

Lokalizáció, mobilitás

Lokalizációs technikák. Mobilitás szenzorhálózatokban.

Tartalom

- Lokalizációs módszerek (folyt.)
- Létező lokalizációs megoldások
- Mobilitás szenzorhálózatokban
 - Bázisállomás mobilitása
 - Szenzorok mozg(at)ása
- (Kitekintés)

Lokalizációs megoldások

Lokalizációs technikák (ism.)

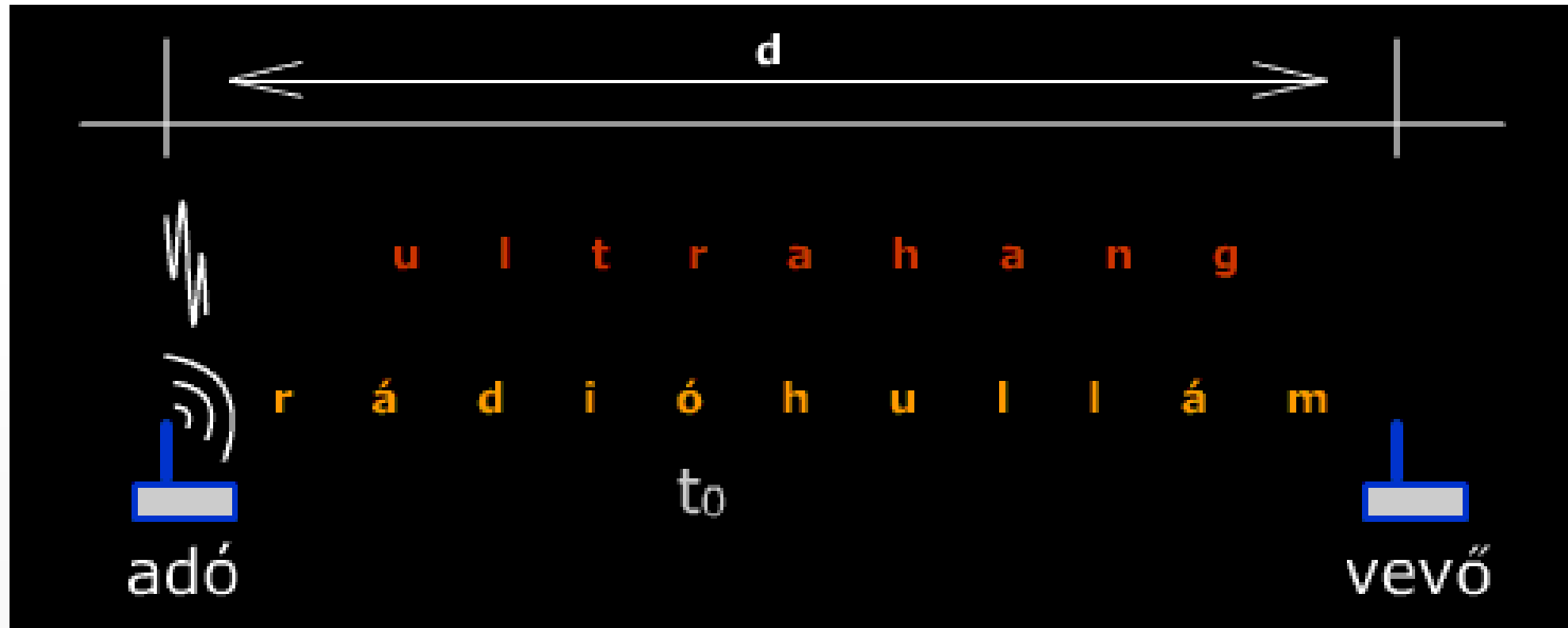
- Hatókör (range) alapú megoldások:
 - **érkezési idők** alapján;
 - **vett jel erőssége** alapján;
 - két különféle jel **ékezési idő különbsége** alapján;
 - **írányszög** mérés alapján.
- Hatókör nélküli megoldások
 - Lokális megoldás **referenciapontok** (sok!*) segítségével
 - **„Hop”-számon alapuló** megoldások
 - **„Zajterképek”** használata

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

Hatókör (range) alapú megoldások

akusztikus:

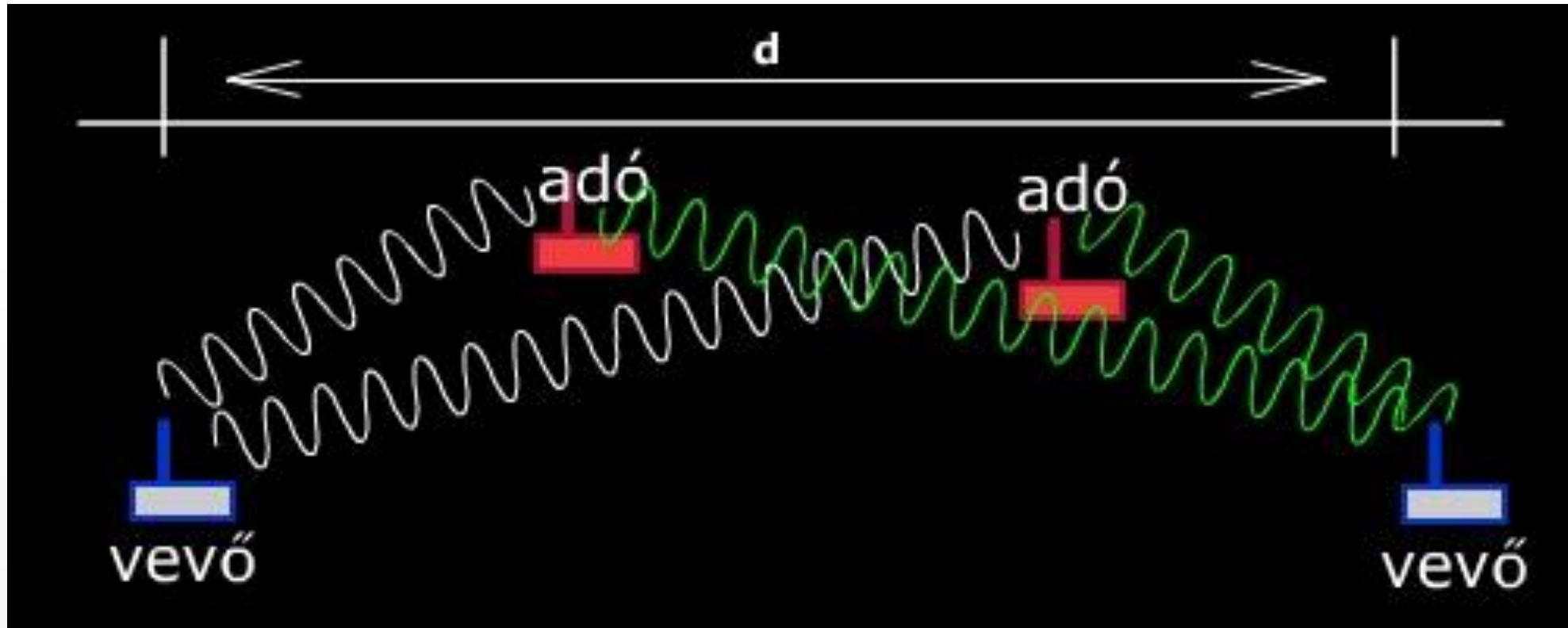
ultrahangos adóvevő szenzor, ultrahang és rádiós csomag elküldése egyszerre
a két jel beérkezésének időkülönbségéből becsli a távolságot



