

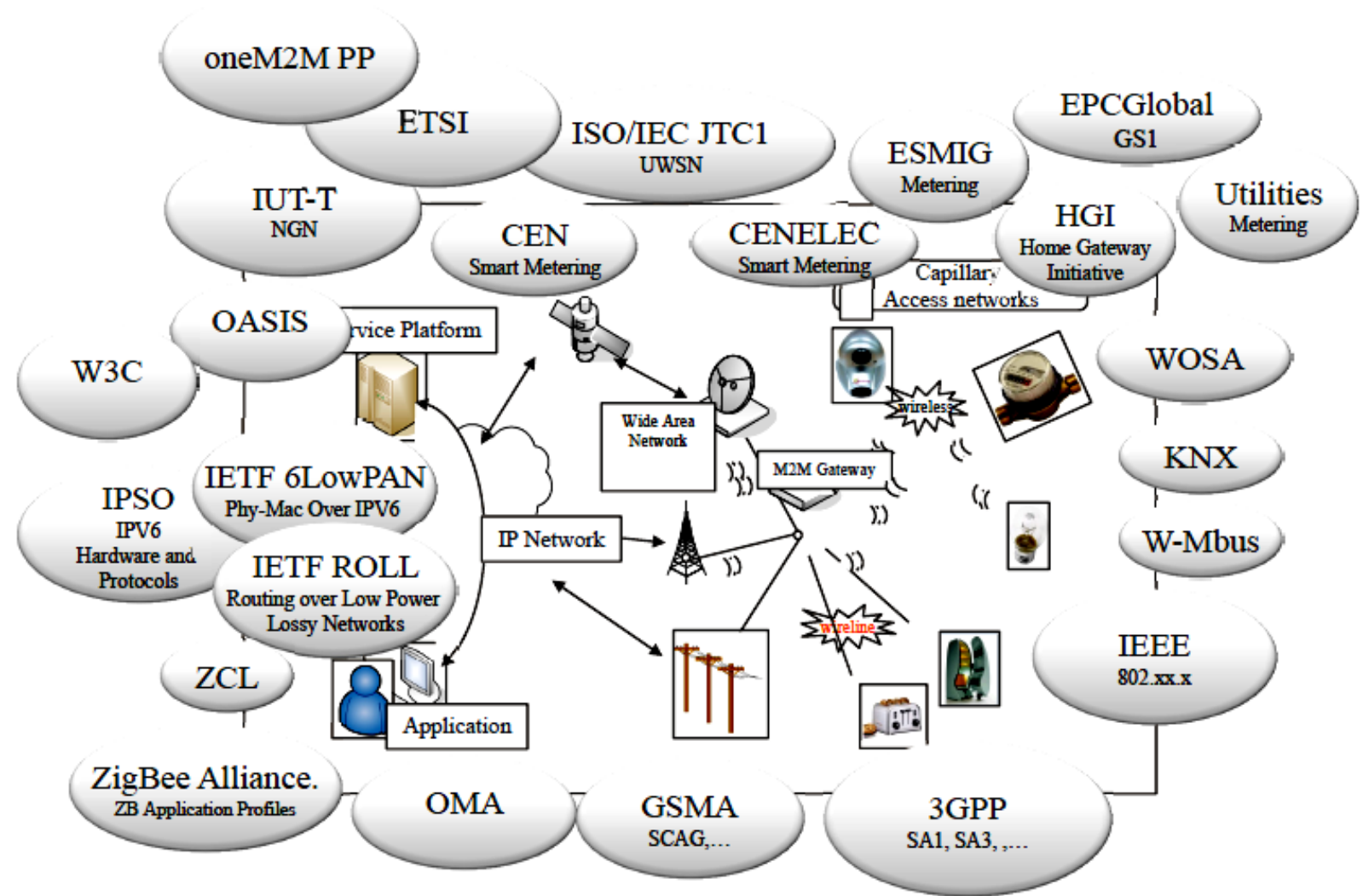


شبکه های ارتباطی در اینترنت اشياء

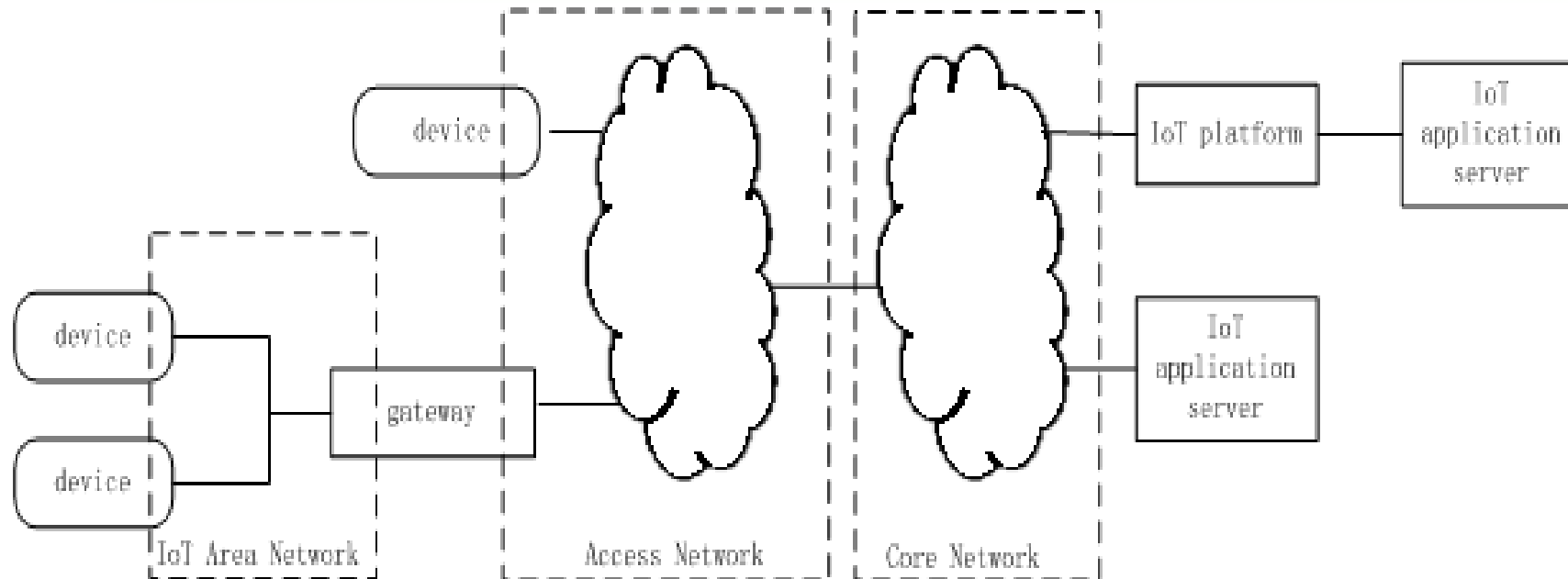
پروژه: تدوین نقشه راه اینترنت اشياء
ارائه دهنده: محمدرضا محمدی کاشانی
تاریخ: بهار ۹۶

- نگاه استاندارد ITU به IoT و پیشنهادات آن
- ساختار شبکه ها در IoT
- پروتکل های ارتباطی در شبکه IoT
- مطالعات موردی
- شاخص های مهم در انتخاب شبکه
- فعالیت های انجام شده در ایران
- جمع بندی و ملاحظات

سازمان های فعال در زمینه استانداردسازی اینترنت اشیا



مدل پایه شبکه برای IOT (ITU-T Y.4113)



Controller area network (CAN) bus technology
 ZigBee wireless technology
 Bluetooth wireless technology
 WiFi wireless technology
 Wi-SUN wireless technology
 ULE technology

PSTN technology
 2G/3G/LTE wireless technology
 xDSL technology
 FTTx technology
 LPWA wireless technology

Fiber Optic technology
 Satellite technology

پیشنهادات عمومی ITU برای بخش های مختلف شبکه با تمرکز بر حسگرها و سنجش گرهای هوشمند

- پشتیبانی انواع دستگاه برای IoT
 - از جمله دستگاه های با قابلیت محدود
- مقیاس پذیری و دسترسی پذیری
 - افزایش روز افزون دستگاه ها و حسگرها
- کاهش تلفات بسته و تأخیر زیاد به خاطر انتقال داده همزمان
 - ارسال همزمان
 - پردازش همزمان
- کنترل افزایش بار شبکه به خاطر حجم زیاد پردازش ترافیک
 - افزایش تعداد شبکه ناحیه IoT
 - پیدایش تراکم در شبکه دسترسی
 - عدم کفایت منابع پردازش در نواحی مختلف (ناحیه IoT، دسترسی و هسته)
- قابلیت همکاری متقابل

چالش های شبکه ناحیه IOT و پیشنهادات ITU

▪ قابلیت اطمینان

- ارسال داده مطمئن (در مقابل قطعی اتصال و تلفات بسته)
- نیاز به سنجش در ناحیه شبکه IoT جهت قابلیت اطمینان آنها به انتها
- معیارهای MTBF، MTTR در شبکه هسته و دسترسی

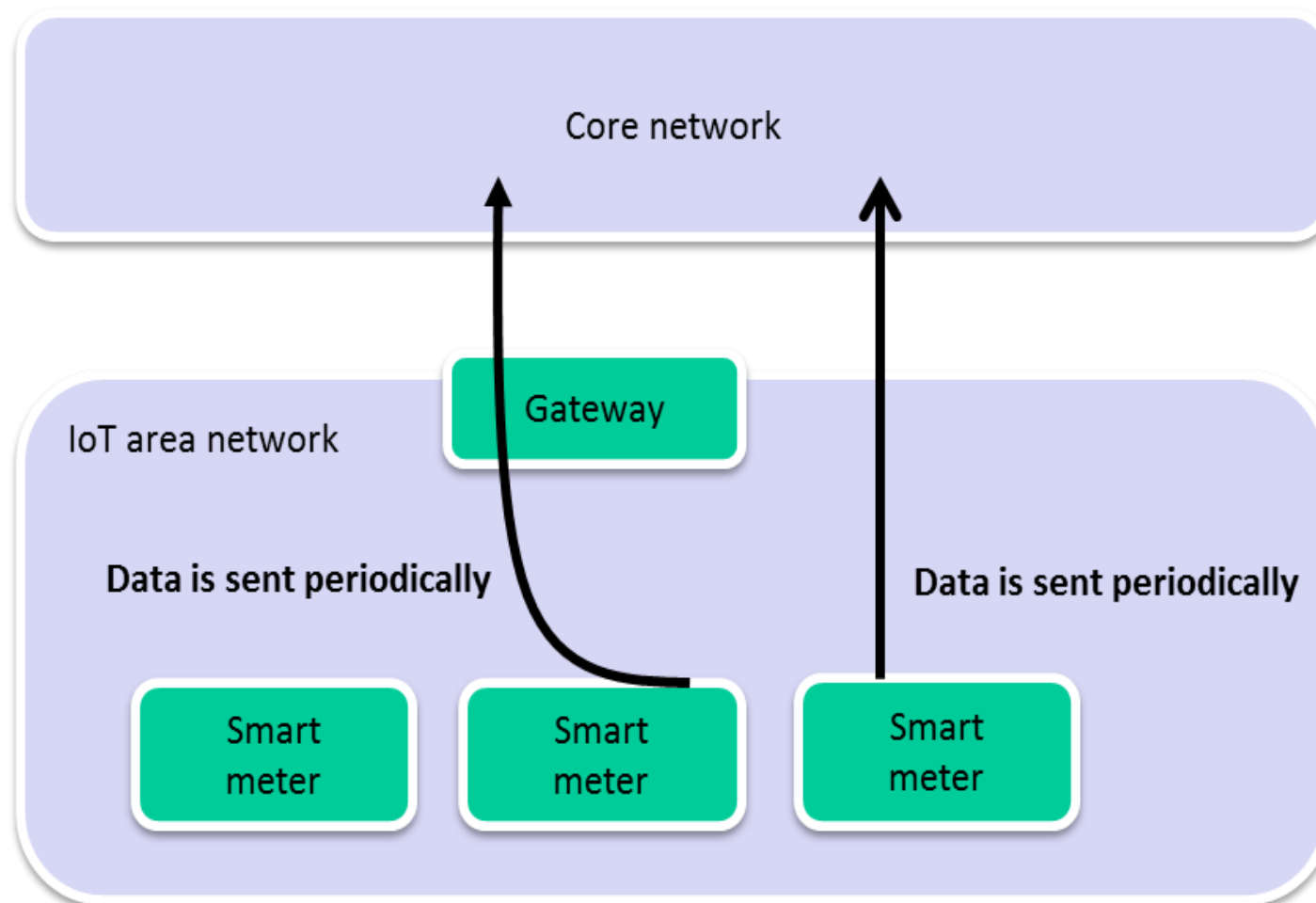
▪ واکنش به درخواست های وارده از طرف شبکه هسته

- اطلاعات وضعیت
- اطلاعات توپولوژی
- محاسبه مجدد توپولوژی
- اطلاعات مسیر ترافیک (ازدحام، تصادم، قطعی)

