

Kitekintés

IoT, WSN, Big Data, Cloud, Smart Transport, Crowdsensing, eHealth, ...

Tartalom

- Gyakran emlegetett IoT alkalmazások
- IoT és WSN
- Big Data
- Cloud storage/compute
- Intelligens közlekedés
- Crowdsensing
- eHealth
- stb.

Leggyakrabban emlegetett IoT alkalmazások

- „A hűtőszekrény látja, hogy lejárt a szavatossága a tejnek, és újat rendel az online webáruházból”
 - **Biztos, hogy akarjuk ezt?**
 - Lehet nem ízlett, más gyártótól rendelnénk
 - Talán fogyókúrát kezdtem
 - Nem szeretném ha a hűtőm intézné a bevásárlást
 - Rengeteg szubjektív tényező befolyásolhatja
 - Az USA-ban a vásárolt élelmiszer 25%-át kidobják
 - Évente 1500-2000 USD kár a családnak
 - Rengeteg felesleges kiadás - gyártás, tárolás, szállítás, eladás
 - Átlagos amerikai család 10-szer több élelmiszert dob ki mint egy dél-kelet ázsiai család
 - **A technológia fejlődése tovább fokozhatja ezt, ha rosszul használják**



Leggyakrabban emlegetett IoT alkalmazások

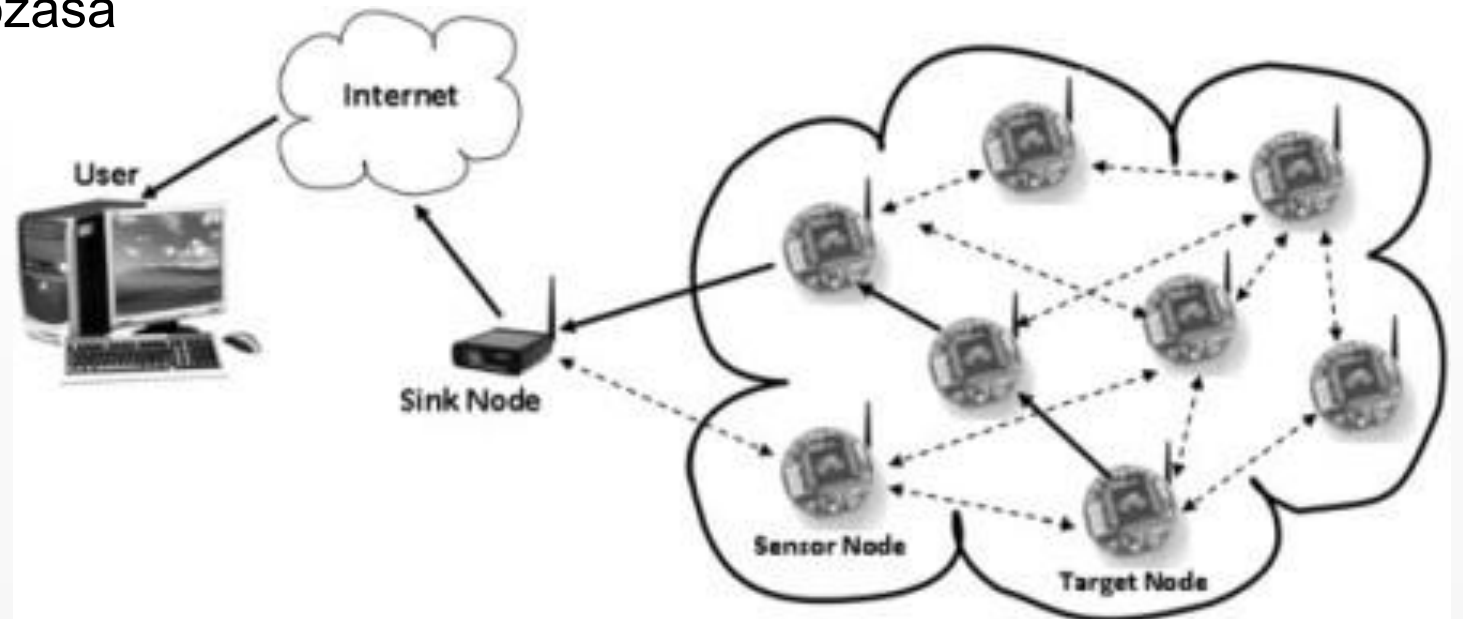
- „At autónk előre bekapcsolja a házunkban a fűtést, amikor hazaindulunk a munkahelyről”
 - **Biztos, hogy akarjuk ezt?**
 - Mennyi idő, amíg a padlófűtés felfűti a lakást, és mennyi idő amíg hazaérünk?
 - Honnan tudja az autónk automatikusan, hogy hazaindultunk?
 - GPS-t nem használunk a hazajutáshoz, nem látja a célállomást
 - Lehet megállunk órákra vásárolni
- Az ilyen példák gyakran mesterségesnek, „l’art pour l’art” megoldásnak tűnnek
 - Negatív fényt vetnek az IoT-re, elrettentik az embereket
- **De vannak „hasznosabb” alkalmazások is ...**



IoT és WSN

IoT vs. WSN

- **WSN – Wireless Sensor Networks**
 - Vezeték nélküli szenzorhálózatok
- Katonai alkalmazásoktól a civil szféráig, rengeteg alkalmazási terület
 - Általában homogén, statikus szenzorok
 - Céljuk egy terület monitorozása



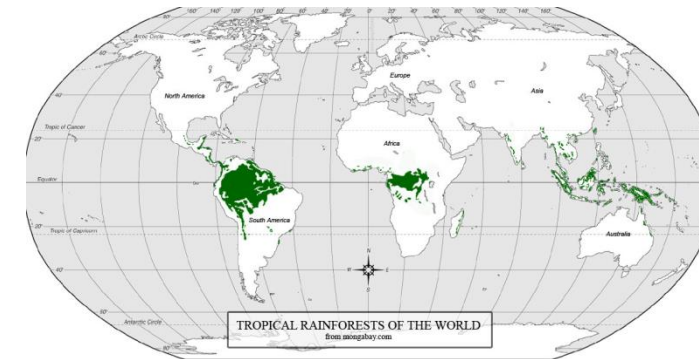
IoT vs. WSN

WSN – Wireless Sensor Networks

- **Legfontosabb kutatási kérdések**
 - **Hogyan juttassuk el a csomagot a szenzoroktól a nyelőig?**
 - **Hogyan növeljük a hálózat élettartamát (elkerülve a szenzorok lemerülését)?**
- **Ötletek ezrei**
 - **Energiahatékony útválasztás, terheléselosztás, adat aggregáció, klaszterezés, stb.**
 - **„Minden” valós és nem valós kérdést megoldottak**
 - **2005 nyarán az IEEE Infocom konferenciára az 1600 beküldött cikkből +400 WSN-ről**

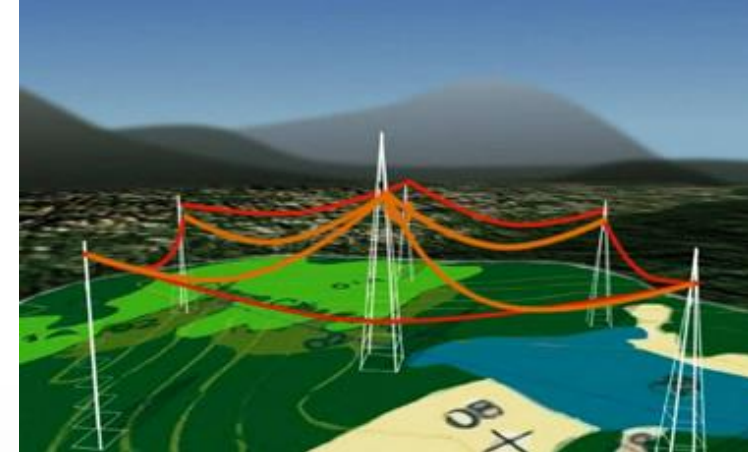
Esőerdő monitorozás

- A Föld erdeinek egyharmada esőerdő
 - ...egyelőre, de évente 200.000 km²-t irtanak ki
- A Föld élőlény fajainak 60-70%-a innen származik
- A Föld oxigénkészletének 28%-a itt termelődik



Atlantic Rainforest Sensor Net Research

- Tornycok a lombkorona fölé
- Kábelek a tornycok között
 - A lombkorona fölött, alatt, különböző magasságokban
- 600 szenzor a kábelekre erősítve
 - Havi 18 millió mérés (40 mérés / szenzor / óra)
- Időnként bemennek egy lappal, begyűjtik az adatokat



Atlantic Rainforest Sensor Net Research



Víz alatti szenzorhálózatok

- Tengeri élővilág monitorozása
 - Korallzátony megfigyelése
 - Olajfoltok követése
 - Olaj- gáz- és ércmezők felderítése
 - Távközlési kábelek monitorozása
 - Szeizmikus mozgások megfigyelése
 - Tsunami előrejelzés, stb.
-
- A rádiós hullámok rosszul terjednek
 - Nagy csillapítás, nagy adóteljesítmény
 - Optikai kommunikációnál nagy szóródás
 - Precíz, keskeny lézer nyaláb kellene
 - **Inkább akusztikus kommunikáció**



