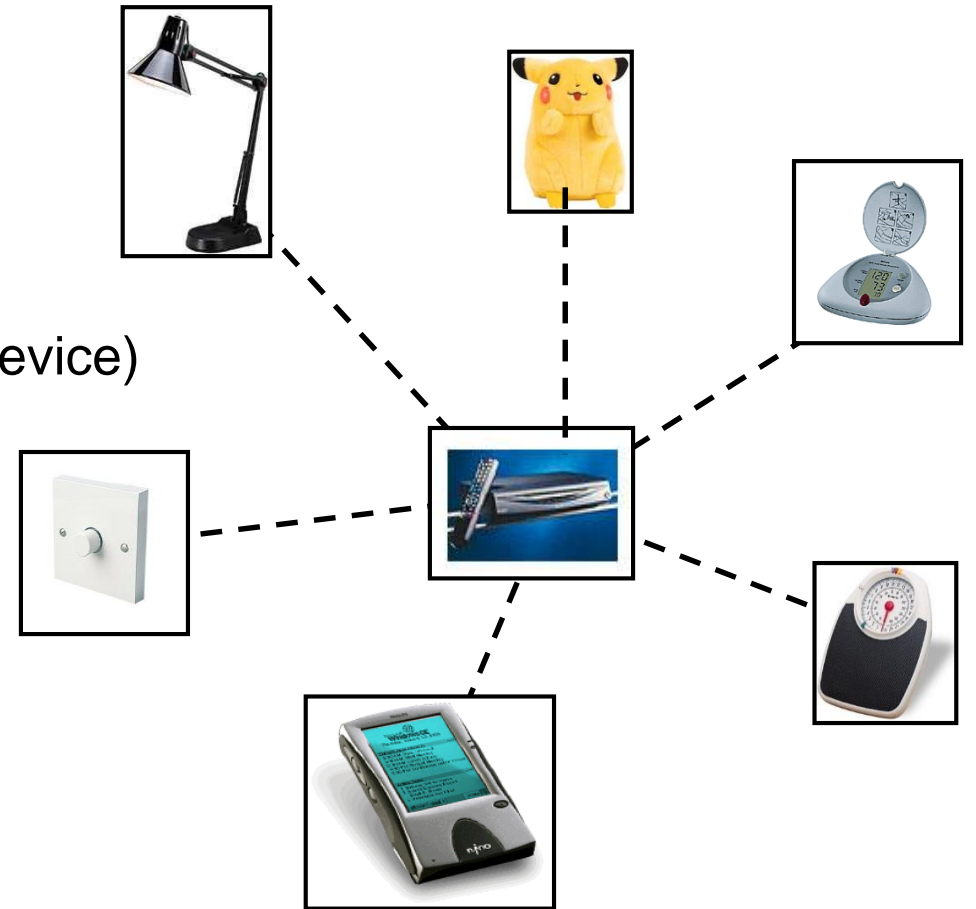
- Adatsebesség: 250 kbps, 40 kbps és 20 kbps
- Csillag vagy peer-to-peer topológia
- Dinamikus címzés (16 bites rövid, vagy 64 bites kiterjesztett címzés)
- Kis késleltetésű alkalmazások támogatása
 - garantált időrések (GTS) allokálása
- CSMA-CA csatorna-hozzáférés
- Teljesen nyugtázott protokoll a megbízhatóságért
- energia felderítés (ED)
- linkminőség jelzés (LQI)
- 16 csatorna a 2.4 GHz-es sávban, 10 csatorna a 915 MHz-es sávban és 1 csatorna a 868 MHz-es sávban