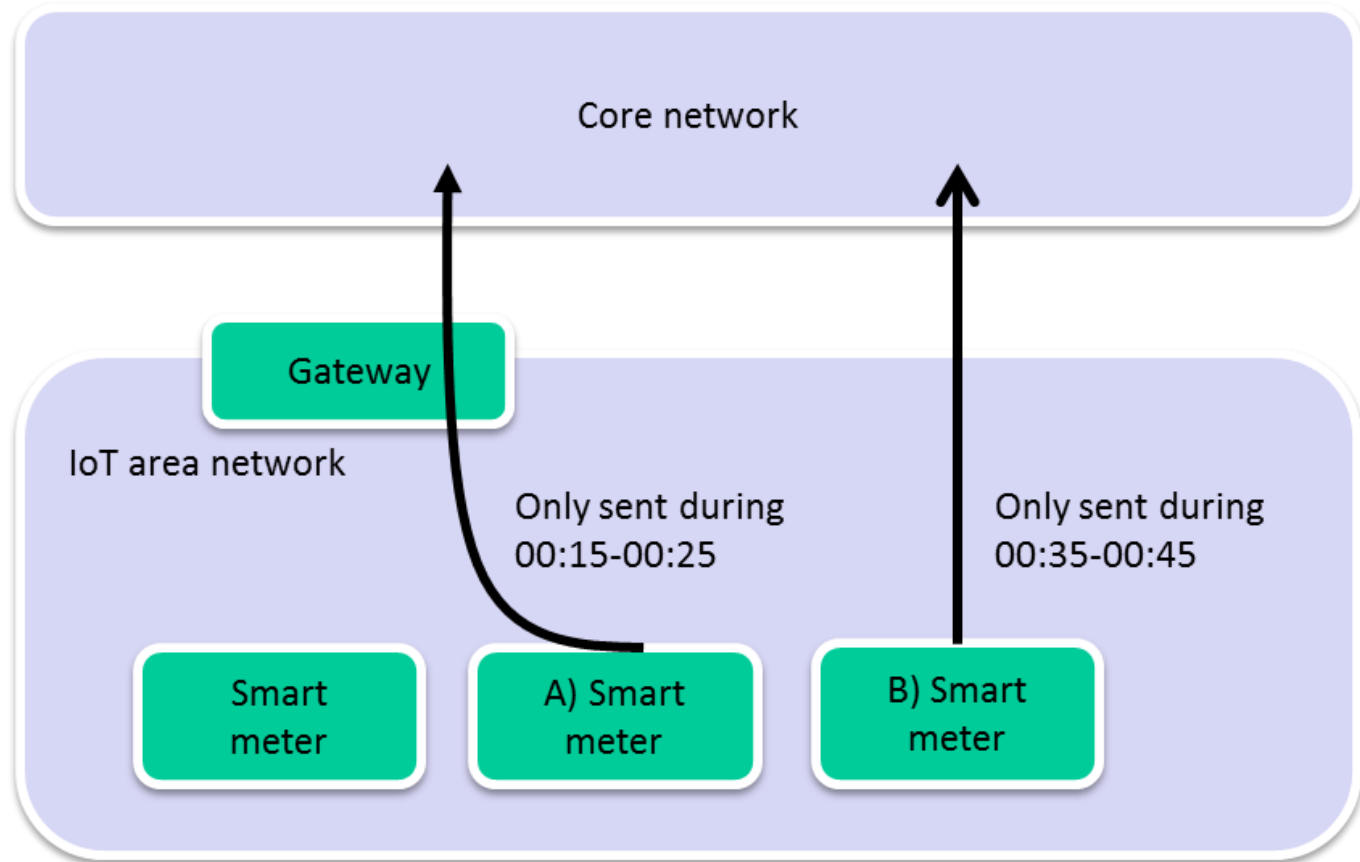
▪ دریافت اعلان ها از طرف حسگرها

- رویدادها

ارسال داده از در شبکه ناحیه IoT به شبکه هسته



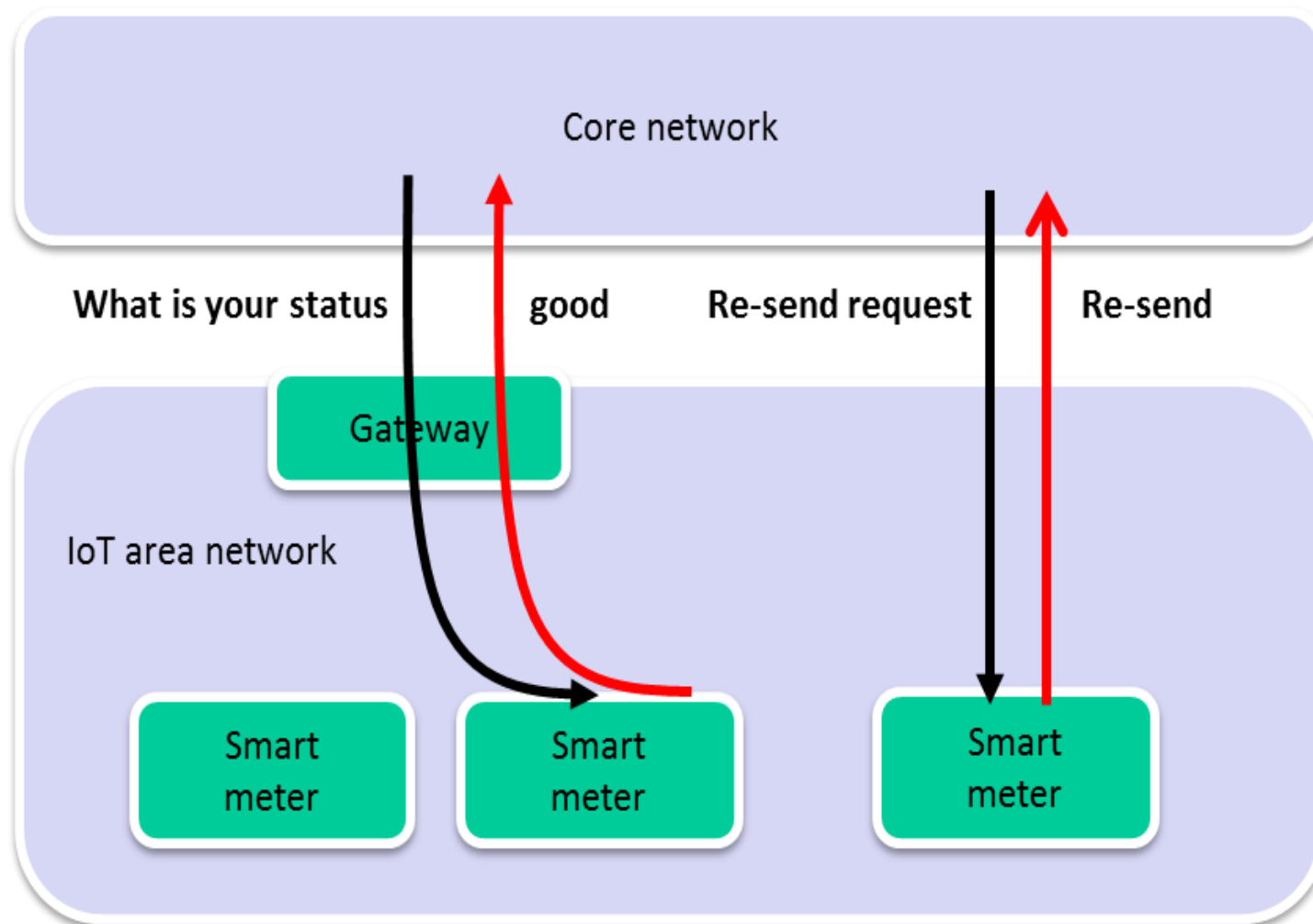
ارسال داده در بین درجه زمانی تخصیص یافته



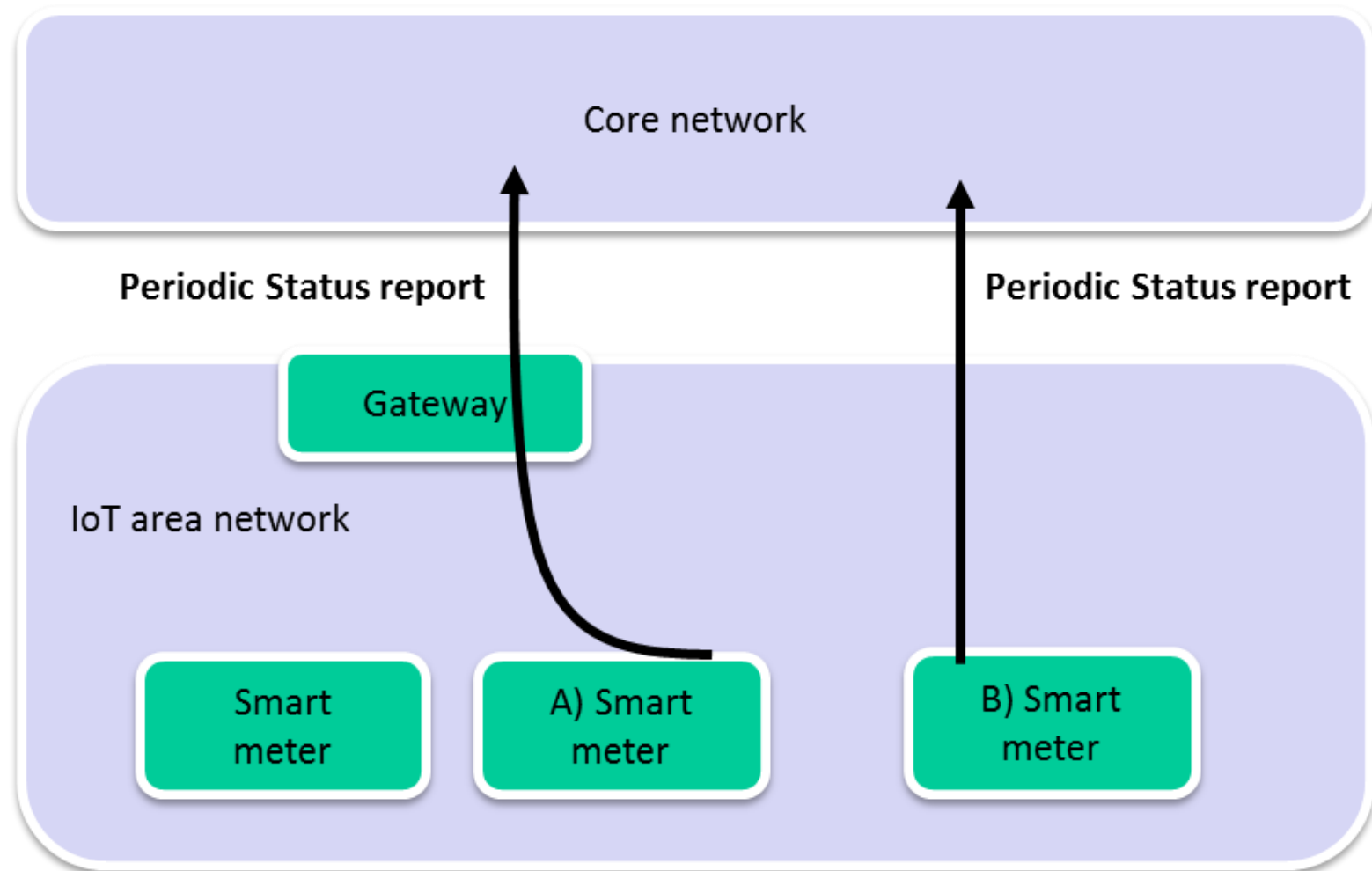
Smart meter A) time slot for sending data is 00:15-00:25

Smart meter B) time slot for sending data is 00:35-00:45

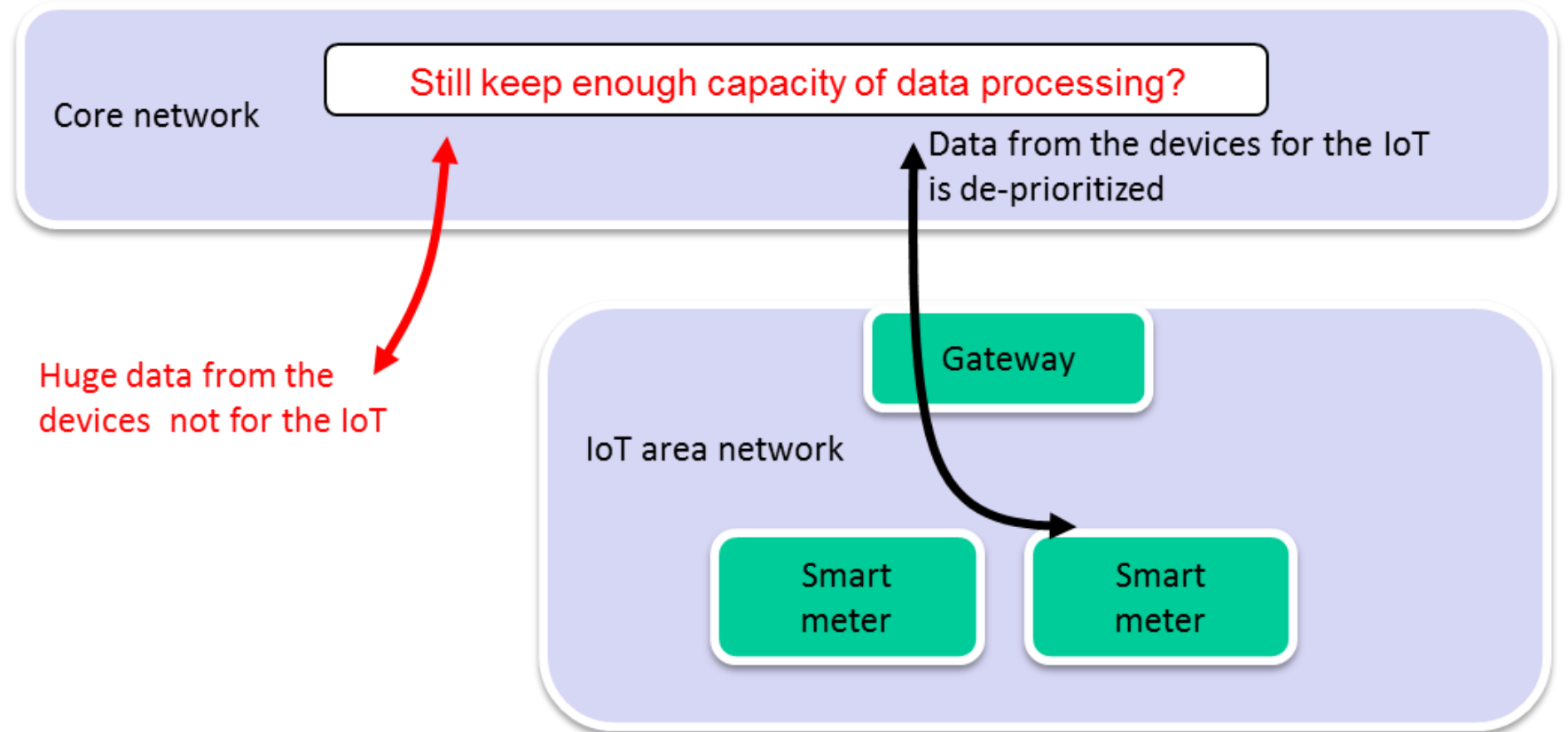
شروع ارتباطات داده توسط شبکه هسته (درخواست وضعیت و ارسال مجدد)



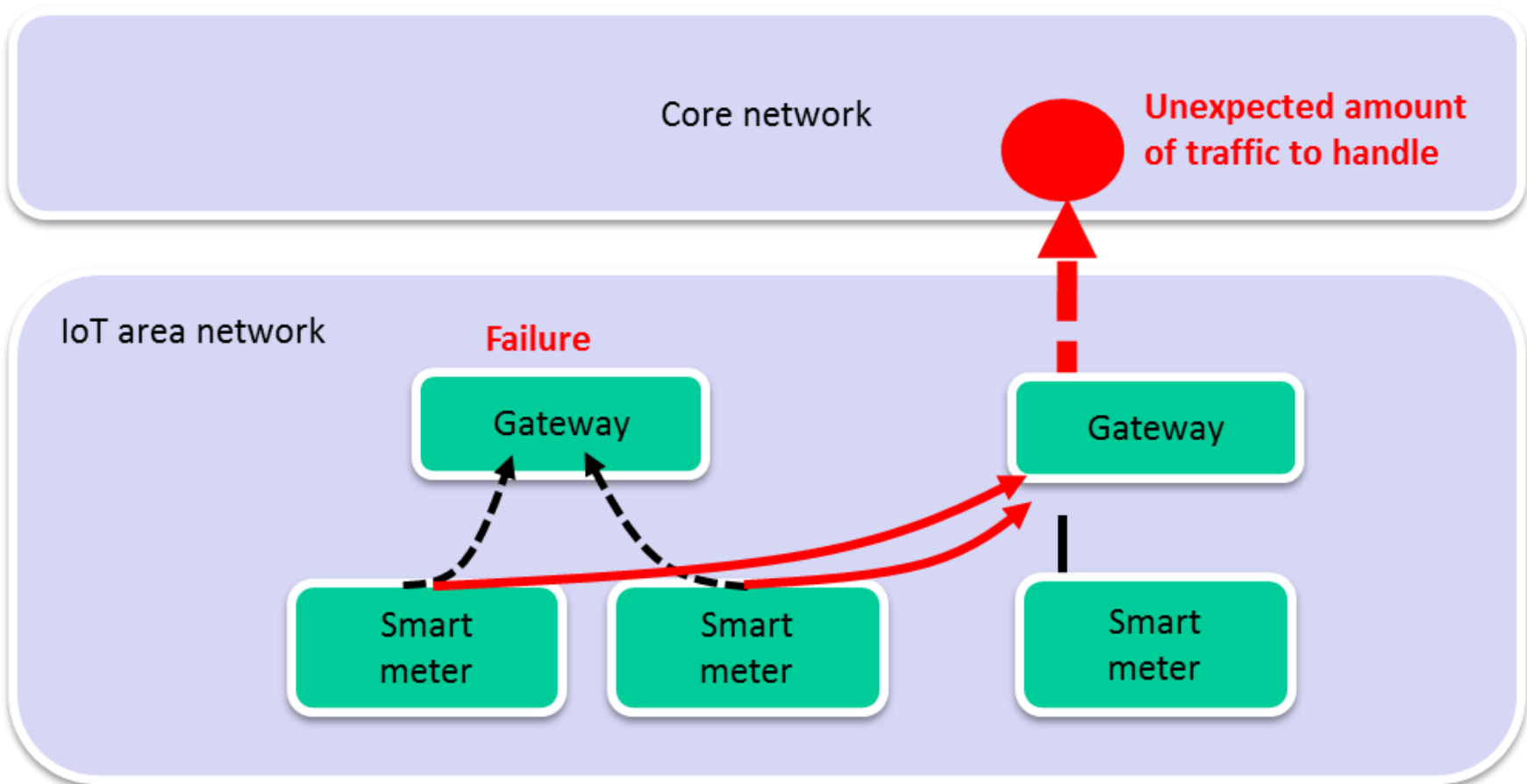
شروع ارتباطات داده توسط سنشگرهای هوشمند (ارسال وضعیت تجهیز)