Hatókör (range) alapú megoldások

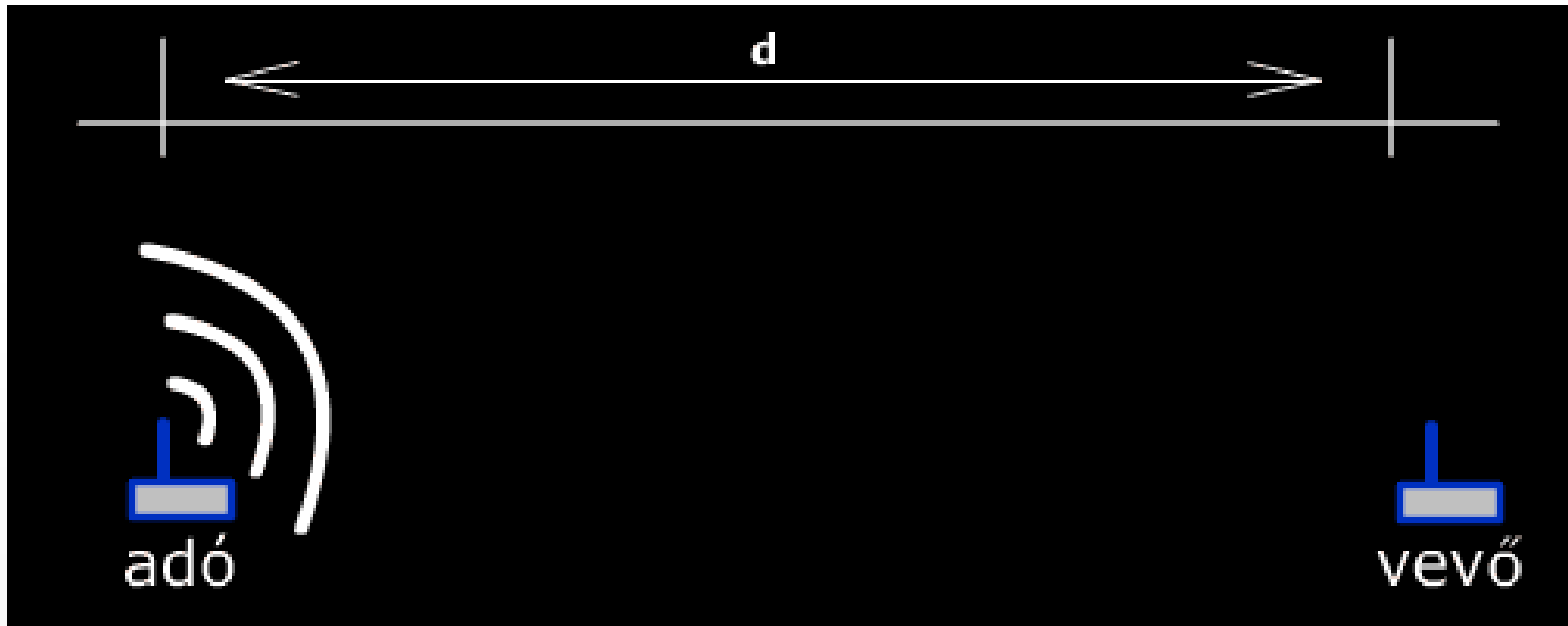
rádióhullám interferenciás:

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



Hatókör (range) alapú megoldások

rádiós jelerősség alapú:
becslés a vett rádiójel erősségéből



Hatókör nélküli megoldások

- **Centroid módszer:**

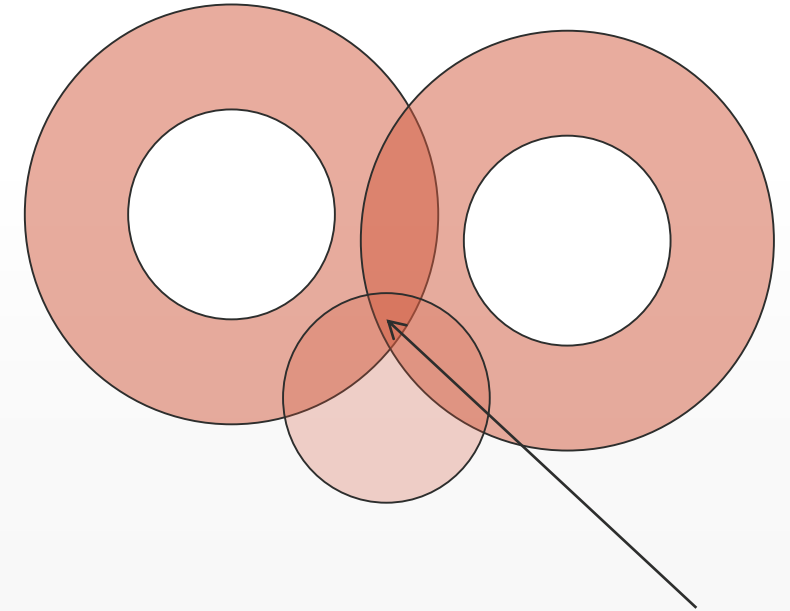
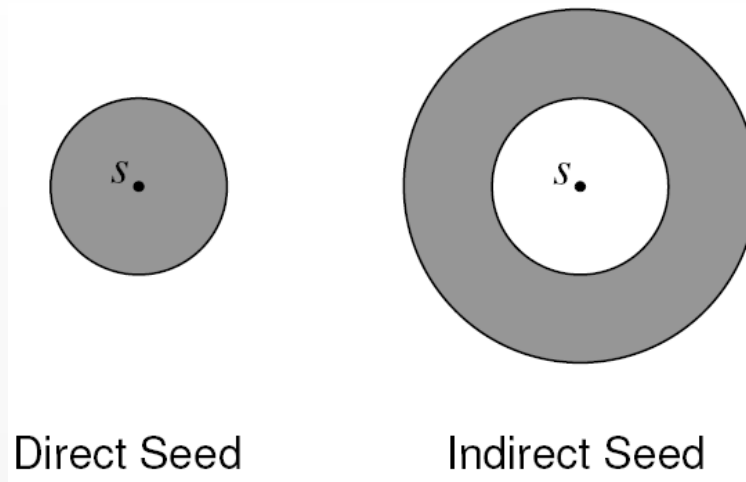
- Lokális megoldás referenciapontok segítségével.
- Minden node az általa hallható referenciapontok középpontjába pozicionálja magát.
- A módszer sikeréhez a referenciapontoknak egyenletesen és sűrűn kell elhelyezkednie.

- **DV-HOP:**

- „Distance-vector routing” alapú megoldás.
- Minden node nyilvántartja az út hosszát (hop-szám) minden általa ismert referenciaponthoz.
- Szükséges az úthosszak hirdetése a hálózaton belül.
 - Ezt a referenciapontok kezdeményezik elárasztással.
- A módszer „ritkásabb” referenciapont-halmaz esetén is használható.

