



A keskenysávú IoT technológia alkalmazása szenzorhálózatokhoz

Az Endrich GmbH a 2018-as Electronicai kiállításon Münchenben, a Deutsche Telekom és leányvállalata a T-Systems Magyarország támogatásával élő NB-IoT tesztrendszerrel állít üzembe, melyen egy egyszerű hőkamera képét továbbítja UDP porton keresztül egy alkalmazásszerverre, mely gondoskodik a hőeloszlás vizuális megjelenítéséről az Interneten keresztül.

A dolgok Internete (Internet of Things – IoT) hálózatba kapcsolt okoseszközök sokasága, melyek közös jellemzője, hogy szenzoraik adatait - a kapcsolódáshoz szükséges kommunikációs modulokon keresztül - valamilyen felhőszolgáltatás alkalmazásszerverei gyűjtik össze és dolgozzák fel. Legyen az eszköz valamilyen egészségügyi, vagy sportcélú - a test működését monitorozó - okosóra, karpánt (wearable), a talaj nedvességszintjét vagy a külső hőmérsékletet, esetleg a levegő páratartalmát mérő mezőgazdasági szenzor, egy saját állását jelteni képes okos fogyasztásmérő, egy olyan intelligens áruházi hűtő, vagy polc, mely a kínált árucikkek fogyását képes naplózni, egy lakásriasztó, idősfelügyeleti rendszer vagy tűzjelző – minden esetben szükség van valamilyen vezetékmentes kommunikációs technológia alkalmazására. Vajon milyen legyen ez a gazdaságosan üzemeltethető, technikailag kifogástalanul működő szabványos hálózat? Erre a kérdésre keresik ma legtöbben a választ az IoT világában.

Amennyiben rövid távolságokat kell akár vezetékkel, akár rádióhullámokkal áthidalni a lokális hálózatok LAN, Wi-Fi, vagy egyéb WLAN megoldások, mint a Bluetooth, ZigBee, esetleg más near-

field technológiák (RF-ID) is alkalmazhatók, ha az elemes táplálás nem korlátozza ezek felhasználását. Nagyobb távolságok esetén azonban már valamilyen egyetemes hálózati szolgáltatást kell igénybe venni, mint például a LoRaWAN vagy a mobiltelefon hálózat. Ha az adatokat felhőszolgáltatók adatbázis szervereire kell juttatni, és később valamilyen Internetes technológián alapuló programmal kell feldolgozni és biztosítani a vizuális megjelenítést, TCP/IP vagy UDP alapú adatátvitel a kézenfekvő és erre a legjobb megoldást talán a létező celluláris mobilhálózatok nyújtják. Sajnos azonban ez a klasszikus technológia lassan eléri határait, nem lehet a mobilcellák által kiszolgált végpontok (okoseszközök) számát jelentősen növelni. Emellett az ilyen készülékek alacsony adatátviteli igényeit a mai szélessávú mobilhálózatok (GPRS, UMTS vagy LTE) nyújtotta szolgáltatásokkal túl drágán és felesleges erőforrások bevonásával lehet csak kielégíteni, ami gátat szab a régen várt és prognosztizált IoT/M2M forradalomnak.

Ma az okoseszközök számára az alkalmazható maximális sáv szélesség és a ráfordítási költség ideális arányát biztosító, könnyen elérhető szabványos rádiós adatátvitelre van szükség.

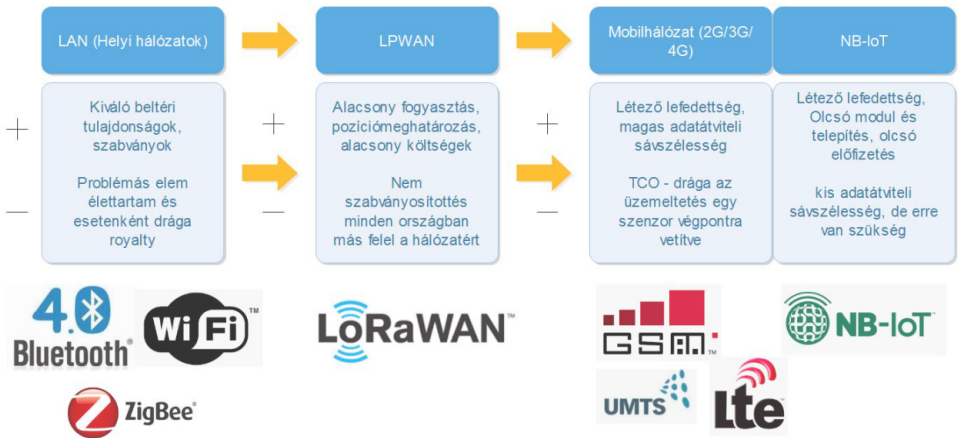
A vezető mobilszolgáltatók egyik lehetséges technológiai válasza erre a