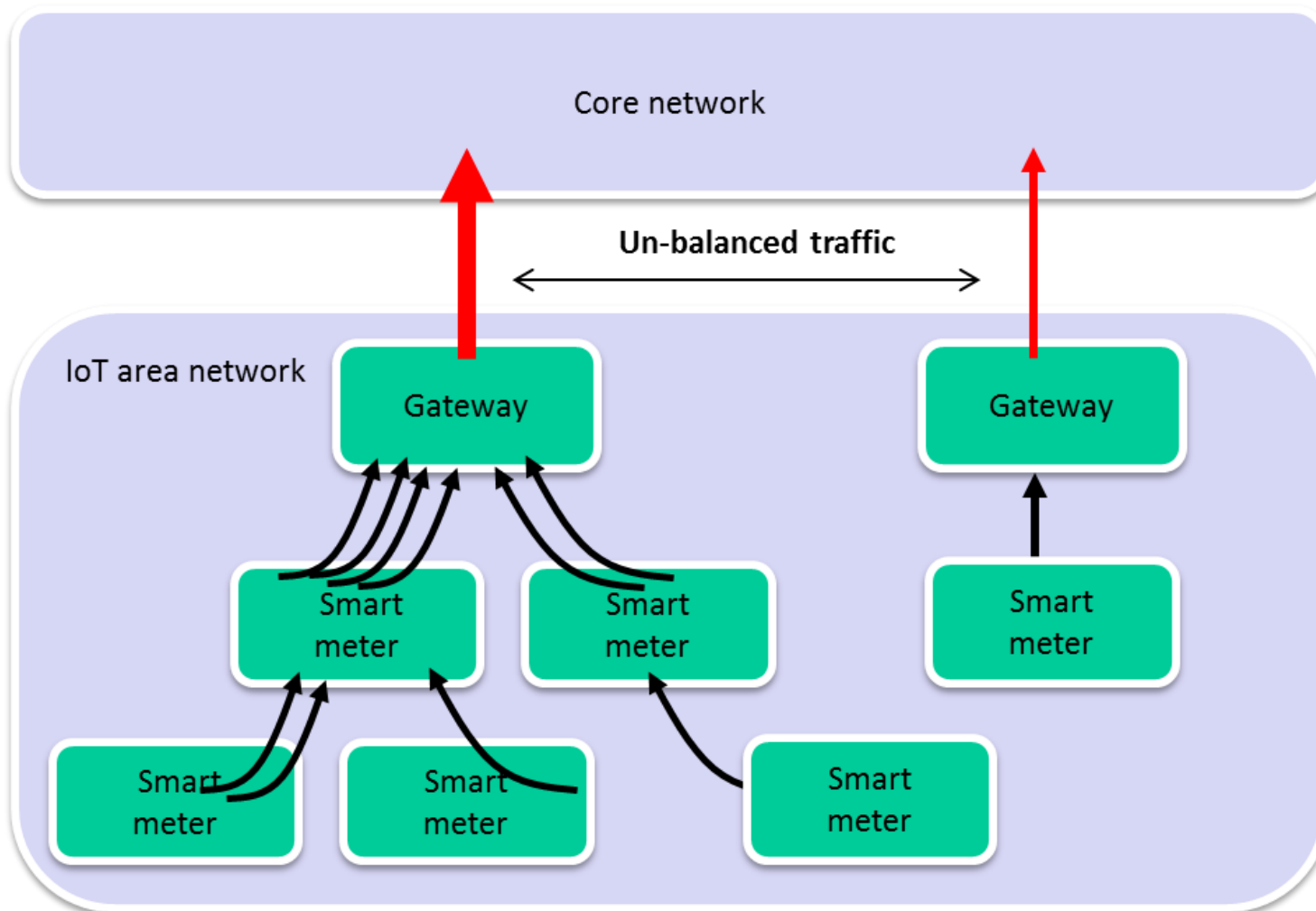
داده‌های وارده از سنجشگرهای هوشمند و داده‌های وارده از دستگاه‌های غیر IoT



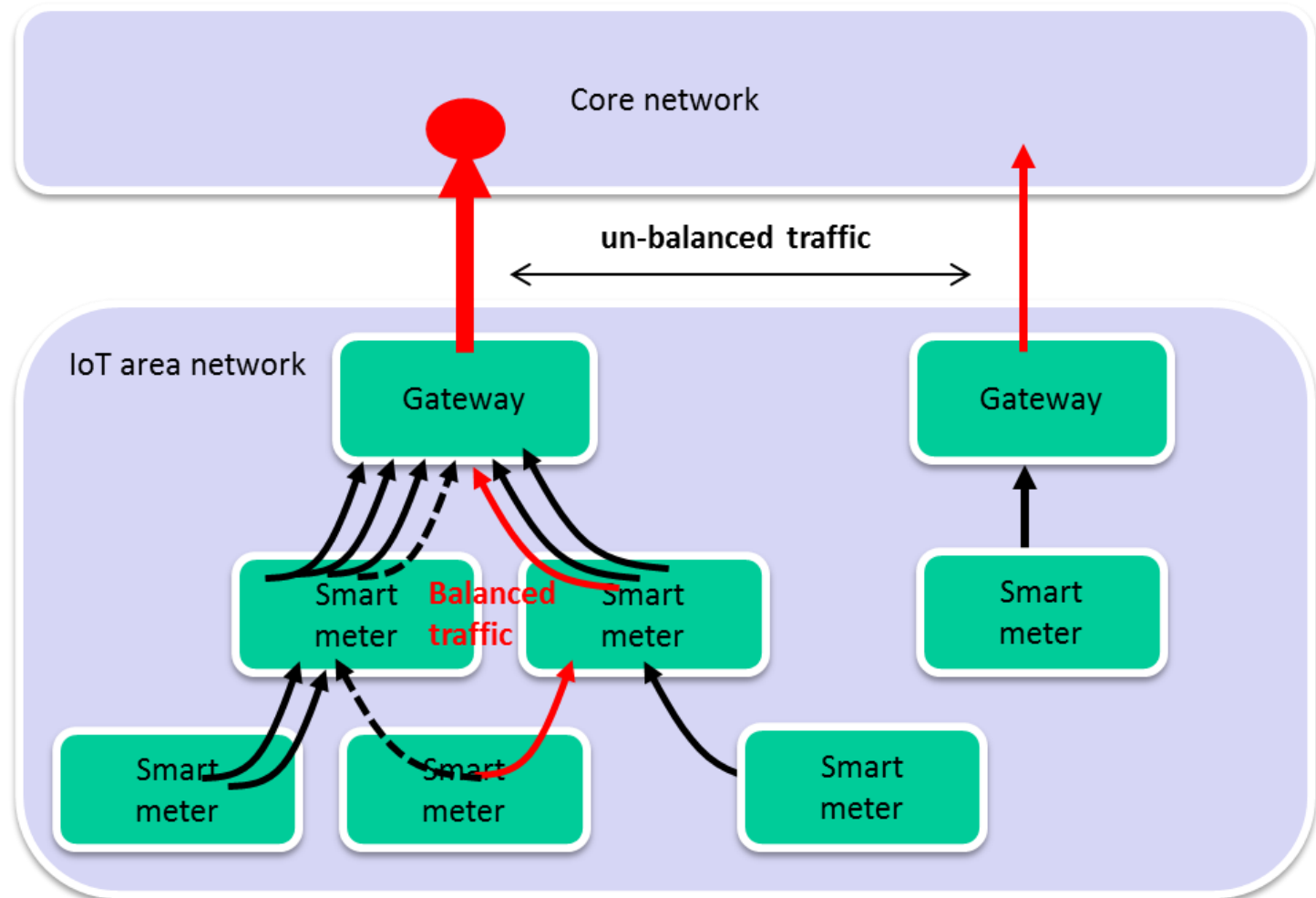
مسیردهی مجدد و ایجاد ترافیک نامتوازن



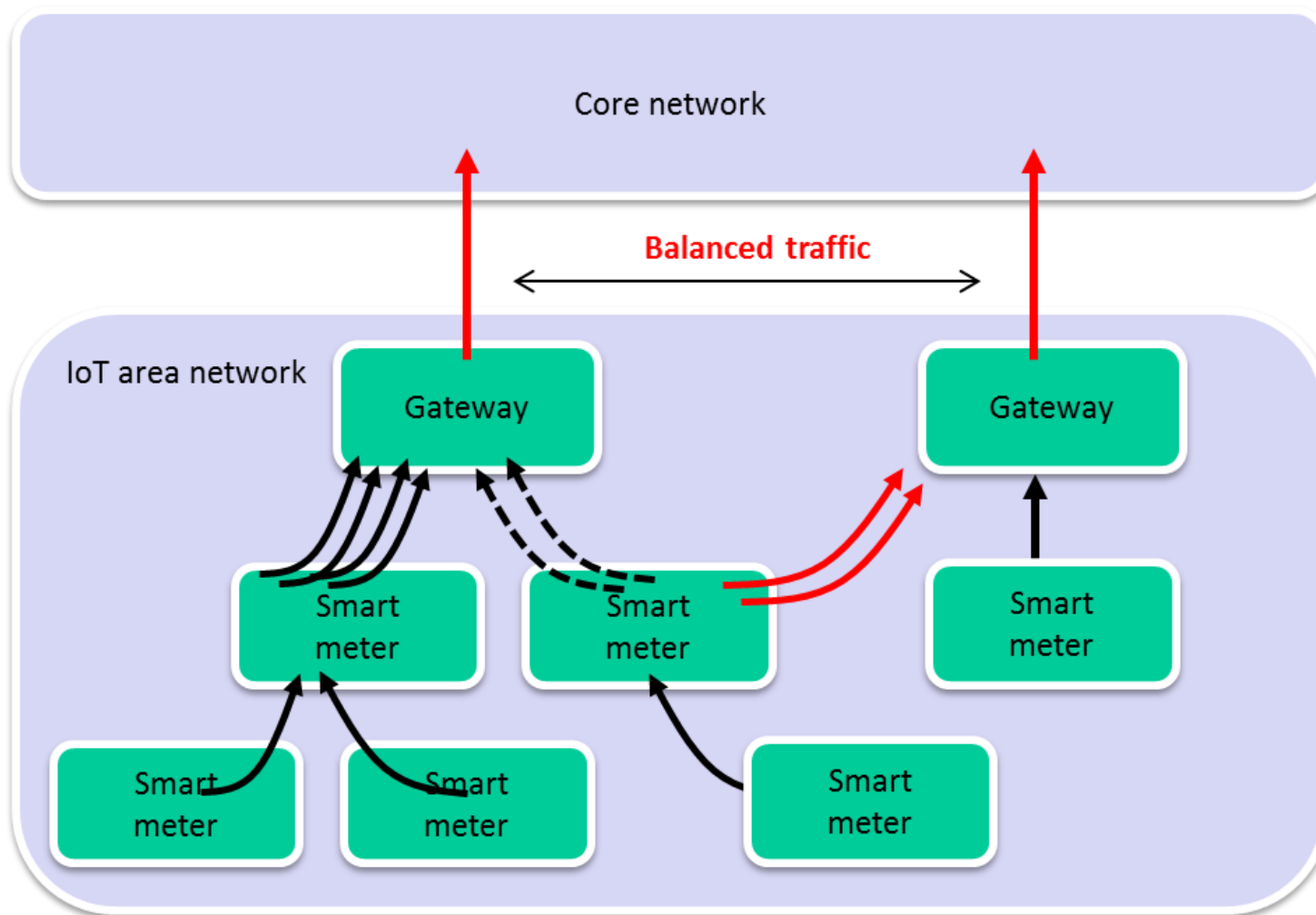
شبکه ناحیه IoT نامتوازن از نقطه نظر بار



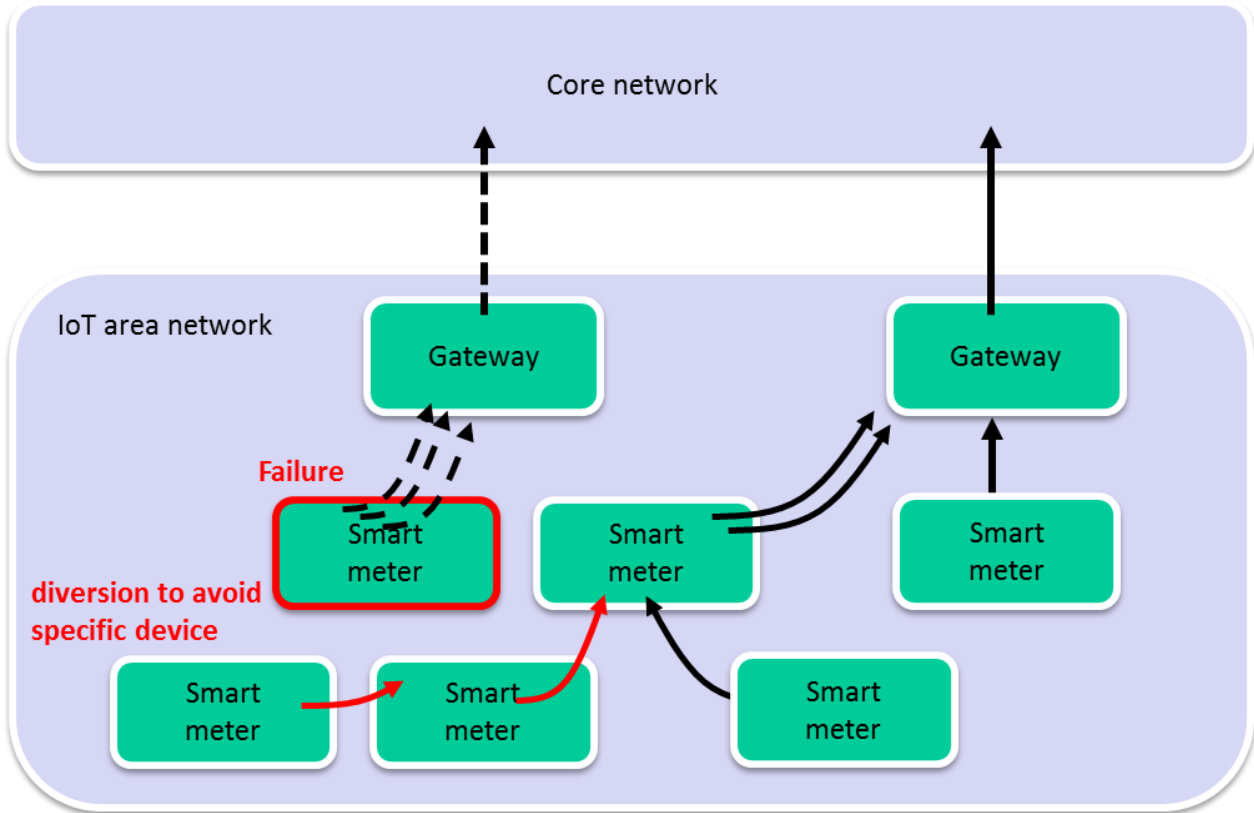
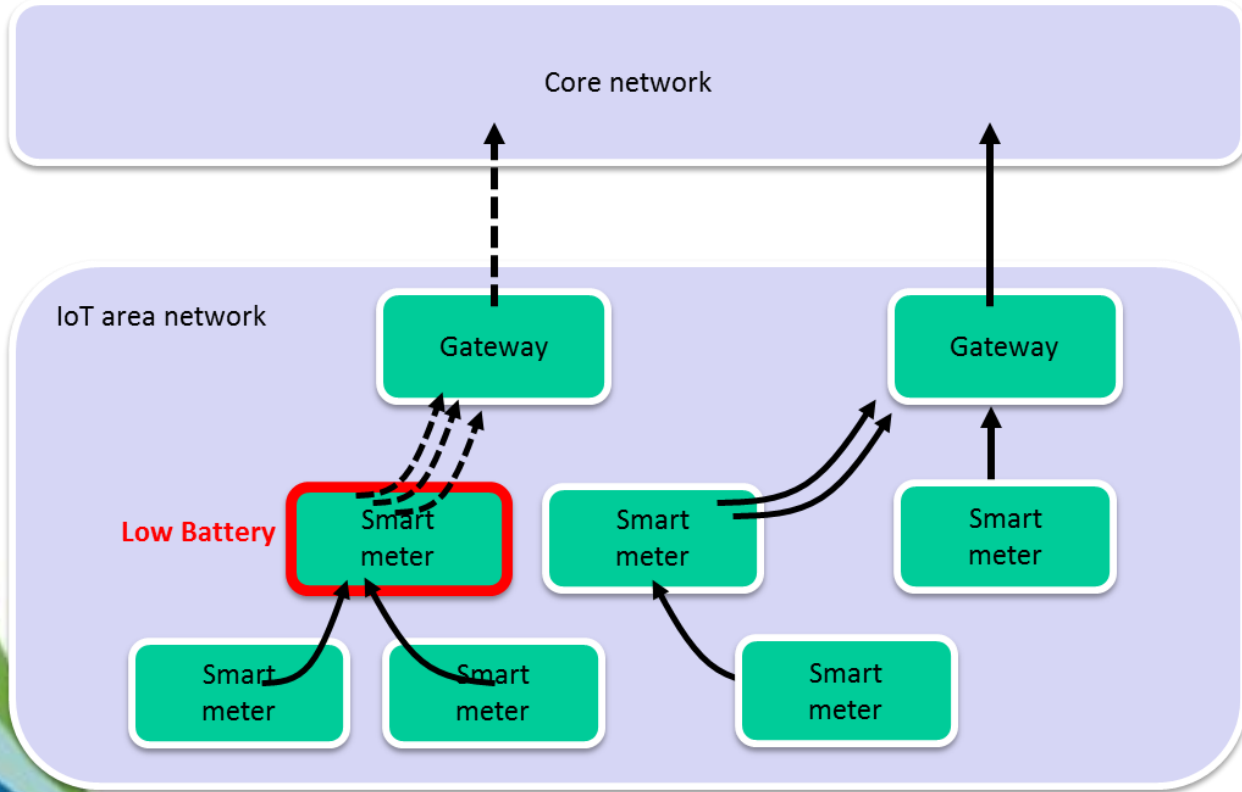
بهینه‌سازی بار از دیدگاه شبکه ناحیه IoT، نابینه از دیدگاه شبکه هسته