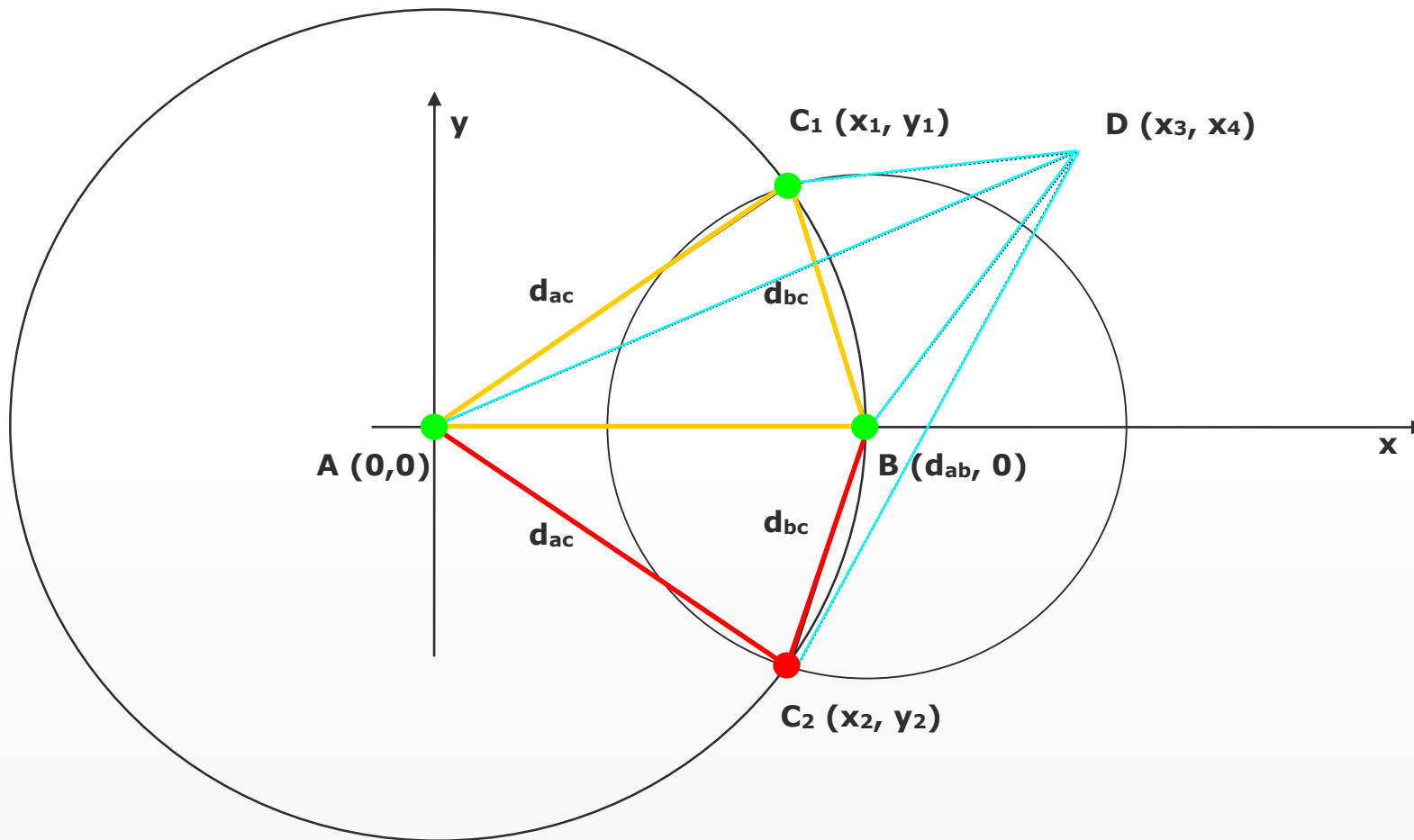
További ötletek lokalizációhoz

- „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.
- „Hallom - nem hallom”
 - Ha nem hallunk egy referenciapontot, az is információ!



Háromszögelés...

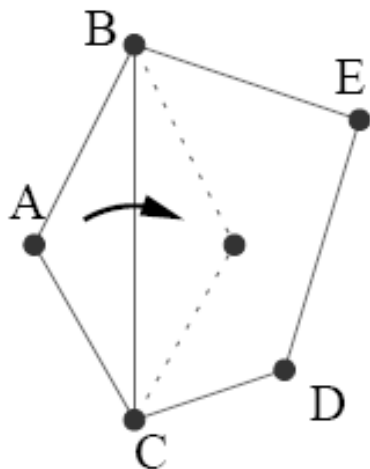
- Távolságmérés $\rightarrow$ pozícióbecslés



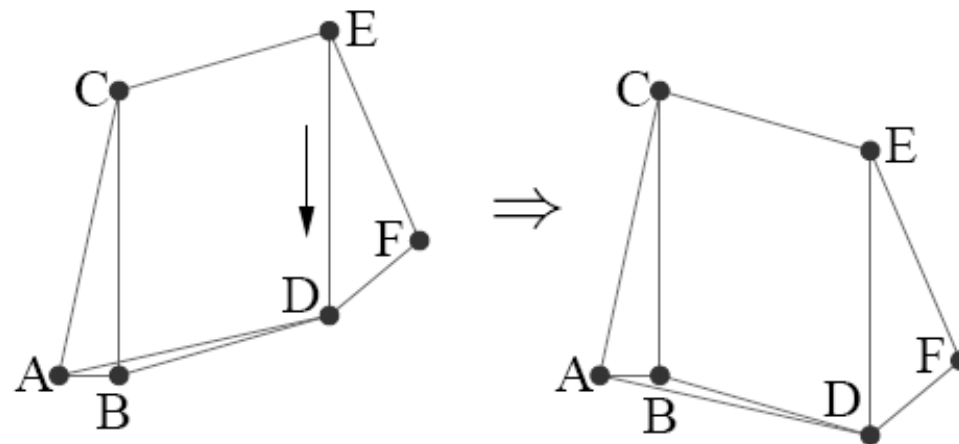
Gráf realizáció

- **Gráf-realizáció problémája:** A csomópontok geometriai (euklideszi) pozícióinak meghatározása.
 - A probléma NP-nehez kétdimenziós esetben is!
- A gráf élhosszúságainak ismerete még nem garantálja az egyértelmű realizációt!
 - **Nem merev gráfok** folytonosan deformálhatók a realizációk végtelen számának előállításához.
 - **Merev gráfokban** is előfordulhat kétféle deformáció, amely megakadályozza az egyértelmű realizációt: „**tükrözéses kétértelműség**” és „**hajlításos kétértelműség**”

Problémák gráf realizációnál



Tükrözéses kétértelműség



Hajlításos kétértelműség

A gráfelméleti eredmények még merev gráfok esetében sem garantálnak realizációt, ha a távolságmérések (élhosszak) hibával terhelt mennyiségek!

Illusztratív példák...

- Létező lokalizációs megoldások (példák!)
 - Active Badge
 - Active Bat
 - Cricket
 - (RADAR)
 - ...

Aktív badge

- Olivetti és AT&T fejlesztés
- Infravörös (IR) jeladókat használó, beltéri, cellás (proximity) pozícionáló rendszer.
- A jeladó periódikusan egy egyedi ID-t sugároz 10 másodpercenként, vagy igény szerint.
- Az IR szenzorok által gyűjtött adatokat egy központi szerver dolgozza fel.
- Abszolút, szimbólikus lokalizációs információt nyújt (szobák)
- Problémás lehet a napfény vagy neonfény az IR komponens miatt.



Active Bat

- AT&T megoldás
- Ultrahangos 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).

RADAR

- Microsoft
- IEEE 802.11 WLAN-alapú rendszer
- Minden WLAN bázisállomásban mérik a vett jel erősségét és a jel-zaj viszonyt, amiből az épületen belüli 2D elhelyezkedés meghatározható.
- Előny:
 - Nem kell külön infrastruktúra, WLAN „van mindenhol”
- Hátrány:
 - IEEE 802.11-es eszköz kell, ez szenzorok esetében tipikusan nem megengedhető
- (Megjegyzés: Egyébként a WLAN alapú helymeghatározás széles körben használt, fontos terület!)

