

# IoT rendszerek kommunikációs megoldásai vitmav22

---

WPAN és LPWAN kommunikációs megoldások

# Vezetéknélküli szabványok

Market Name	GPRS/GSM	Wi-Fi™	Bluetooth™	ZigBee™
Standard	1xRTT/CDMA	802.11b	802.15.1	802.15.4
Application Focus	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement	Monitoring & Control
System Resources	16MB+	1MB+	250KB+	4KB - 32KB
Battery Life (days)	1-7	.5 - 5	1 - 7	100 - 1,000+
Network Size	1	32	7	255 / 65,000
Bandwidth (KB/s)	64 - 128+	11,000+	720	20 - 250
Transmission Range (meters)	1,000+	1 - 100	1 - 10+	1 - 100+
Success Metrics	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience	Reliability, Power, Cost

# 6LoWPAN

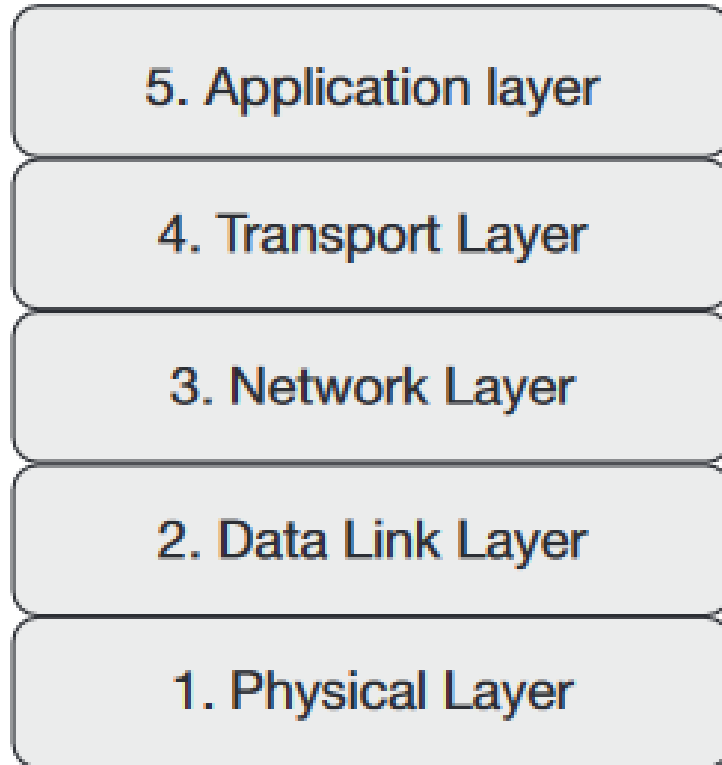
---

# 6LoWPAN

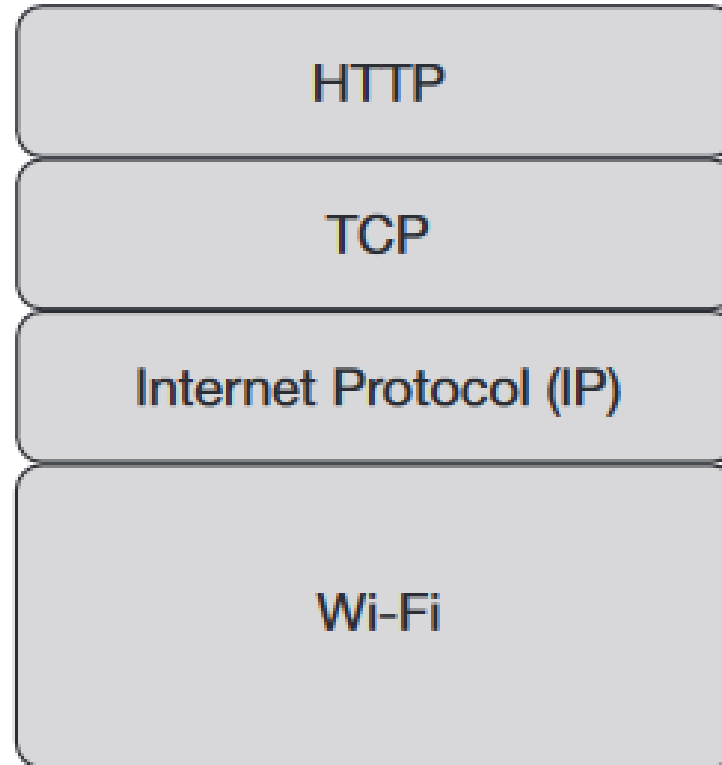
- IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks
- IETF (Internet Engineering Task Force) WG ajánlás
- Ötlet: „*IP mindenhol és mindenben*”
- IPv6 csomagok IEEE 802.15.4 felett
  - csomag beágyazás (encapsulation)
  - header compression (pl.: 2 byte azonos 6LoWPAN hálózaton belül, 12 byte ismert prefix-ű külső 6LoWPAN hálózatba, 20 byte egyébként)

# 6LoWPAN

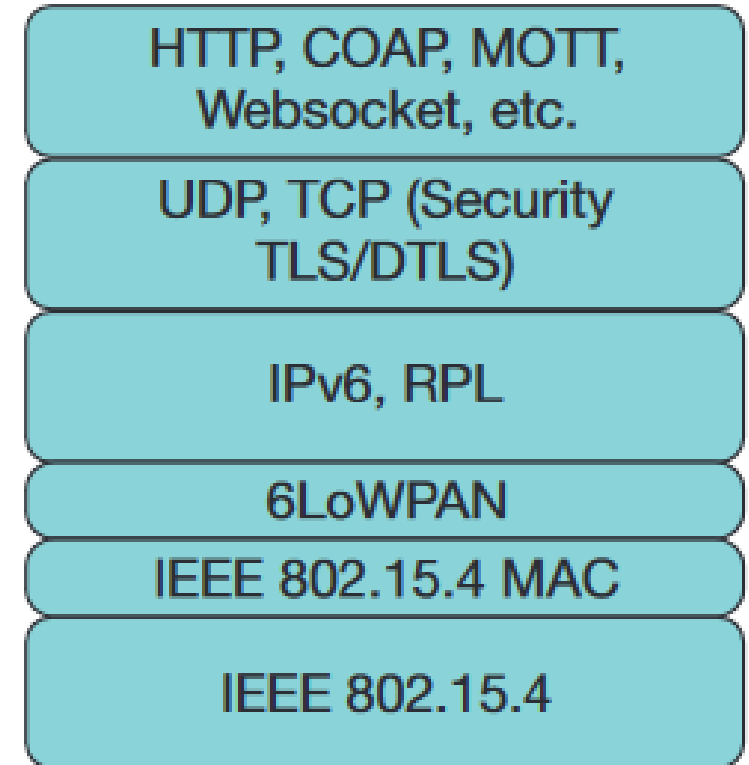
## Simplified OSI model



## Wi-Fi® stack example

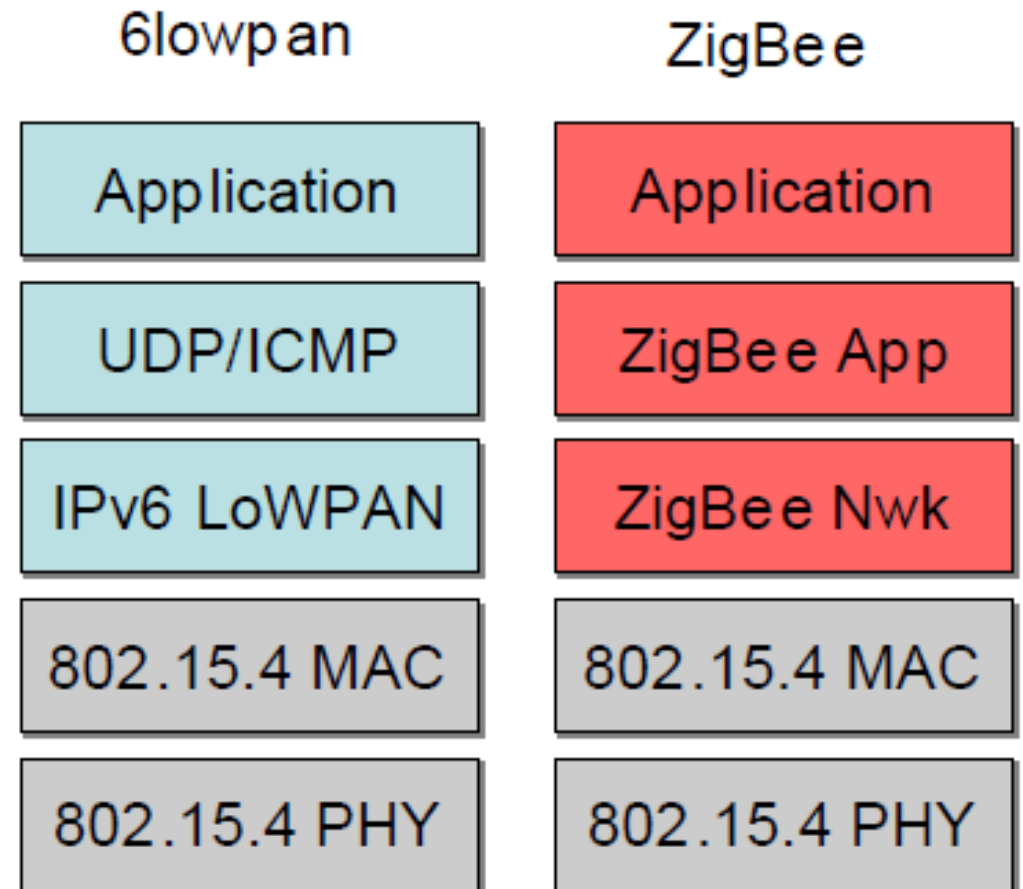


## 6LoWPAN stack example



# ZigBee vs 6LoWPAN

- Versenyzők, hiszen mindkettő 802.15.4 feletti megoldás
- (Megj: 6LoWPAN más PHY felett is!)