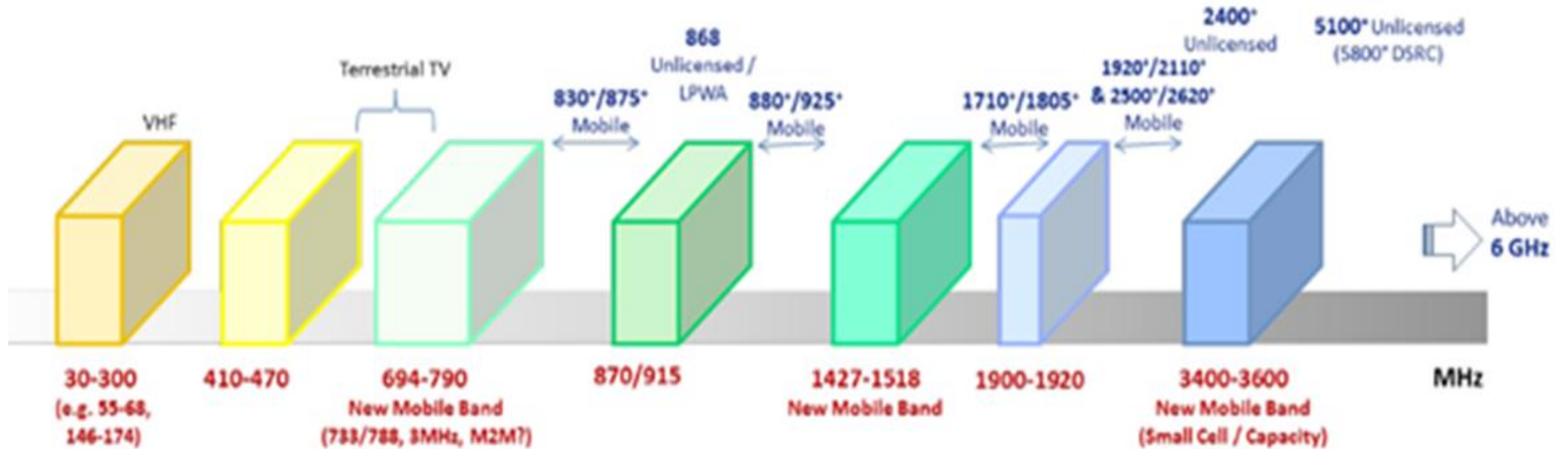
متوازن کردن توپولوژی از دیدگاه شبکه هسته



تغییر جهت ترافیک و دوباره تولید مسیرهای جدید ترافیک



تخصیص باندهای فرکانسی توسط ITU برای منطقه ۱ (EMEA)

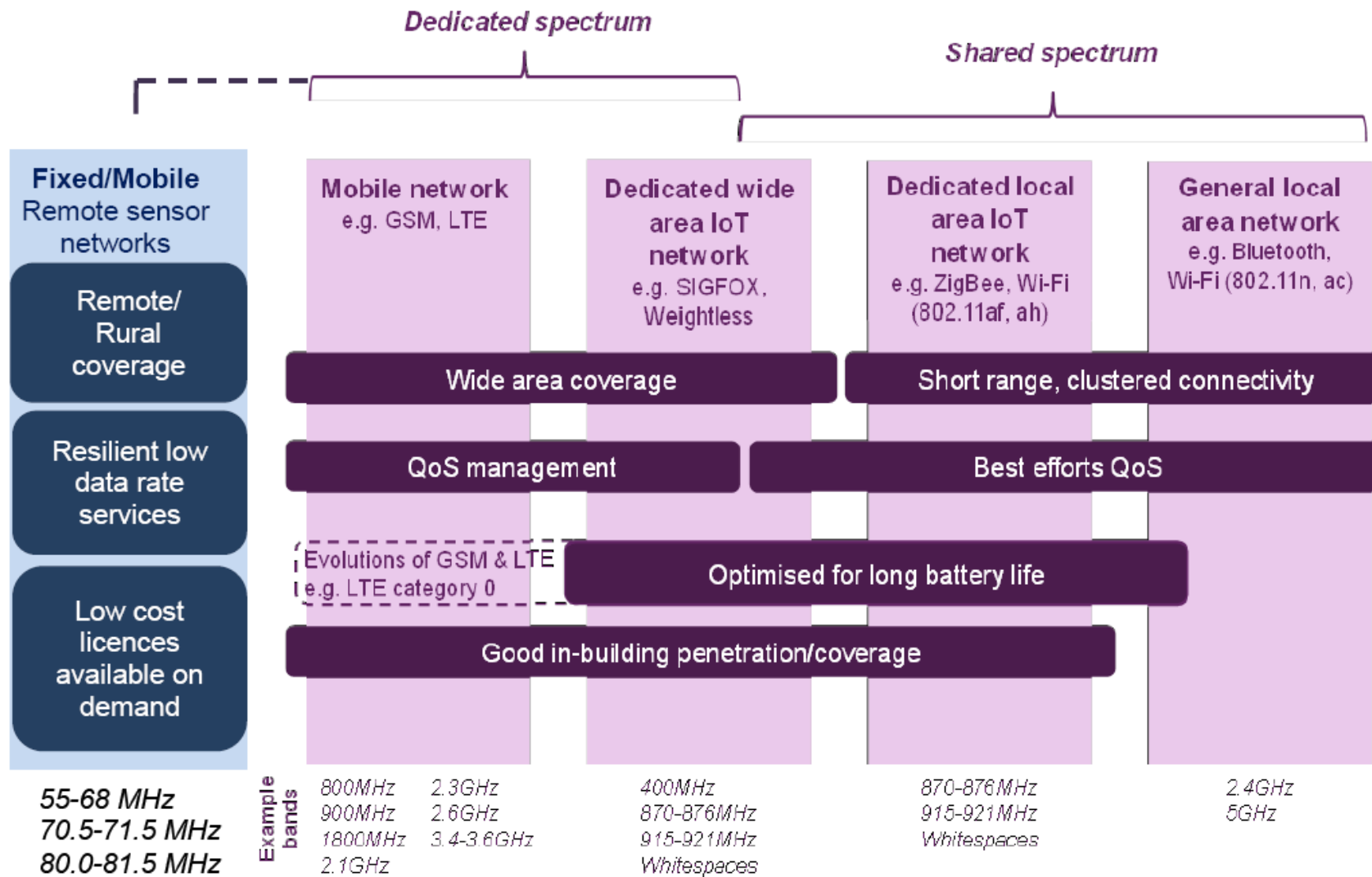


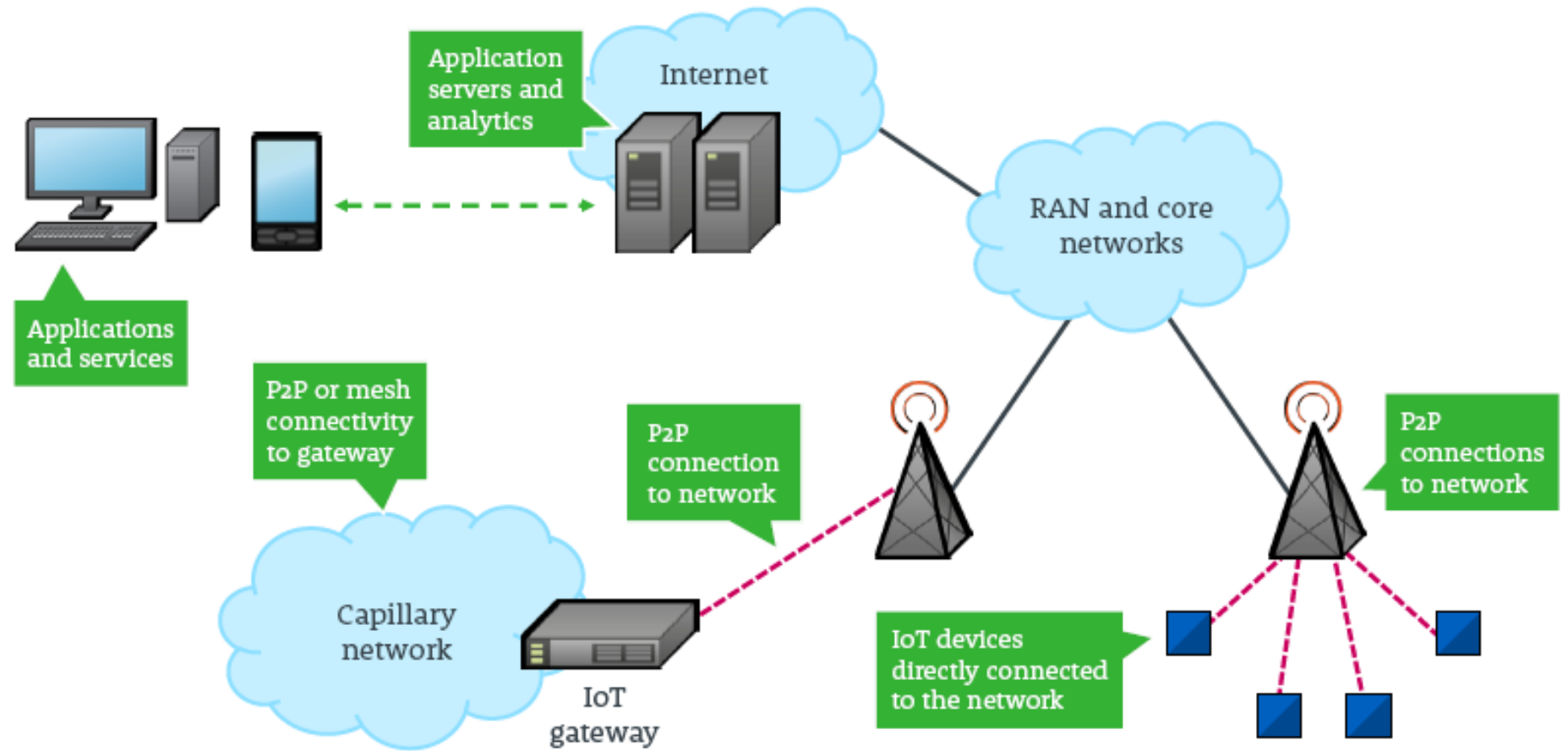
Notes:

- ITU Region 1 (Europe/Middle-East/Africa) plans & activities are shown only, for clarity and relevance
- Not all possible candidates are shown, and some are under discussion or may vary by market

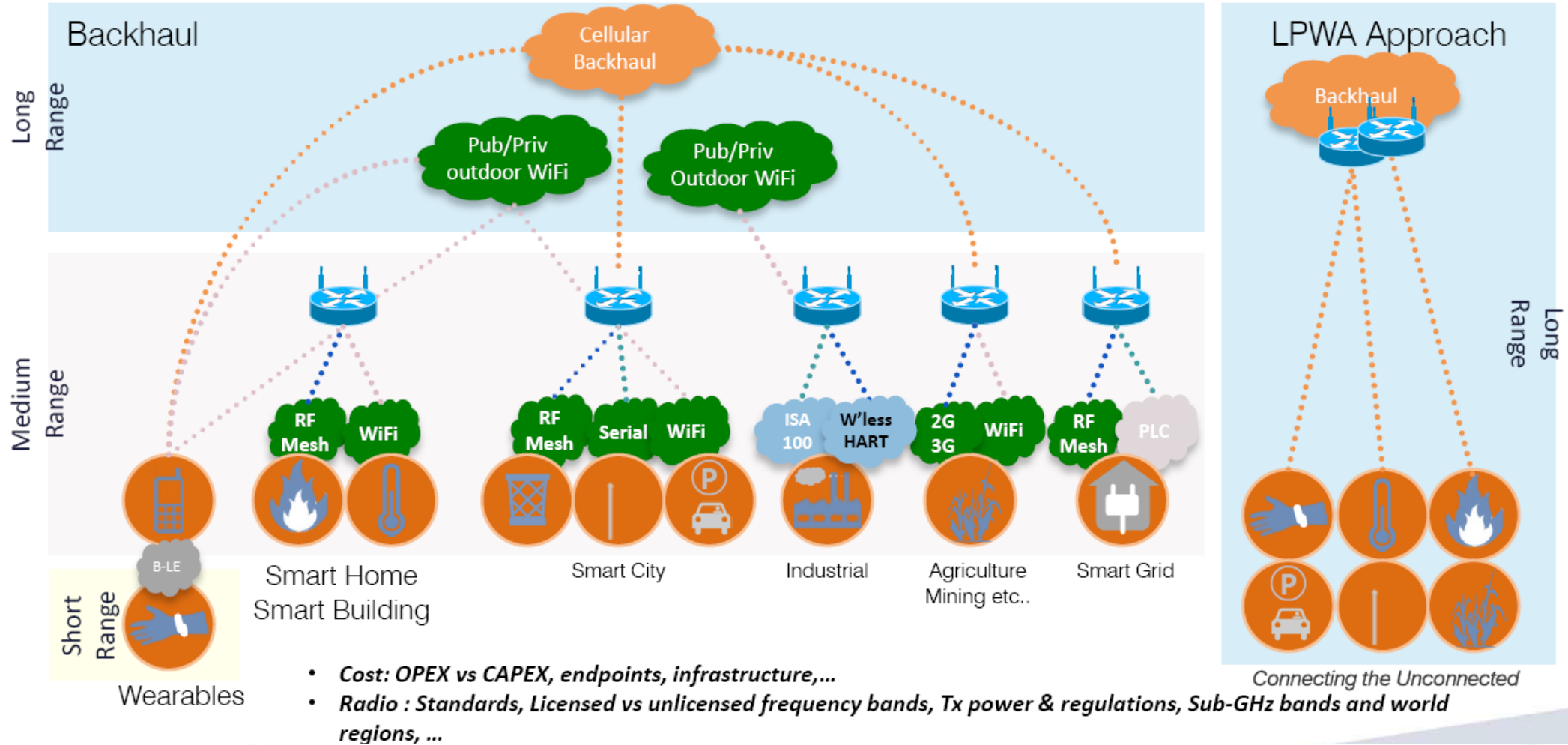
LPWA=Low Power Wide Area
 DSRC=Dedicated Short Range Communication

