

# IoT rendszerek kommunikációs megoldásai vitmav22

---

Bevezető

# MME gólya projekt

Show / hide individuals

speed 0,5 sec

Interval 1 day

2014-08-01

2017-02-21

Magyar Madártani Egyesület

PLAY >  repeat

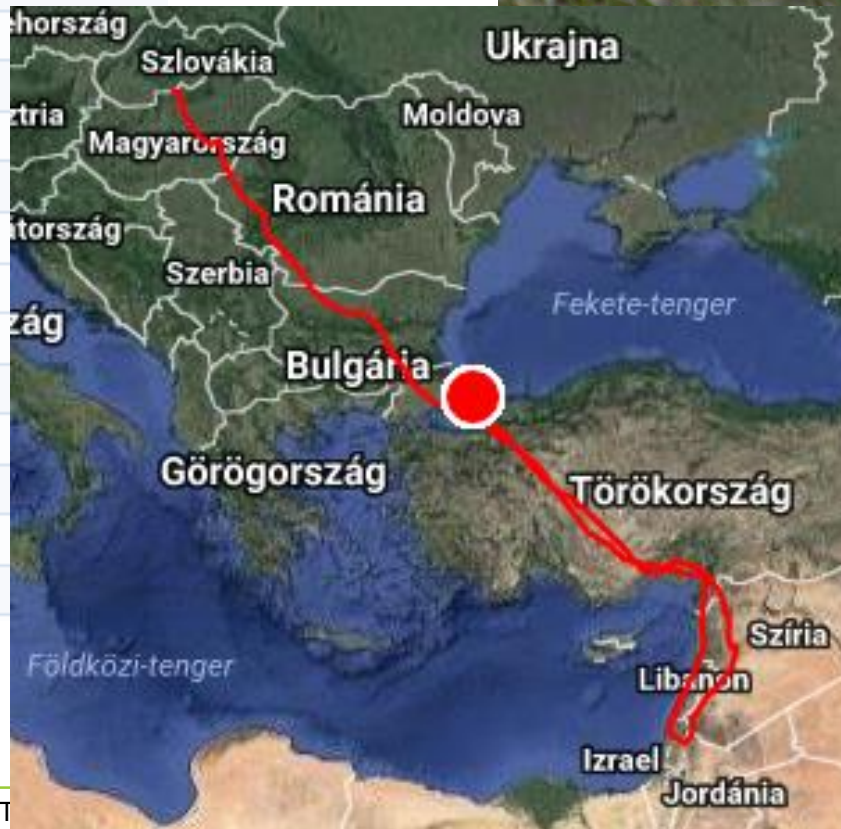




# Báró (fehér gólya)

[Jump to map >>](#)

Name	Báró
Active	✓
Species	White Stork
Country	Hungary
Organisation	MME
Project	Bordless Birds (HUSK 2012-2014)
Sponsor	ERDF - HUSK
Sex	male
Age	Adult
Ring code	HN67
Manufacturer	Ecotone Telemetry
PTT code	HUNG17
PTT weight	21
Accumulator type	Solar
Tagging date	2016-03-27
Tagging place	Órhalom
First data	2016-08-15 02:00:01
Last data	2017-02-19 20:00:07
Number of data	1483





# MME (fehér gólya) HW



# MME Báró fészke webcam



<http://golya.mme.hu/golyakamera/orhalomstream/>



# IoT megvalósíthatósága

---

# IoT megvalósíthatósága

- Az IoT vízió nem új
- A **technológia** az ami mára lehetővé teszi a kicsi, egyszerű számítógépek tömeggyártását.
- A **csökkenő méret**, egyre **kisebb ár**, **javuló energiafogyasztás** következtében processzorok, kommunikációs modulok és egyéb elektronikai komponensek (pl. **szenzorok**) kerülhetnek beépítésre mindennapjaink tárgyaiba.
- **Az apró, hálózatba kötött számítógépek tömeges használata valós opció.**

# IoT képességek

- IoT nem egyetlen újszerű technológia következménye.
- Számos műszaki fejlesztés adja a képességet a **virtuális és fizikai világ közötti szakadék** áthidalására.
  