kihívásra a gép-gép közötti (M2M) adatátvitelt biztosító kisteljesítményű és nagy hatótávolságú LPWAN (low power wide area networking) hálózatok területén a keskenysávú IoT (NB-IoT) szabvány (LTE Cat-NB1) bevezetése.

Számos más technológia is létezik ezen a területen, azonban ezek nem elsősorban a kis adatmennyiségek ritkán történő átvitelére lettek optimalizálva, és bár rendszerint kiváló kültéri lefedettséggel rendelkeznek, vételi lehetőségeik erősen korlátozottak beltéren. A kereskedelmi forgalomban kapható modulok általában a 3G/4G hálózatok kínálta szolgáltatások nagy részét támogatják, amire IoT alkalmazásokhoz egyáltalán nincs szükség. Ezek amellett hogy drágítják a hardvert, többletfogyasztással is járnak, az akkumulátor üzemidejét erősen csökkentik.

A mobilhálózatok egyik fontos jellemzője a nagyfokú skálázhatóság, a mobil hálózat operátorok a meglévő LTE hálózatban kezelhetik saját kapacitásukat. A védett technológiák, mint a SigFox és a LoRa saját átjárókat és helyi hálózatokat igényelnek, melyeket országonként más és más cégek üzemeltetnek, a hálózati operátorok így egyedi sajátosságokkal kell, hogy megküzdjenek. Biztonságosabb és kényelmesebb számukra, ha a meglévő LTE platform mentén tevékenykednek.

1) Szenzorhálózatokhoz használható bezeték nélküli szabványok

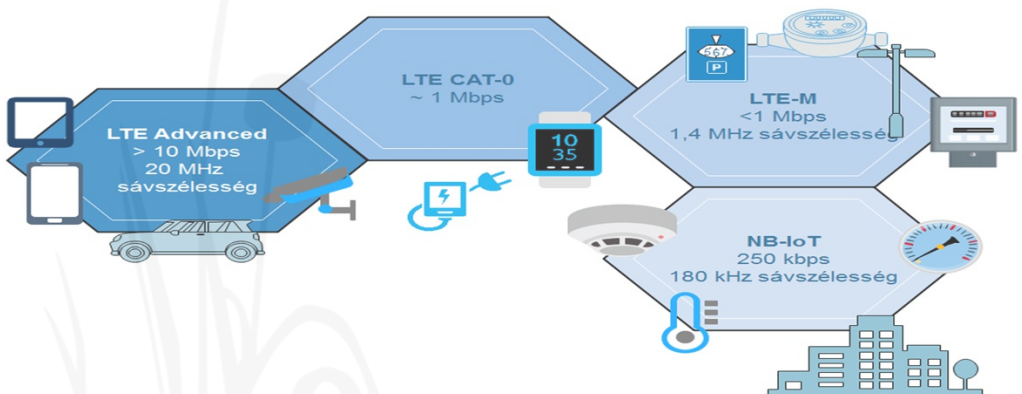


Az NB-IoT az LTE technológián alapul, de egyes az LPWA igényei szempontjából lényegtelen szolgáltatás hiányzik a specifikációjából, így olyan előnyöket képes kínálni, melyeket más technológiák, mint a GPRS/UMTS/LTE csak komoly költségráfordítással érhetnek el. Az NB-IoT a jelenlegi LTE szabvány kiterjesztéseként szolgál,

csakúgy, mint a komolyabb adatátviteli igényű M2M kommunikációra kidolgozott LTE-M (Long Term Evolution for Machines), LTE-CAT-M1.

