



Szenzorhálózatok és alkalmazásaik

Mobilitás szenzorhálózatokban. Szállítási réteg.

Útvonalválasztási paradigmák

- Mobilitás szenzorhálózatokban
- Szállítási és alkalmazási réteg

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.

Mobilitás szenzorhálózatokban

- A mobilitás célja lehet..
 - energiahatékonyság,
 - lefedettség biztosítása,
 - topológia-kontroll,
 - megfigyelés „minőségének” javítása.
- Egy mobil szenzorhálózat képes fizikailag is reagálni a környezet vagy események változásaira.

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.

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.

Bázisállomás mobilitása

- A BS mozg(at)ása számos kérdést felvet:
 1. „Hogyan jelenti be az új pozícióját a szenzoroknak?”
 2. „Hogyan állítják be a szenzorok az új kommunikációs utakat?”
 3. „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”.
 - (Pl. semi-smart metering)

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 mozgatás lehetséges.
 - A BS az „esemény” helyszínére sietve egyéb adatokat is gyűjthet.

BS vezérelt mozgatása

- **Vezérelt BS mozgatás** 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 mozgatásának 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.
- Szenzormozgatás 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.

Szállítási és alkalmazási réteg

Szállítási és alkalmazási réteg

Szenzorhálózatok architektúrája

ISO OSI

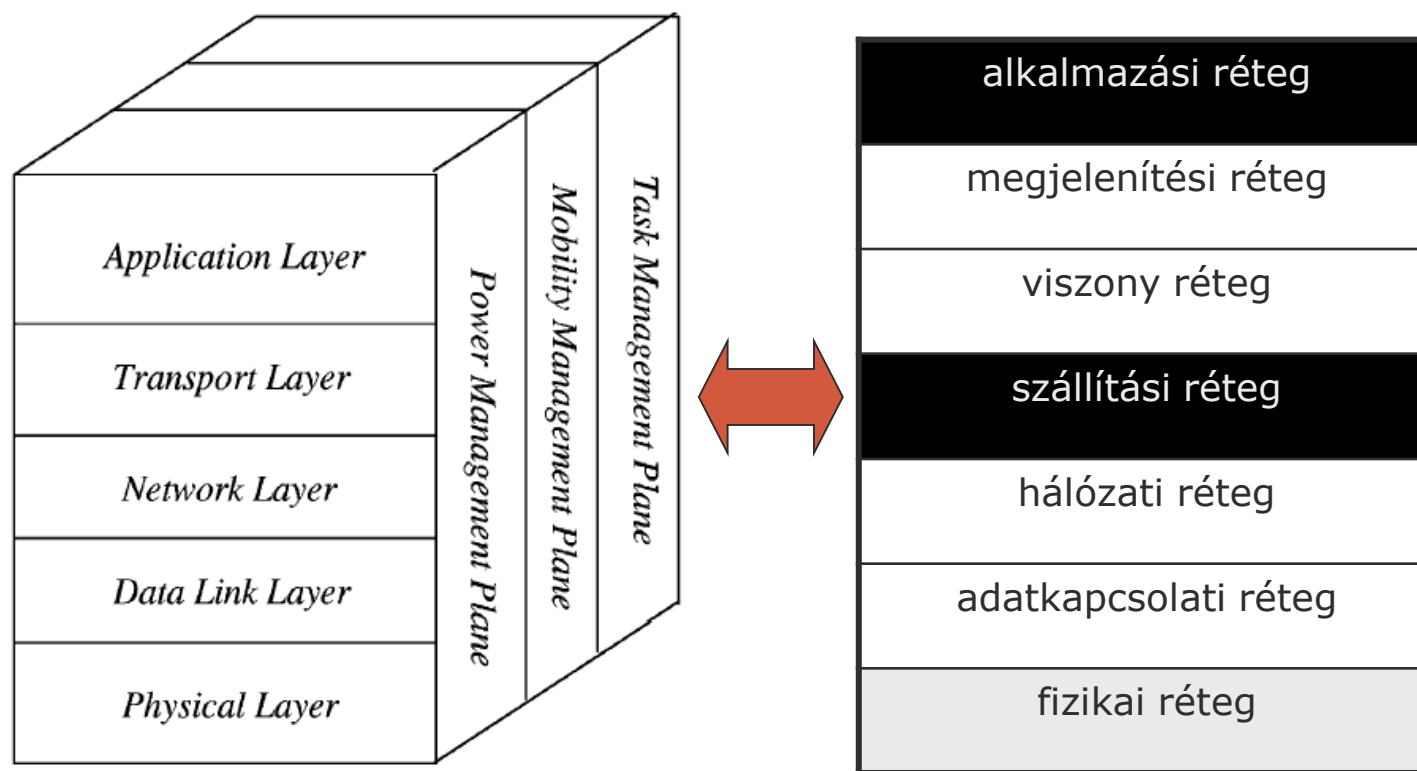
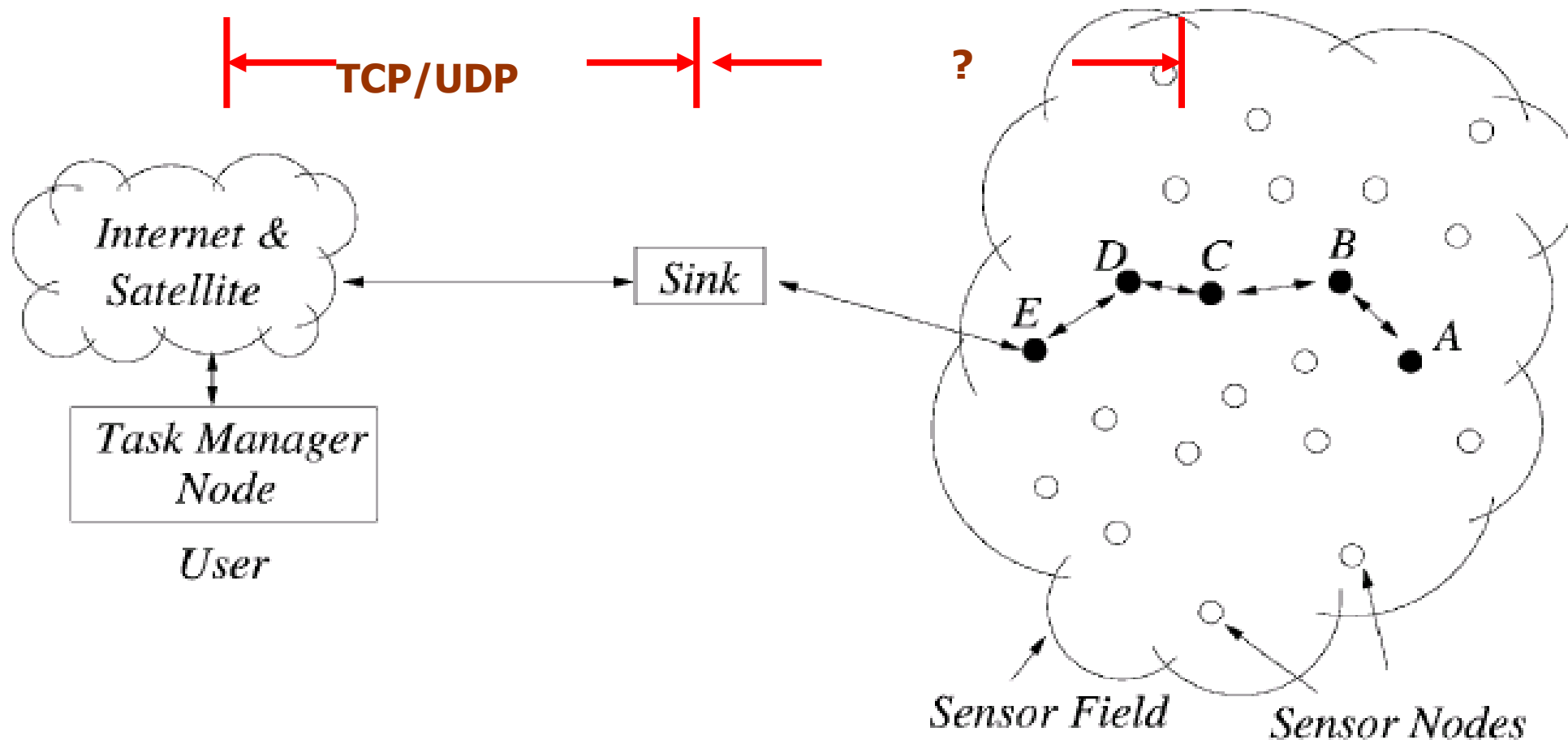


Fig. 3. The sensor networks protocol stack.