- **IoT képességek** például:
  - Kommunikáció, együttműködés
  - Azonosítás és címezés
  - Érzékelés és beavatkozás
  - Beágyazott információ feldolgozás
  - Helymeghatározás



# IoT – kommunikáció és együttműködés

- **A tárgyak képessége hálózati kapcsolat létrehozására...**
  - egymással, és
  - az internet erőforrásaival
- **Technológiák:**
  - Vezetéknélküli technológiák (pl. IEEE 802.15.4 és ZigBee, UMTS, WiFi, ...)
    - Pl., 10-100 méteres hatósugár 1 mW adóteljesítménnyel, 250 kbps adatsebességgel
  - vezetéknélküli hálózati szabványok (WPAN) a legfontosabbak
  - 6LoWPAN – IPv6 over Low Power Wireless Area Networks IETF Working Group: IPv6 használata 802.15.4 felett
    - Pl., TCP/IPv6 verem 4 kB RAM és 24 kB flash memóriával

# IoT – azonosítás és címezhetőség

- Tárgyak **megtalálhatóak** és megcímezhetőek.
- Tárgyak egyértelműen **azonosíthatóak**.
- Az egyértelmű azonosítás lehetővé teszi a **tárgyak összekapcsolását** az adott tárgyhoz tartozó, internetről letölthető **információval**.
- Technológiák:
  - RFID, NFC (Near Field Communication), optikai vonalkódok

# IoT – érzékelés és beavatkozás

- A tárgyak információt gyűjtenek a környezetükről **érzékelők** (szenzorok) segítségével, rögzítik, továbbítják vagy reagálnak rá.
- A tárgyak tartalmazhatnak **beavatkozókat** környezetük manipulálására.
- Beavatkozók használhatóak a való világ folyamatainak **interneten keresztüli vezérlésére**. Technológiák:
  - mikroelektronika, MEMS (mikroelektro-mechanikus rendszerek)



# IoT – beágyazott információ feldolgozás

- Az okos tárgyak rendelkeznek processzorral vagy mikrokontrollerrel és tárolókapacitással. Ezek az erőforrások felhasználhatók...
  - **szenzor-információk feldolgozására és értelmezésére**, vagy
  - a tárgy „memóriájaként”, hogy hogyan használták előtte.

# IoT – helymeghatározás

- Az **okos tárgyak tudatában vannak elhelyezkedésüknek**, vagy képesek helyzetüket meghatározni.
- Technológiák:
  - GPS vagy cellás mobil hálózatok (ha komplexitásuk megengedi)
  - WiFi-alapú, UWB, akusztikus vagy optikai
  - RFID olvasók



# Reklám

---



# IoT versenyfelhívás

- A pályaműveket **2017. március 6-ig** küldhetitek be az [iot-palyazat@tmit.bme.hu](mailto:iot-palyazat@tmit.bme.hu) címre
- **Egyszemélyes** vagy **2-4 fős csapat**
- **Ötlet legfeljebb egy oldalban**
- **Március 6.:** 6 továbbjutó csapat
- **Április 28.:** prototípusok bemutatása

**TMIT**  
**INTERNET OF THINGS**  
**VERSENY**

evopro  
ERICSSON  
telenor  
NATIONAL INSTRUMENTS

**Fődíj: 300 000 Ft**

**Közönségdíj: 100 000 Ft**

A prototípus elkészítéséhez: 6 x 50 000 Ft

**Jelentkezés:  
március 6.**

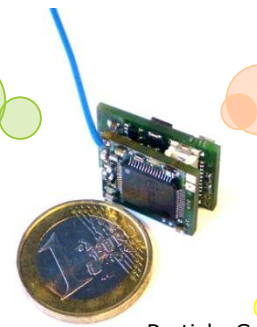
<http://www.tmit.bme.hu/iot-verseny-2017>