# Bluetooth LE

---

# Bluetooth Low Energy (BLE)

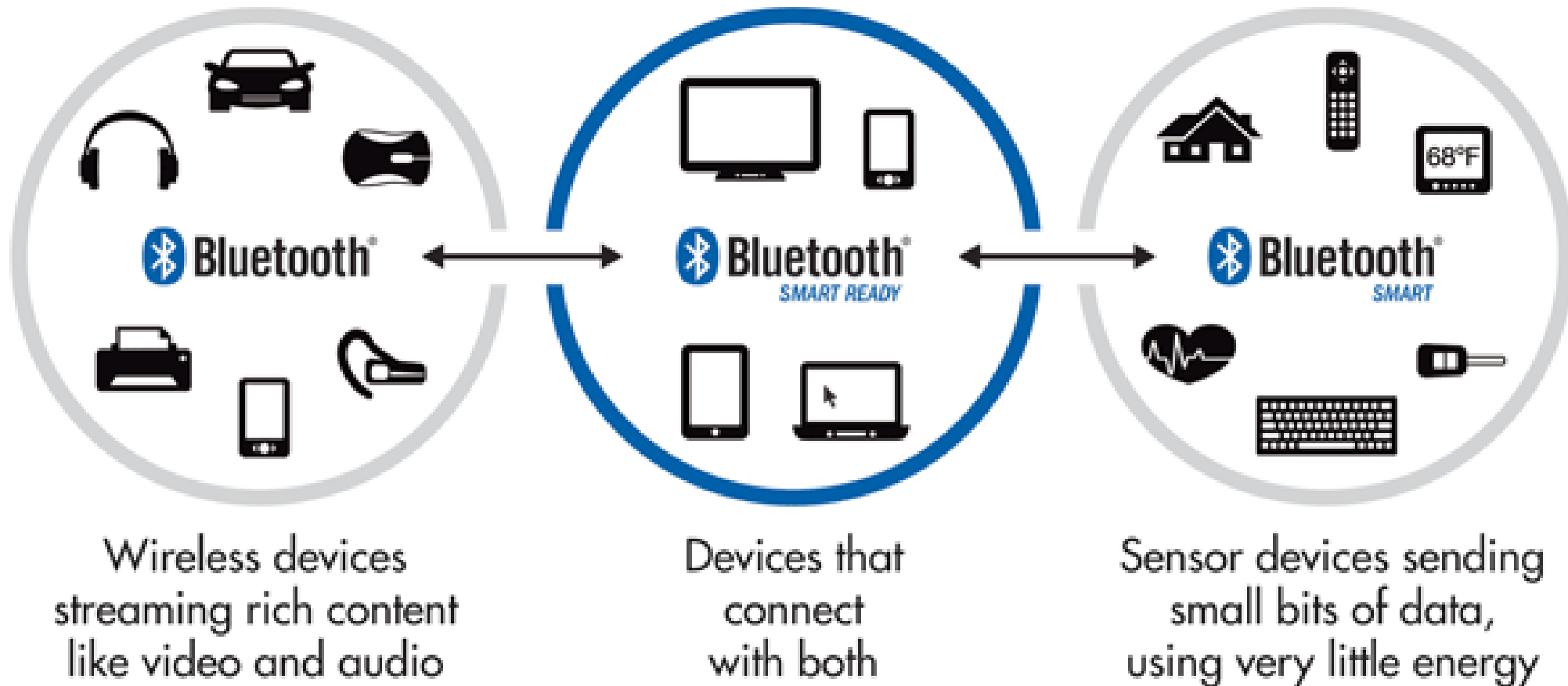
- 1998-ban jelent meg, a standard Bluetooth alacsony energiafogyasztású változata
- A Bluetooth v4.0 része (v4.0 = legacy v3.0 + BLE)
- Marketing neve: „Bluetooth Smart”
- Standard BT:
  - 1600 ugrás/sec, 79 x 1MHz csatorna
  - 1, 2, 3 Mbps
- BLE:
  - 40 x 2MHz (megbízhatóbb nagyobb távolságra)
  - max 1 Mbps (bruttó = 260 kbps nettó)
  - 1 mW kimeneti teljesítmény, kb. 50 méter, kb 6 msec késleltetés





# BLE

- Standard BT és BLE **nem kompatibilisek!**



**ANT+**

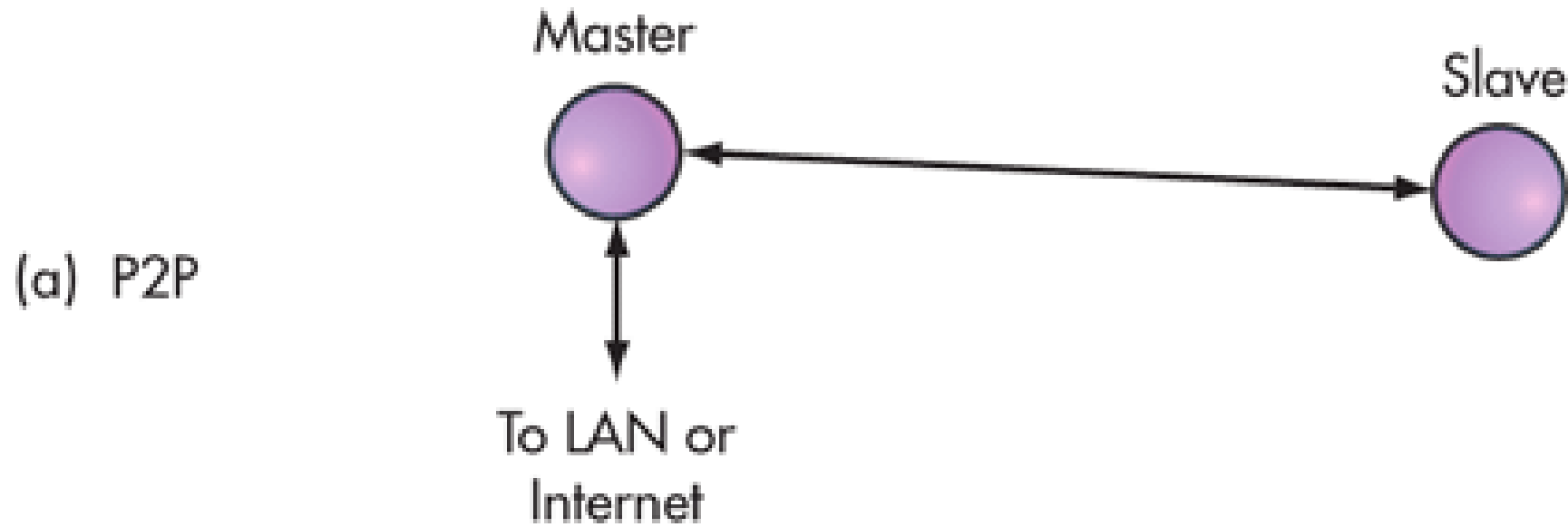
---

# ANT+

- „ANT” = vezeték nélküli adatátviteli protokoll
- „ANT+” = az ANT egy „implementálása”
- ANT+ Alliance (Dynastream Innovations Inc. – Garmin)
- „ecosystem” kifejezetten **sport és fitness alkalmazások** számára
  - pl. lépésszámláló, pulzusmérő, ...
- Jellemzők
  - Fizikai- , hálózati- és transzport-réteg megoldás
  - Bluetooth-nál alacsonyabb energiaigény – „Ultra Low Power”
  - 2.4 GHz ISM sáv (2400 MHz – 2524 MHz)
  - TDMA
  - Topológiák: p2p / csillag / fa / mesh