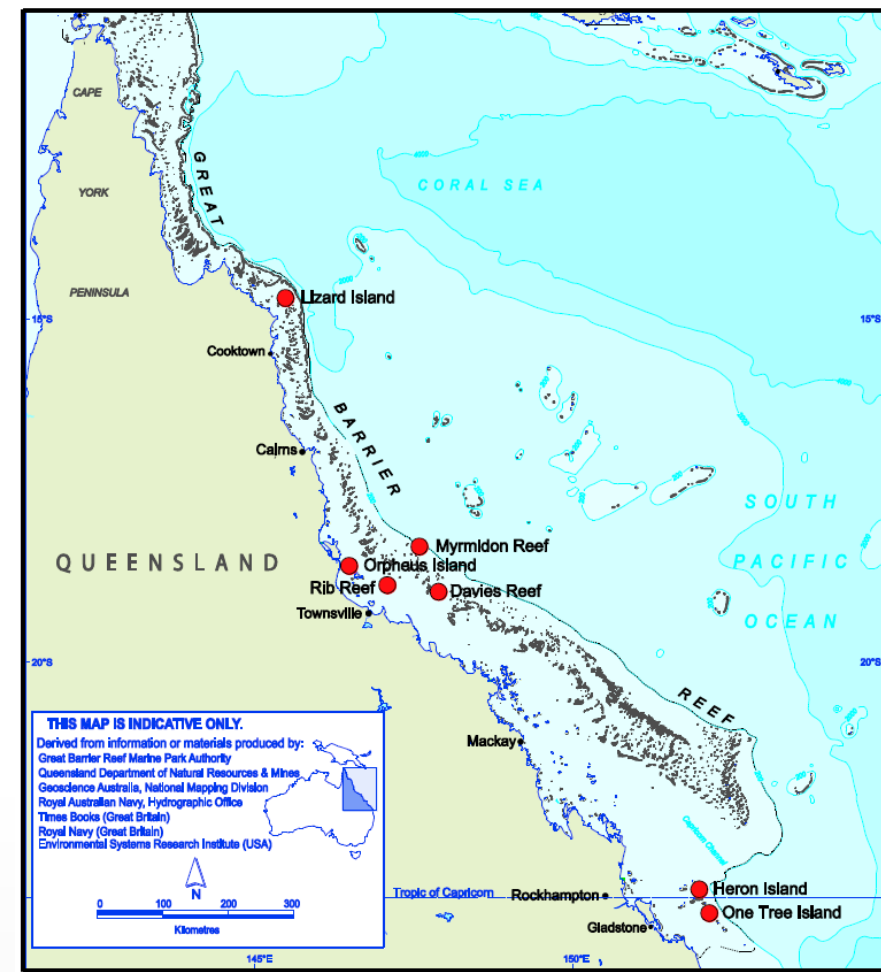
Víz alatti szenzorhálózatok

- Szenzorok a tengerfenékhez rögzítve, vagy lebegve a vízben
- Nyelőállomás a víz felszínén,
vagy mozgó AUV-k
 - Autonomous Underwater Vehicle
- **Kihívások**
 - Kis sáv szélesség
 - Nagy csomagvesztés
 - Korlátozott energiatartalék
 - Korrózió
 - Gyér hálózat, drága eszközök
 - A dobozolás miatt



GBROOS Great Barrier Reef Ocean Observing System

- 2007-ben indult projekt
 - 50 millió AUD állami támogatás, 44 millió AUD a partnerektől
- 2009-ben újabb 52 + 66 millió AUD, kiterjesztve 2013-ig
- A hálózat ma 7 részből áll
 - 33 bója és torony
 - 92 eszköz
 - 180 különböző adatfolyam
 - A szenzorok 100 km távolságra a parttól
- **A korall-fehéredés okainak vizsgálata**
 - Vízhőmérséklet
 - Fény
 - Sótartalom
 - Időjárási viszonyok



IoT vs. WSN

- IoT – Internet of Things
 - Továbbfejlesztett WSN
 - Heterogén eszközök (méret, erőforrások, mobilitás)
- **Legfontosabb kérdések**
 - **Hol tárolom el a begyűjtött nyers adatokat?**
 - Maga a begyűjtés már megoldott
 - **Hogyan dolgozom fel őket?**
 - Szűrés, aggregálás, korrelációs elemzés, stb.
 - **Hogyan csatolom vissza az információt az IoT-be?**
- **Hatalmas adatmennyiség...**
 - Hőmérséklet adat – 10 byte
 - Percenként, 1 évig – 5 Mbyte
 - **20 milliárd IoT eszköz – 100.000 Terabyte**
 - ~13.000 év HD-TV videó

Big Data



1 NEW DEFINITION IS ADDED ON **URBAN**

1,600+ READS ON **Scribd**



13,000+ HOURS **MUSIC** STREAMING ON **PANDORA**



12,000+ NEW ADS POSTED ON **craigslist**



370,000+ MINUTES VOICE CALLS ON **skype**



98,000+ **TWEETS**



320+ NEW **twitter** ACCOUNTS

100+ NEW **Linked in** ACCOUNTS

1 associatedcontent **NEW** ARTICLE IS PUBLISHED

THE WORLD'S LARGEST COMMUNITY CREATED CONTENT!!



20,000+ NEW POSTS ON **tumblr**.

13,000+ **iPhone** APPLICATIONS DOWNLOADED

QUESTIONS ASKED ON THE INTERNET...

100+ 40+ **Answers.com** **YAHOO!** ANSWERS



600+ NEW **VIDEOS**

25+ HOURS **TOTAL** DURATION



70+ **DOMAINS** REGISTERED

60+ NEW **BLOGS**

1,500+ **BLOG** POSTS

168 MILLION **EMAILS** ARE SENT



694,445 **SEARCH** QUERIES



Google Search

1,700+ **Firefox** DOWNLOADS

695,000+ **facebook** STATUS UPDATES



6,600+ NEW **PICTURES** ARE UPLOADED ON **flickr**



50+ **WORDPRESS** DOWNLOADS



125+ **PLUGIN** DOWNLOADS

79,364 **WALL** POSTS

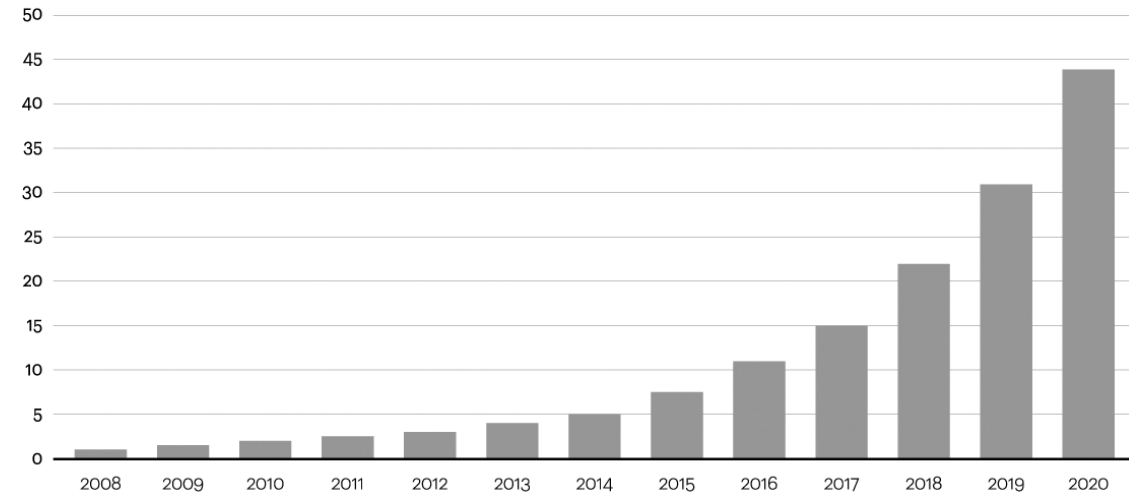
510,040 **COMMENTS**



Big Data

Rengeteg új adat, exponenciális növekedés

Data in zettabytes (ZB)



Source: Oracle, 2012

- **500 Terabyte (10^{12})** új adat naponta a Facebook-on
- **1 Petabyte (10^{15})** adat másodpercenként a CERN LHC-ban
- **1 Exabyte (10^{18})** új adat naponta az interneten
- **5 Zettabyte (10^{21})** adatot tud az NSA (National Security Agency) új utah-i adatközpontja tárolni
 - 78 milliárd iPhone egymásra pakolva, mindegyikben 64 GB memória
 - ~ 600.000 km > Föld-Hold távolság másfélszerese
- **Yottabyte (10^{24}) és Brontobyte (10^{27})**
 - **Új mértékegységek az IoT világához**

Planetary Skin



- **Cisco és NASA közös projekt (2009)**
 - Kormányzati szervek (USA, Brazília, Peru)
 - Egyetemek (Imperial College London, Univ. of Minnesota)
- **Motto: „We can’t manage what we can’t measure”**
 - Bolygó méretű szenzorhálózat, földön, vízen, levegőben
 - „Mesterséges érzékelő bőrréteg”
 - Adatok begyűjtése műholdak segítségével
- **Motto: „Sense. Predict. Act.”**