# Vezetéknélküli szenzorhálózatok

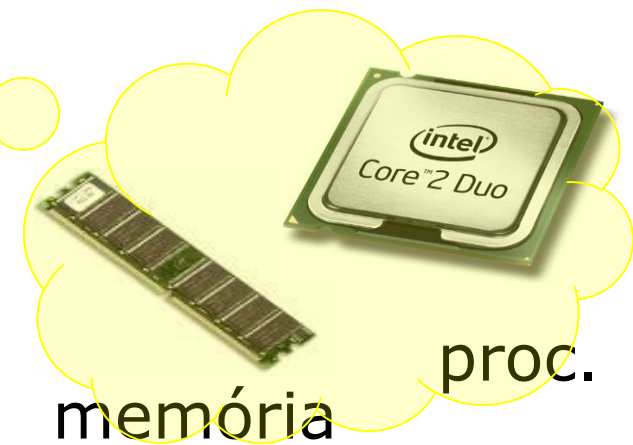
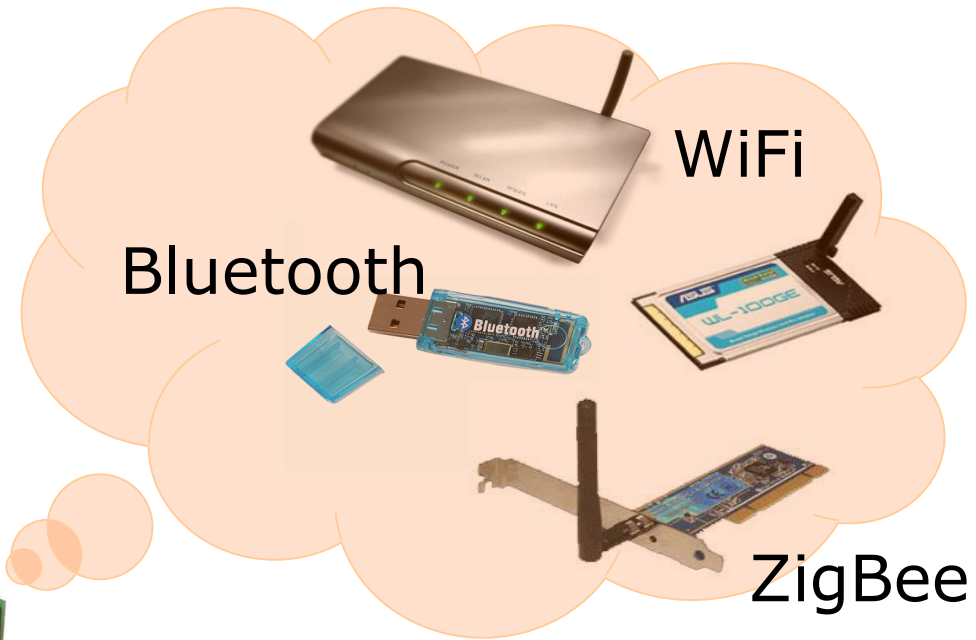
---

...mint mögöttes IoT technológia

# Szenzorok + intelligencia + hálózat...



Particle-C  
szenzor  
„mót”





# Legyen kicsi, olcsó és sok...

Követelmények a szenzorokkal szemben:

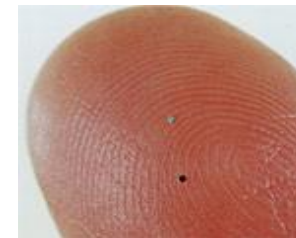
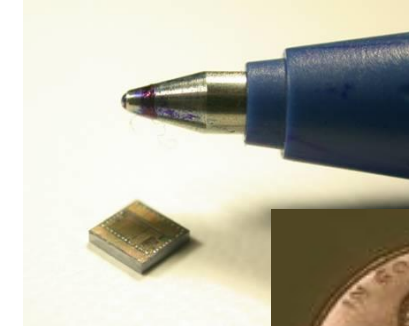
- kis méret + **olcsó** + alacsony fogyasztás

Következmény:

- korlátozott számítási kapacitás
- korlátozott energiakészlet
- korlátozott rádiós sugár
- „**egyszerűbb**” megoldások

Követelmény a szenzorhálózattal szemben:

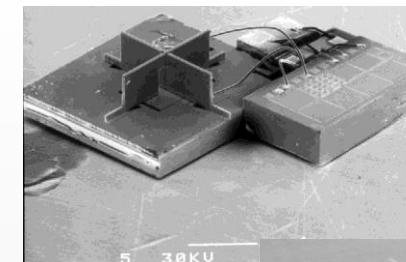
- tipikusan **sok** csomópont
- hosszú élettartam
- megbízható
- önszerveződő, felügyelet nélküli
- hibatűrő, öngyógyító



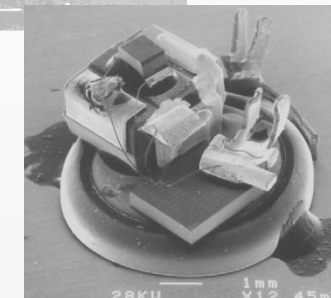
Hitachi



Uni California, Berkeley



MEMS



# Legyen mindenhol és mindenben...

A környező fizikai valóság minden léptékben megfigyelhető!

- bármely mérhető, fizikai mennyiség
- környezet monitorozás (földfelszín, víz, levegő)
- intelligens épületek, okos város
- intelligens otthon, munkahelyek
- testen belüli monitorozás
- világűr
- ...



forrás: S. Gyula

# WSN topológia

---



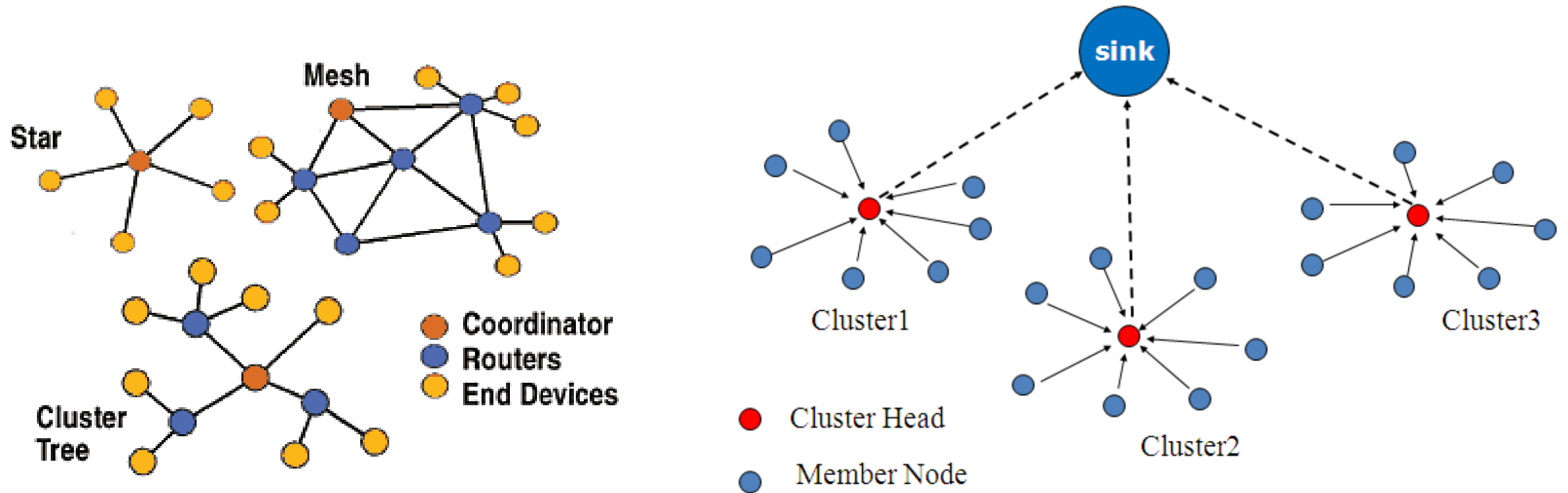
## Elosztott (flat) struktúra

- Nincs kialakított logikai struktúra, minden node részt kell vegyen a hálózat vezérlésében.
- Mivel a node-ok csak a szomszédaikról rendelkeznek közvetlen információval, időről időre **terjeszteniük kell ezt az információt a hálózatban.**
  - Pl. periodikusan minden állomás szétküldi az általa tárolt routing táblát.
- Hátrány: skálázhatatlan! (pl. több ezer node esetén...)