Ez utóbbi jelentősen megnövelt sávszélessége lényegesen nagyobb spektrumszélességet és bonyolultabb, így drágább rádiomodulokat igényel.

2) LTE szabványok



Az NB-IoT az LTE hálózat meglévő infrastruktúráját (bázisállomások, antennák, engedélyezett spektrum) használja.

Az engedélyezett sávok hatalmas mennyiségű eszközt képesek kezelni, míg az ISM sávokban a kapcsolódó eszközök számának növekedésével a vétel az interferencia miatt romlik. Az NB-IoT eszközök számára rendelkezésre álló sávszélesség a kis adatmennyiségek miatt sok részre osztható, így egy hagyományos GSM cellánál megszokott végpont százszorosa lehet a kezelt eszközök száma. A 600 bits/s – 250 kbit/s sebesség természetesen csak az olyan okoskészülékek szenzorai számára nyújt kielégítő megoldást, ahol néhány adat továbbítására van csak szükség kis napi ismétlésszámmal, cserében alacsony költségek mellett kis fogyasztás realizálható.

Az NB-IoT előnyei és kulcsszavai a **LEFEDETTSÉG, A HOSSZÚ ELEM ÉLETTARTAM, A KIS ESZKÖZ KÖLTSÉG és a JÓ BELTÉRI VÉTELI TULAJDONSÁGOK.**

A celluláris hálózatok, - így az NB-IoT által használt LTE is - urbánus környezetben kiváló lefedettséget kínálnak, azonban a szenzorok általában külterületen vagy épületek belsejében, esetleg alagsorában helyezkednek el, az itteni gyenge vételi viszonyok miatt a

hagyományos GSM modulok fogyasztása erősen megnőhet. Az NB-IoT a rádióhullámok keskeny vivőfrekvencia-sávszélessége miatti nagyobb energiasűrűsége okán jobban képes behatolni az épületek belsejébe és a gyenge vételi viszonyok esetén ismételt kapcsolatfelvételt is van lehetőség, mindezt az alacsonyabb sávszélességgel „fizeti meg” a felhasználó.

A hosszú időközönként elküldött kis adatcsomagok kis energiaigényt támasztanak a modul felé, így megvalósul az NB-IoT egyik legnagyobb előnye a minimális fogyasztás miatti hosszú telep élettartam.

A GPRS/UMTS/LTE (GSM/3G/4G) modulok egy sor olyan szolgáltatást támogatnak, melyre IoT eszközök nem tartanak igényt, ilyen a hangkommunikáció, az SMS szolgáltatás és a szélessávú internet hozzáférés.

3| NB-IoT jellemzői



Ezek elhagyásával a hardver egyszerűsödik, ami kihat az eszközök árára és a fogyasztás is minimalizálható.

Ahhoz hogy az NB-IoT technológia használható legyen néhány dolgot meg kell vizsgálni az eszközzel kapcsolatban:

- A lefedettségi viszonyok lehetővé teszik-e a technológia alkalmazását? (Van-e lefedettség, elegendő-e a térerősség a szenzor elhelyezési pontján?)
- Ellenőrizni kell a forgalmi profilt, hogy mekkora sűrűséggel, milyen mennyiségű adat feltöltésére illetve letöltésére (parancsok, frissítések) van szükség.
- Ki kell számolni, hogy a fogyasztás alapján várható elem élettartam fedí-e az alkalmazás által támasztott követelményeket, illetve ez alapján kell meghatározni az alkalmazott energiátárolási technológiát (Lítium elem, kapacitás, kisülési karakterisztika). Amennyiben nagy pillanatnyi áramfelvételek várhatóak (cellakeresés, többszöri kapcsolódás ismétlés), érdemes a lítium elemmel párhuzamosan kapcsolt szuperkondenzátort alkalmazni, ami segít azonnali energiaimpulzussal ellátni a modulunkat, mialatt a lítium elem a depasszivációs folyamata tart.

A fenti tényezők kölcsönhatása miatt általában kompromisszumra van szükség, vagy az elem elvárt élettartamában kell engedményt tenni, vagy drágább, nagyobb méretű tápellátást kell választani.