Mobilitás szenzorhálózatokban

Mobilitás szenzorhálózatokban

- „Tipikusan” egy szenzorhálózat csomópontjai nem mozognak, de...
 - bizonyos esetekben hasznos lehet a mobilitás, vagy
 - A szenzorok mozgása nem elkerülhető.
- Egy szenzorhálózatban mozoghat...
 - a bázisállomás, és/vagy
 - a szenzorok, és/vagy
 - az „események”, követendő objektumok.
- A mobilitás célja lehet..
 - energiahatékonyság,
 - lefedettség biztosítása,
 - topológia-kontroll,
 - megfigyelés „minőségének” javítása.

Mobilitás szenzorhálózatokban

- A szenzorok/bázisállomás mozgása lehet...
 - kontrollált (pl. vezérelt mikro-robotok)
 - kontrollálatlan (pl. vízfelszínen sodródó szenzorok)
- A szenzorok (aktív) mozgatása meglehetősen energiaigényes, speciális hardver szükséges.
- Egy mobil szenzorhálózat képes fizikailag is reagálni a környezet vagy események változásaira.

Bázisállomás mobilitása

- A bázisállomás (BS, nyelő) mozgásának célja/oka lehet...
 - A felhasználó mozog a szenzorhálózat területén
 - Pl. katonák vagy járművek a műveleti területen
 - A nyelő (véletlenszerűen) bolyong a területen
 - Pl. állatokra/turistákra szerelt adatgyűjtő egységek
 - A nyelő csomópontokat a hálózat/felhasználó vezérli
 - Pl. energiahatékony működés,
 - konnektivitás biztosítására.
- A BS mozg(at)ása számos kérdést felvet:
 - „Hogyan jelenti be az új pozícióját a szenzoroknak?”
 - „Hogyan állítják be a szenzorok az új kommunikációs utakat?”
 - „Milyen hatással van a BS elmozdulása az egyéb energiahatékony működést biztosító megoldásokra (pl. klaszterek, adat-aggregáció)?”

Bázisállomás mobilitása

- Bár szenzoroknál nem tipikus, a BS esetében feltételezhetjük, hogy nem okoz gondot a mobilitás megoldása.
- A nyelő elsődleges feladata a szenzor-adatok begyűjtése.
- *Ötlet: A kommunikációs energia csökkentéséhez a BS „elébe mehet” az adatoknak, és akár „helyben” begyűjtheti azokat!*
- Előny:
 - Elkerülhető a szenzorok adatküldése nagy távolságra, akár direkt, akár multi-hop kommunikációt használva.
 - Nem kell útvonalakat kiépíteni a BS-hez, ha az „házhoz jön”.

Bázisállomás mobilitása

- A BS mozg(at)ása lehet...
 - véletlen,
 - predikálható,
 - vezérelt,
 - adaptív.
- Egy BS mozoghat...
 - önerőből, vagy
 - valamilyen hordozó segítségével.

BS véletlen mozgása

- **Véletlen mozgás** esetében nincs lehetőség az optimális útvonal és stratégia követésére.
 - Pl. „**data-mule**”: Környezet-monitorozás vadrezervátumban, ahol a megfigyelt területen belül a BS-eket állatokra szerelik.
 - Az állatok bolyongása során a BS-ek „előbb-utóbb” eljutnak a megfigyelt terület különböző részeire.
- A szenzorok vagy...
 - észreveszik, hogy egy BS a közelükbe ér, és átadják az addig gyűjtött adataikat, vagy...
 - a BS pilot-jeleket küldve lekéri a környezetében lévő szenzoroktól az adatokat.
- Az adatátviteli késleltetés tipikusan nagyon nagy, változó, az adattovábbítás nem mindig garantált.

BS előrejelezhető mozgása

- **Predikálható BS mozgás** esetében az adatgyűjtés a hálózatban megtervezhető.
 - Pl. a BS egy adott nyomvonalon, periódikusan végighaladva bejárja a hálózatot, és begyűjti az adatokat.
- Előnyök:
 - A szenzoroknak nem kell nagy távolságban lévő BS-sel kommunikálni.
 - A késleltetés nagy lehet ugyan, de biztosan kézben tartható, minőségi garancia adható (pl. $\max D < \text{köridő}$)
 - Kevés (~ 1) BS is elég az egész hálózat lefedésére és kiszolgálására.

BS adaptív mozg(at)ása

- **Adaptív BS mozg(at)ással** érhető el a leghatékonyabb hálózati működés.
 - Pl. A BS oda megy, ahol abban az időben a legnagyobb szükség van rá.
- Előnyök:
 - Energiahatékony működés biztosítható.
 - Megoldható a hálózat egyenletes terhelése.
 - FONTOS: *Sokszor csak azért kell elmozdítani a BS-t, mert (multi-hop esetén) a körülötte lévő szenzorok nagyon lemerülnek!*
 - Változó hálózati topológia (pl. szenzorok lemerülése) lekövethető.
 - Igény szerinti, adaptív mozgítás lehetséges.
 - A BS az „esemény” helyszínére sietve egyéb adatokat is gyűjthet.

BS vezérelt mozgása

- **Vezérelt BS mozgás** esetén az útvonal és időzítés egy választott stratégia szerint alakítható.
 - Pl. A BS mindig a minket érdeklő hálózati szegmensbe mozgatható.
- Előny:
 - (Értelemszerűen) nagyobb kontroll = több lehetőség
 - Több BS koordináltan mozgatható
 - Garancia nyújtható az adatminőségre
- Megjegyzés: A BS mozgásának korlátait és költségeit figyelembe kell venni!

Szenzorok mozgatása

- A BS-sel ellentétben a szenzorok mozgatása kritikus lehet az energiafogyasztás és költség szempontjából!
- A szenzorok mozgása lehet véletlen, vagy vezérelt.
- **Véletlen mozgás** szenzorok esetében tipikus, ha a közeggel ill. környezettel együtt mozognak, passzív módon.
 - Pl. Szenzorok folyókban vagy tengerek felszínén, levegőben, víz alatt, gleccsereken, stb.
 - Pl. Állatokra, járművekre szerelve...

Szenzorok mozgatása

- Szenzorok **vezérelt mozgatása** esetén lehetőség nyílik...
 - a lefedettség növelésére,
 - az összefüggőség biztosítására,
 - az energiafogyasztás kiegyenlítésére.
- Sok esetben a szenzorok mozgatása csak a telepítés után, egyszer történik meg a megfelelő topológia kialakításához.
 - Pl. lefedetlen területek, egyenlőtlen node-sűrűség, kommunikációs „lyukak” kiküszöbölésére (=topológia kontroll).
- Esetenként csak a szenzorok egy (kis) része mozgatható, a többség nem.

Szenzorok mozgatása

- Eseményvezérelt hálózatok esetében a szenzorok **adaptívan elmozoghatnak** az „érdekesebb” területek felé.
- Szenzormozgatus startégiája lehet...
 - **reaktív**: az eseményekre reagálva mozognak a szenzorok
 - Pl. közelebb húzódnak az érdekesebb területekhez
 - **proaktív**: megpróbálnak optimálisan (egyenletesen) elhelyezkedni.
- Egy lehetséges algoritmus-család a szenzorok mozgatására a **potenciálmezőn alapuló** megoldás
 - Pl. elektrosztatikus mező utánzása, a szenzorháló „magától” szétterül egyenletesen.