## Klaszterezés

- A hálózatot ún. **klaszterekre** (cluster) bontjuk úgy, hogy minden node legalább egy klaszterben szerepeljen.
- Minden klaszternek vagy egy **vezérlője** (cluster head), amely állomás vezérli a klaszteren belüli node-okat.
- **Átjáró** (gateway) állomások biztosítják a klaszterek közötti kommunikációt.
- Jobban skálázható.
- Probléma: Minden klaszter ismeri a szomszéd klasztereket, de honnan értesül a távolabbi klaszterekről?
  - Ugyanazon probléma eggyel magasabb hierarchiaszintre került!

# WSN topológia – klaszterképzés



# Szenzorhálózatok sajátosságai

---



# Szenzorhálózatok sajátosságai

- A hálózati csomópontok (szenzorok) nagy száma:
  - **Nem lehetséges a globális címezés**, mert nem menedzselhető önálló ID minden node számára.
  - Következmény: A „hagyományos” IP alapú protokollok nem(?) alkalmazhatóak.
- A szenzorok ad-hoc módon telepítettek:
  - A hálózatnak **önszerveződőnek** kell lennie.
  - Meg kell birkóznia az esetleges **véletlenszerű** node-eloszlással.
  - Biztosítani kell a **felügyelet nélküli** működést.

# Szenzorhálózatok sajátosságai

- Tipikusan a szenzorok **stacionáriusak** a telepítés után.
  - Ellentétben a mobil ad-hoc hálózatokkal, ahol az állomások szabadon mozoghatnak.
  - Alkalmazástól függően lehet néhány mobil állomás is (tipikusan alacsony mobilitással).
  
- Tipikusan **több forrástól** (szenzortól) áramlik az információ **egy nyelő** (bázisállomás) felé.
  - De lehet akár multicast, vagy peer-to-peer forgalom is!

# Szenzorhálózatok sajátosságai

- A **helytudatos működés** fontos, tipikusan az adatgyűjtés elhelyezkedéshez kötötten történik.
  - Pl. a GPS hardver alkalmazása nem lehetséges, mert túl költséges.
- A forgalmazott adatok tipikusan **redundánsak**.
  - Pl. Több szenzor érzékel és küld adatokat ugyanarról a jelenségről.
- A legtöbb szenzorhálózat **adatcentrikus**.
  - Az adatokra bizonyos attribútumok alapján vagyunk kíváncsiak. (Pl. Hol magasabb a hőmérséklet, mint 40 fok?)
  - **Attribútum alapú címzés** szükséges a várt adatok típusának meghatározásához.

# Routing tervezési kérdések WSN-ben

## ▪ **Adatküldési modell**

### ▪ **idővezérelt** (folyamatos)

- pl. periódikus monitorozást igénylő alkalmazásoknál
- A szenzorok időről időre aktiválódnak, mérnek, majd elküldik a mért adatot.