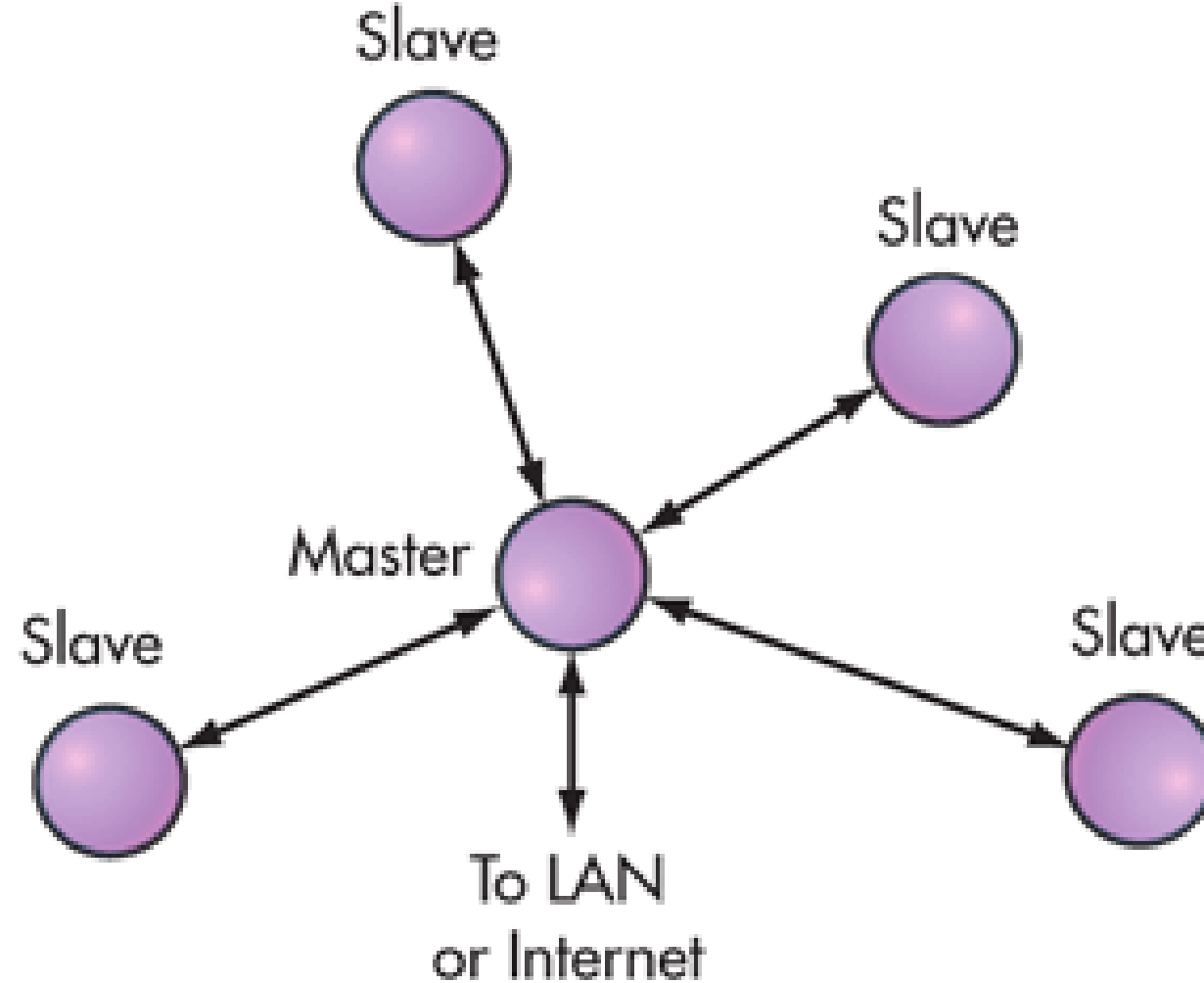


# ANT+ p2p topológia

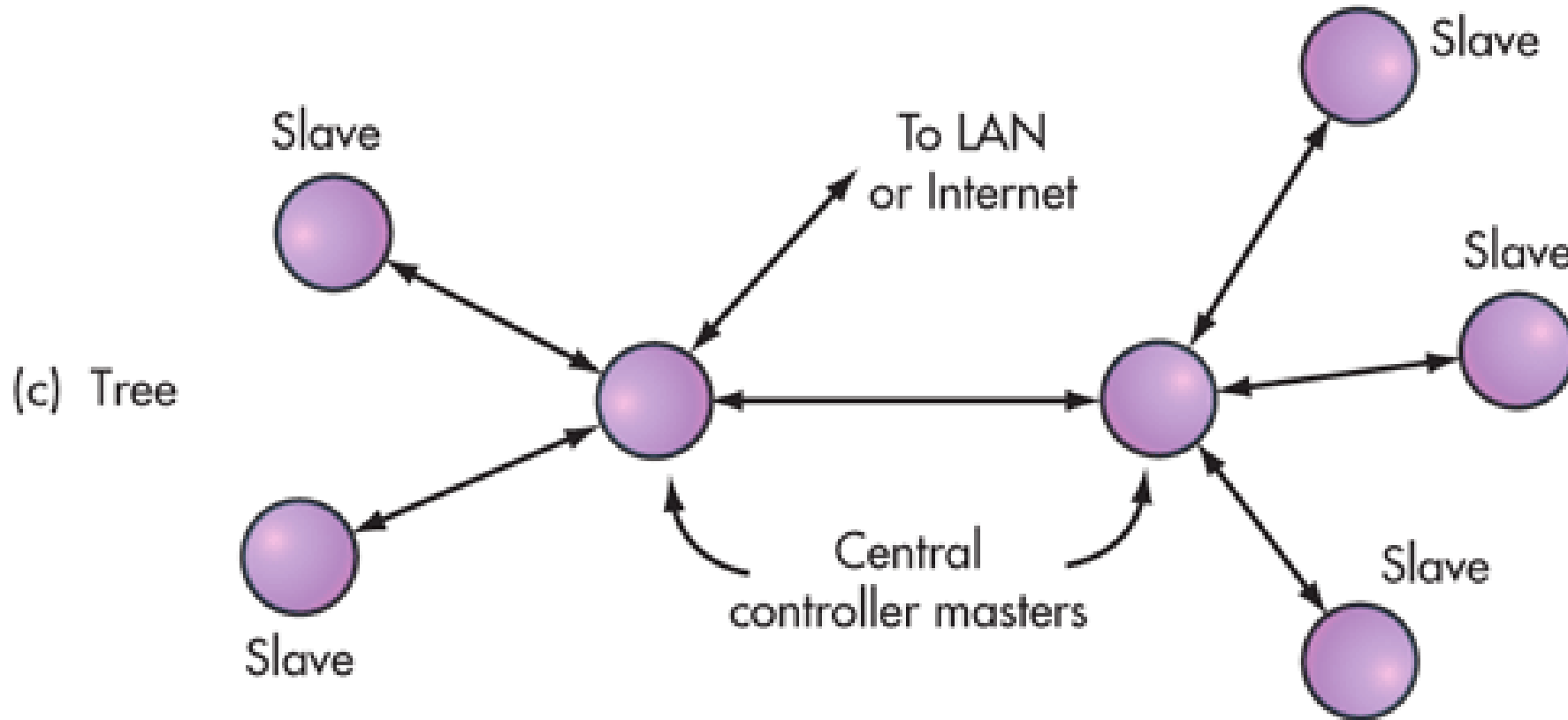


# ANT+ csillag topológia

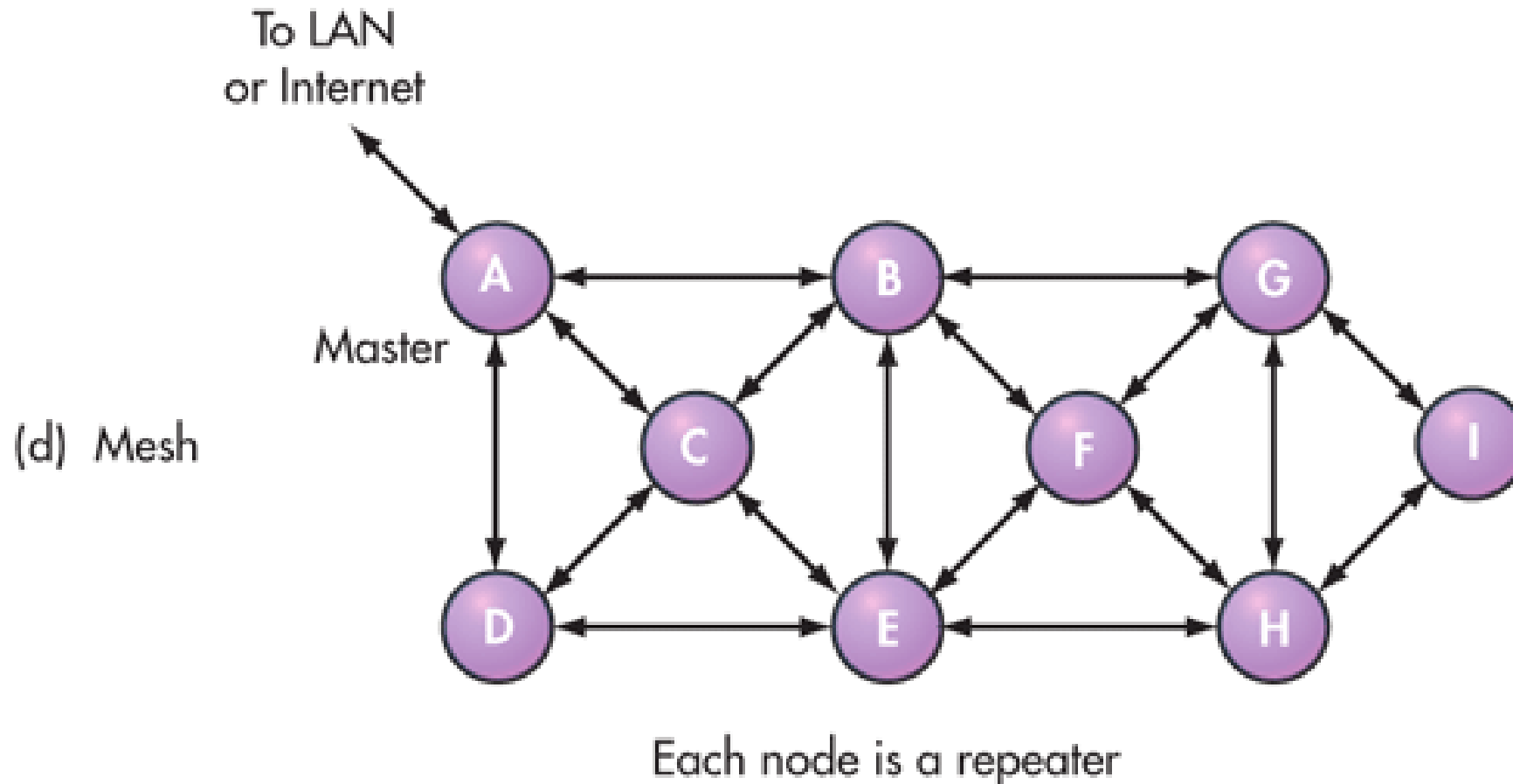
(b) Star



# ANT+ fa topológia



# ANT+ szövevényes (mesh) topológia







# BLE vs ANT+

COMMON ANT AND BLUETOOTH LOW ENERGY FEATURES		
Technology	ANT	Bluetooth Low Energy
Frequency	2.4 to 2.483 GHz	2.4 to 2.483 GHz
Topologies supported	P2P, star, tree, mesh	P2P, star
Modulation	GFSK	GFSK
Channel width	1 MHz	2 MHz
Protocol	Simplest	More complex
Data rate	1 Mbit/s	1 Mbit/s
Range	50 meters	50 meters
Security	64-bit key	128-bit AES

# Alacsony fogyasztású, nagy hatótávolságú kommunikációs megoldások

---

SigFox és a LoRa protokollok. A LoRaWAN hálózat. NB-IoT (Narrow-Band IoT) és LTE-M

*„We power the IoT with the simplest communication solutions.”*

*We have a dream – Imagine a world where things can communicate with us”*

*(Sigfox)*

**SIGFOX**

---