Big Data

- A jelenlegi vizualizációs megoldások korlátozottak
 - Egyéni szenzorok adatainak megjelenítése
 - Egyszerű szűrések implementálása (pl. földrajzi terület)
- **Big Data kihívások**
 - Komplex adatbányászati feladatok
 - Komplex térbeli és időbeli korrelációk, trendek megállapítása
 - Globális információ vizualizációja
 - Ne legyünk „brit tudósok”
 - Ne lássunk kapcsolatot ott, ahol nincs - pl. talajnedvesség és zajszint mérések



Big Data

- **Big data jellemzők – 3V**

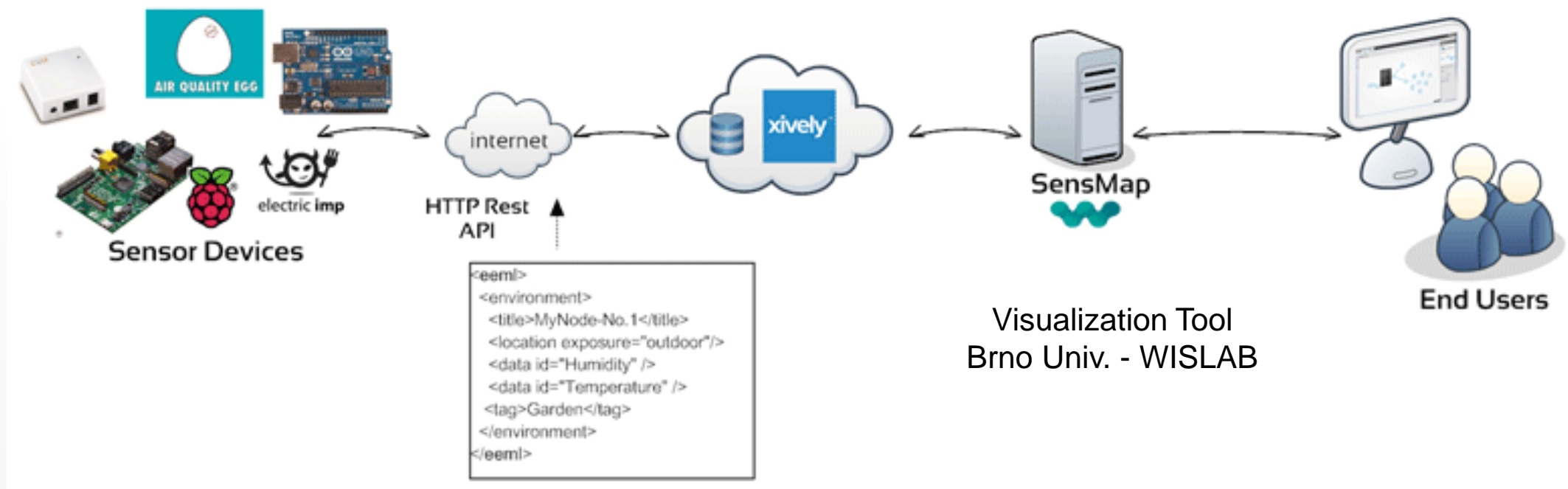
- **High Volume** – nagy adatmennyiség
- **High Velocity** – gyorsan bejövő, gyors feldolgozást igénylő adatok
- **High Variety** – nagyon különböző adattípusok
- **Veracity** – az adatok igazságtartalma, megbízhatósága
- **Volatility** – az adatok gyors elévülése



Cloud storage/computing

Big Data

- Szenzor adatok tárolása a felhőben
- **Xively** (Pachube)
 - Ingyenes, nyílt hozzáférés
 - 250 millió eszköz, 17 millió felhasználó



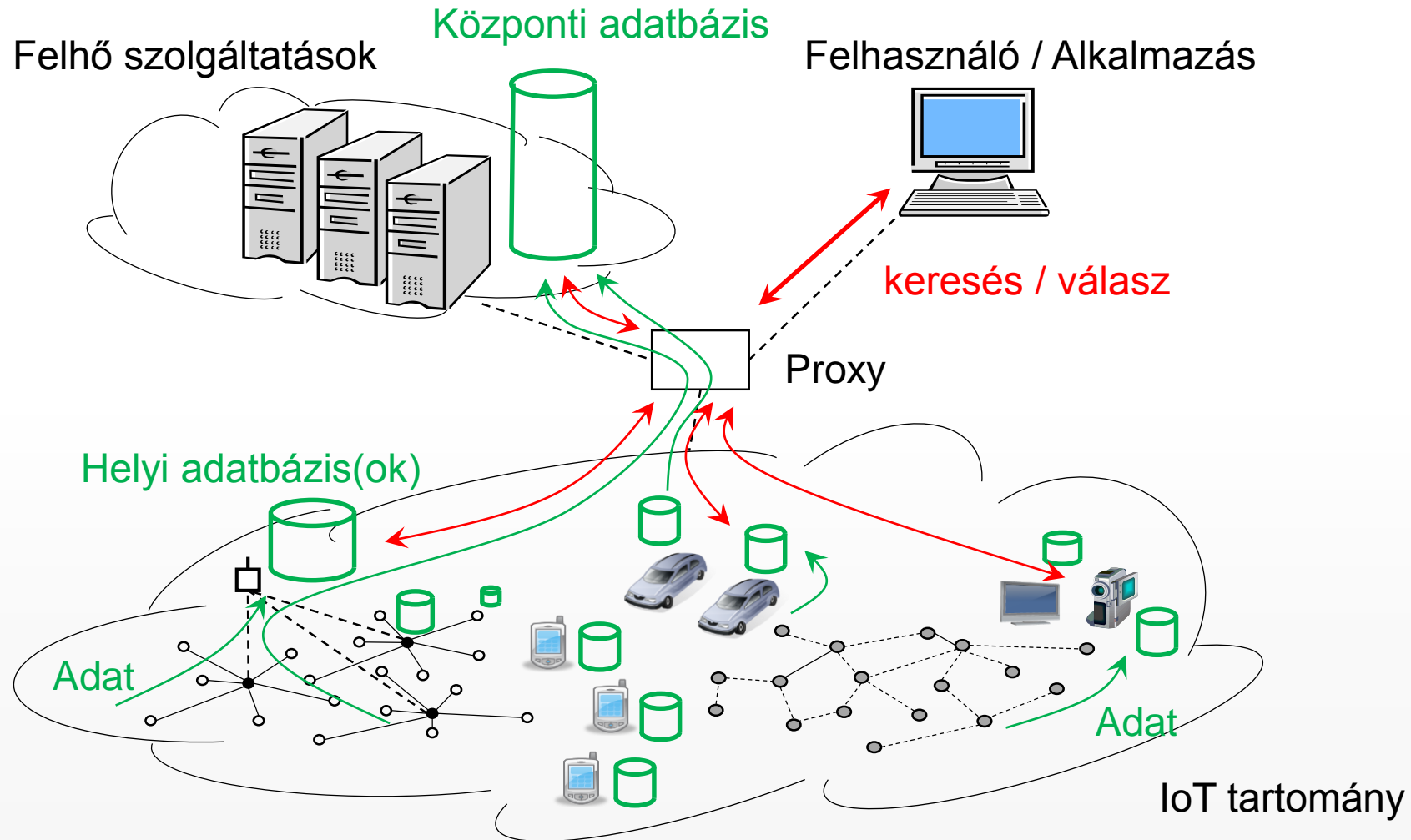
Visualization Tool
Brno Univ. - WISLAB

IoT vs. Cloud

- Az IoT eszközök nem tudják hosszú távon tárolni, feldolgozni az adataikat
 - Korlátozott memória (RAM, Flash), CPU, energia
- **De tényleg küldjük ki mindent a felhőbe?**
 - A rádiós kommunikáció nagyon sok energiába kerül
 - Célszerű egy előfeldolgozást és aggregálást helyben elvégezni
 - A mérés és az adatküldés két külön feladat
 - Mérsni az alkalmazás igényei szerint kell
 - Adatküldés az erőforrások alapján optimalizálva
- **Szenzorok működési módjai**
 - **Idővezérelt** – periodikusan küld
 - **Eseményvezérelt** – csak akkor küld, ha eseményt érzékelt
 - Pl. Temp > 25 °C
 - **Lekérdezés-vezérelt** – akkor küld, ha kérdezik