802.15.4 architektúra

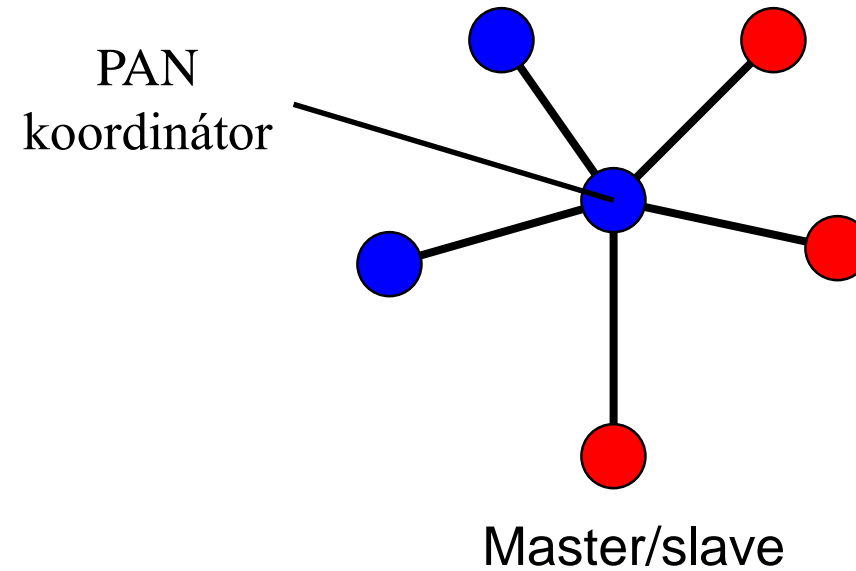




802.15.4 eszközök

- LR-WPAN eszközök és komponensek
 - teljes funkcionalitású (FFD – Full-Function Device)
 - 3 működési mód: PAN koordinátor, koordinátor, eszköz
 - RFD-vel és FFD-vel is képes kommunikálni
 - csökkentett funkcionalitású (RFD – reduced-Function Device)
 - nagyon egyszerű (pl. villanykapcsoló, passzív szenzor)
 - nem küld sok adatot
 - csak FFD-vel tud kommunikálni
 - tipikusan egy FFD-hez rendelt eszköz
 - nem lehet koordinátor
- Az eszközök közül legalább egy FFD a WPAN koordinátora.