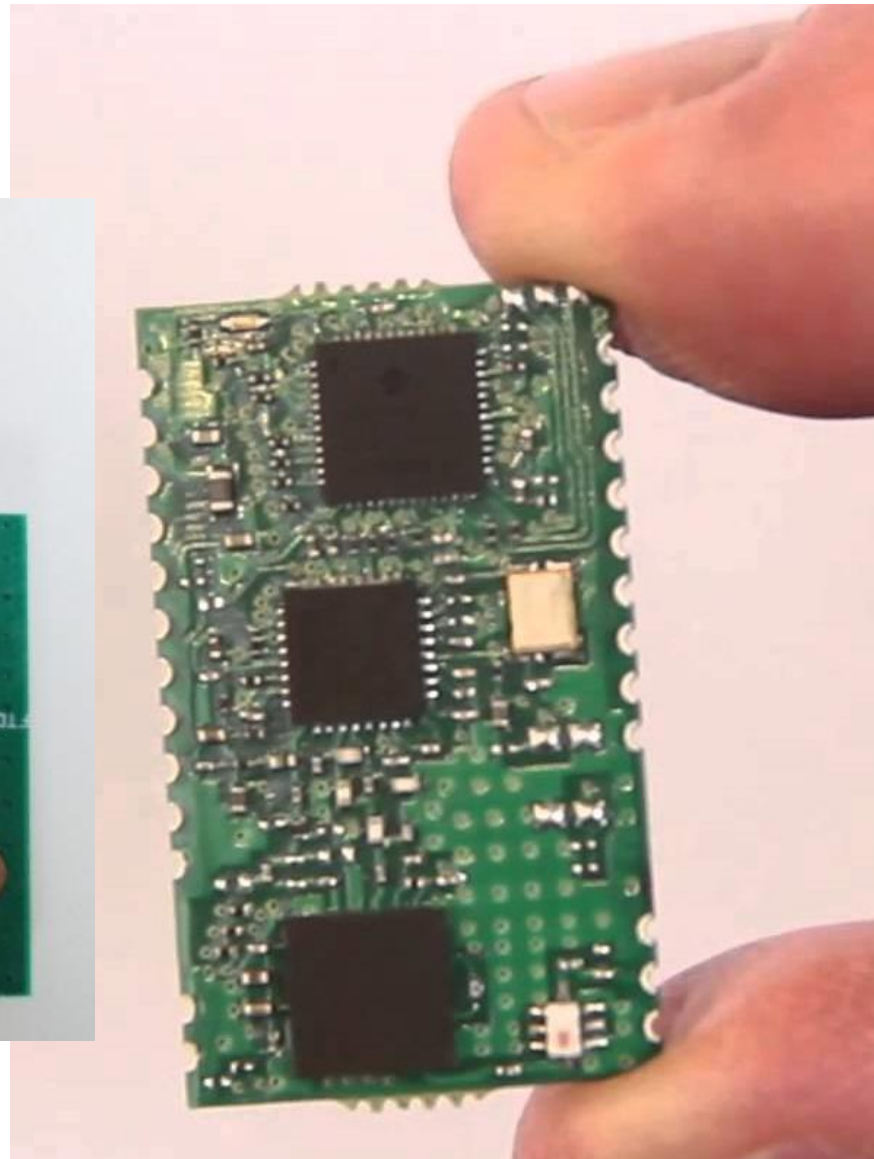
# SIGFOX

- Francia vállalkozás, 2009-ben alapították. „proprietary solution”
- LPWAN (= low-power WAN) megoldás, alacsony adatátviteli sebességgel
- ISM sáv (868 MHz Európában)
- ultra keskenysávú (UNB) LPWAN
- Csillag hálózati topológia, cellás (mobil) operátor hálózatával kiegészítve
- SIGFOX szabvány: 140 uplink üzenet naponta, 12 bájtos tartalommal + 4 downlink üzenet naponta 8 bájtos tartalommal
- Tipikus alkalmazási terület: okos mérők, távvezérlők, ...
- 30-50 kilométeres cellaméreték (városban kisebb)
- LOS (line-of-sight) üzenetek akár(\*) **100 kilométerre is!** (\*inkább 40 km)

# SIGFOX

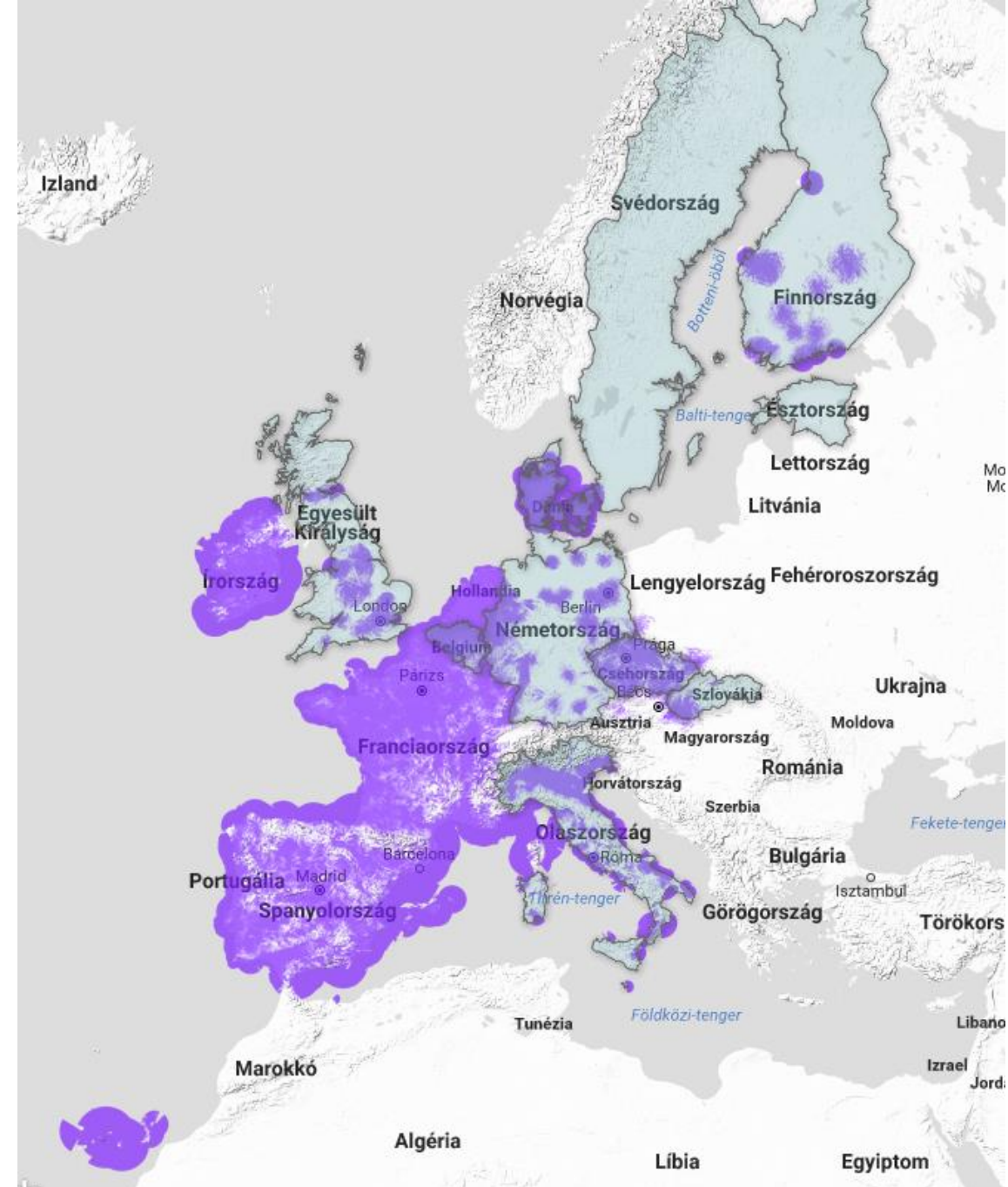
- 50 uW egyirányú módban
- 20 éves élettartam 2500 mAh elemről
- < 1 EUR modem ár
- 3 bázisállomás egy 1 milliós nagyvárosban elég
- Több mint 10 millió regisztrált eszköz 2017 elején
  - főleg Nyugat-Európában, de USA-ban és Szingapúrban is terjed rohamosan