Szállítási réteg

- A szállítási réteg szükséges lehet, ha a szenzorhálózatot az Interneten vagy más külső hálózaton keresztül érjük el.



Szállítási réteg

- A TCP-szerű megoldások nem alkalmazhatóak
 - Nincs mindig egyedi címezés.
 - Nincs elegendő memória a node-okban.
 - Nagy többletköltség a TCP „kézfogás” és az állandó nyugtázás.
 - A torlódásvezérlés szükségtelen, bonyolult.
- Inkább UDP-szerű kommunikáció a kedvező.
- „TCP-splitting”: A TCP kapcsolat a BS-nél befejeződik, a szenzorhálózaton belül datagrammok.
- Jelenleg nincs(!) javaslat vagy kutatási eredmény szenzorhálózatokban is alkalmazható szállítási réteg protokollra!

Alkalmazási réteg

- A javasolt alkalmazások széles skálájával ellentétben az alkalmazási réteg-beli protokollok szenzorhálózatokban még alig kutatott terület!.
- Lehetséges menedzsment protokollok:
 - **SMP – Sensor Management Protocol**
(Szenzor menedzsment protokoll)
 - **TADAP – Task Assignment and Data Advertisement Protocol**
(Feladat hozzárendelés és adat hirdetés protokoll)
 - **SQDDP – Sensor Query and Data Dissemination Protocol**
(Szenzor lekérdezés és adatterjesztés protokoll)
- Megjegyzés: Ezek a protokollok még nem definiáltak!

SMP – Sensor Management Protocol

- A hálózat és a szenzorok menedzsmentje fontos feladat.
- Egy alkalmazási réteg-beli menedzsment protokoll feladata az alacsonyabb szintű fizikai és szoftver rétegek **átlátszóvá tétele** az alkalmazás felé.
- A rendszeradminisztrátorok SMP segítségével tarthatnak interaktív kapcsolatot a hálózattal.
- Globális azonosítók hiányában az SMP-nek attribútum- és elhelyezkedés alapú címezést is kell tudnia kezelni.

TADAP – Task Assignment and Data Advertisement

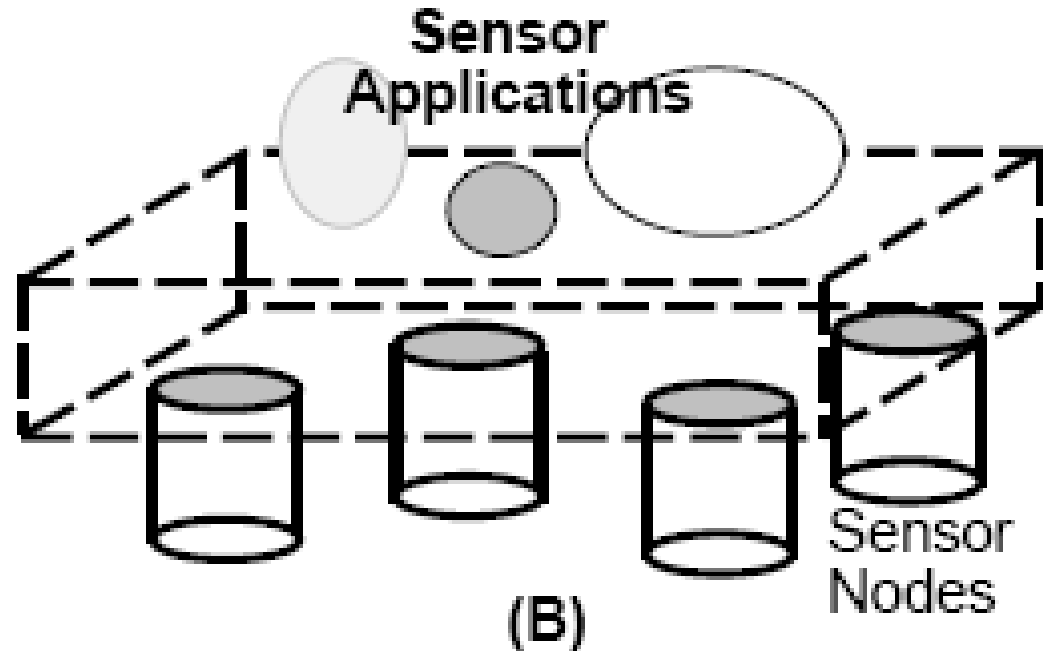
- Fontos feladat a minket érdeklő információk kinyerése a hálózathálóból.
- Lehetőségek:
 - A felhasználó megmondja a szenzoroknak, vagy a szenzorok egy csoportjának, hogy milyen adatokra van szüksége.
 - Pl. Egy mennyiség értékét, vagy egy jelenség bekövetkeztét
 - A szenzorok hirdetik az elérhető adatokat a felhasználónak, majd a felhasználó a számára érdekes adatokat lekéri.
- Egy alkalmazási réteg-beli feladatkiosztási vagy adathirdetési protokoll nagy segítség lehet az alsóbb rétegek működéséhez (pl. routing).