ارائه چارچوبی برای نیازمندی طیف برای IoT توسط ofcom

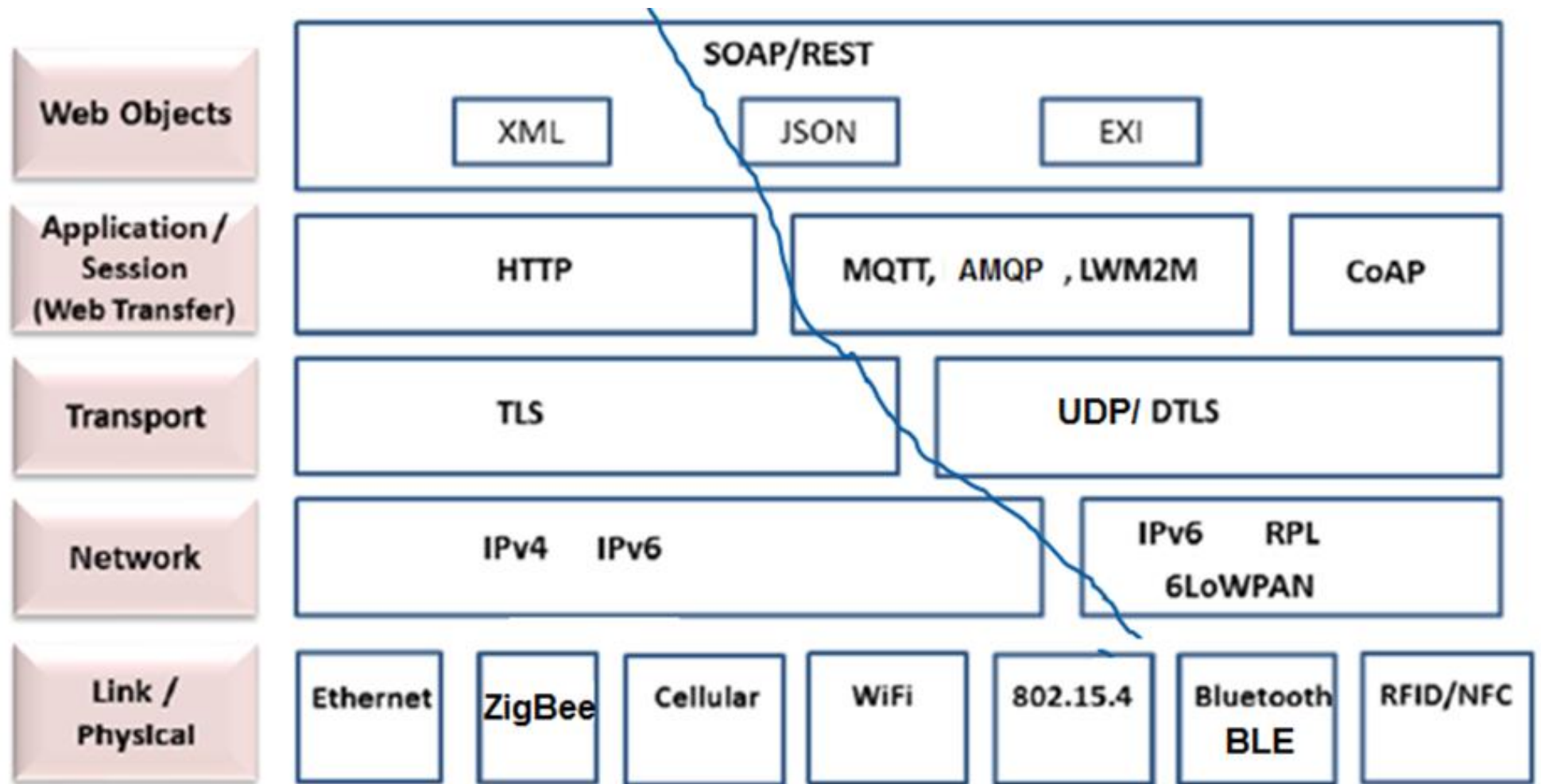




IoT Landscape picture

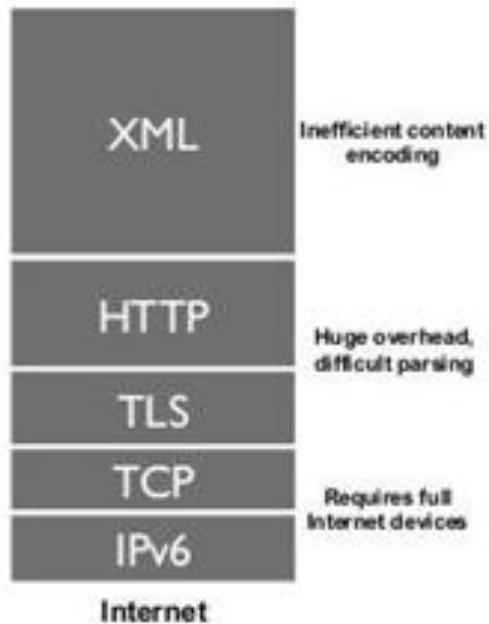


- **Cost: OPEX vs CAPEX, endpoints, infrastructure,...**
- **Radio : Standards, Licensed vs unlicensed frequency bands, Tx power & regulations, Sub-GHz bands and world regions, ...**

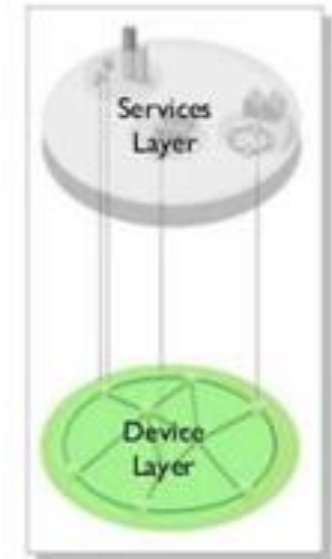
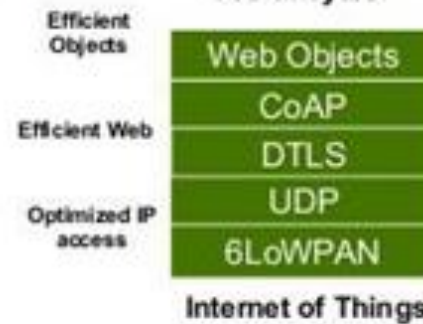


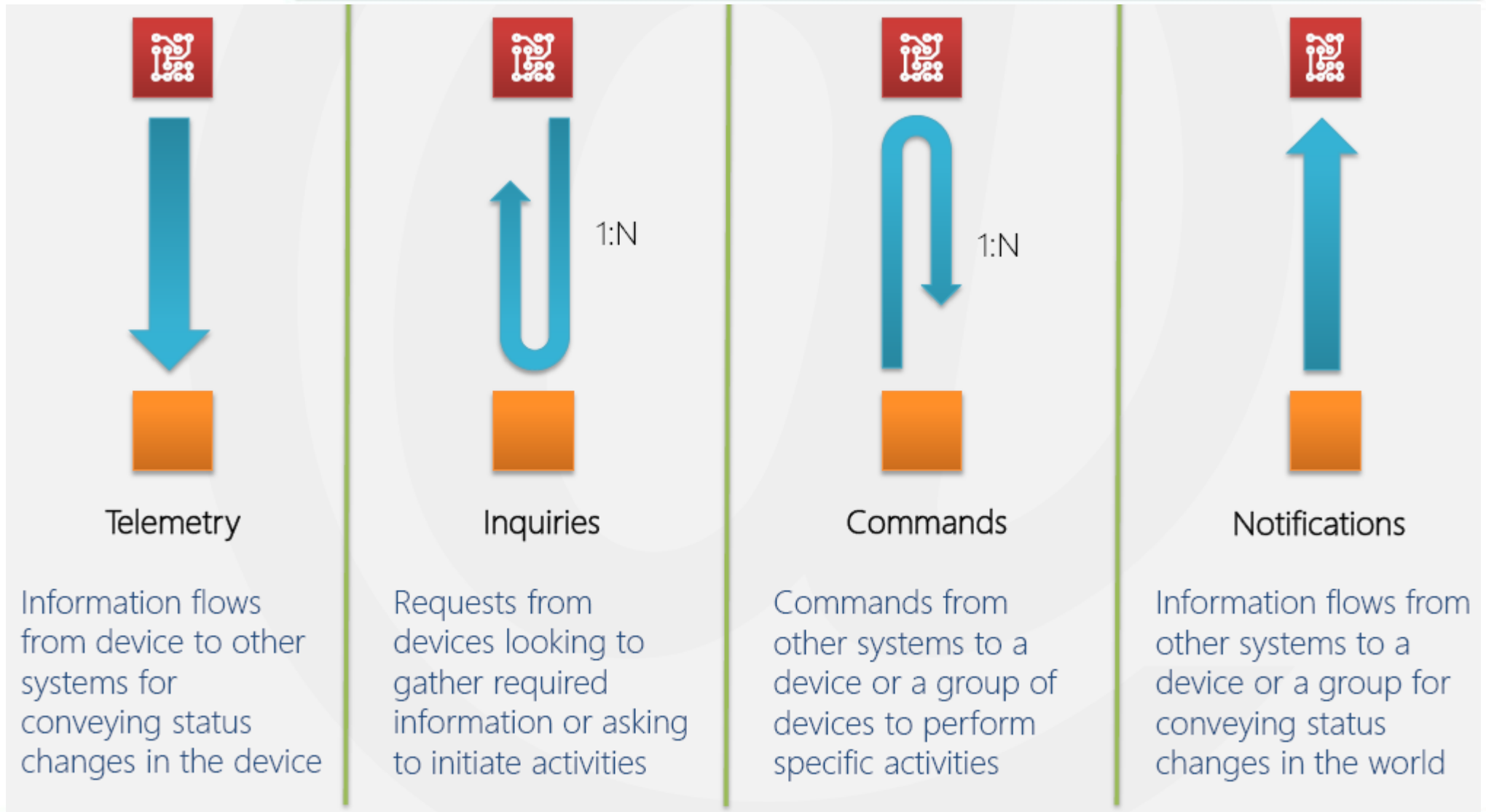
Is the Internet Protocol enough?