Összefoglalásként elmondható, hogy a piaci trendek az IoT eszközök ugrásszerű növekedése irányába mutatnak, és ezek kommunikációjára az NB-IoT technológia alkalmazása a következő években megkerülhetetlen lesz.

A T-System felismerte ezt és Magyarországon elsőként vezette be NB-IoT szolgáltatását, mely 2017 novembere óta Budapesten teljes lefedettséggel áll rendelkezésre és a fejlesztések folyamatosan zajlanak.

A Deutsche Telekom Németország nagyvárosaiban mára elérhetővé tette ezt a szolgáltatást és a világon elsőként Hollandiában országos lefedettséget kínál.

Az Endrich beszállítóival közösen komponens oldalról igyekszik ezt a piaci trendet kiszolgálni, szenzoraink negyven éve jól ismertek, és most GSM modul gyártó partnerünkkel a FiboCom vállalattal együtt az NB-IoT világába is beléptünk.

A technológia népszerűsítésére az Electronica 2018 kiállításon

Münchenben a T-Systems-el együttműködve kidolgoztunk és bemutatunk egy NB-IoT alapú rendszert, mely a Panasonic népszerű GridEye hőelem-mátrixos 64 pixeles mini hőkameráját, mint szenzort a dolgok internetébe integrálja.

A hőmérsékleteloszlási adatokat a FiboCom M910-GL LTE CAT-NB1 modulja segítségével a német NB-IoT hálózaton keresztül különböző Cloud szerverekre továbbítjuk, ahol gondoskodunk az adatok vizuális megjelenítéséről, illetve a hőeloszlási kép megalkotásáról is.

Az egyik ilyen felhő alapú szolgáltatást a T-System budapesti szervere nyújtja, ahol a hőkamera egyes pixelei által mért hőmérsékletértékek átlagát és egy NTC-vel mért környezeti hőmérséklet adatot jelenítünk meg.

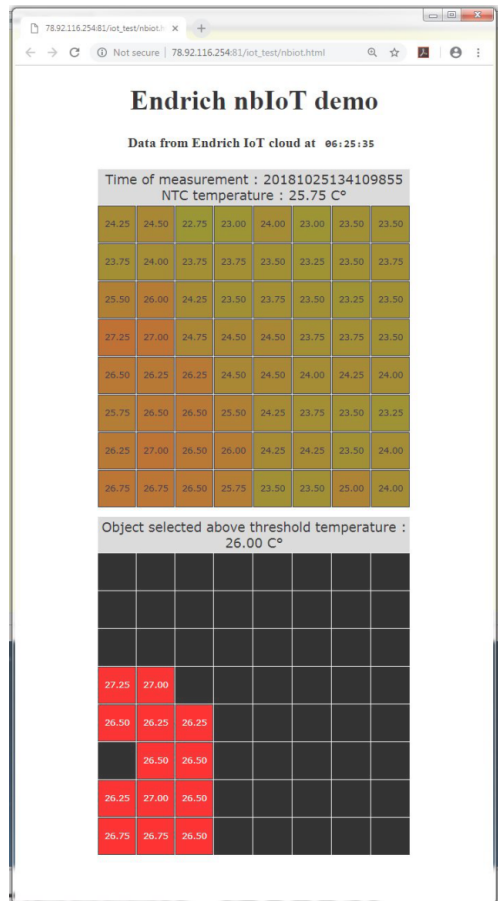
Az Endrich által üzemeltetett cloud szerver a hőmérséklet adatokat pixelenként fogadja, és előállítja a hőmérsékleteloszlási képet, melyet Internetböngészőn keresztül a vásári látogatók internetképes okostelefonjain, illetve a helyszínen lévő nagyméretű kiosk kijelzőn lehet megtekinteni.

A kommunikáció a T—Systems ajánlásai alapján nem TCP/IP, hanem UDP átviteli protokollon keresztül zajlik, mert így a fejlécek kisebb mérete folytán csökken

az adatmennyiség, és az elmaradó hibaelőzések miatt a sebesség is nagyobb.