SQDDP – Sensor Query and Data Dissemination Protocol

- Az SQDDP egy interfészt nyújt az alkalmazások felé
 - lekérdezések küldéséhez,
 - válaszadáshoz lekérdezésekre,
 - beérkező válaszok összegyűjtéséhez.
- Attribútum- és elhelyezkedés alapú címezést használ
 - Pl: „Hol vannak azok a szenzorok, amelyek 70 foknál magasabb hőmérsékletet érzékelnek?”
 - Pl: „Milyen a hőmérséklet a délnyugati szektorban?”
 - Pl. nem: „Mi a mért érték a #38726-os szenzornál?”
- Az alkalmazástól függően különféle, egyedi SQDDP variánsok hozhatók létre.

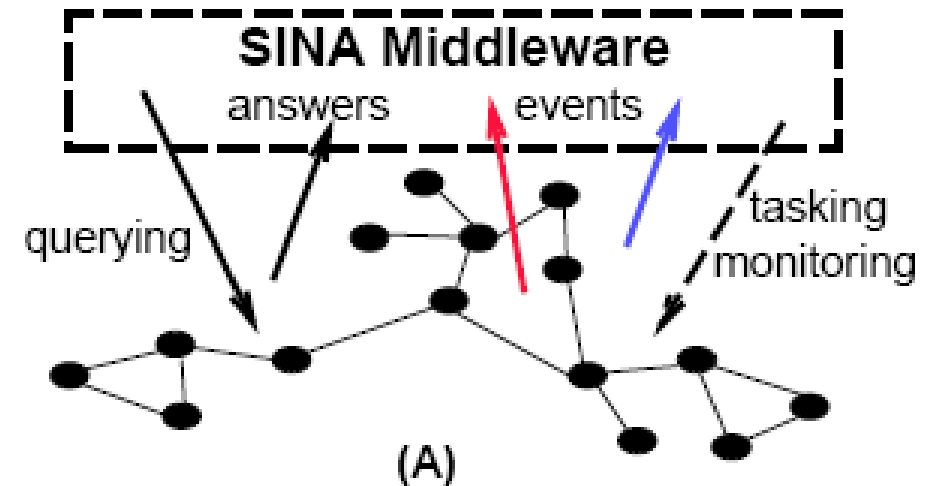
SINA és alkalmazások

- SINA = Sensor Information Networking Architecture
- Absztrakció: A szenzorhálózatot mint elosztott objektumok gyűjteményét (adatbázis!) tekintjük.
- SINA middleware



SINA architektúra

- SINA middleware szerepe: az alkalmazások számára lehetővé teszi
 - lekérdezések (query) indítását,
 - feladatok (task) terjesztését,
 - válaszok és eredmények begyűjtését,
 - hálózat állapotának megfigyelését.



SINA, SQTL

- SINA = Sensor Information Networking Architecture
 - SINA middleware
 - SINA architecture
 - SINA komponensek
 - SINA query
- SQTL = Sensor Query and Tasking Language
 - A SINA architektúra része