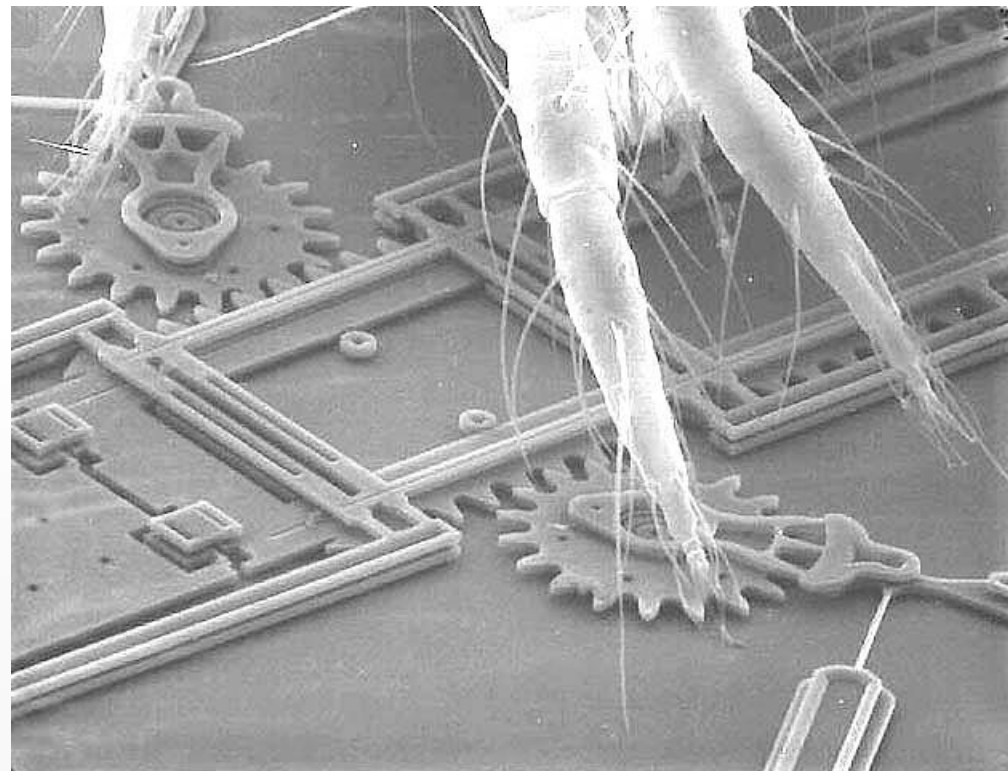
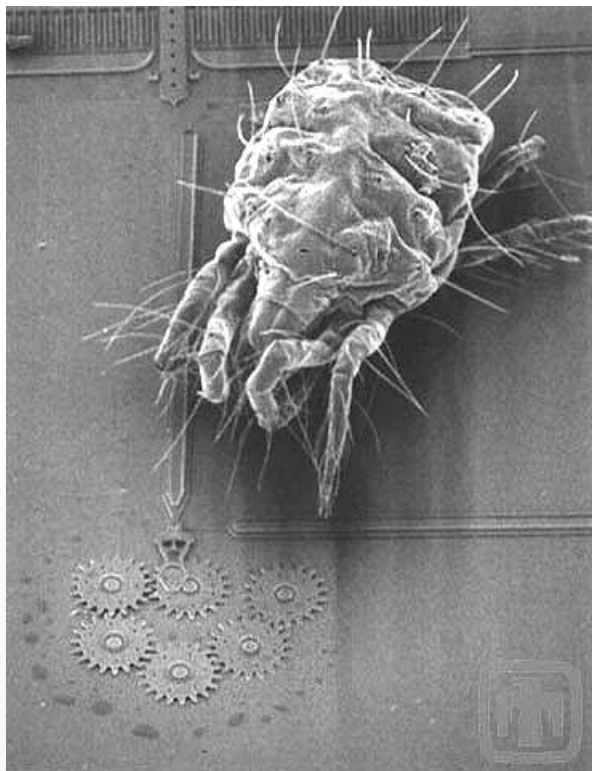
„Virtuális” mozgás szenzorhálózatban

- **Mobil ágensek:** Olyan kódrészletek, amelyek a hálózaton belül mozognak, adott területen hajtódnak végre.
- Egyenlőtlen vagy időben változó (pl. esemény-vezérelt) felajánlott forgalom esetében megéri pl. az adatokat helyben feldolgozni.
- A hálózat átkonfigurálható a BS-ek virtuális áthelyezésével is.

Kitekintés...

Technológiai újdonságok

- MEMS – Mikro elektro-mechanikus rendszerek
 - Pl. gyorsulásmérők (giroszkóp), nyomásmérők
 - Beavatkozók (aktuátorok), motorok

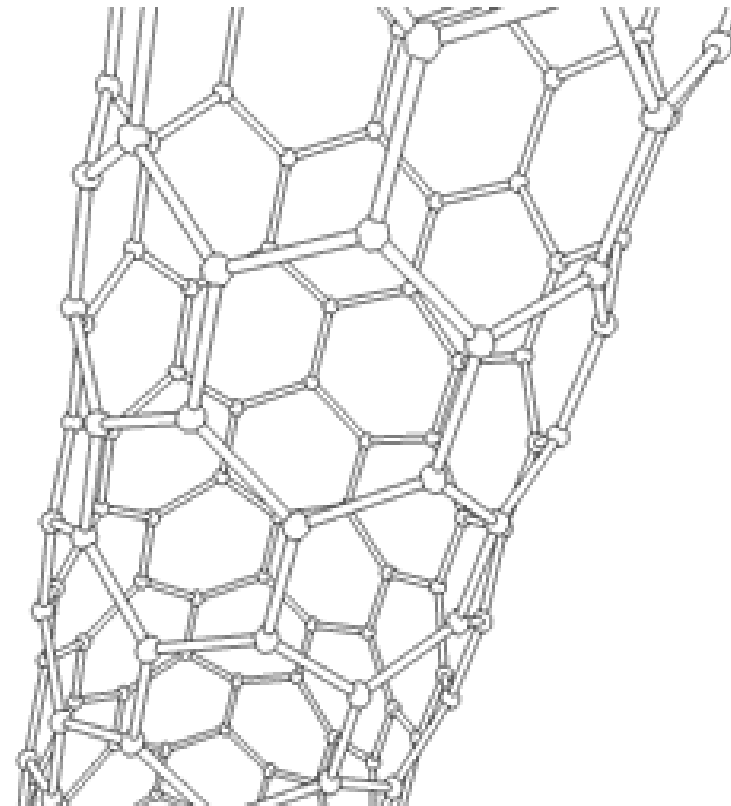
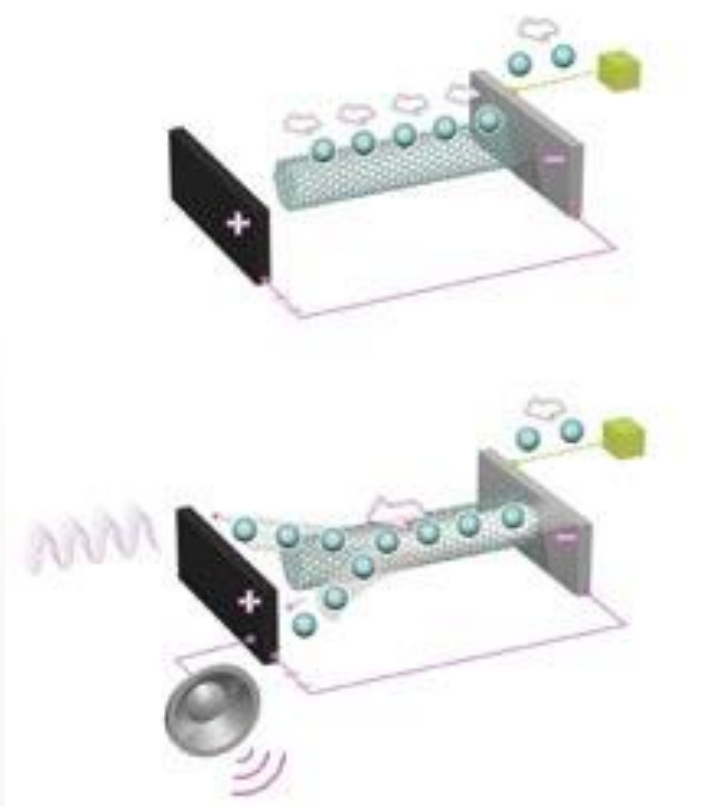


Technológiai újdonságok

- NEMS – Nanotechnológiai elektro-mechanikus rendszerek
 - Mint a MEMS, csak kisebb
 - Top-down: „Készítsünk kicsi eszközöket, amelyek képesek még kisebb eszközöket készíteni”
 - Bottom-up: Molekuláris szintről kezdjük építkezni a kívánt bonyolultság eléréséig.