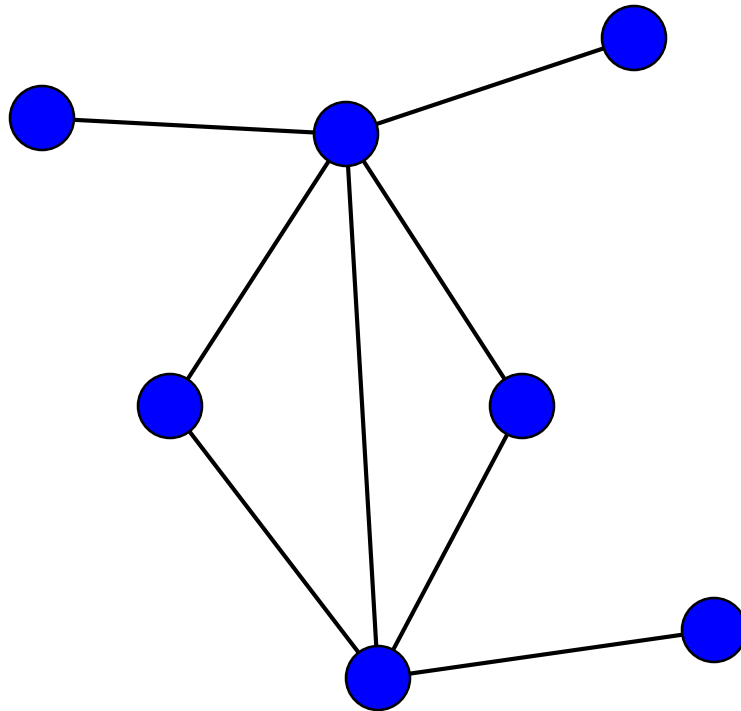


802.15.4 – csillag topológia

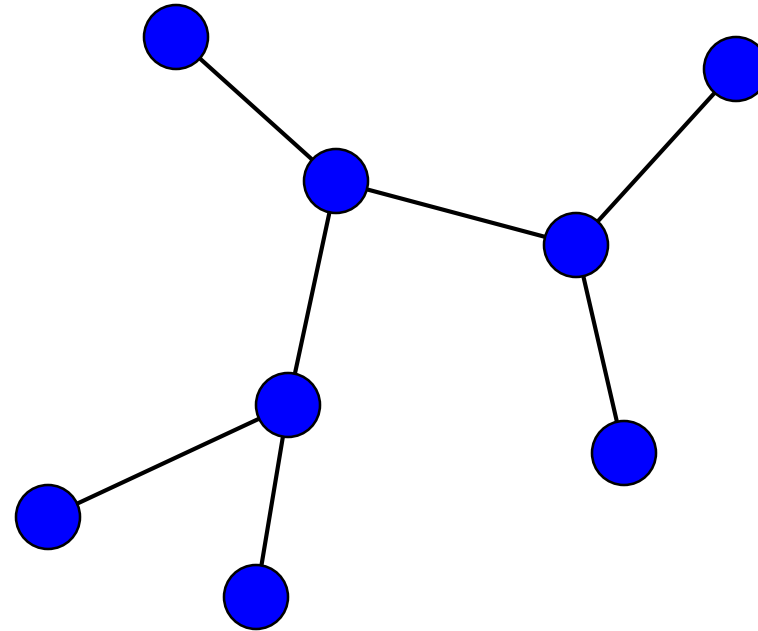


-  Full function device
-  Reduced function device

802.15.4 – p2p topológia



pont-pont kapcsolat

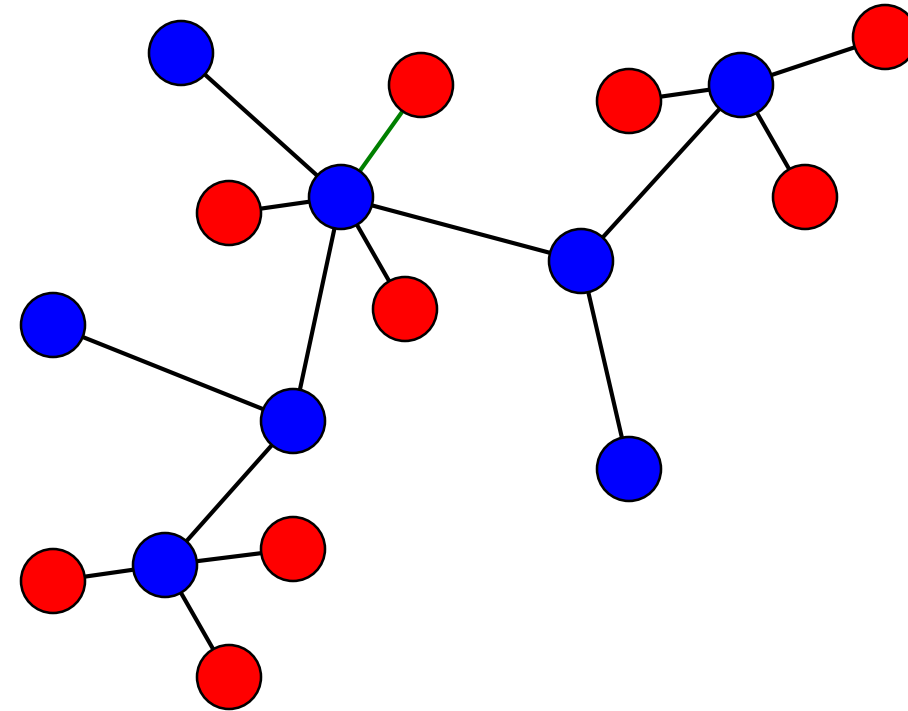


klaszter fa

● Full function device

802.15.4 – kombinált topológia

- Kombinált topológia
 - PI: Egy szálloda minden szobájában egy csillag topológia, a szobák között klaszter node-okkal.



● Full function device

● Reduced function device

802.15.4 hálózatépítés

- A hálózatépítés a hálózati réteg feladata, a szabvány nem tárgyalja részletesen.
- Csillag topológia kialakítása:
 - Egy FDD bekapcsolás után felállíthatja a saját hálózatát (PAN), és a PAN koordinátorává válhat.
 - Az új hálózat a többi már létező hálózattól függetlenül működhet.
 - Minden hálózatnak saját ID-je van.
 - Az ID alapján csatlakozhatnak FFD és RFD eszközök.
- Peer-to-peer topológia kialakítása:
 - p2p esetben minden eszköz képes kommunikálni a rádiósugarában lévő node-okkal.
 - Valahogyan egy PAN koordinátort kell választani.