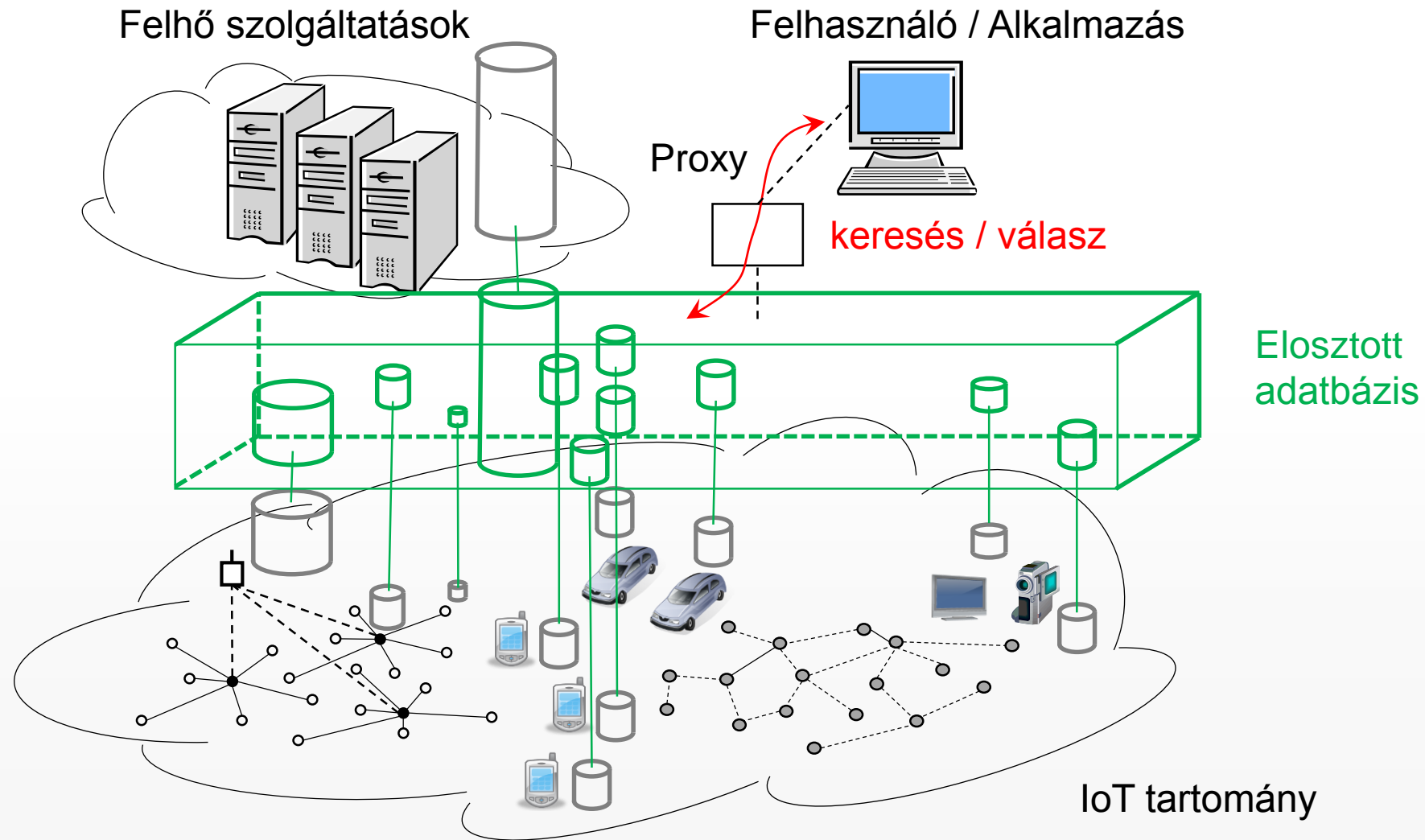
IoT vs. Cloud

- Adatok a felhőben, de az IoT tartományban is



IoT vs. Cloud

- Elosztott adatbázis a felhő és az IoT tartomány között



Caching az IoT-ben

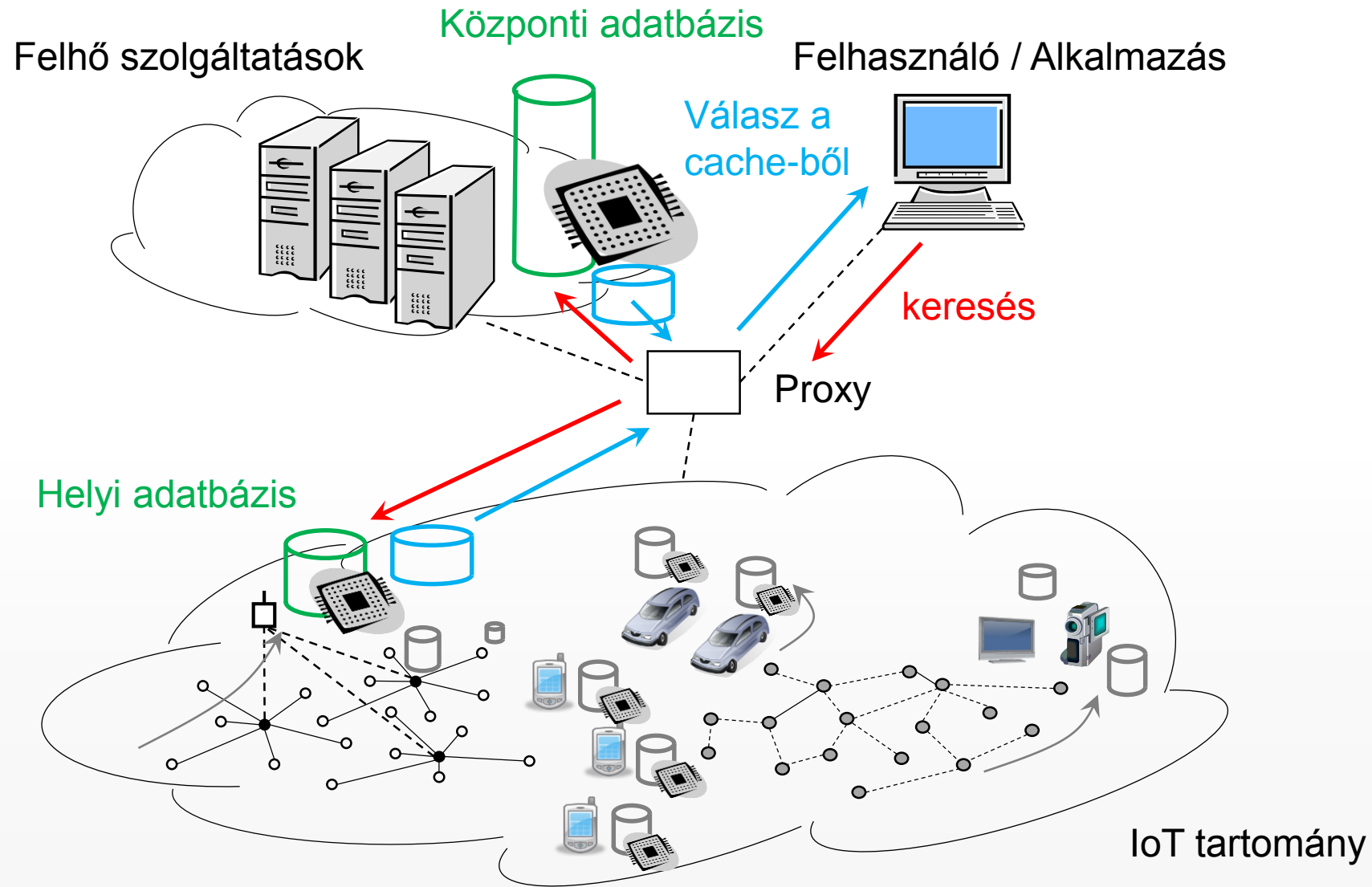
- Népszerű videók a Youtube-on
 - (Lassan) változó népszerűség, de statikus tartalom
 - (Viszonylag) könnyű cache-elni
- Népszerű weboldalak
 - Statikus oldalakat egyszerű cache-elni
 - A dinamikus oldalakat nehezebb, általában közvetlenül a szerverről szolgálják ki
- Népszerű IoT adatok
 - „Milyenek a forgalmi viszonyok jelenleg a Lánchídon?”
 - **Nehezen cache-elhető, de fokozottan érdemes**
 - Nem csak a rádiós erőforrások, de az energia kímélése miatt is

Caching az IoT-ben

- Felmerülő fontos kérdések
 - Meddig érvényes (friss) egy tárolt adat?
 - A két perccel ezelőtti adat még biztos jó
 - A fél órával ezelőtti talán már nem
 - Mi történik, ha részleges (friss) információnk van csak a cache-ben?
 - Pl. csak a Lánchíd budai hídfőjéről
 - Hol legyenek a cache-ek?
 - A felhőben, vagy az IoT eszközökön?
 - Hogyan, mikor frissítsük a cache-eket?