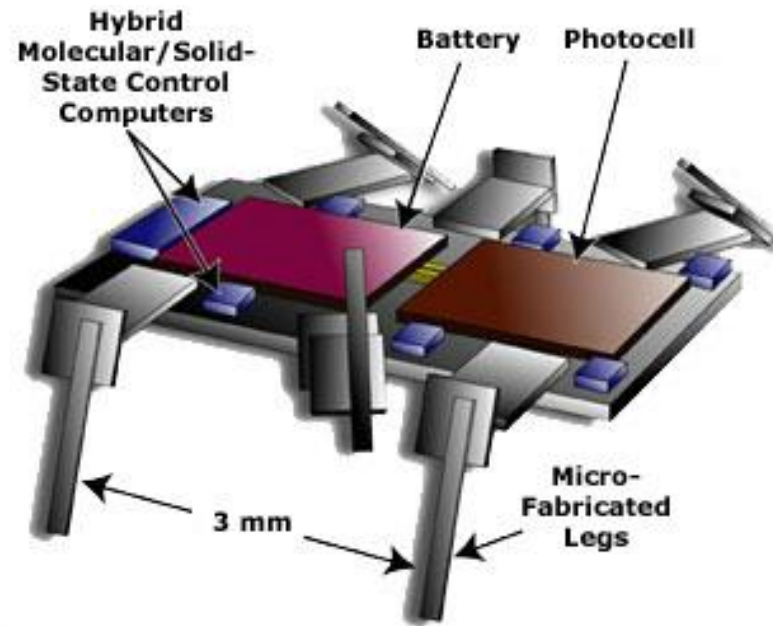
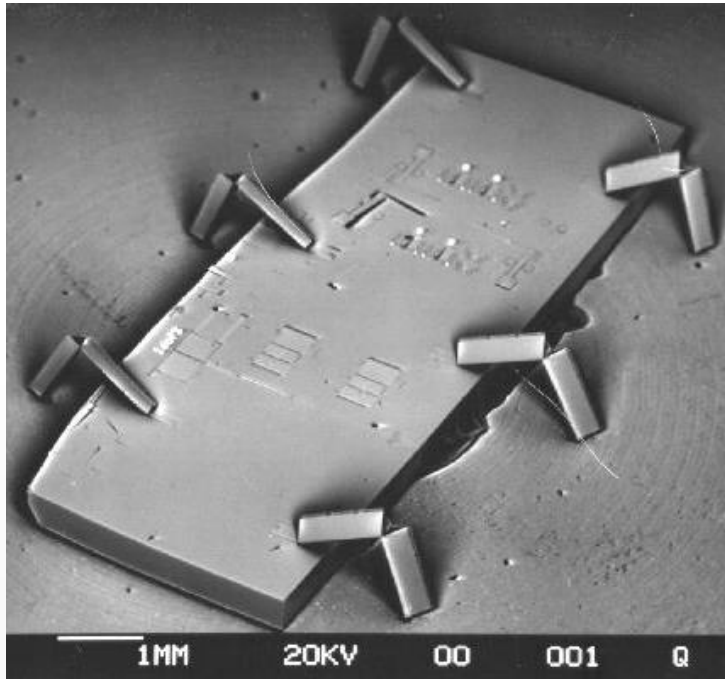
Technológiai újdonságok

- Nanorádió
 - Rádió adó-vevő a nanométeres nagyságrendben.
 - Egyelőre csak vevő (2007. október, Alex Zettl, Berkeley), szén nanocső