### ▪ **eseményvezérelt**

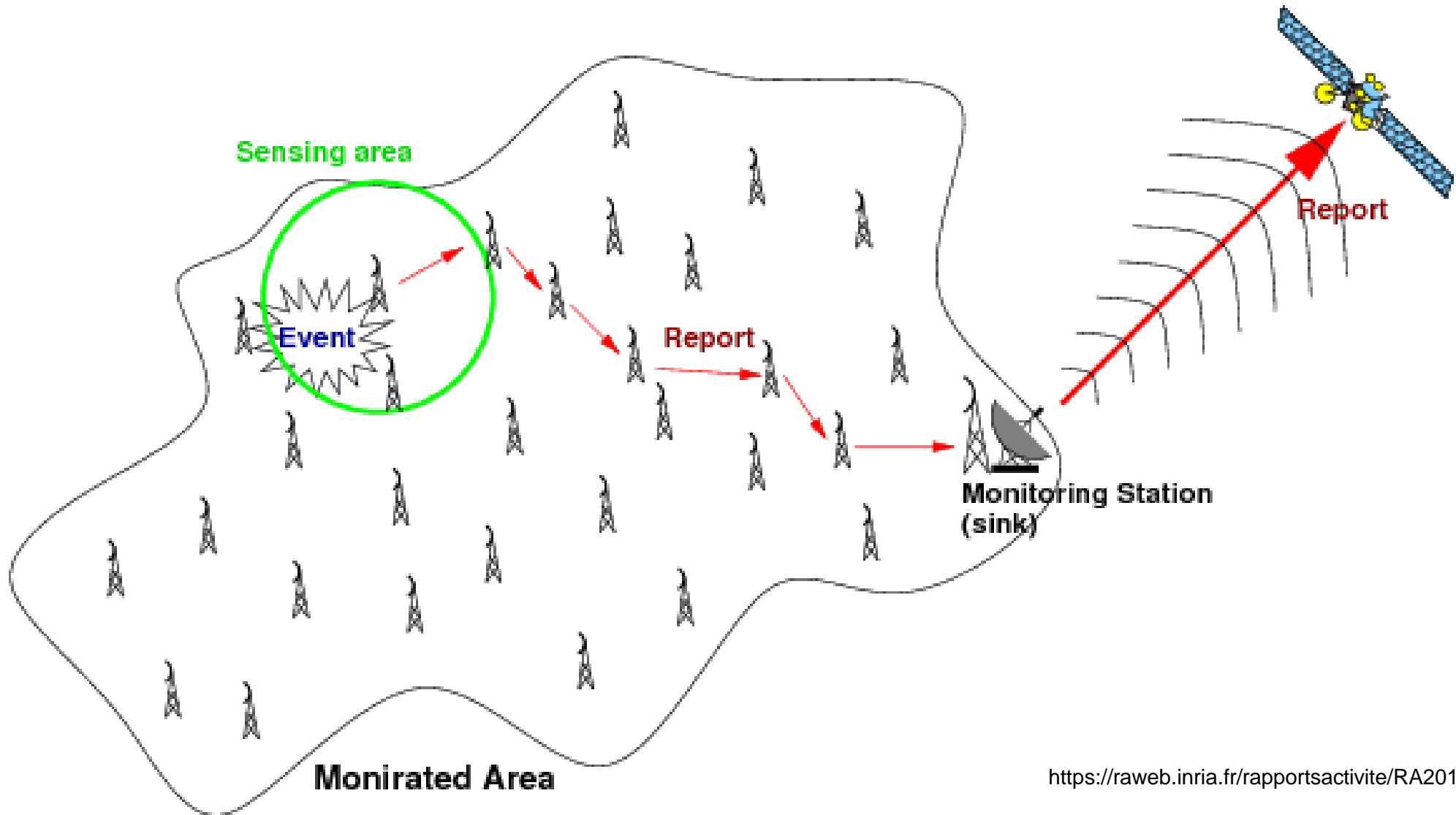
- A szenzorok reagálnak a környezet hirtelen vagy jelentős változásaira.
- Időkritikus alkalmazásoknál fontos.