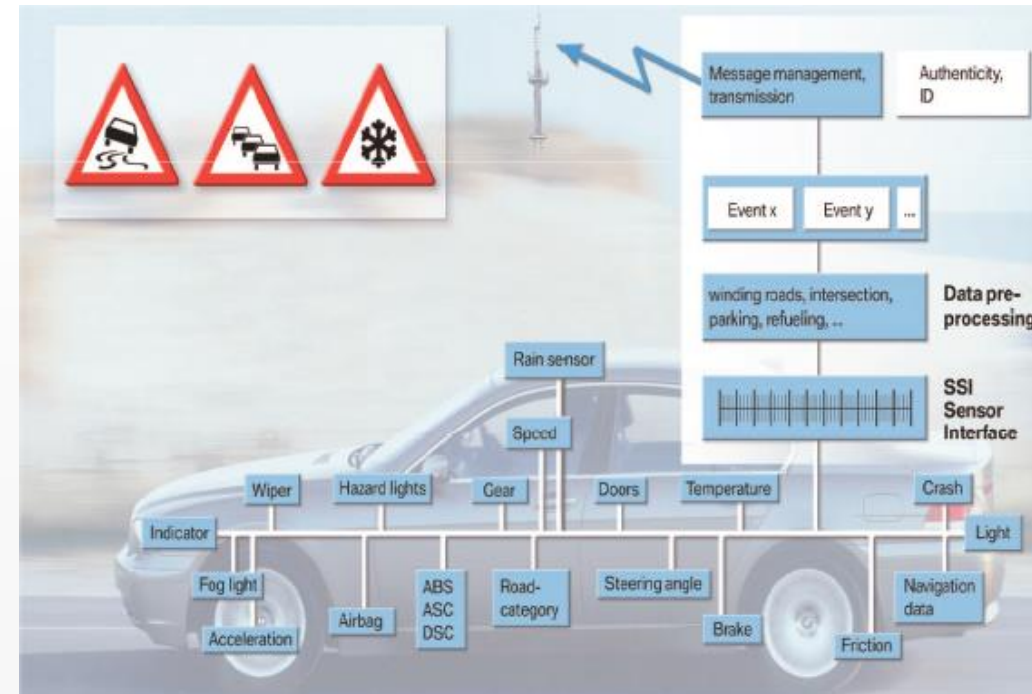
Caching az IoT-ben



Intelligens közlekedés

IoT az intelligens közlekedésben

- **Hagyományos statikus közlekedési táblák**
 - **Mint 100 évvel ezelőtt**
 - Csúszós út, torlódás, havazás – De mikor? Mindig?
- Ma már az autók elektronikája közel 100 különböző szenzort tartalmaz
 - A mért adatokat jó lenne megosztani a többi autóval
 - Szenzorhálózat - járműhálózat



IoT az intelligens közlekedésben

▪ Dugófigyelés

- A közlekedők egy részhalmaza **megosztja** egymással az aktuális információit

- Jitti – Just In Time Traffic Information, Google Maps, Waze

▪ Automatikus - Floating Car Data

- Forgalommal együtt haladó járművek adatai

- Pl. GPS koordináták vagy mobil cella ID-k



▪ Intelligens közlekedés \neq dugófigyelés

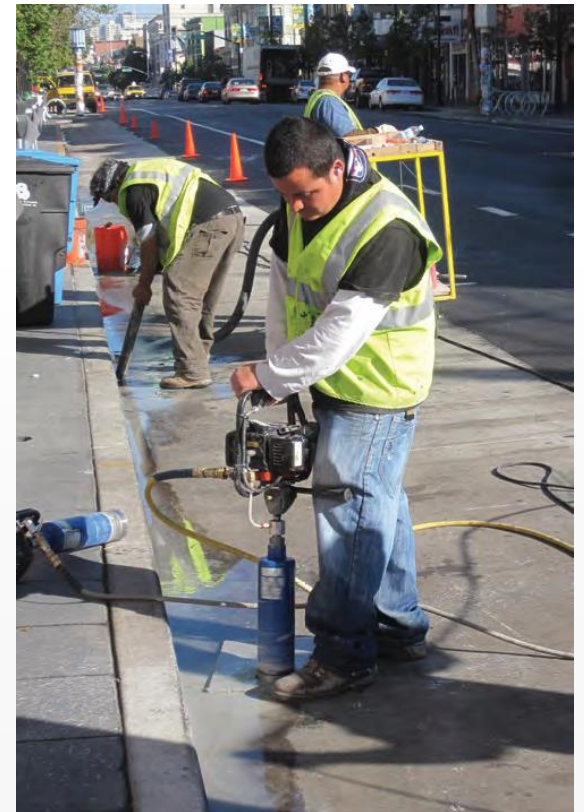
Intelligens parkoló rendszer

- Texas Transportation Institute tanulmány
 - A 75 legnagyobb amerikai városban
 - 3,6 milliárd óra késés, 21,6 milliárd l benzin
 - 67 milliárd USD termelés kiesés
- Kérdések
 - Hol van szabad parkolóhely?
 - **Hogy tudjuk biztosítani a parkolóhelyek minél „egyenletesebb” elosztását**
- **San Francisco - pilot rendszer**
 - kezdeti fázis - 8 fontos parkoló zóna
 - 7000 utcai parkolóhely, a város 25%-nak lefedése
 - 12500 parkolóhely parkolóházakban (75%)

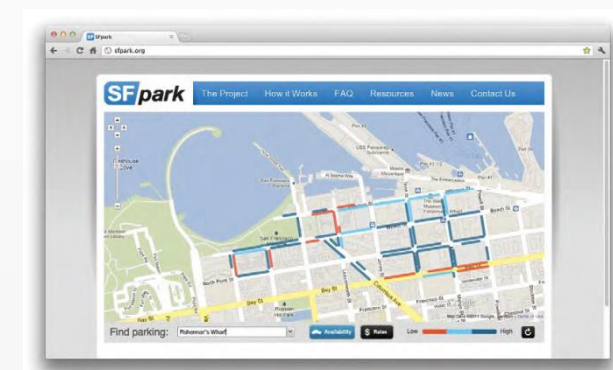
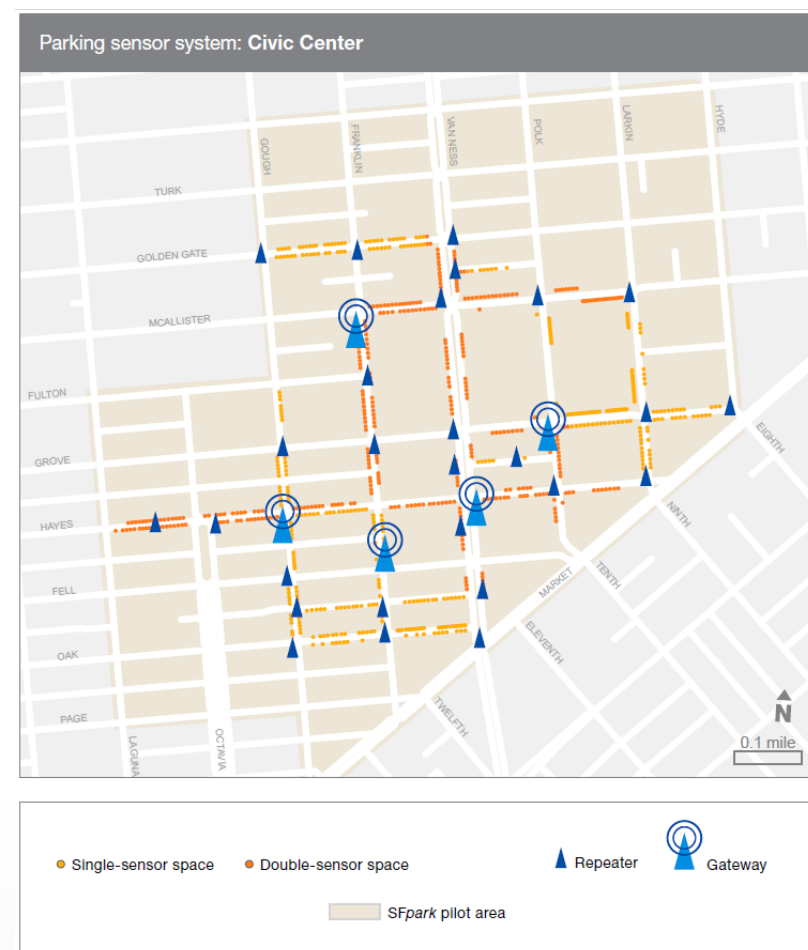


▪ Szenzorok

- 1 vagy 2 szenzor minden parkolóhelyen
- Magnetométer érzékeli a Föld elektromágneses mezejének változását
 - Úgy van kalibrálva, hogy felismerjen egy felette parkoló autót



- **Topológia**
 - A szenzorok a parkolóóráknak küldik az adatokat
 - Átjátszó és gateway csomópontok
 - Multi-hop hálózat
- **Adatok valós idejű megjelenítése**
 - Weben és okostelefonon

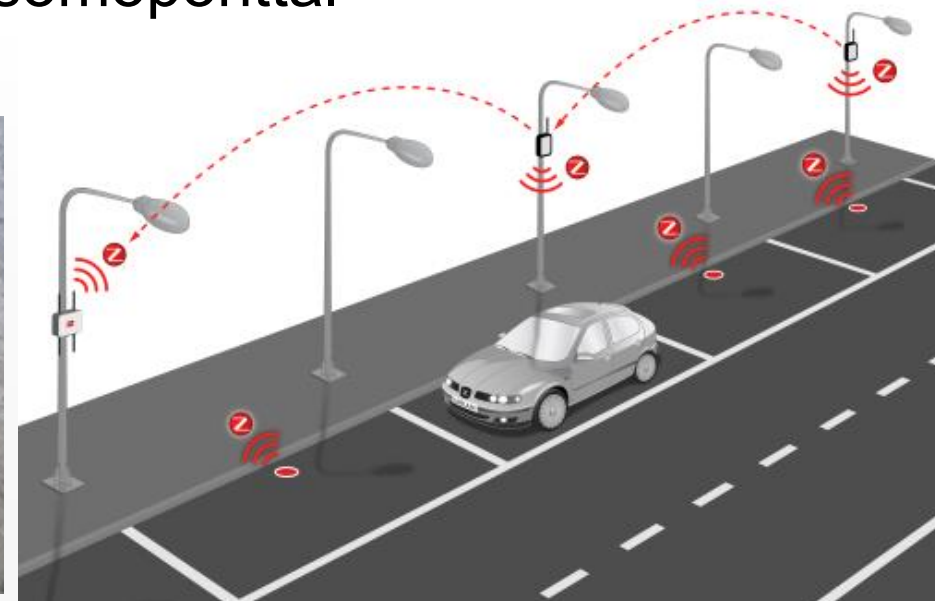


- **Adaptív árazás**
 - Tömbönként (block), napszakonként
 - Ahol sokan parkolnak, növelni az árat, ahol kevesen, csökkenteni
 - 80% feletti foglaltság
 - nő 0.25\$-al óránként
 - 60-80% között
 - marad az ár
 - 30-60% között
 - csökken 0.25\$-al óránként
 - 30% alatt
 - csökken 0.50\$-al
 - Átárazás 30 naponta