802.15.4 hálózatépítés (folyt)

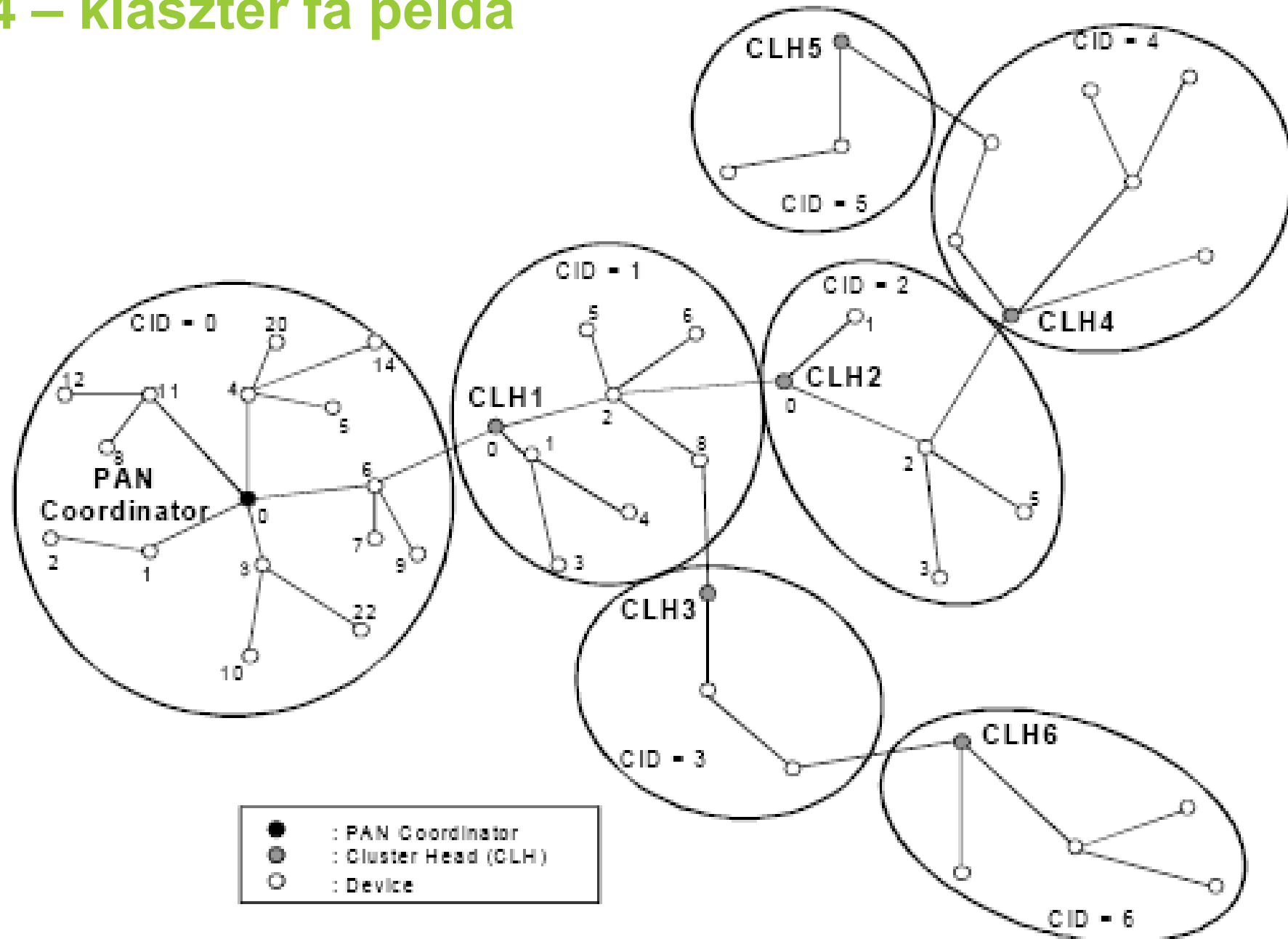
▪ Klaszter fa

- Az FFD eszközök a fa csomópontjai.
- A fához csatlakoztathatunk RFD eszközöket is, de ezek csak FFD-hez kötődhetnek, és hozzájuk nem kötődik senki. (levelek a fában)
- Bármelyik FFD elláthat koordinációs feladatokat (pl. szinkronizálás az eszközei között), de ezek közül csak egy lehet PAN koordinátor.