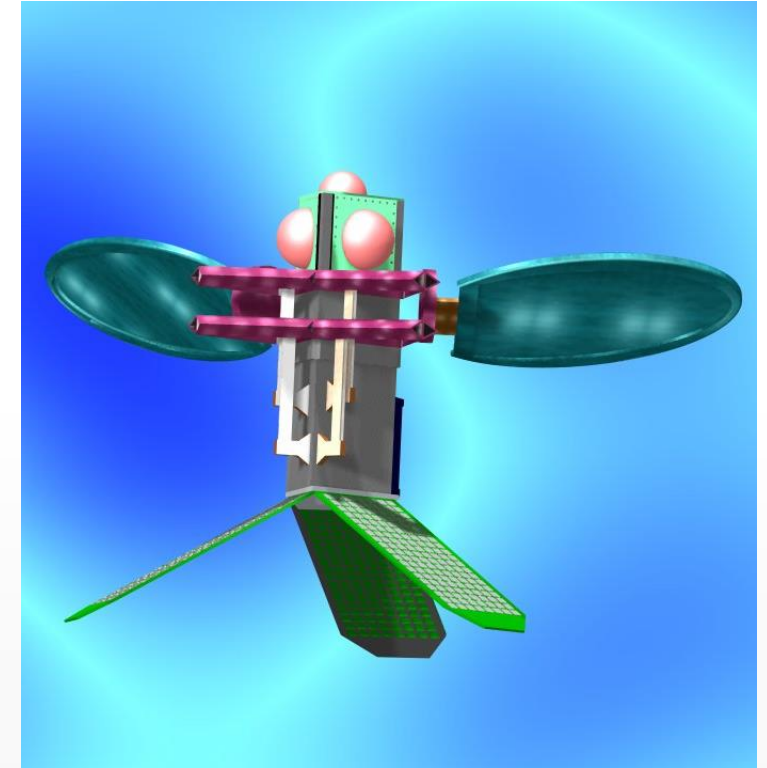


<http://www.physics.berkeley.edu/research/zettl/projects/nanoradio/radio.html>

Technológiai újdonságok



Mikro gépek

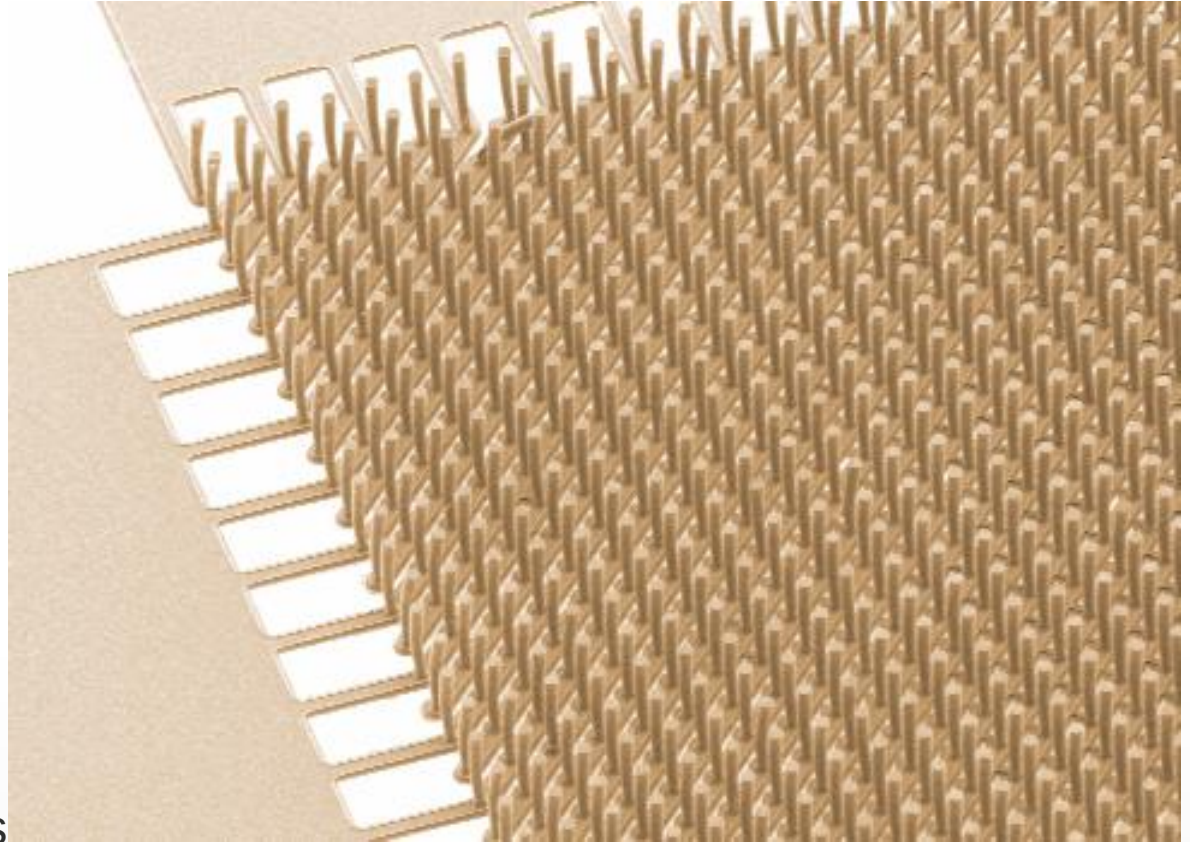


Technológiai újdonságok

- Nanobioszenzorok
 - A nanotechnológia egy ága, biológiai vagy biokémiai rendszereket követve
 - Pl. mint az érzékszervi receptorok
 - Pl. illatok érzékelése, mesterséges orr

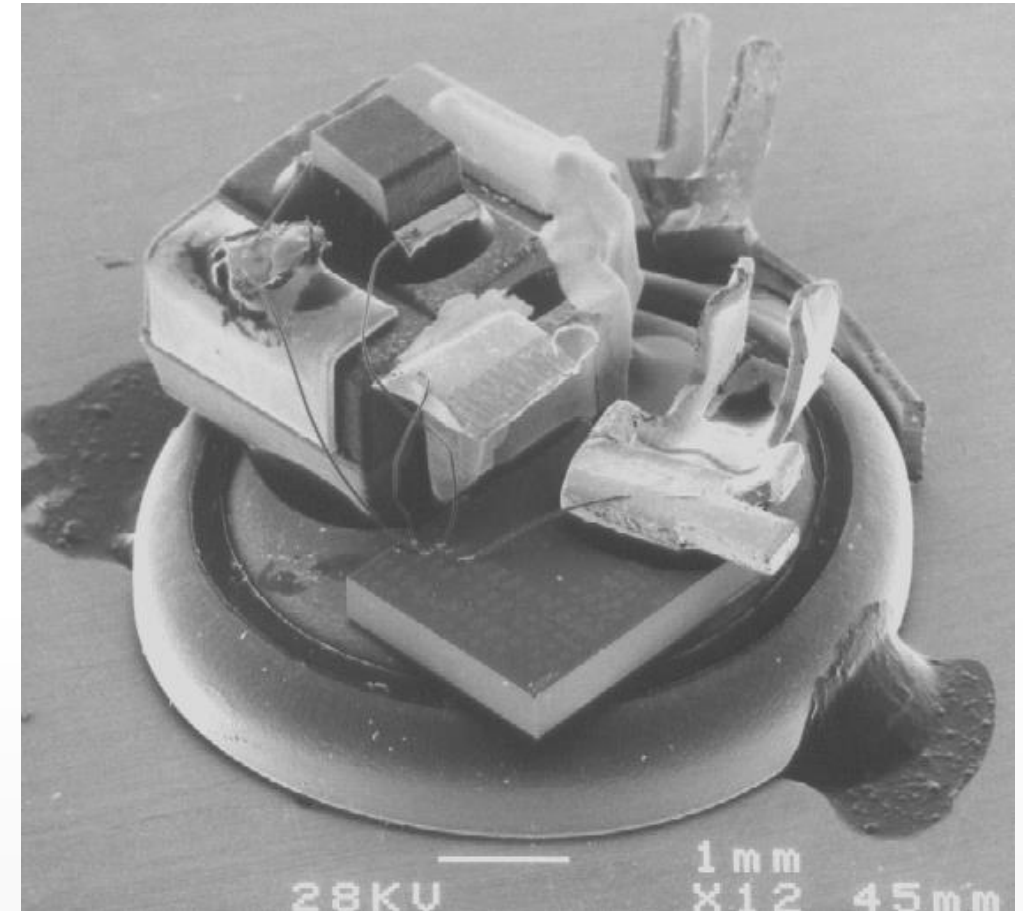
Technológiai újdonságok

- Mikoelemek
 - Az elektródák felülete megnövelhető
 - $400\mu\text{m}$ magas „tüskék”, $20\mu\text{m}$ rácstávolsággal
- Nukleáris mikroelemek
 - Ni-63 radioaktív izotóp
 - ~100 év felezési idő, több évtizedes élettartam
 - Egy kis konzolt mozgat, piezoelektromos átalakítás