Smart Santander - Smart Parking

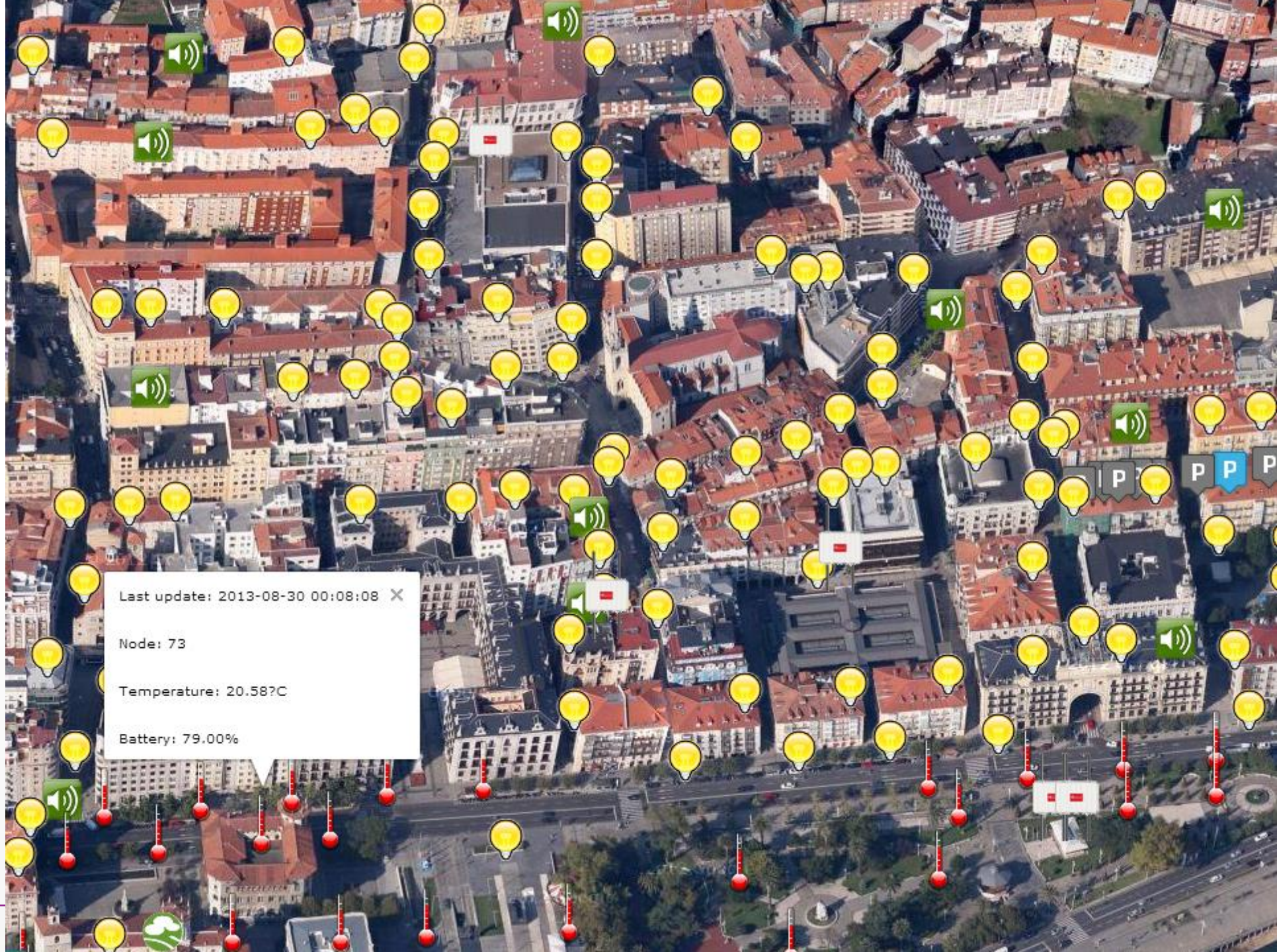
- Libelium Wasp mote
 - Csak akkor küld adatot, ha parkoló autó érkezését vagy távozását érzékeli
 - 5 évig működő elemek
 - Kommunikációs 2,4 GHz-en (802.15.4, Zigbee), a közeli villanyoszlopokon levő átjátszók segítségével
 - Az oszlopok 868/900 MHz-en a gateway csomóponttal
 - Nagyobb hatótávolság



Smart Santander



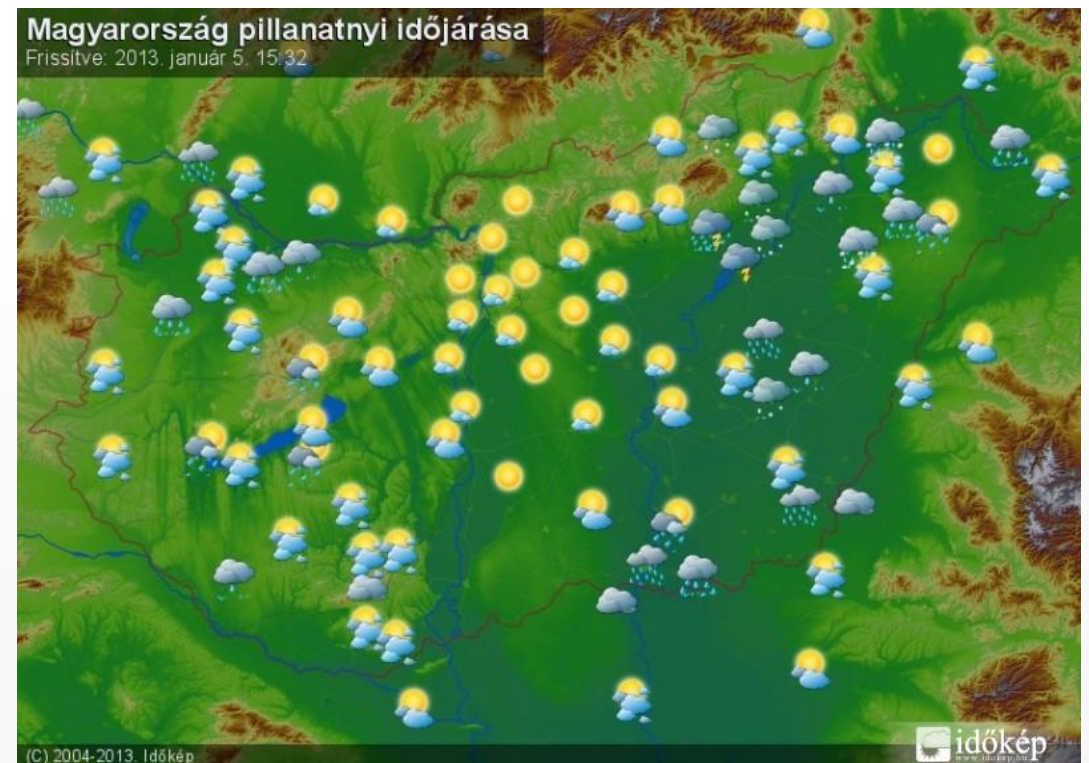
- **Intelligens város pilot projekt** – EU FP7
- 2000 db. IEEE 802.15.4 (Zigbee) eszköz kihelyezve
 - IoT csomópontok
 - úttestbe helyezett érzékelők
 - környezeti paramétereket (hőmérséklet, hang, fény, CO) mérő szenzorok
 - Átjátszók és gateway csomópontok
- **Teszthálózat**
 - Fejlesztők, kutatók feltölthetik saját kódjukat a csomópontokra
 - Párhuzamosan tesztek és szolgáltatások futtatása
 - Két 802.15.4 modul minden eszközön