▪ Klaszter fa kiépítése

- Az első klasztert a PAN koordinátor alakítja ki.
 - Magát klasztervezérlőnek (CLH) hirdeti egy klaszter azonosító (CID=0) értékkel.
 - Beacon kereteket küld a szomszédainak.
 - A beacon-t vevő eszközök kérhetik felvételüket a klaszterbe.
 - Ha egy eszközt felvesznek a fába, ő maga is elkezd beacon kereteket küldeni.
 - A PAN koordinátor utasíthat egy eszközt, hogy legyen CLH.

802.15.4 – klaszter fa példa



802.15.4 MAC superframe

- A szabvány lehetővé teszi opcionális „szuperkeretek” (SF - superframe) alkalmazását.
 - Az SF formátumát a koordinátor határozza meg.
 - Az SF 16 időrésből áll, minden keret első időrése a beacon.
 - A **beacon** szerepe: szinkronizáció, PAN azonosító, SF típusának leírása.
 - Ha a koordinátor nem akar SF-et használni, nem küld beacon-t.
 - Az SF időréseiért az állomások versengenek. (CSMA-CA)

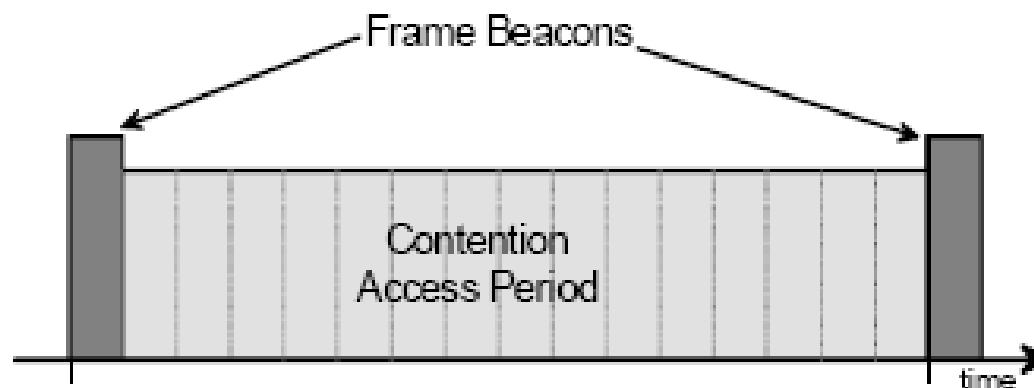


Figure 4—Superframe structure without GTs

802.15.4 MAC superframe

- Kis késleltetésigényű alkalmazások számára garantálható fix időrés az SF-en belül.
- GTS – garantált időrés (Guaranteed Time Slot)
- A GTS mindig az aktív SF végén helyezkedik el.