### ▪ **lekérdezés-vezérelt**

- Egy „vezérlő” lekérdezésére válaszolnak a node-ok

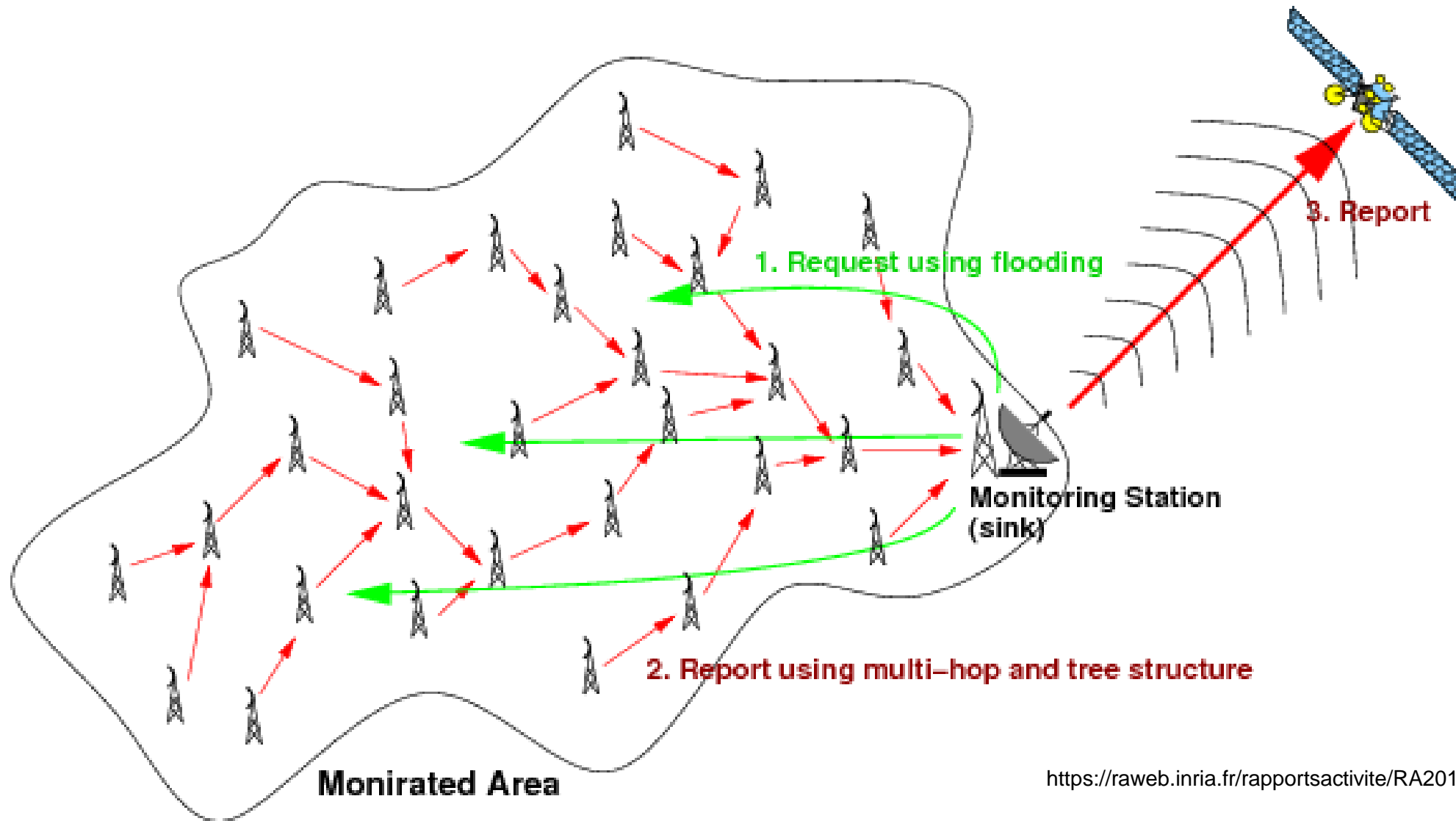


# Eseményvezérelt működés (példa)



<https://raweb.inria.fr/rapportsactivite/RA2010/pops/IMG/fig1.png>

# Lekérdezés vezérelt (példa)



<https://raweb.inria.fr/rapportsactivite/RA2010/pops/IMG/fig1b.png>

# Tervezési kérdések WSN-ben

## ▪ Hibatűrés

- Bármelyik szenzor bizonyos okok miatt (pl. interferencia, fizikai sérülés, energiahiány) kieshet a hálózathoz.
- Egy node kiesése nem szabad, hogy az egész alkalmazás működését veszélyeztesse.
- A MAC és routing protokolloknak képesnek kell lenniük több node kiesését is megoldani.