Az adatbiztonságot segíti elő az is, hogy az adatokat csak a cél IP címre (szerverre) lehet elküldeni. Az NB-IoT a SIM alapú hitelesítése és a hosszú (128-256 bit) rejtjelezési kulcs használata miatt magas biztonsági szintet képvisel.

4| Hőeloszlás az Endrich alkalmazás szerveréről



5) Windows alapú vezérlőprogram

The screenshot displays the 'Endrich - Fibocom - T-Systems nbiOT Demonstration Electronics 2018 Munich' software interface. The main window is divided into several sections:

- Main controls:** Includes 'Send sensor data via nbiOT to T-Systems Cloud' and 'GridEye read/display raw data' buttons. A QR code and the Endrich logo are also present.
- Temperature Data:** A grid of temperature readings (e.g., 22.75, 21.25, 21.80, 21.50, 22.50, 22.25) and a corresponding grid of colored squares (green, yellow, red) representing temperature levels.
- Temperature Sliders:** Three sliders for adjusting temperature settings:
 - Minimum temperature: 10°C (range 0°C to 20°C)
 - Maximum temperature: 35°C (range 20°C to 100°C)
 - Threshold temperature: 26°C (range 20°C to 30°C)
- Serial terminal:** Displays AT commands and responses for a Fibocom M910-GL module:

```
Manufacturer: Fibocom
Model: M910-GL
Revision: 69100.1000.00.01.61.16
IMEI: 86819703002282
+SCAP: +CGSM
OK
-----
AT+MIPCALL=1,"u.iot-mt.gr.hu"
OK
-----
+MIPCALL: 10.36.66.87
-----
Actual command - Waiting for answer from Cloud -[attempt 2]
```
- Module Image:** A photograph of the Fibocom M910-GL module with its label: Fibocom M910-GL, S/N: LRASHY2XGK, IMEI: 86865703000067, MEID: 99001112009106, Made in China.
- Logos:** Panasonic, T-Systems IOT KÖZÖSSÉG, Fibocom, and Endrich components of life.

Az 7. ábrán látható a rendszer felépítése, a vezérlést egy panel PC-n futó Windows alapú szoftver biztosítja (5.ábra).

Kiválasztható a használni kívánt felhő szolgáltatás, és az ország szerinti APN.

A szenzor soros porton (USB) kapcsolódik a számítógéphez és a pillanatnyi hőeloszlási kép vizuálisan jelenik meg, valamint kiemelten látható a környezeti hőmérsékletnél melegebb objektum (pl ember) mintázata.

A szintén USB-n kapcsolódó GSM modemet egy a programba beépített

terminálemulátoron keresztül AT parancsokkal vezéreljük, így építve fel a kapcsolatot az APN-el, alakítva ki az UDP socketet az alkalmazásszerverhez és irányítva az adatokat ezen a csatornán keresztül az adatbázis felé.

A T-System szervert választva az adatokat szövegesen láthatjuk.

Amennyiben az Endrich saját alkalmazásszerverét választjuk adatfeldolgozásra, a hőkép egy internet böngészőn keresztül bármilyen internethez kapcsolt eszközön megtekinthető (4. ábra).

6) A T-Systems alkalmazáserverve

The screenshot shows a web browser window displaying the T-Systems IoT Közösség forum. The page title is "Logok | IoT Közösség". The forum header includes the T-Systems logo and navigation links like "Partnerprogram". Below the header, there is a search bar and a user identification section showing "Felhasználó azonosítója: 112370". The main content area is titled "Üzenetek" and contains a list of log entries. Each entry is a JSON object representing a sensor reading.

```

{
  "deviceId": "13",
  "pin": "112370",
  "payload": "NTC temperature =24.00 degC Pixels average temp.: 23.31 degC Measured at 2018-10-26 08:15:42"
}
    
```

```

{
  "deviceId": "13",
  "pin": "112370",
  "payload": "NTC temperature =25.63 degC Pixels average temp.: 24.52 degC Measured at 2018-10-25 13:34:35"
}
    
```

```

{
  "deviceId": "13",
  "pin": "112370",
  "payload": "NTC temperature =26.13 degC Pixels average temp.: 25.62 degC Measured at 2018-10-22 19:38:04"
}
    
```

7) Az NB-IoT tesztrendszer sémája