# SIGFOX modem



# SIGFOX lefedettség

- <https://www.sigfox.com/en/coverage>





*„ENABLING THINGS TO HAVE  
A GLOBAL VOICE”*

(LoRa Alliance)

LoRa

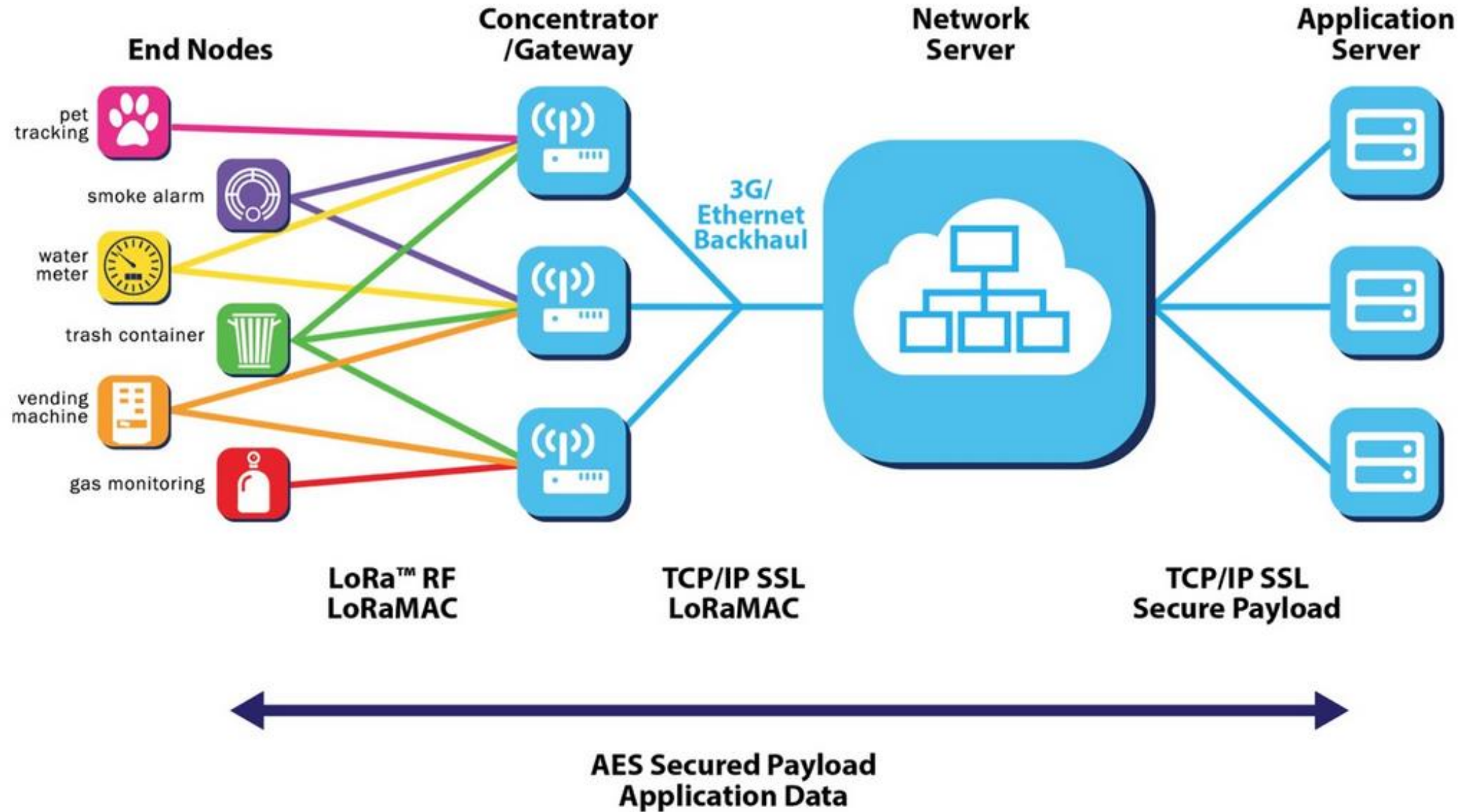
---



# LoRa

- Nyílt szabvány: „carrier-grade IoT LPWAN” megoldás elemről üzemeltetett eszközökhöz.
- LoRaWAN = LoRa protokoll
- Hálózati topológia: „csillagok csillaga”
  - átjáró (gateway) elemek: standard IP a szerver felé, direkt (1-hop) rádiós link a végberendezéshez

# LoRa architektúra



# LoRa

- Biztonságos, kétirányú kommunikáció, nyugtázott átvitel
- Lokalizációs szolgáltatások, mobilitás kezelése
- Adatsebességek: 0.3 kbps – 50 kbps
- ADR (Adaptive Data Rate): A szerver minden végberendezéshez egyenként határozza meg a RF kimenet paramétereit. („*Auto-magically manage SF for each end-device*” 😊 )
- Különböző végberendezés osztályok: Class A, B, C

# LoRa

- Különböző végberendezés osztályok: Class A, B, C
  - **Class A:** elemről működtetett
    - kétirányú kommunikáció
    - végberendezés kezdeményez (uplink)
  - **Class B:** kis késleltetésű
    - kétirányú kommunikáció ütemezett vételi ablakkal
    - periodikus beacon a gateway-től
    - szerver is kezdeményezhet átvitelt
  - **Class C:** real-time
    - unicast és **multicast** is
    - szerver kezdeményezhet bármikor átvitelt
    - a végberendezés folyamatosan kész a vételre

# LoRa

- Device Address
  - 32 bites **egyedi azonosító** a hálózatban, minden adatkeretben
- OTAA (Over-the-Air Activation)
  - globális egyedi azonosítók alapján: Join Request – Join Accepts
- ABP (Activation By Personalization)
  - megosztott kulcsok „beégetése” a gyártás során, adott hálózathoz kötöten. Nincs szükség OTTA-ra, az eszköz egyből kész a kommunikációra.