Web
 100s - 1000s of bytes

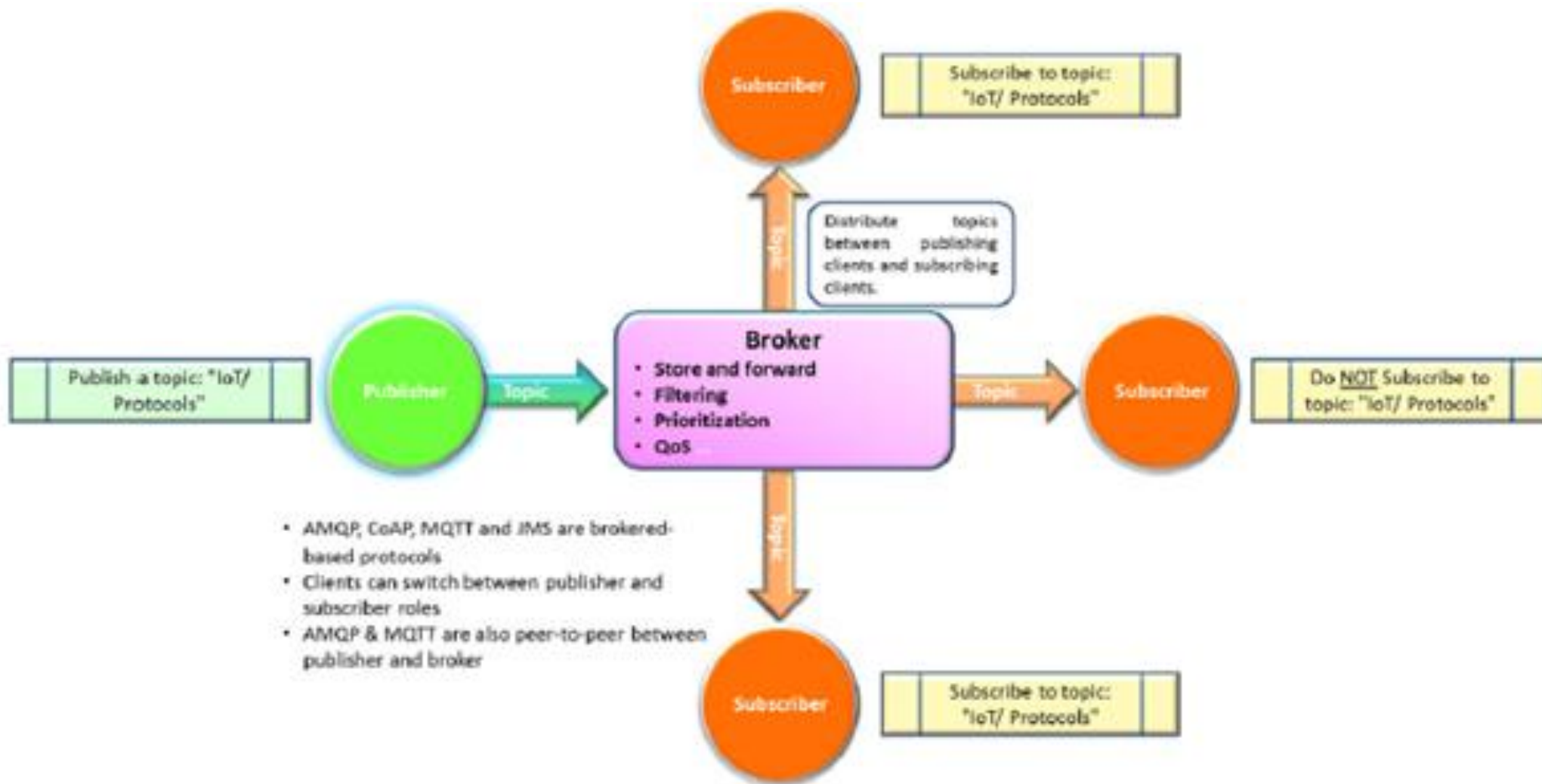


Web of Things
 10s of bytes

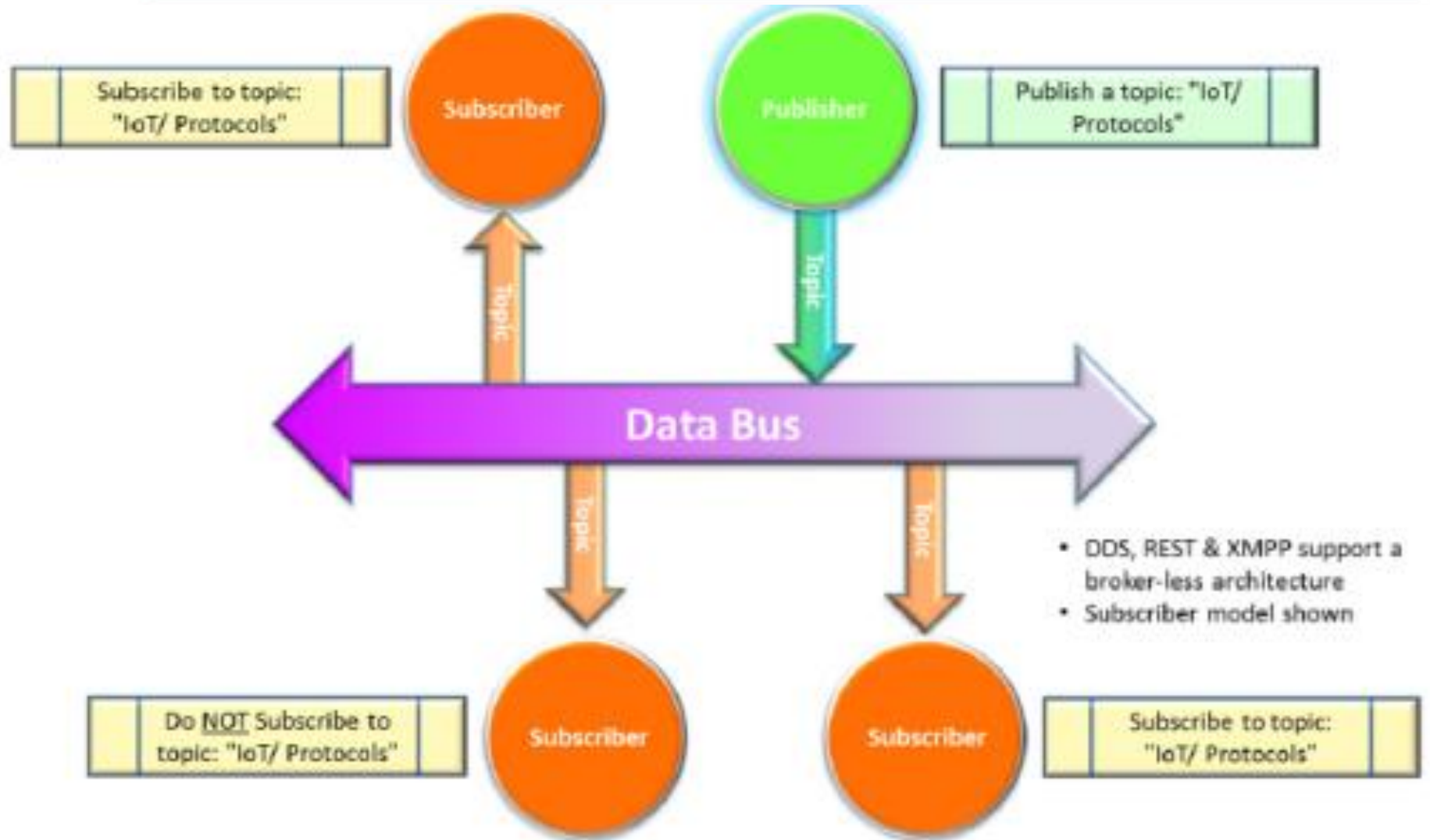


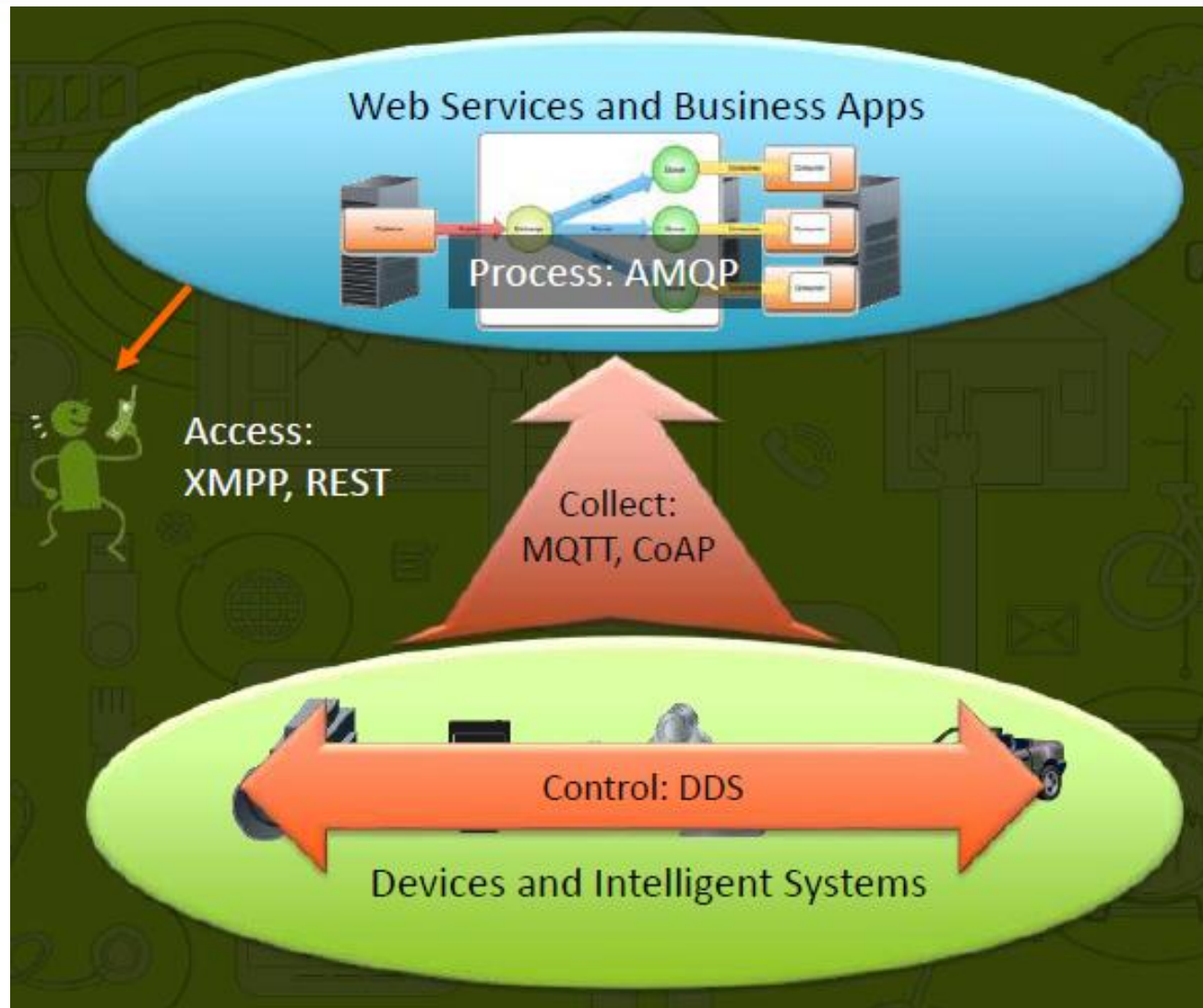


معماری مبتنی بر واسطه (Broker) برای پروتکل‌های تبادل داده



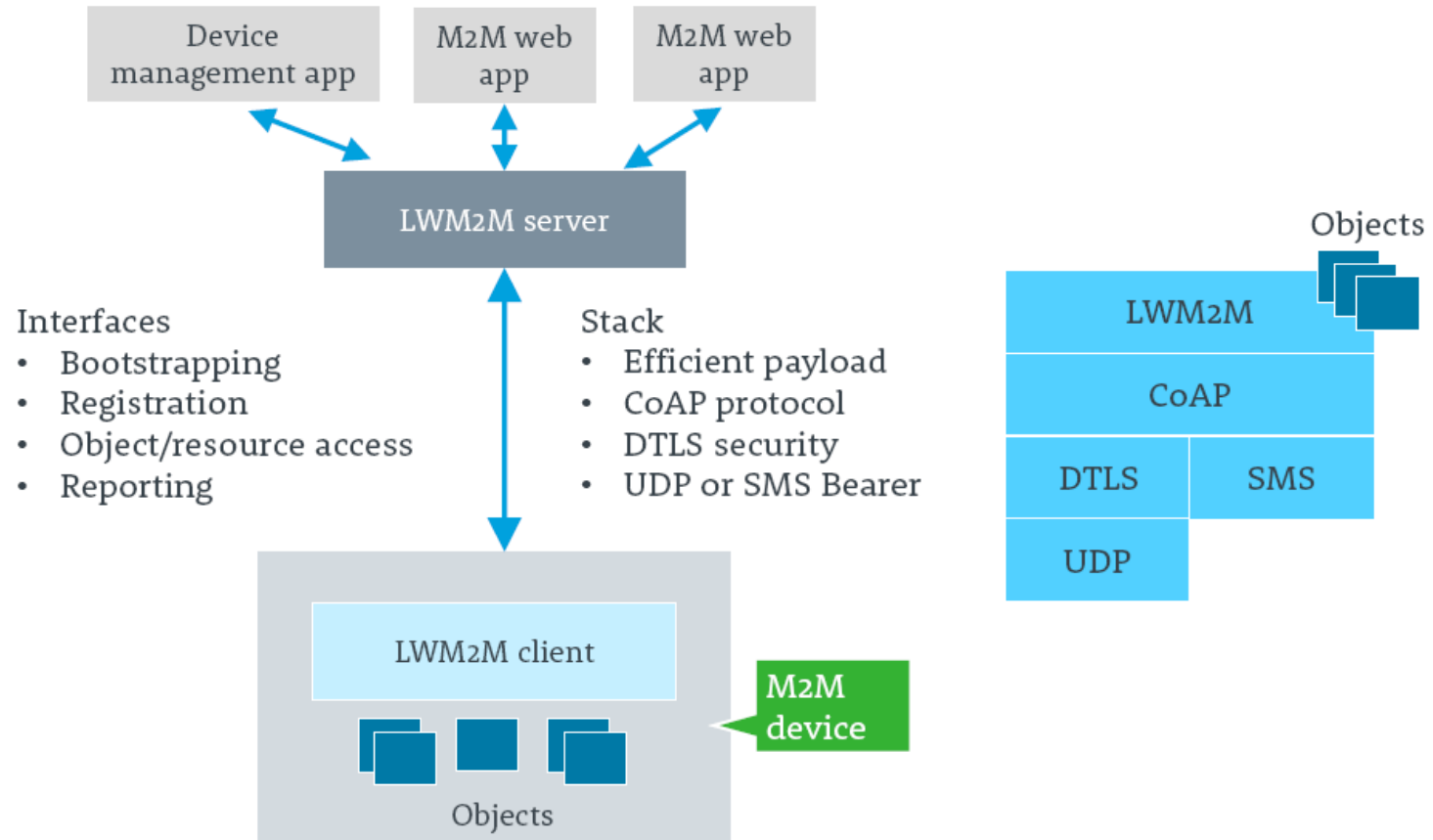
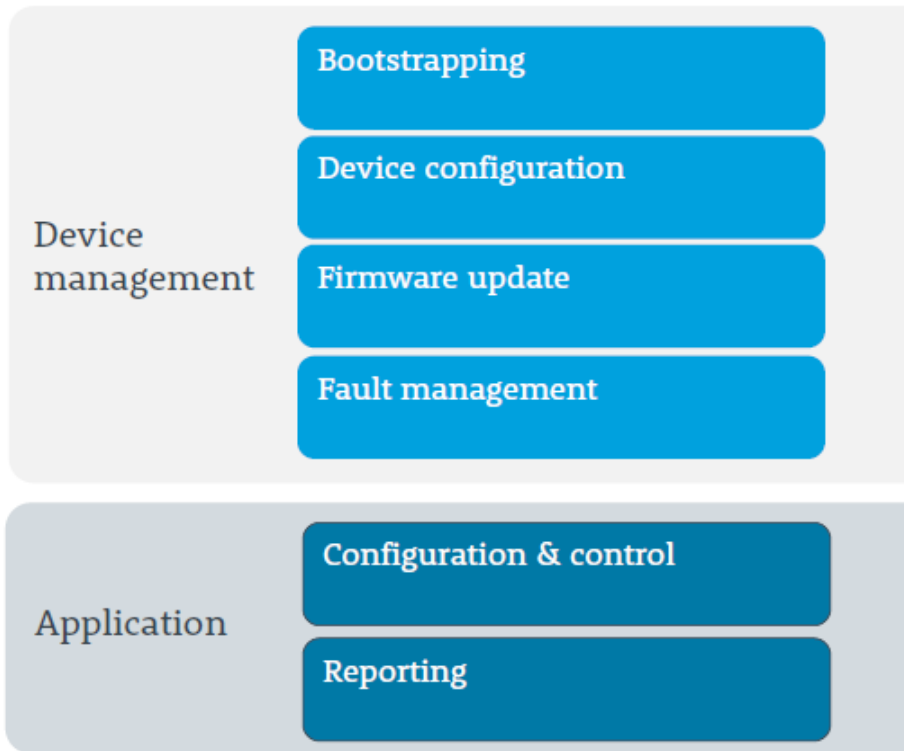
معماری مبتنی بر گذرگاه (BUS) برای پروتکل‌های تبادل داده





- استاندارد توسط OMA
- پروتکل سبک و کم حجم، بطور مؤثر می تواند بر روی تجهیزات با توان محدود اجرا شود
- مدیریت تجهیز به منظور پیکربندی تجهیز، اداره کردن داده کاربردی
- فعال کردن ویژگی ها برای اولین بار
- تغییرات پیکربندی تجهیزات موجود
- ارتقای نهاده افزار تجهیزات و گزارش دهی خرابی و عیوب
- این استاندارد بطور گسترده قابلیت اعمال به هر فناوری که از اتصال IP استفاده می کند همانند Wi-Fi یا 6LoWPAN و بالاخص سلولار را دارد

LWM2M features

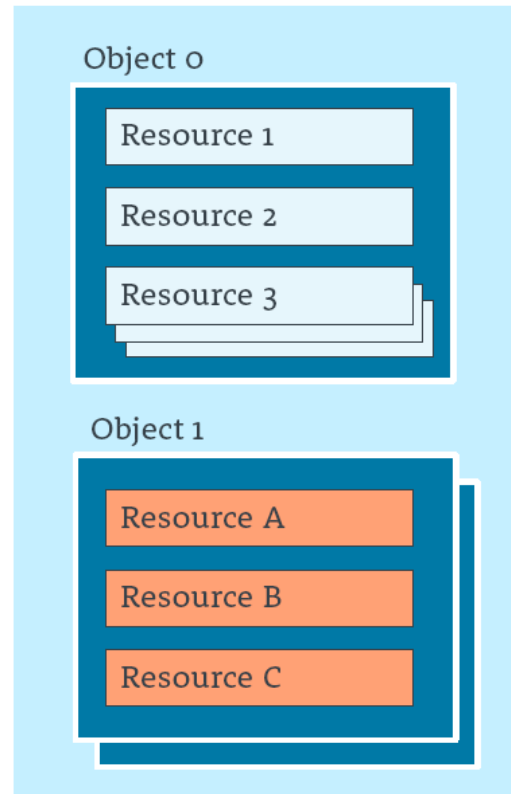


SMS Or any GET/POST/PUT/DELETE can be used for waking-up the device
 The device can reply by SMS or UDP (return-path)