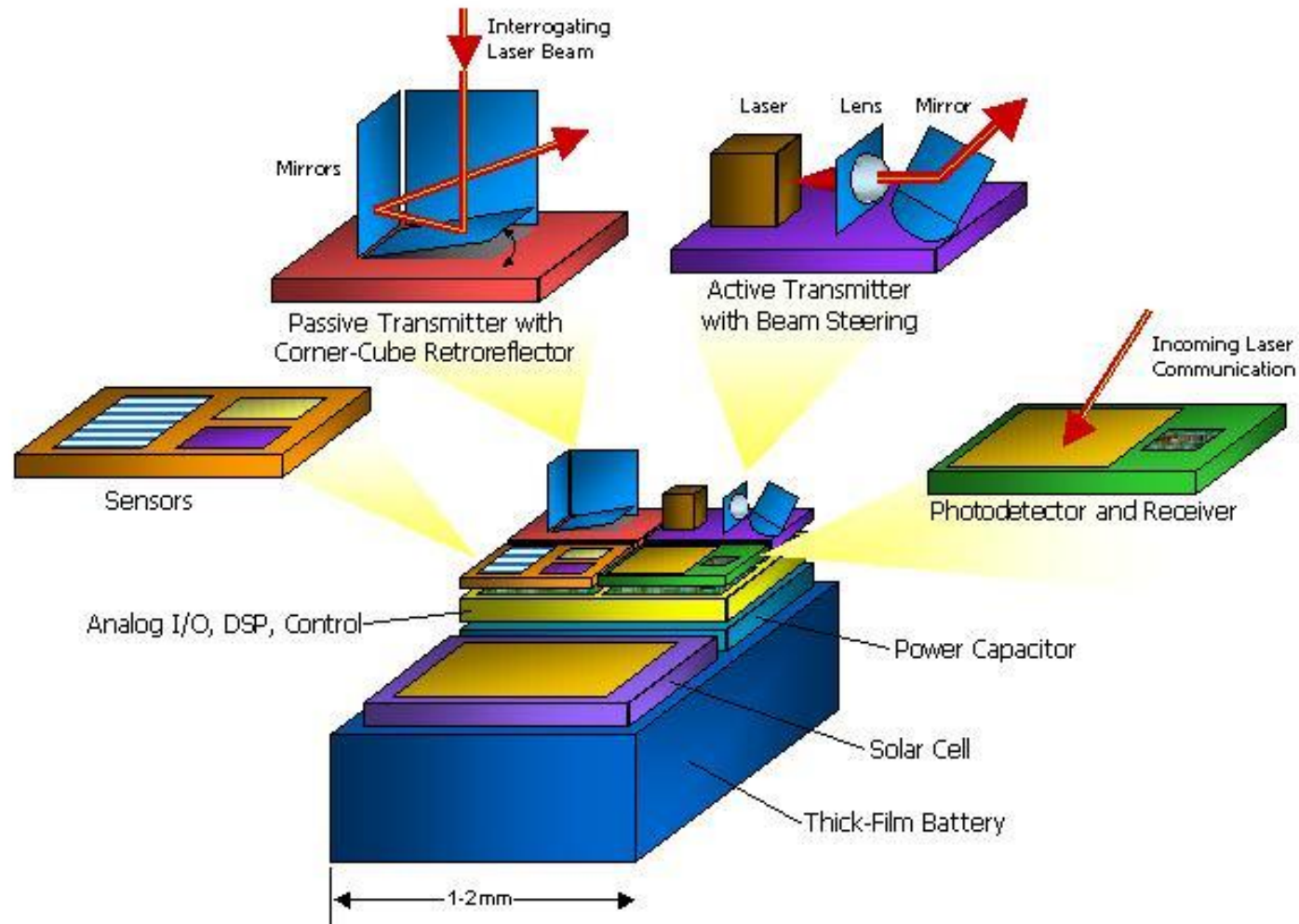


Smart Dust

- Projekt a Berkeley-n
- A cél egy milliméter nagyságrendű, érzékelésre és kommunikációra képes szenzor mót megtervezése.
- A kommunikáció optikai (lézer diódák)
 - Állítható tükök segítségével bármilyen irányban képes kommunikálni (pásztázva az irányokat)

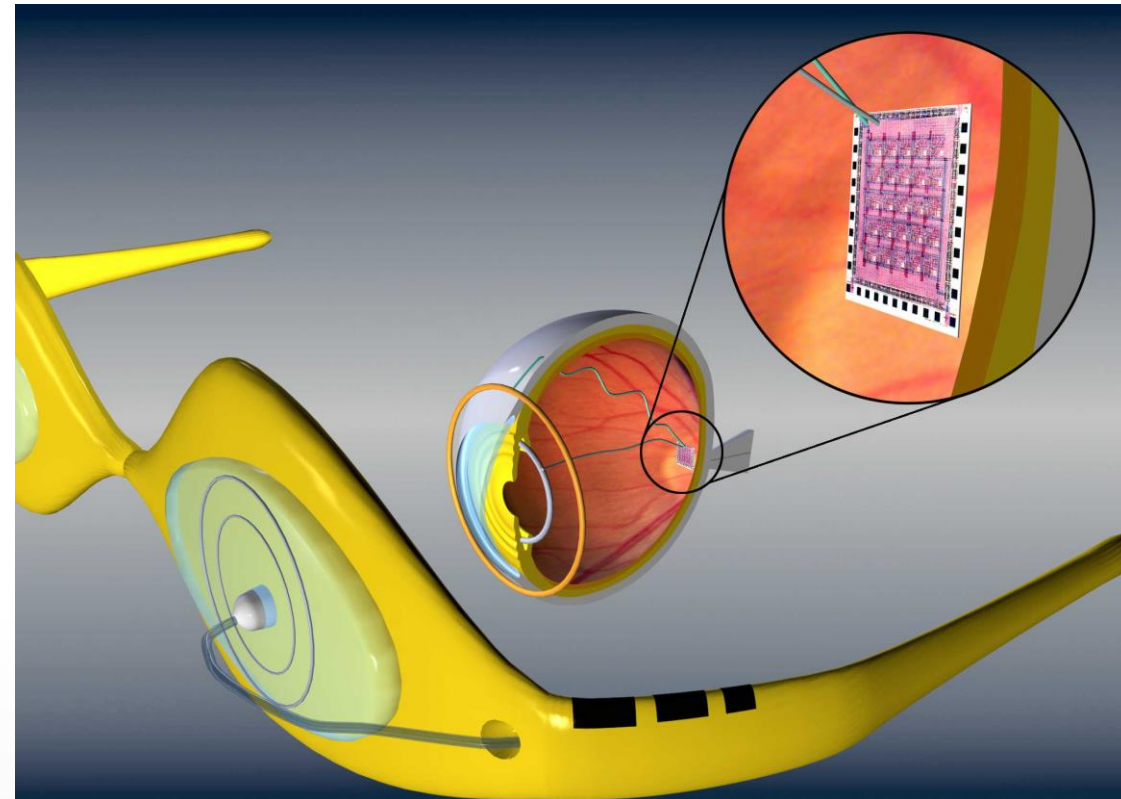
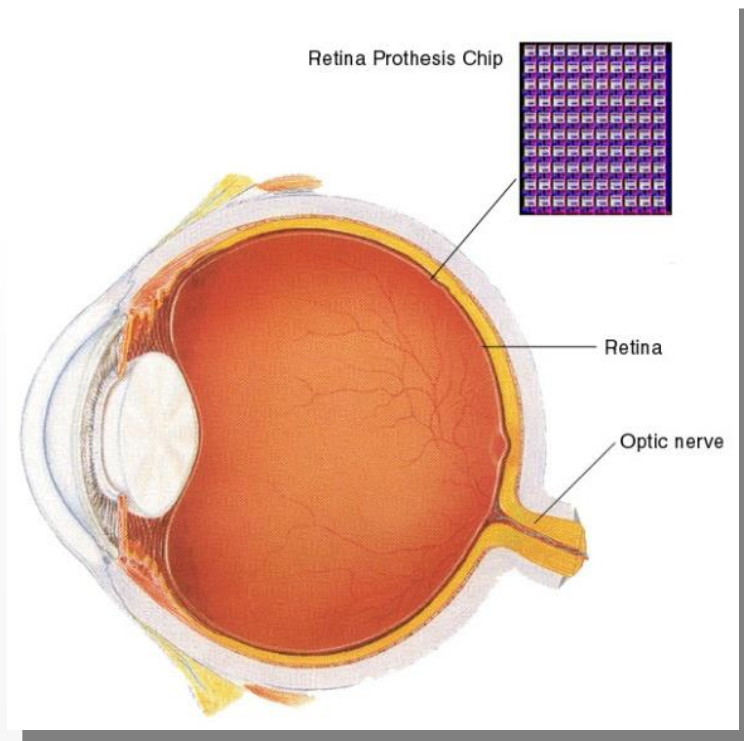


Smart Dust mote



(Bio)orvosi alkalmazhatóság

- Implantált gyógyszer adagolók
- Szenzorok a véráramban
- Mikro-sebészet
- Pl. mesterséges retina



Felvetések...

- Valós idejű szenzor adatok + VR (virtuális valóság)
 - Pl. „látható hőmérséklet”
 - Mögöttes technológia az ambiens intelligenciához (Aml)
 - „Google” a fizikai világban
 - Játékok...
-
- ..és persze számos okos város alkalmazás!
(folyt. köv.)