# LoRa Alliance

- Sponsor Members / Contributor Members / Adopter Members

## Sponsor Members

---



Comcast Cable Communications  
Management LLC

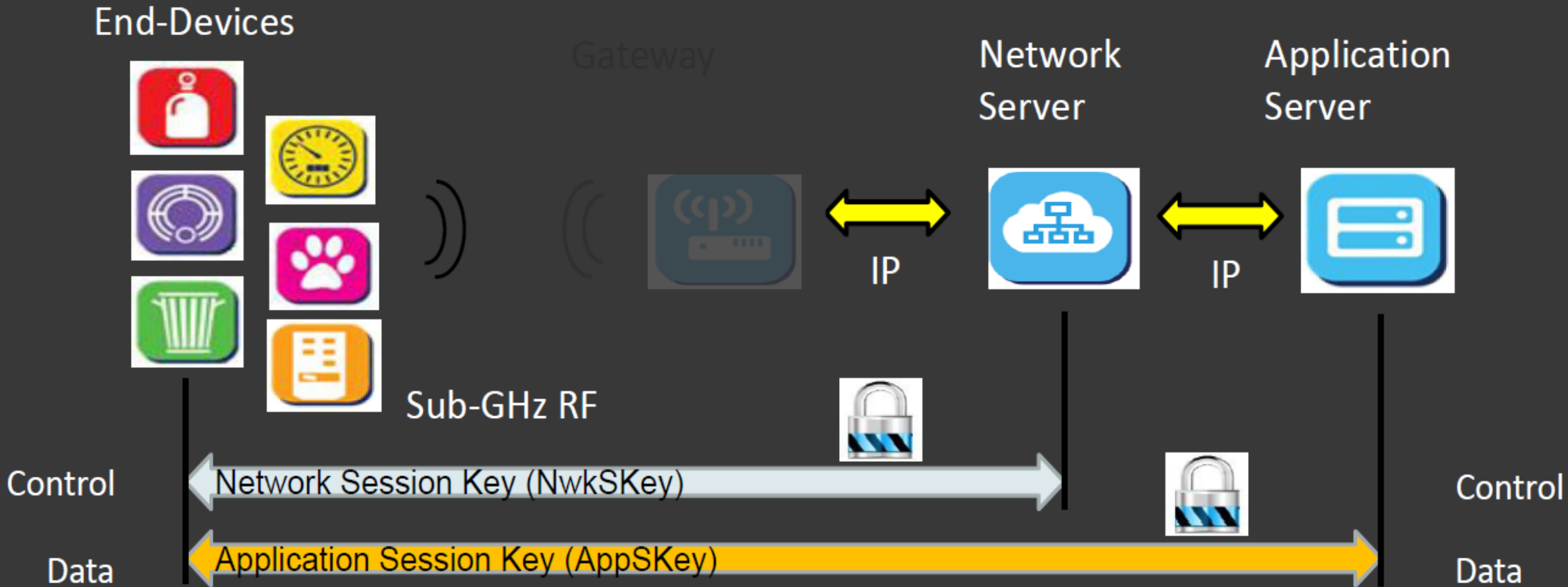


SAGEMCOM

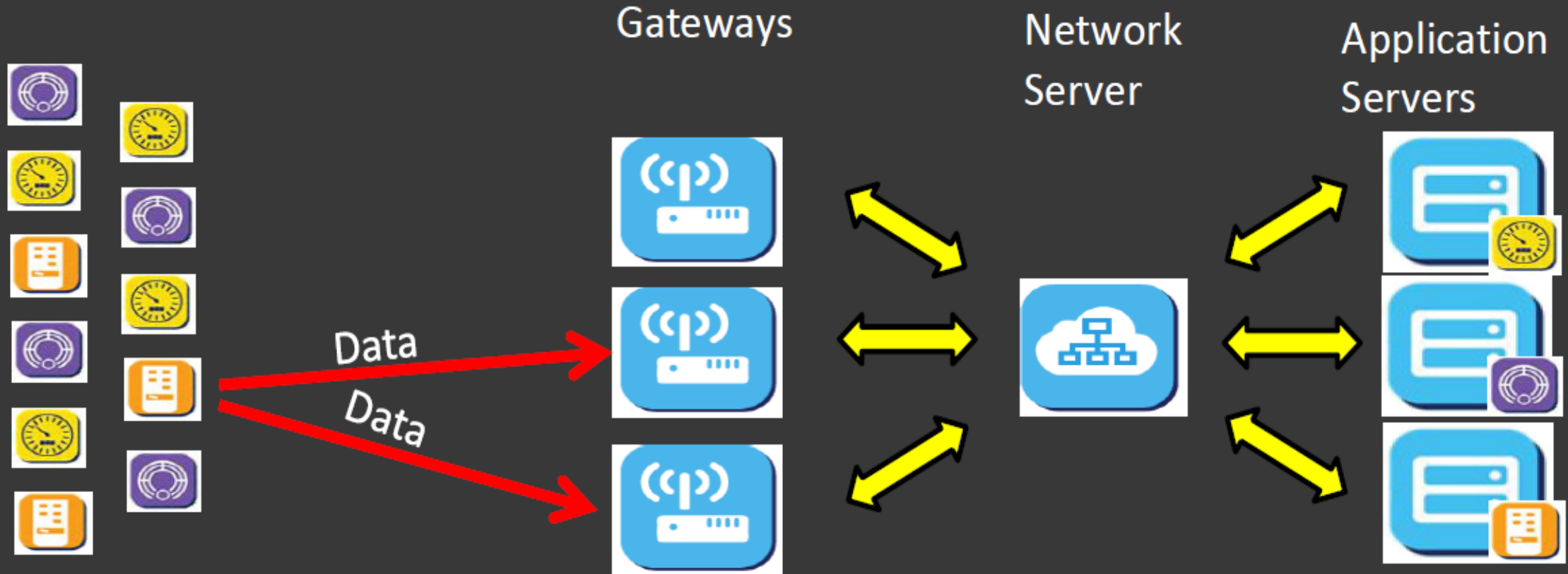




# Logical Data Flow (Programmer's Model)

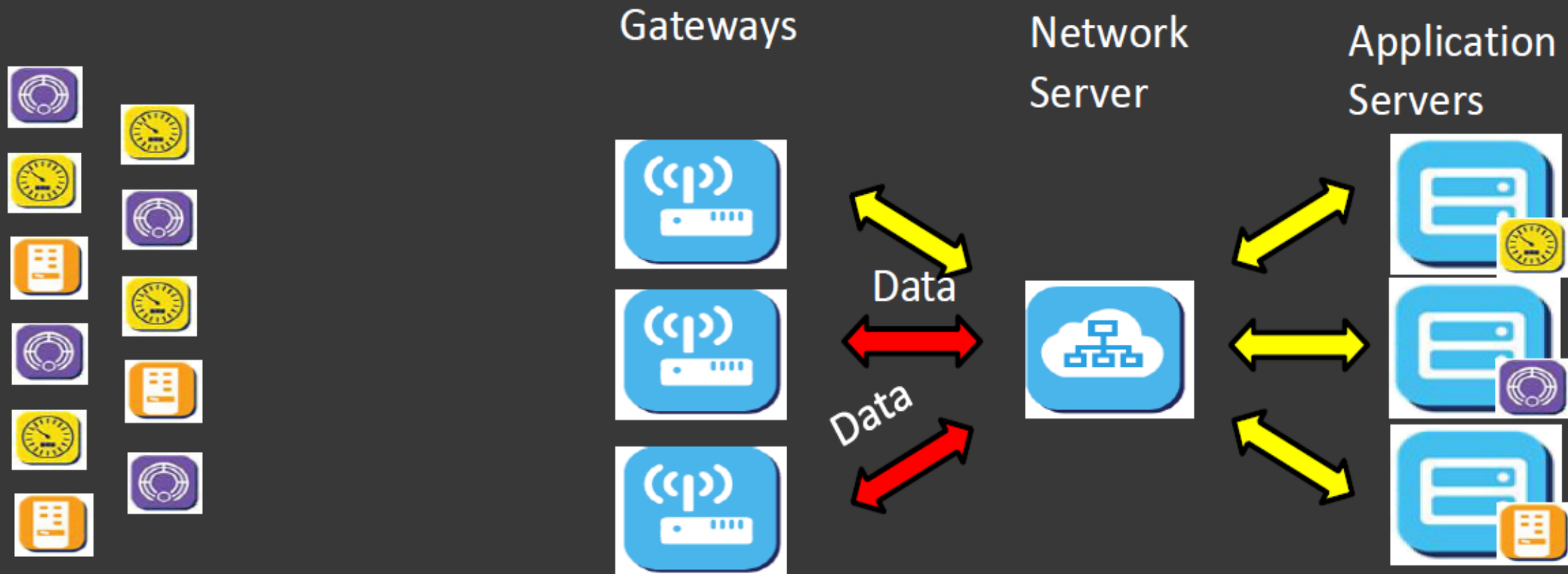


# Confirmed-Data Message



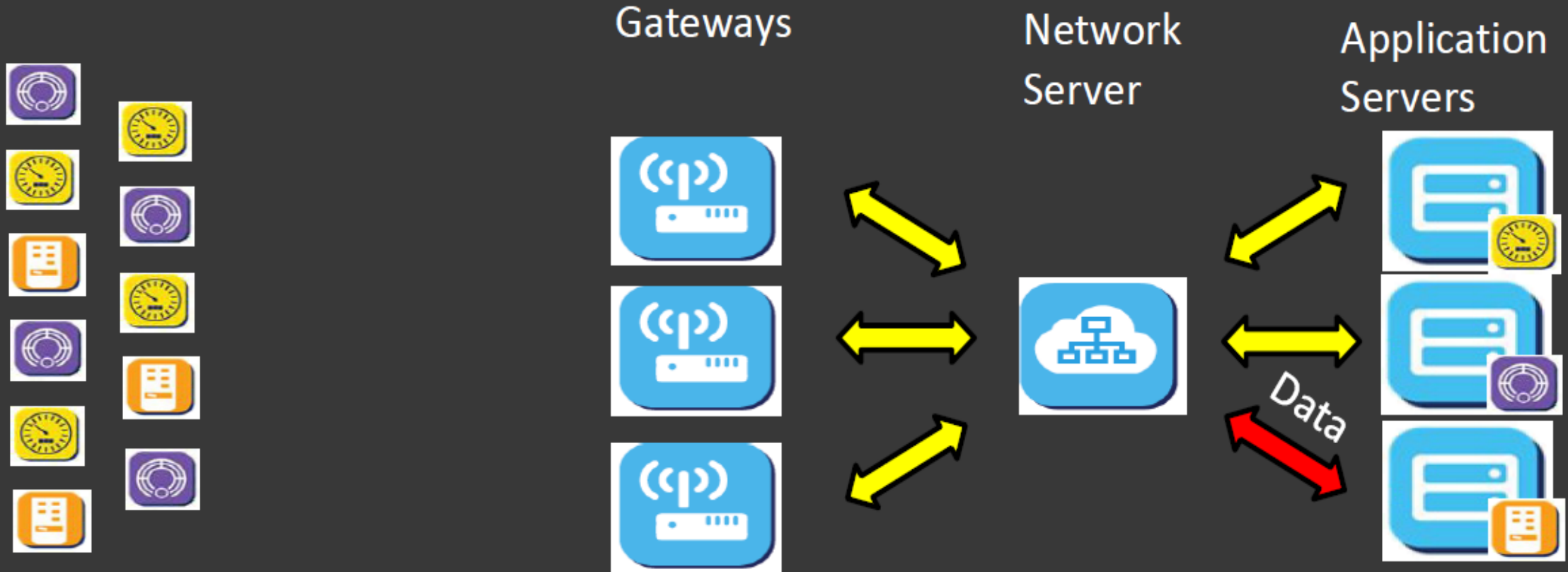
1. Vending Machine transmits data.  
It is received by two Gateways.