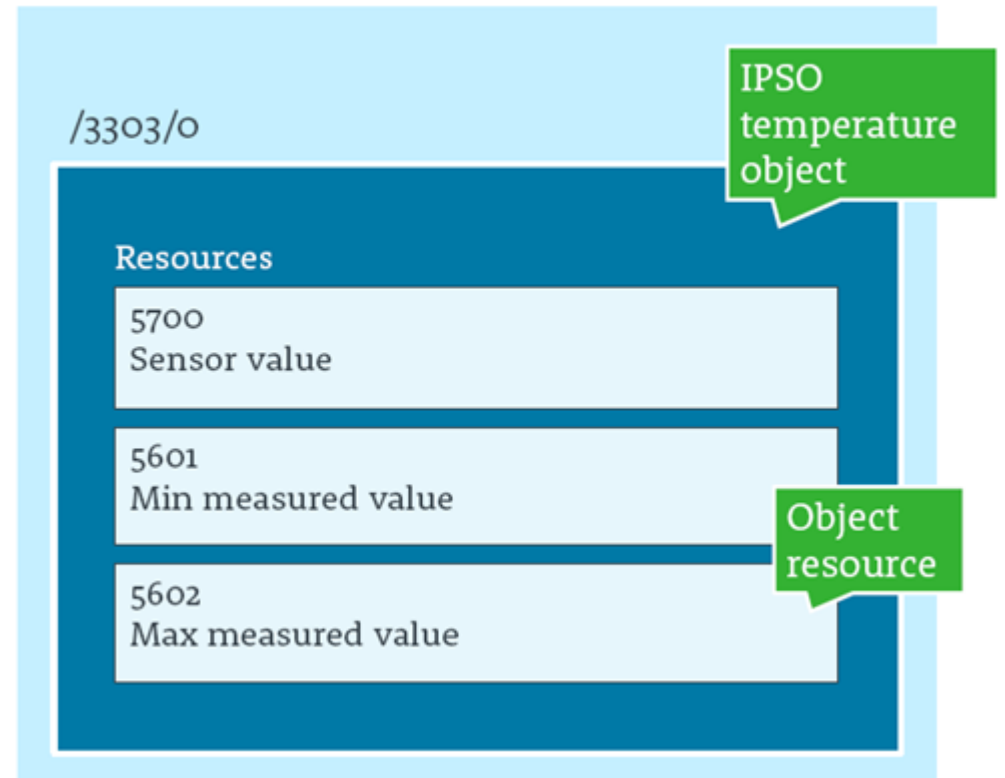
نحوه دستیابی به منابع یک شیء با LWM2M

'/{Object ID}/{Object instance}/{Resource ID}'
 مثال: /3303/0/5700

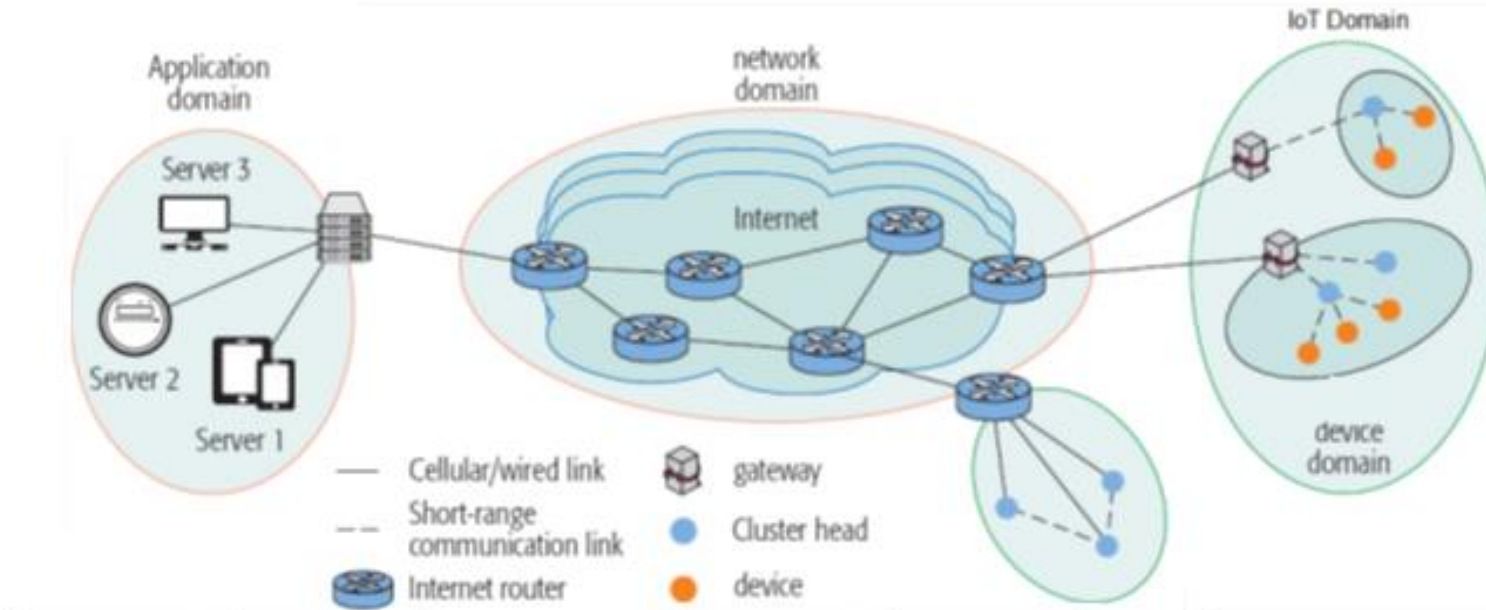
LWM2M client



LWM2M client



مثالی از کاربرد پروتکل های ارتباطاتی اینترنت اشیا



6LowPAN

CoAP/LWM2M
TCP/UDP
IPv6
Ethernet MAC
Ethernet PHY

CoAP/LWM2M		
TCP	UDP	ICMP
IPv6		
Ethernet MAC		
Ethernet PHY		

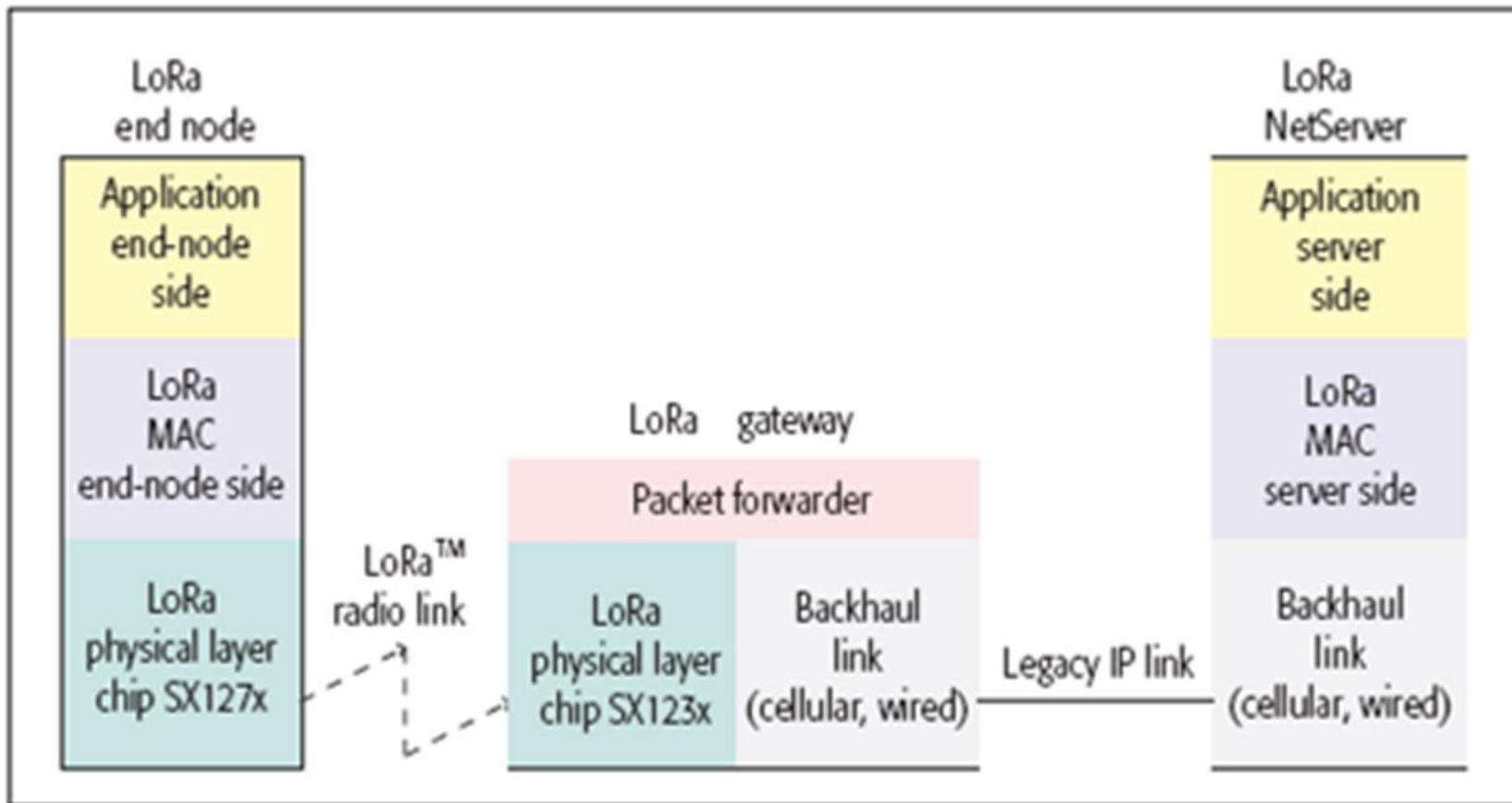
CoAP/LWM2M	
UDP	ICMP
IPv6	
LoWPAN	
IEEE 802.15.4 MAC	
IEEE 802.15.4 PHY	

Application
 Transport
 Network
 Data Link
 Physical

مطالعه موردی تست پایلوت LoRa در ایتالیا

- اهداف پروژه:
 - پایش و کنترل درجه حرارت و رطوبت اطاق‌های مختلف
 - کاهش هزینه‌های مرتبط با گرمایش، تهویه و سیستم خنک کننده
 - ارزیابی پایلوت و تعمیم آن به شهر هوشمند
- مکان تست: ساختمان‌های ۱۹ طبقه شهر Padova شمال ایتالیا
- شرایط تست: محیط شهری، ناحیه تجاری، خیابان دوطرفه با ۶ لاین، ساختمان‌های اداری، پاساژهای خرید و فروشگاه ۵ الی ۶ طبقه در دوطرف آن
- مکان Gateway: طبقه ۹
- تعداد گره انتهایی: ۳۲، حداقل یکی به ازای هر طبقه (نصب در آسانسورها و...)
- یکپارچه‌سازی: Net Server با کاربرد پایش و پایگاه داده

پروتکل LoRa و چیپ های مورد استفاده سمت Node و Gateway



ماحول حسگر و GATEWAY مبتنی بر LORA



(a)



(b)

Kerlink LoRa IoT station model 0X80400AC

IMST iM880A-L LoRa module

GW=Gateway
SF= Spreading Factor



طرح پوشش شهر پادوا با استفاده از سیستم LoRa



ملاحظات و نتایج برای تعمیم به شهر هوشمند

- وسعت ۱۰۰ کیلومتر مربع
- ۲۰۰۰۰۰ سکنه شهر
- به ازای حدودی هر ۷۰۰۰ سکنه، یک Gateway ، به ازای کل شهر تعداد ۳۰ Gateway
- با افزایش تقاضای ترافیک، نصب اضافی Gateway صورت می پذیرد
- ادعاهای مطرح شده:
 - نیاز کمتر از نصف تعداد سایت توسعه داده شده توسط یکی از اپراتورهای سلولی اصلی ایتالیا
 - تا ۱۵۰۰۰ سکنه به ازای هر Gateway یعنی به ازای هر سکنه ۲ شیء
 - با تکامل و پیشرفت و استفاده از آنتنهای چند جهته، ظرفیت ۳ برابر شده و به ازای هر سکنه بطور متوسط ۶ الی ۷ شیء
 - برای اکثر کاربردهای شهر هوشمند کافی است

کنترل هوشمند برق مبتنی بر فناوری NB-IoT در کشور پرتغال



- اولین کنترل هوشمند برق با استفاده از فناوری ارتباطی NB-IoT نسل 4.5G
- توسط دو شرکت مخابراتی هواوی و تولیدی ژانسی برای شرکت توزیع نیروی برق کشور پرتغال طراحی و ساخته شده است
- از ماژول‌های مخابراتی شرکت U-blox در بستر شبکه اپراتور مخابراتی [NOS] کشور پرتغال بهره می‌برد
- اپراتور مخابراتی، شبکه NB-IoT خود را براساس زیرساخت_هواوی ایجاد نموده است
- پارک_ملل شهر لیسبون نیز توسط شرکت توزیع برق EDP پرتغال برای انجام پروژه پایلوت برای ۱۰۰ مشترک در بازه زمانی از آغاز سال ۲۰۱۶ تا پایا سال ۲۰۱۷ انتخاب شده است
- این منطقه از شهر لیسبون توسط دو BTS مخابراتی شرکت NOS، تحت پوشش NB-IoT استاندارد قرار گرفته است
- هدف، مدیریت هوشمند انرژی منازل و کاهش هزینه‌ها
- ارتباط قابل اعتماد و امن با استفاده از طیف دارای مجوز و ارتباط 4G رمزنگاری شده
- مزایا از قبیل پشتیبانی از ۱۰۰ هزار ارتباط در یک سلول، عمر باتری بیش از ۱۰ سال و بهره 20dB بر روی شبکه GSM معمولی
- قابلیت اعلام قطعی برق و ایجاد ارزش افزوده

معیار کلی انتخاب فناوری شبکه IOT

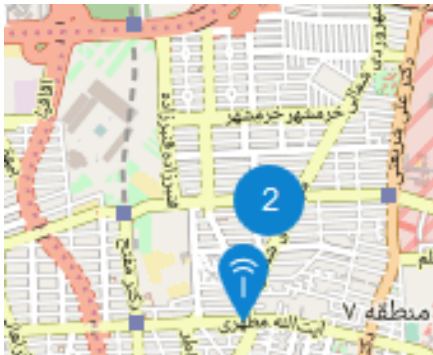
- گذردهی کم، گستره کوتاه - از جمله ZigBee، Bluetooth، Z-Wave، ...
- گذردهی بالا، گستره کوتاه - از جمله Wi-Fi، ...
- گذردهی کم، گستره بلند - از جمله LoRa، Sigfox، Weightless، NB-IoT، ...
- گذردهی بالا، گستره بلند - از جمله LTE-m، EC-GSM، 4G، 5G، ...

شاخص های مهم در انتخاب شبکه های IOT

- معماری شبکه (توپولوژی)
- گستره تحت پوشش
- ظرفیت بالا (تعداد شیء تحت پوشش)
- نرخ های داده
- طیف فرکانسی، مقاومت در برابر تداخل
- ارتباطات یکطرفه در مقابل ارتباطات دوطرفه
- اتصالات بین شبکه ای (قابلیت همکاری متقابل)
- توان کم مصرفی شبکه
- عمر زیاد باتری
- امنیت در تمامی سطوح شبکه
- مدیریت قطعات
- تأخیر
- تلفات بسته
- قابلیت اطمینان
- دسترس پذیری
- مقیاس پذیری
- تحرک پذیری
- مکان یابی
- سرویس دهی به کاربردهای متنوع
- هزینه پائین

فعالیت های انجام شده در ایران در راستای IoT

- راه اندازی اولین درگاه اختصاصی اینترنت اشیا در تهران (منطقه نارمک) از پائیز ۱۳۹۴
- این شبکه به عنوان بخشی از حرکت جهانی The Things Network یا TTN است
- ۱۰ درگاه برای کل تهران
- از فناوری LoRa استفاده شده است
- تهران به عنوان Gateway
- همکاری ایران و فرانسه در فناوری اینترنت اشیا
- پوشش سراسری شبکه ملی اطلاعات
- همکاری میان یکی از اپراتورهای ارتباطات ثابت (FCP) و یک شرکت فرانسوی
- پیش بینی اتصال ۷۷ میلیون شیء به شبکه Sigfox در ایران
- سرمایه گذاری ۱۶۰ میلیون دلاری Sigfox برای توسعه اینترنت اشیا در ایران در شرف انجام است
- فعالیت های متفرقه بخش خصوصی



- **فعالیت‌های اپراتورهای سیار در اینترنت اشیا**
 - مهاجرت به سوی IPv6
 - حرکت به سوی 5G
 - برنامه ریزی برای NB-IoT (پروژه پایلوت گاز با همکاری شرکت خصوصی)
- **صدور پروانه‌های جدید اپراتور مجازی تلفن همراه (MVNO)**
 - اعطای ۳ پروانه به MVNO ها توسط رگولاتوری
 - کیش سل پارس
 - شرکت توسعه ارتباطات همراه شاتل
 - شرکت نگین ارتباطات آوا (مرتبط با آسان پرداخت پرشین)
- **چالش‌های موجود**
 - امنیت، پایگاه داده، مقیاس پذیری، قابلیت اطمینان، پلتفرم مناسب

جمع بندی و ملاحظات شبکه

- نیاز به مرجع استاندارد
- نیاز به تنظیم مقررات
- انتخاب نوع شبکه (خصوصی یا سلولی) براساس شاخص ها و معیار کلی
- بکارگیری پروتکل های سبک در کاربردهای مورد نیاز
- استفاده از تجربیات و نتایج پروژه های بیرونی
- تضمین کیفیت و امنیت راه حل شبکه و طول عمر کافی آن
- توجه پذیری هزینه توسعه شبکه، توان مصرفی (عمر باطری)، هزینه BoM گره انتهایی (شامل هزینه باطری)

با تشکر
فراوان

- هرچه فرکانس موج بیشتر باشد حامل انرژی بیشتری است و اگر جذب مواد شود باعث حرارت و تغییر خواص آن میشود.
- موج رادیویی ۹۰۰ MHz در فضای آزاد بیشتر از دو برابر موج رادیویی ۲.۴ GHz ارسال می شود
- طول موج بلندتر ۹۰۰MHz (۳۳۳ میلی متر) در مقابل طول موج کوتاه تر ۲.۴ GHz (۱۲۵ میلی متر) با درجه بیشتری از دیوارهای ساختمانی معمولی انتشار می یابد.
- فرکانس های پائین تر گستره بهتری برای توان خروجی و حساسیت گیرنده فراهم می کنند
- چرا از فرکانس بالاتر استفاده می شود؟
 - نیاز به آنتن کوچکتر
 - نیاز به پهنا باند بیشتر
 - نیاز به باند فرکانسی جهانی برای استفاده در چند کشور
 - ملاحظات دید مستقیم (LOS) در طول فواصل بلندتر

Wireless Sensor Network (WSN)