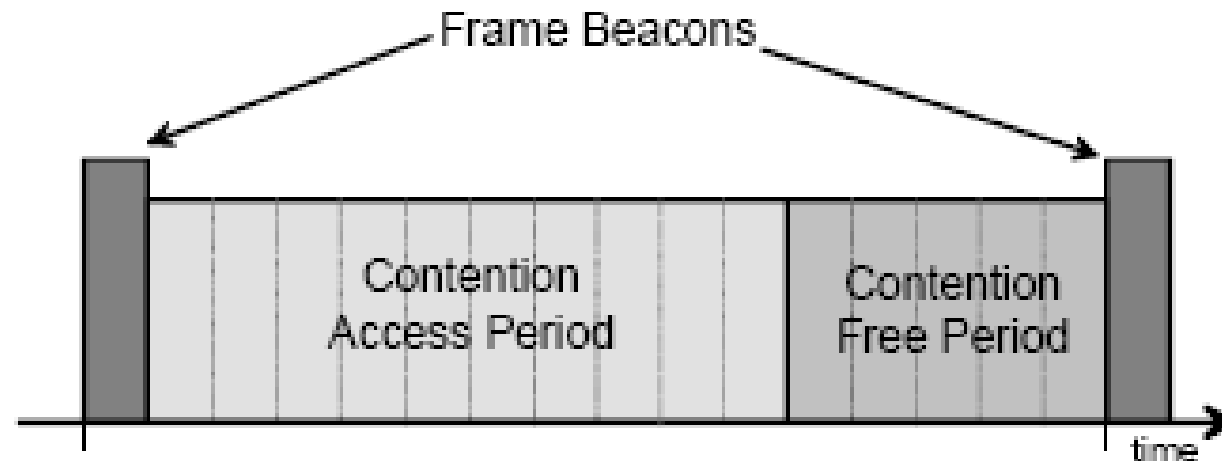
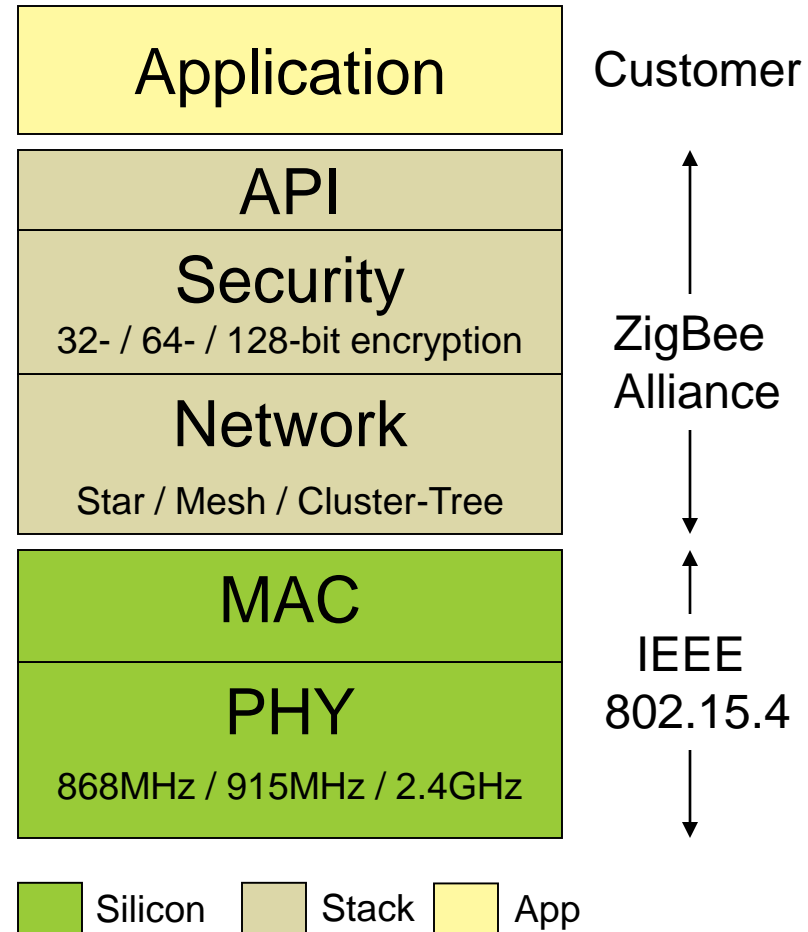


Figure 5—Superframe structure with GTSs

802.15.4 és ZigBee



- “szoftver”
- Hálózati, alkalmazási rétegek, biztonsági kérdések
- Márka (brand) menedzsment

IEEE 802.15.4

- “hardver”
- Fizikai réteg, MAC alréteg

ZigBee Alliance

- **A specifikációk menedzselése**
 - **Globális konzorcium:** OEMs, IC szállítók, tech vállalatok
 - Eszköz specifikáció, hálózat és szolgáltatás összerendelés
- **Csillag, szövevényes és klaszter-fa hálózatok specifikálása**
 - A felhasználó választhat optimális megoldást (ár, megbízhatóság, energiaszükséglet)
- **Biztonsági kérdések menedzsmentje**
 - 32-, 64- & 128-bites AES kódolás (802.15.4)
- **Alkalmazás profilok és márka**
 - Termékek és alkalmazások kompatibilitásának biztosítása

Vezetéknélküli szabványok

Market Name	GPRS/GSM	Wi-Fi™	Bluetooth™	ZigBee™
Standard	1xRTT/CDMA	802.11b	802.15.1	802.15.4
Application Focus	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement	Monitoring & Control
System Resources	16MB+	1MB+	250KB+	4KB - 32KB
Battery Life (days)	1-7	.5 - 5	1 - 7	100 - 1,000+
Network Size	1	32	7	255 / 65,000
Bandwidth (KB/s)	64 - 128+	11,000+	720	20 - 250
Transmission Range (meters)	1,000+	1 - 100	1 - 10+	1 - 100+
Success Metrics	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience	Reliability, Power, Cost