# Confirmed-Data Message



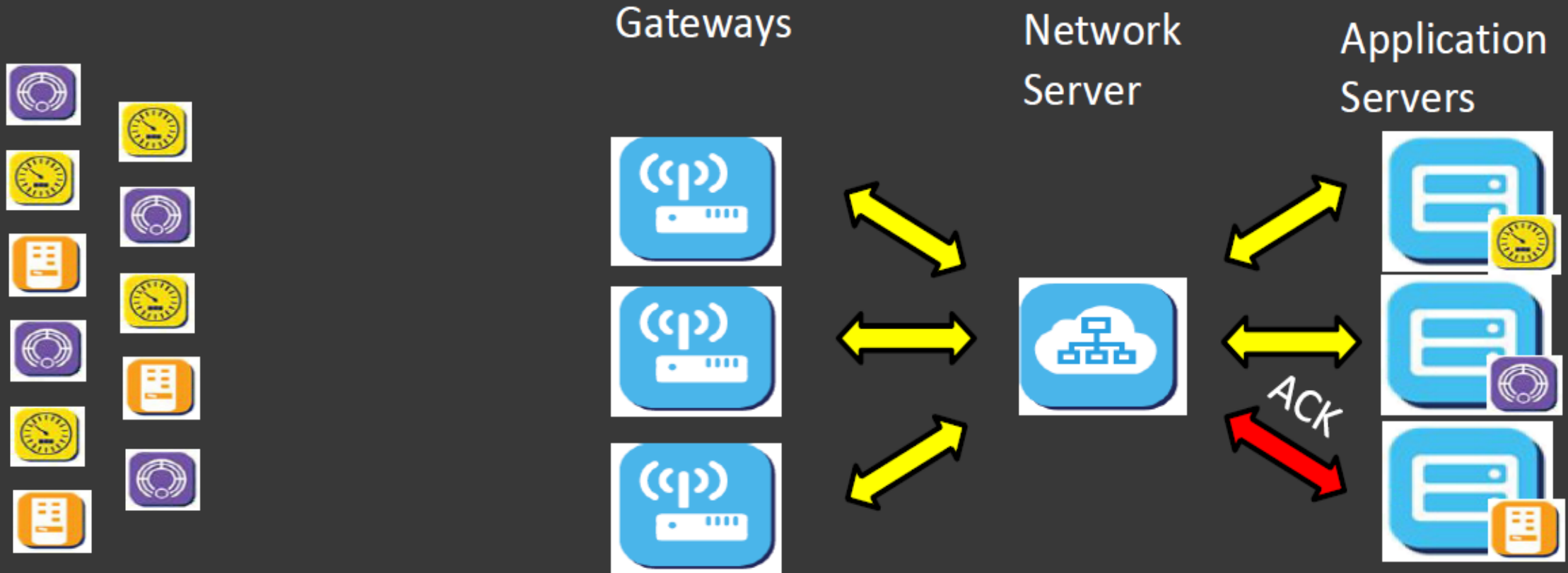
2. Both gateways “pass through” the data to the Network Server.

# Confirmed-Data Message



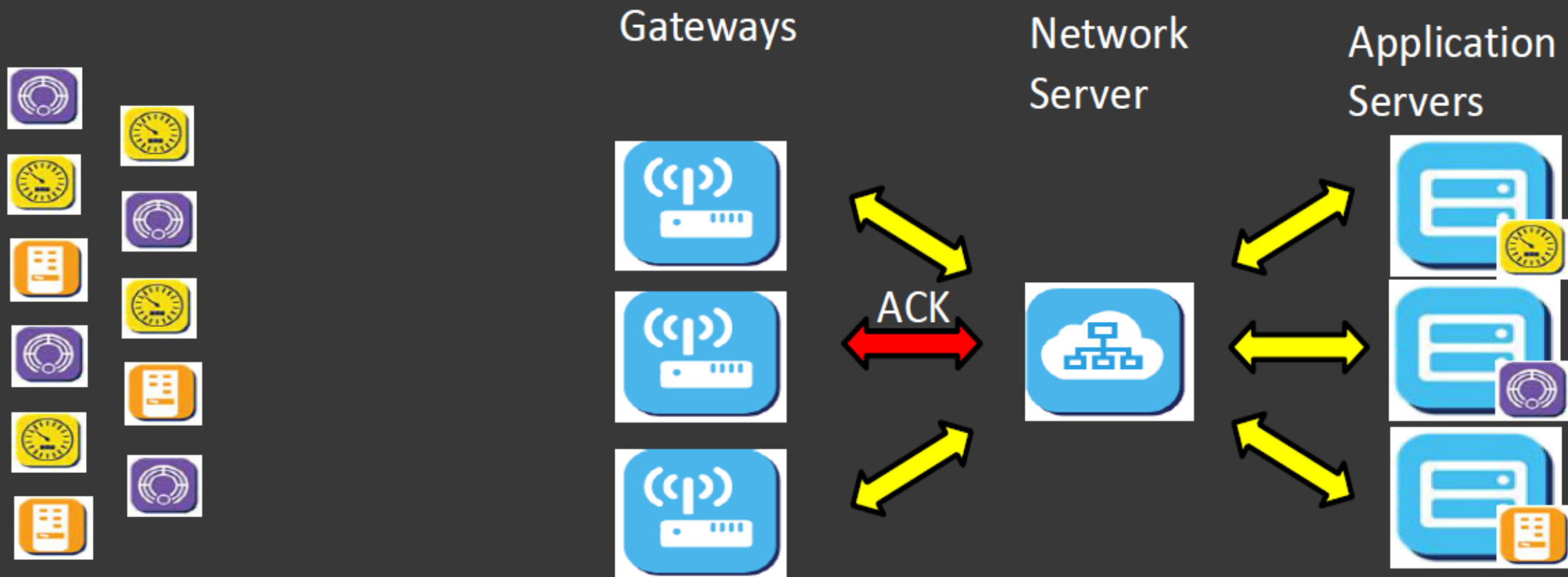
3. The Network Server forwards the data to the Vending Machine Applications Server

# Confirmed-Data Message



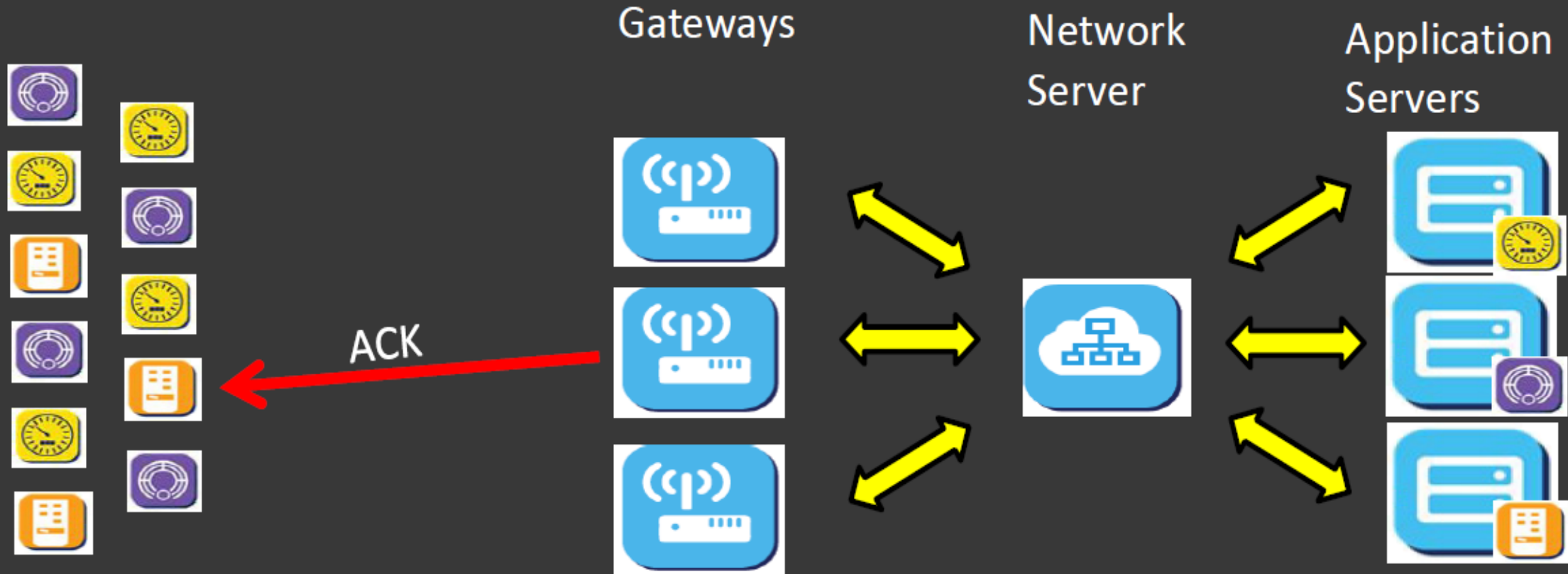
4. The Vending Machine Applications  
Server sends an acknowledgement