## ▪ Skálázhatóság

- A szenzorok száma egy hálózatban több száz, esetleg több ezer(!) is lehet.
- Pl. Egy állomásban implementált routing tábla messze nem tartalmazhatja az összes útvonalat minden node-hoz.

# Tervezési kérdések WSN-ben

## ▪ Lefedettség

- Minden szenzor csak a „közeli” környezetét tudja kellő pontossággal figyelni.
- A teljes terület lefedettsége (ill. a lefedettség megtartása az idő előrehaladtával) fontos szempont a tervezésnél.

## ▪ Adatösszegzés (aggregation)

- A szenzorok nagyfokú redundanciával generálnak és küldenek adatokat. (Pl. hőmérsékletmérés közeli pontokban)
- A lényeges információ kiemelésével az átvitt adatmennyiség nagyban csökkenthető.
  - Pl. minimum, maximum, átlag
- Adat összegzéssel energiatakarékosság és nagyobb hatékonyság érhető el.
- Jelfeldolgozási módszerek is bevethetők a tömörítésnél.



# Lokalizáció

---

Taxonómia, módszerek, nyomkövetés

# Lokalizáció szenzorhálózatokban

- A legtöbb alkalmazás megköveteli a **helytudatos működést**.
  - Pl. környezet-monitorozás, jármű nyomkövetés, stb.
- Helytudatos működéssel **energia is spórolható**
  - Pl. elhelyezkedés-alapú útvonalválasztás
    - Nincs szükség útvonal felderítésre
- A GPS használata messze túl költséges szenzorhálózati node-okban.

# Lokalizáció – taxonómia

- A lokalizációs információ lehet...
  - **fizikai** (PI: Épület elhelyezkedése: 47°39'17"N 122 °18'23"W 20.5m)
  - **szimbolikus** (PI: „a konyhában”, „Berlin felé tartó vonaton”, ...)
- Fizikai lokalizációs információt nyújtó rendszer kibővíthető szimbólikus lokalizációs infók nyújtására.
  - PI. **Adatbázis**, ahol a fizikai lokációhoz egyéb információkat/szolgáltatásokat rendelhetünk. **Sokszor pont ezért használjuk!**
- A különféle információs rendszerek együtt is használhatók lokalizációra.
  - PI. GPS a vonatban + jegyfoglalási adatbázis + személyes naptárbejegyzések  
-> adott személy pozíciójának meghatározása

## Lokalizáció – taxonómia (folyt.)

- „**Lokális lokalizáció**”: A meghatározandó objektum saját maga határozza meg a pozícióját, rajta kívül más ezt nem tudja megtenni.
  - Előnyös lehet a biztonság (privacy) szempontjából.
  - PI: GPS
- Más esetben a meghatározandó objektumnak (telemetrikus vagy egyéb) adatokat kell szolgáltatnia egy **külső infrastruktúrának**.
  - PI: jeladó badge-ek, RFID tag-ek
- Sok esetben a lokalizációs információ személyes és védendő adatnak számít!



## Lokalizáció – taxonómia (folyt.)

- **Pontosság** (accuracy) vs. **precízió** (precision)
  - Pl. Egy GPS vevő képes mérésenként 10 m-es pontosság meghatározására az esetek 95%-ában.
- A megkövetelt pontosság nagyon alkalmazásfüggő!
  - Pl: „*Merre vándorolnak telente a hosszúszárnyú bálnák?*”
  - vagy: „*Melyik szobában voltam dél körül?*”
  - vagy: „*A légtér melyik köbcentiméterében helyezkedett el a mutatóujjam körme 12:01:59.412-kor?*”
- Tipikusan a megkövetelt pontosság csökkentésével nagyobb megbízhatóság (precízió) érhető el.