Crowdsensing

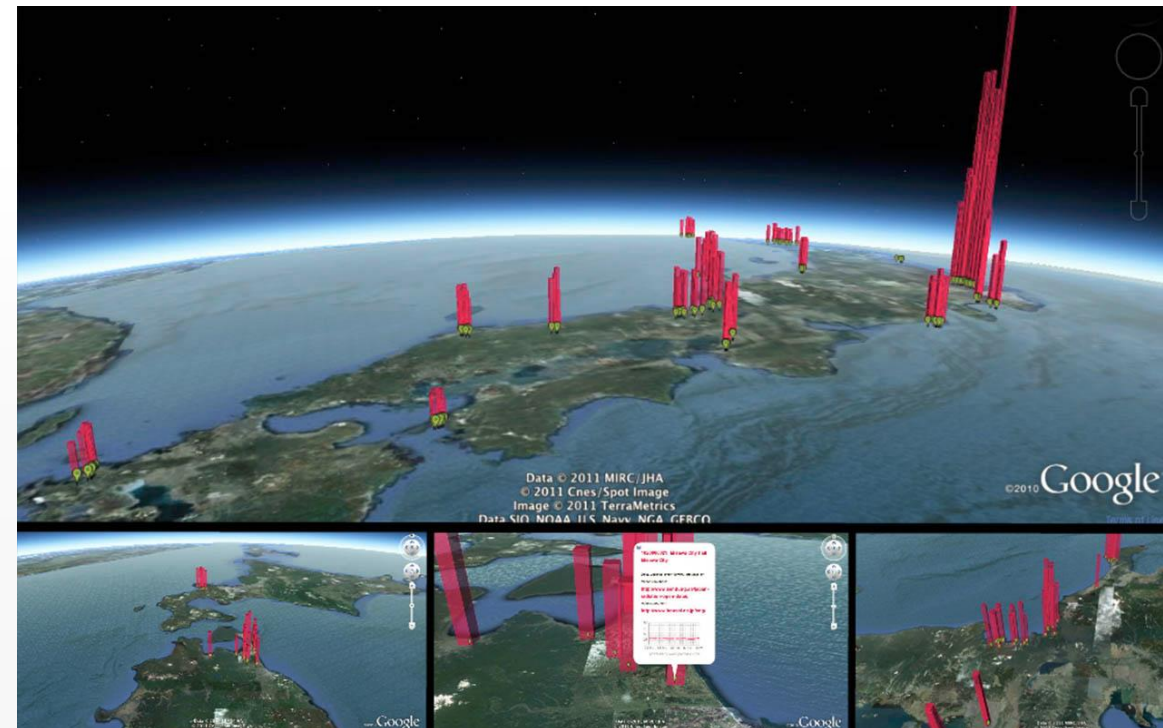
Crowdsensing

- **Outsourcing** – feladat kiszervezése külső félnek
- **Crowdsourcing** – feladat kiszervezése nagyméretű csoportnak
 - Általában ingyenes, önkéntes, közösségi munka (pl. SETI@home)
- **Crowdsensing** – érzékelésre, adatgyűjtésre épülő crowdsourcing
 - A.k.a. [participatory sensing](#)
- **Időkép**
 - Felhasználók által beküldött időjárás információk, képek
 - Időjárás állomás + IP modul = 49.000 Ft
 - 15.000 felhasználó



Crowdsensing

- **Radioaktivitás mérése a fukushimai baleset után**
 - Lakossági Geiger mérők adatai
 - Feltöltés, vizualizálás a Pachube (Xively) adatbázisba
 - Kérdéses a megbízhatóság, a kalibrálás
 - Alternatíva a hivatalos mérésekre
 - Megerősítheti vagy meggyengítheti a bizalmat a hivatalos adatokban

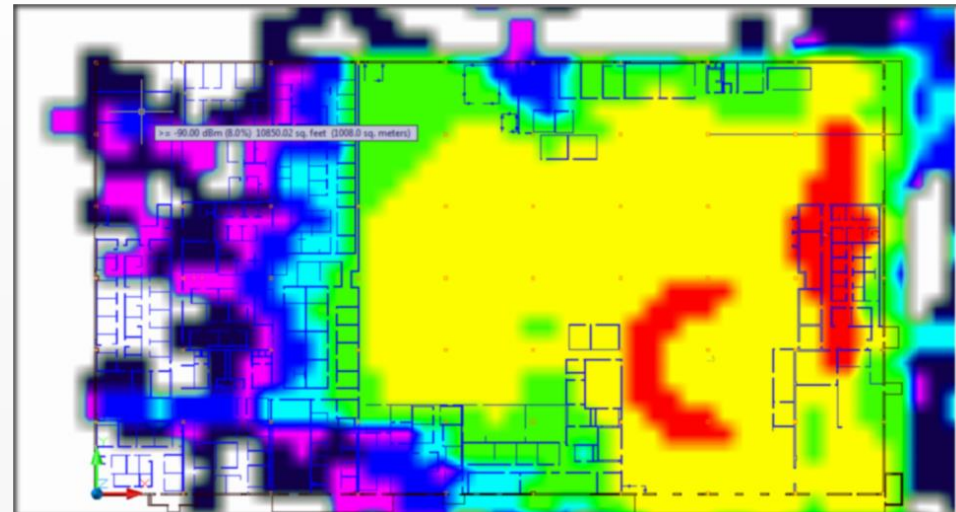


Teszt alkalmazás példák



- **Crowdsourcing / Crowdsensing alkalmazások**

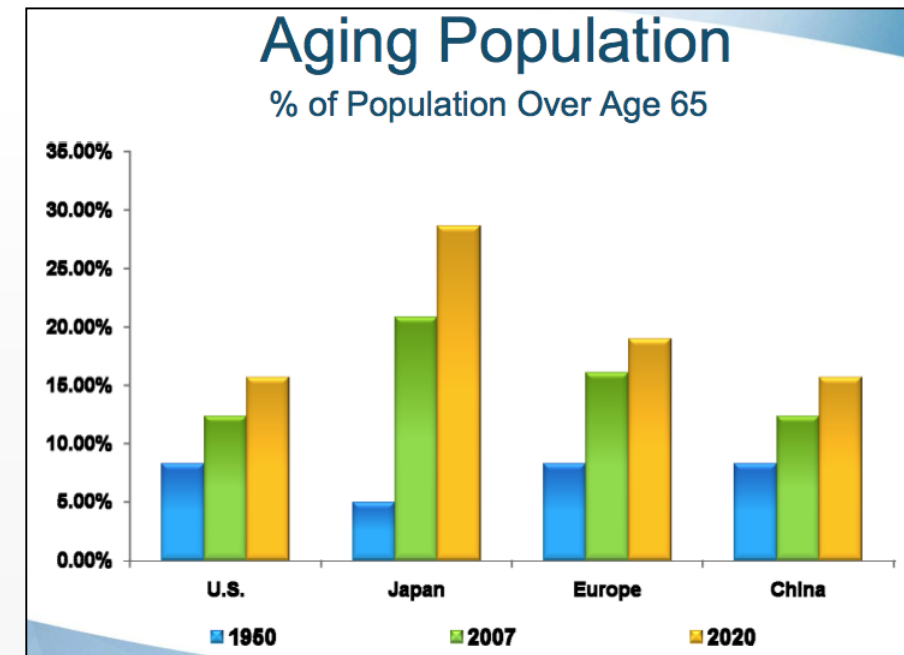
- **PI. BME (időben változó) zajtérképe** – a telefon zajszintek mérései alapján
- **PI. BME WiFi jelszint (időben változó) hőtérképe**
 - Egymás közelében levő telefonok eltérő méréseit felhasználni a hibák kiszűrésére



eHealth

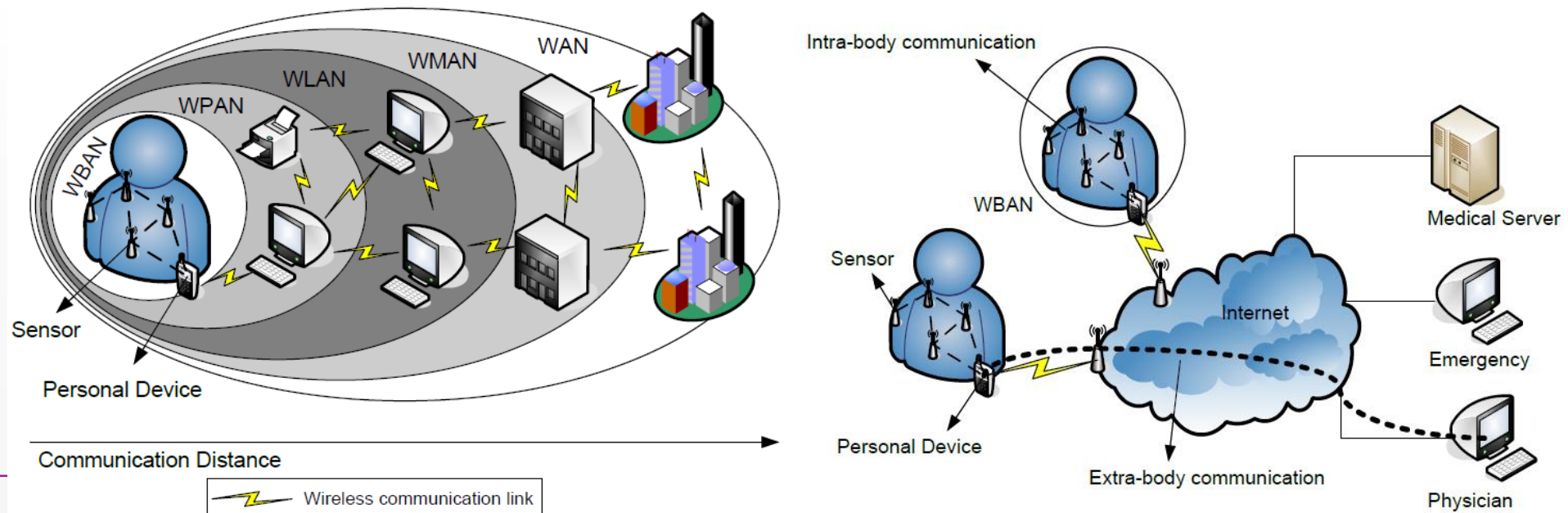
IoT az egészségügyben

- Öregedő népesség a fejlett országokban
 - Az egészségügyi ellátás nagyon sokba kerül
 - Az USA-ban 1800 milliárd \$ (2004-ben), a GDP 20%-a
- eHealth
 - Elektronikus eszközökkel és kommunikációval támogatott egészségügyi ellátás
 - Olcsóbb (hosszú távon)
 - Nem kell betegápolót, kórházi helyet fizetni
 - Nagyobb (mozgás)szabadság a betegeknek
- mHealth
 - Mobil kommunikáció