# Confirmed-Data Message



5. The Network Server selects the best path (gateway) to transmit the acknowledgement to the end-device.

# Confirmed-Data Message



6. The Gateway transmits the acknowledgement to the end-device

# LoRa modemek





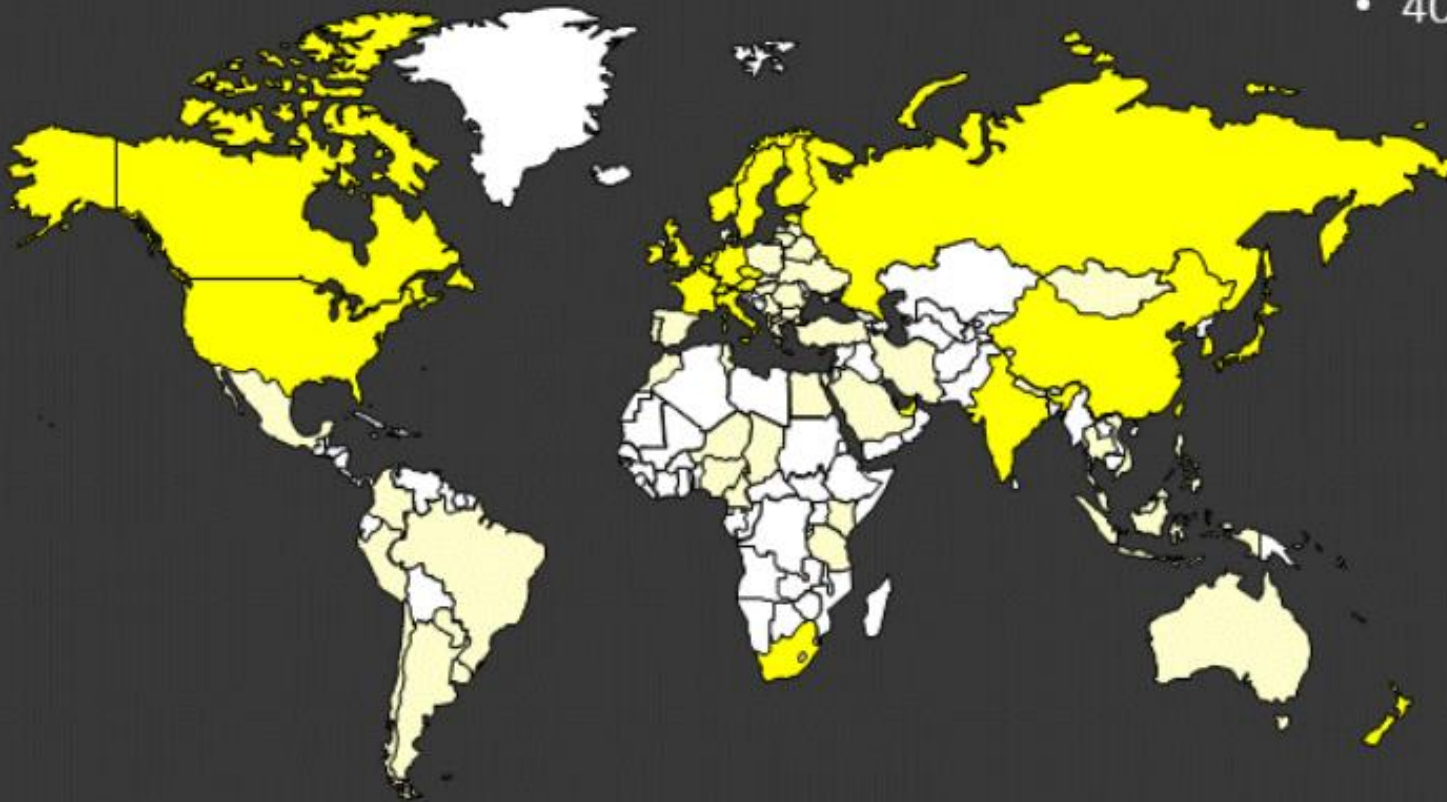
# LoRa patkány- és egérfogó 😊



# LoRa lefedettség

## Countries – LoRaWAN Networks

- 34 Publicly Announced Operators
- 150+ on-going trials & city deployments
- 400+ members in the Alliance



Legend:

- Publicly Announced
- Other deployments



## NB IoT

---



# NB-IoT

- NarrowBand IoT – LPWAN megoldás
- 3GPP szabvány (Rel 13 LTE-Advanced Pro, 2016. június)
- A mobil szolgáltatók **meglévő cellás hálózatain**, de **NEM LTE alapon**.
- Beltéri lefedettség, alacsony ár, hosszú élettartam elemről, nagyszámú eszköz
- Lehet telepíteni...
  - LTE sávon belül
  - LTE védősávokban
  - külön sávban (dedikált spektrumsávban, akár GSM sáv újrahasznosításával)
- SC (Single Carrier) FDMA

# NB-IoT

	<b>NB-IoT</b>
<b>3GPP Release</b>	Release 13
<b>Downlink Peak Rate</b>	250 kbps
<b>Uplink Peak Rate</b>	250 kbps (multi-tone) 20 kbps (single-tone)
<b>Latency</b>	1.6s-10s
<b>Number of Antennas</b>	1
<b>Duplex Mode</b>	Half Duplex
<b>Device Receive Bandwidth</b>	180 kHz
<b>Receiver Chains</b>	1 (SISO)
<b>Device Transmit Power</b>	20 / 23 dBm

# NB-IoT alkalmazási területek

- Okos mérők: NB-IoT gáz és víz fogyasztás mérésére
- Smart City - Okos Város A közvilágítás és a parkolóhelyek foglaltsága
- Szállítás és logisztika Konténer követés és újratölthető tartályok
- Ipar NB-IoT raklapok és csővezetékek
- Földművelés és erdőgazdálkodás Állatok megfigyelése
- Elektronikai termékek: NB-IoT és követés

# NB IoT modemek



u-blox SARA-N2 NB-IoT module



Sequans Communications' LTE Cat M1/NB1 Chip



Altair Semiconductor FourGee-1160 chipset



# LTE-M

---

# LTE-M

- LTE-M
  - = LTE-MTC (Machine Type Communication)
  - = LTE Cat-M1
  - = Long Term Evolution (4G), Category M1
- 3GPP javaslat
- IoT eszközök direkt csatlakoztatása **meglévő** 4G cellás (mobil) hálózatokhoz (overlay), azaz **kompatibilis az LTE hálózattal**
- 1 Mbps fel- és letöltési sebesség
- DL sáv szélesség: 1.08 MHz (v.ö. *NB-IoT(=Cat-M2) 180 kHz-es sáv szélességével!*)
- Hasonló az NB-IoT-hez, hasonló célokkal



### Sample use cases



Mobile



Video security



Wearables



Object Tracking



Utility metering



Environment monitoring



Connected car



Energy Management



Connected healthcare



City infrastructure



Smart buildings

# LPWAN megoldások

---

összefoglalás

# SIGFOX – LoRa – NB-IoT – LTE-M

## LPWAN technologies in the market

	LoRa	SIGFOX	LTE-M	NB-IoT
<b>Coverage</b>	~ 10 Km	~ 12 Km	~ 11 Km	~ 15 Km
<b>Frequency Band</b>	Unlicensed	Unlicensed	Licensed (LTE)	Licensed (LTE)
<b>Data Rate</b>	10 Kbps	~ 100 bps	~ 10 Mbps	100 Kbps
<b>Standardization</b>	De-facto Standard	De-facto Standard	3GPP Rel. 8	3GPP Rel. 13 (planned)
<b>Battery Life</b>	~ 10 years	~ 10 years	~ 10 years	~ 10 years
<b>Commercialization (in Korea)</b>	2016	Not defined	2016	2017 (planned)