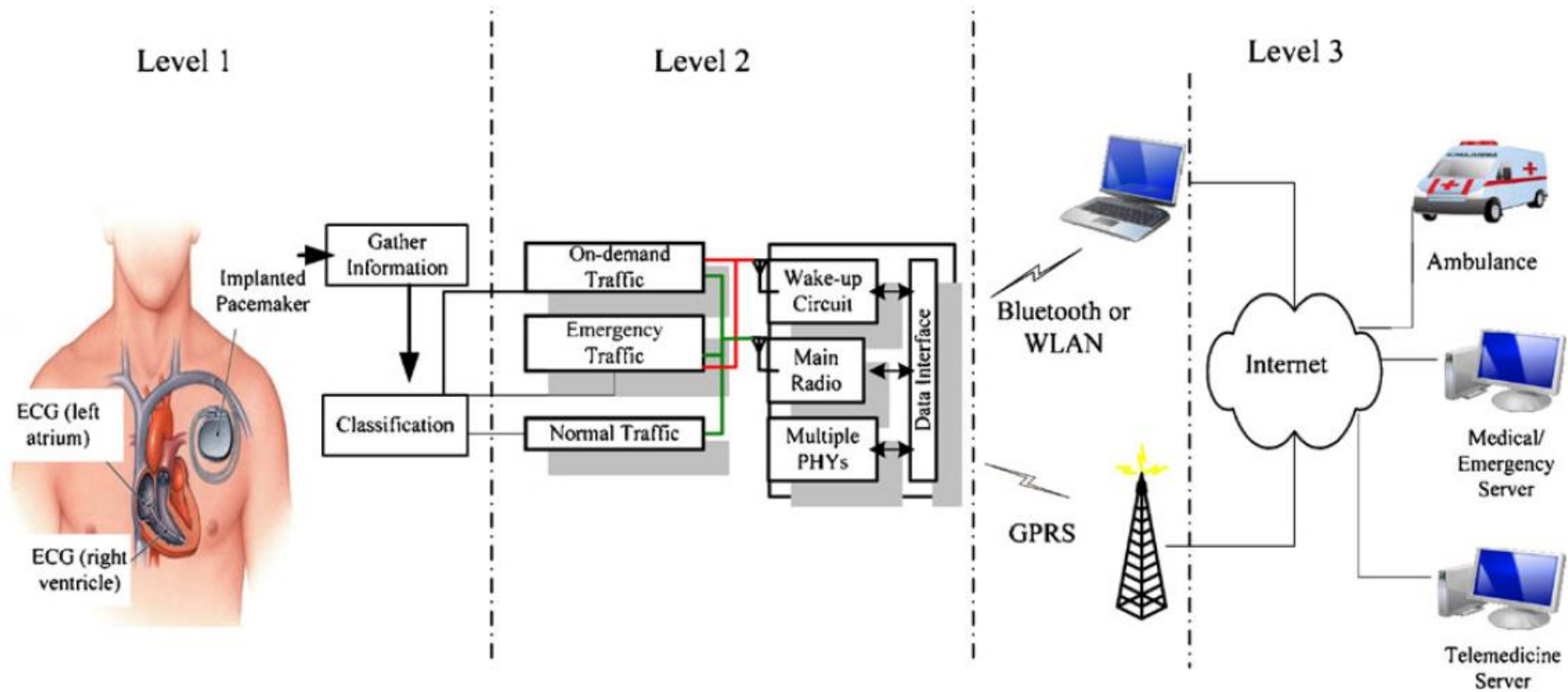
Wireless Body Area Network (WBAN)

- „Testközeli” hálózatok
 - Szenzorok a testben, a testen, a ruhában
 - Személyes felhasználói eszközök gateway funkcióval
- Szenzorok **valós időben** monitoroznak életfunkciókat
 - Adatok küldése az orvosi központba, mentőállomásra
 - Hosszú távú monitorozás hatékonyabb mint periodikus mérések



Wireless Body Area Network (WBAN)

- Három forgalom típus:
 - **On-demand:** az orvos kérésére
 - **Emergency traffic:** hirtelen esemény jelzése
 - **Normal traffic:** folyamatos monitorozás és küldés



WBAN szenzorok

Testhőmérséklet, vérnyomás, pulzus, lélegzés

EKG (szívműködés), EEG (agyműködés)

Beültetett RFID chip – azonosítás, orvosi adatok tárolása

WBAN aktuátorok

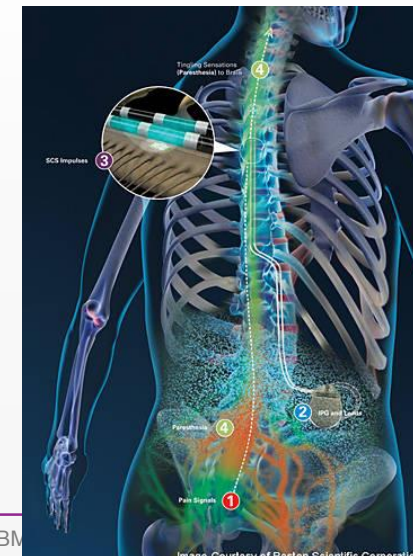
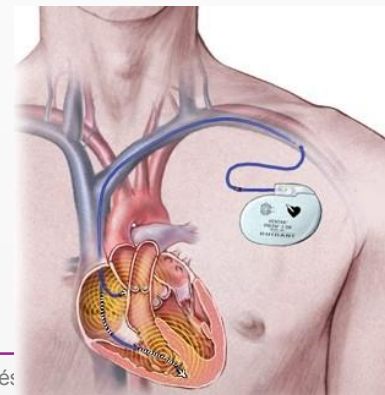
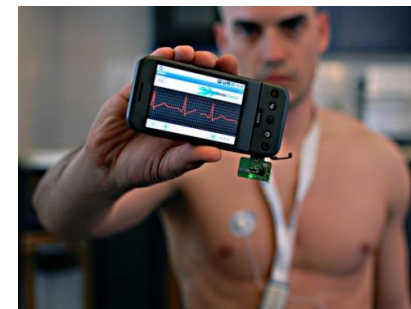
Inzulin adagoló

- Folyamatos vércukor monitorozás
- Ha szükség van rá, aktiválja az adagolót

Hátgerinc stimulátor, izom stimulátor

Mesterséges retina

Pacemaker



WBAN vs. WSN

- Még korlátozottabb energiatartalék (WBAN), a kis méretből adódóan is ($< 1 \text{ cm}^3$)
 - Nem lehet újratölteni, de elvárt a több éves vagy évtizedes működés
 - Energia termelés a test hő és vibrációk átalakításából
- Nincs redundancia, csak olyan eszközt ültetnek be amire szükség van
- Nagyon alacsony rádiós adóteljesítmény engedélyezett csak
 - A rádiós hullámokat jelentősen csillapítja a test, nagy a csomagvesztési arány
- Antenna a testen belül csak bio-kompatibilis anyagból
 - Platina vagy titánium, nem annyira hatékony mint a réz
- Fontos a privát orvosi adatok biztonsága

WBAN vs. WSN

WBAN érdekességek

- **H-MAC** – Heartbeat driven Medium Access Control
 - Szenzorok szinkronizálása, rádiós közeghozzáférés vezérlése szívritmus alapján
- **TARA** – Thermal Aware Routing Algorithm
 - A rádiós hullámokat elnyeli, hővé alakítja a test
 - A TARA elvezeti a csomagokat a meleg területekről

Stb.

IoT alkalmazások

- Rengeteg más felhasználási terület
 - Smart metering
 - Áram-, gáz- és vízfogyasztás monitorozása
 - Smart Home, Smart Office
 - Precision farming
 - Talaj és termés monitorozása
 - Műtrágyák adaptív adagolása
 - Supply Chain Monitoring
 - Konténerek monitorozása (pakolás, szállítás)
 - Biztonsági kockázatok elhárítása, veszélyes anyagok
 - ... és sokminden más