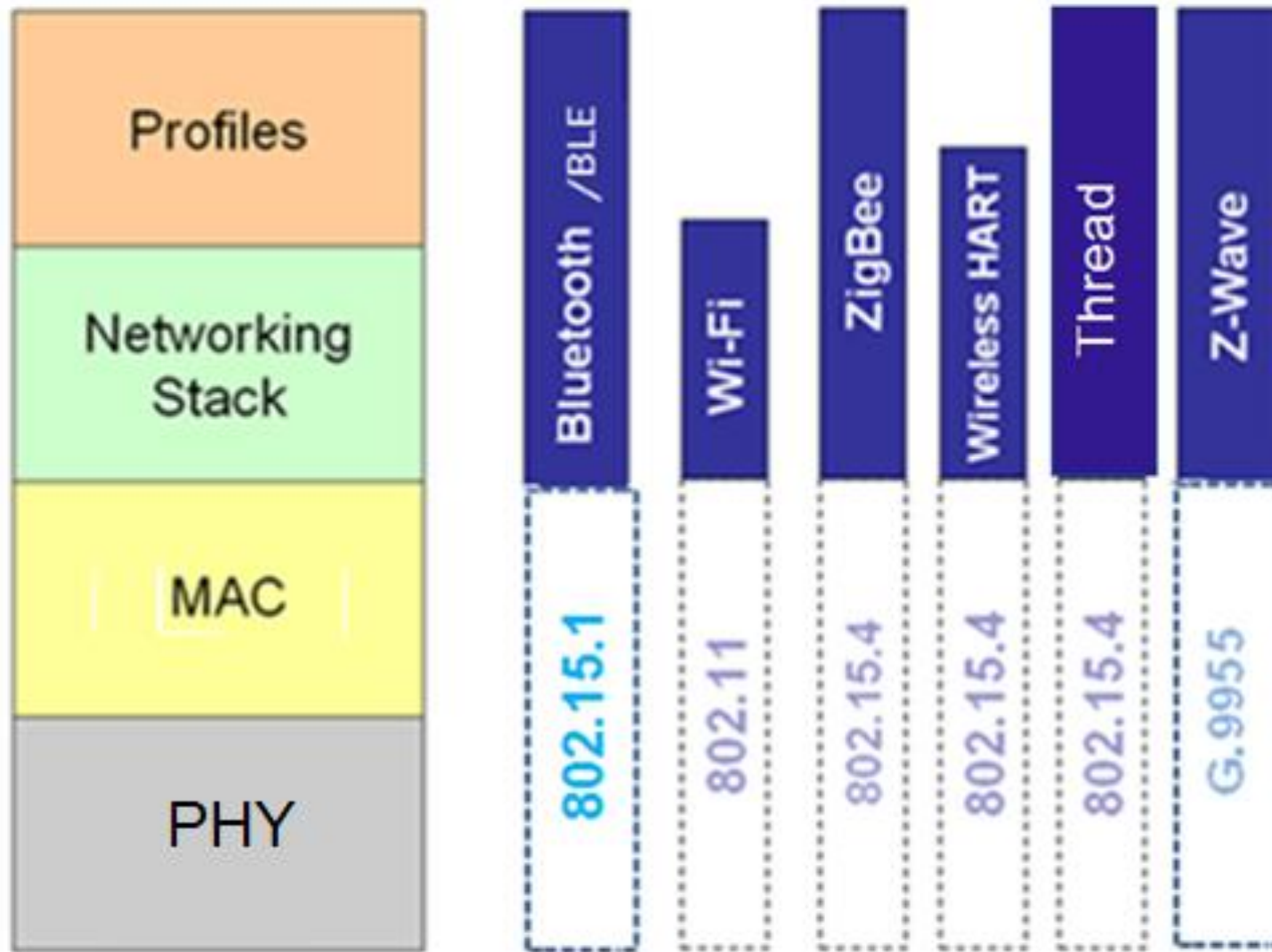
Short Range

- **Body Area Network(BAN)**
- **Home Area Network(HAN)**
- **Personal Area Network(PAN)**
- **Local Area Network(LAN)**

Long Range

- **Low Power Wide Area Network(LPWAN)**
- **Wide Area Network(WAN)**

نمونه ای از فناوری های پرکاربرد شبکه بی سیم گستره کوتاه

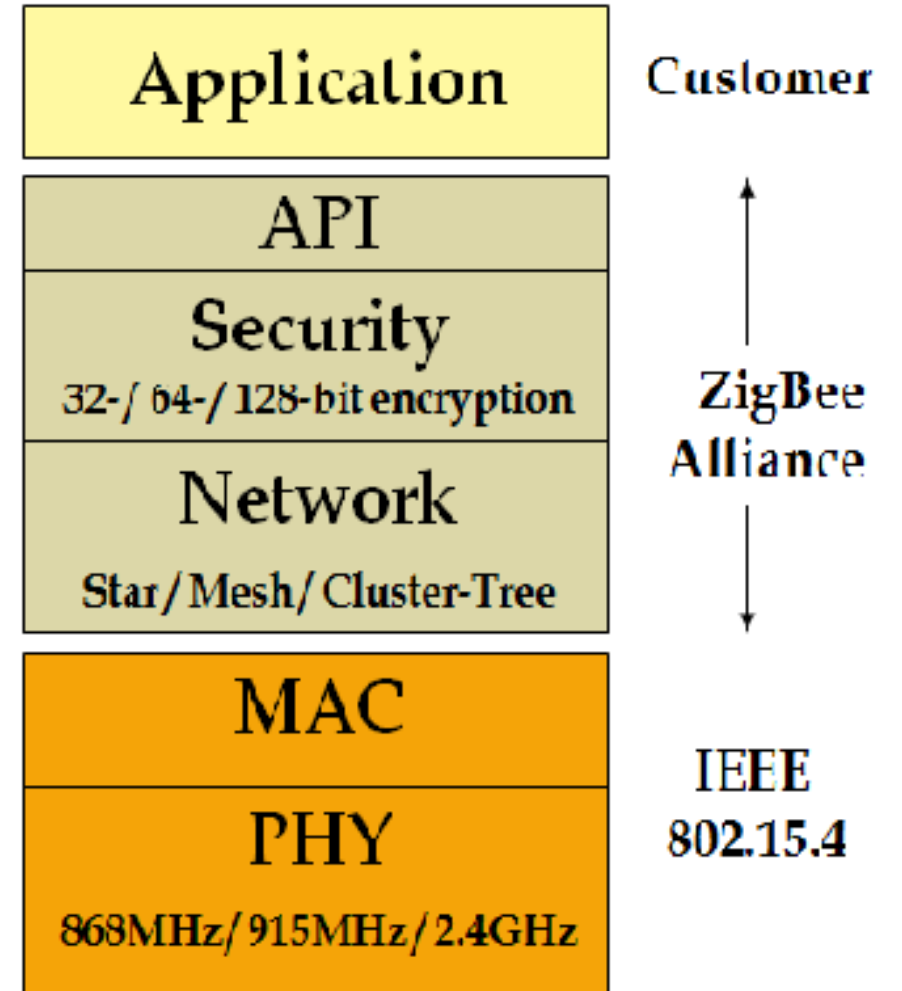
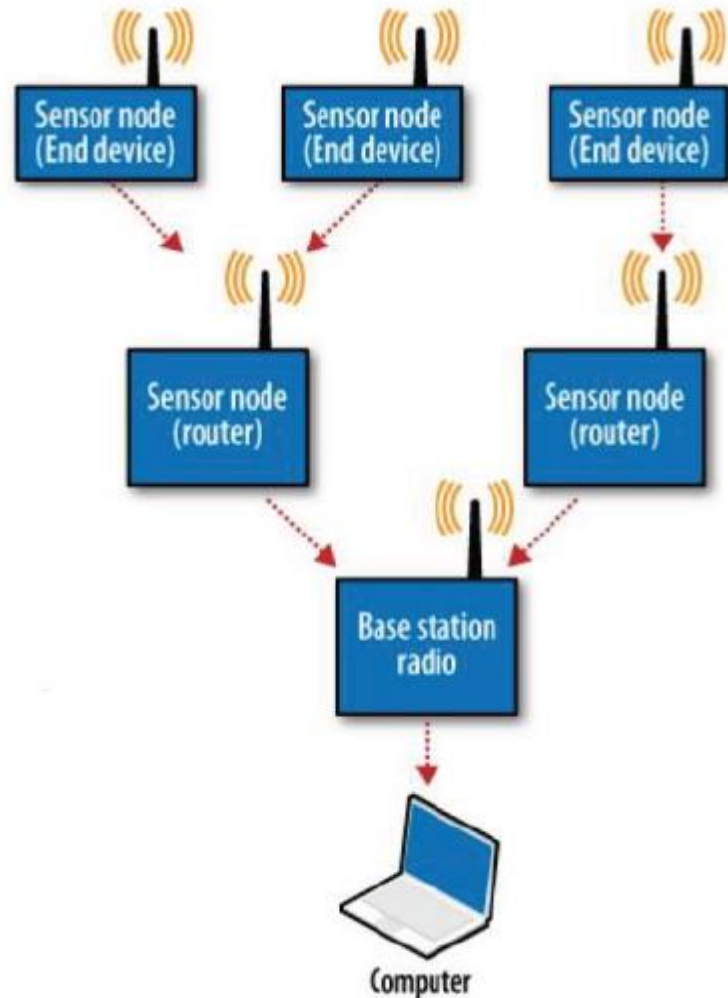


سایر فناوری های مبتنی بر استاندارد IEEE 802.15

- 802.15.3 Ultra Wide Band
- 802.15.4c For China Country
- 802.15.4d For Japan Country
- 802.15.4e Industrial Applications
- 802.15.4f Radio Frequency IDentification (Active +Battery)
- 802.15.4g Smart Utility Network
- 802.15.4a/b Base Radio Frequency and Protocol
- 802.15.6 Body Area Network
- 802.15.7 Visible Light Communication(Li-Fi)

ZigBee Network and Protocol

- 1 Coordinator
- 1+ Routers
- 1+ End devices



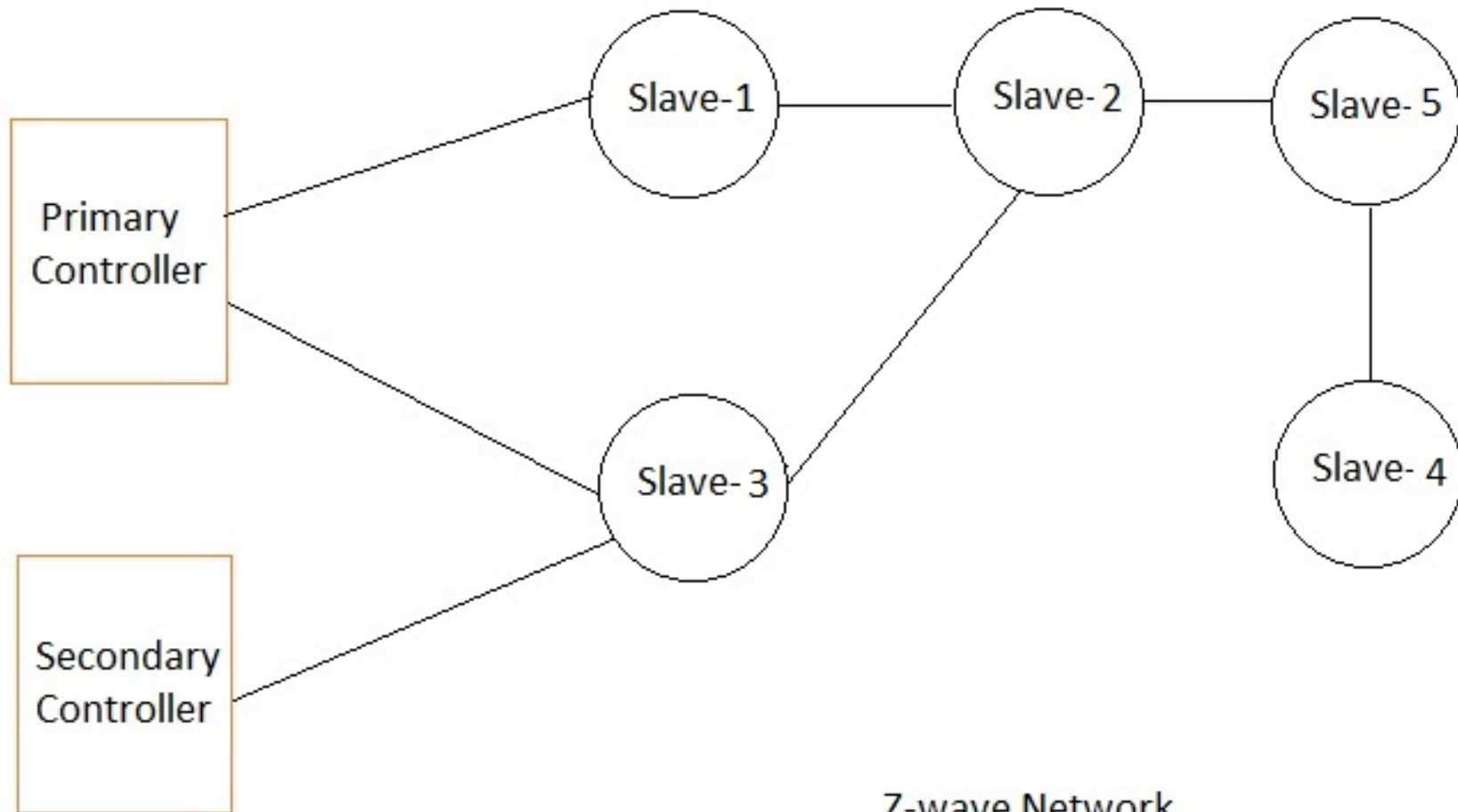
مشخصات ZigBee

- دستگاه‌های مبتنی بر ZigBee در باندهای بدون لیسانس ISM کار می‌کنند
- عمومی‌ترین پیکربندی در باند 2.4GHz است جاییکه استاندارد ۱۶ کانال 5MHz را برای کار تعریف کرده است
- حداکثر سرعت انتقال، ۲۵۰ کیلوبیت بر ثانیه با مدولاسیون QPSK
- نسخه آمریکایی در باند 915MHz با نرخ بیت 40Kbps با استفاده از مدولاسیون BPSK
- نسخه اروپایی در باند 868MHz با نرخ بیت 20Kbps
- مصرف توان کم
- قابلیت اطمینان بالا، تصدیق هویت گره‌های معتبر، رمزنگاری برای امنیت و مسیریابی داده
- شبکه با پیکره بندی مش
- پشتیبانی تا ۶۵۰۰۰ گره، گسترش شبکه با حفظ پایداری
- برد ۱۰ تا ۱۰۰ متر با توجه به قدرت فرستنده و ویژگیهای محیط
- تعریف پروفایل های مختلف برای برقراری ارتباط بین دستگاه ها به صورت بهینه
- حالت خواب برای بالابردن مدت کار با هر شارژ باتری

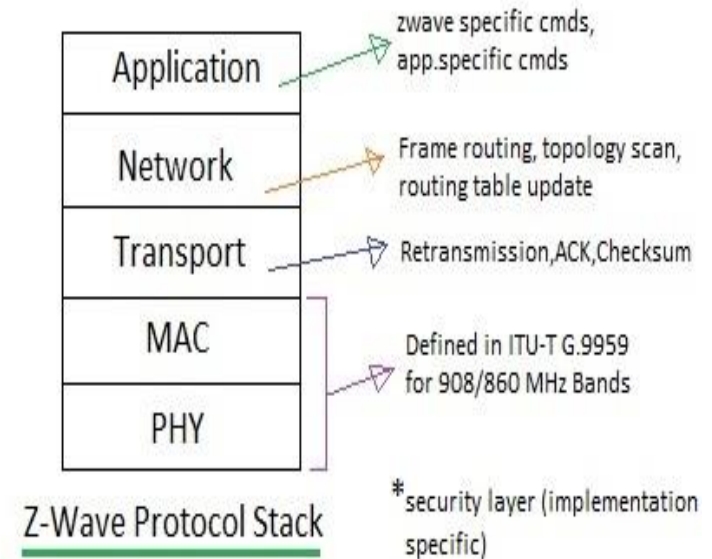
برخی از کاربردهای اینترنت اشیا تحت پوشش ZigBee

- خودکار نمودن ساختمان برای پایش تجاری و کنترل تسهیلات
- کنترل از راه دور RF برای مصرف کننده الکترونیک
- انرژی هوشمند برای پایش انرژی خانه
- مراقبت سلامتی برای پایش پزشکی و تندرستی
- خودکار نمودن خانه برای کنترل خانه‌های هوشمند
- دستگاه‌های ورودی برای کی‌بورد، موس، صفحه لمسی، میله‌های لمسی، و غیره
- سرویس‌های خرده فروشی برای استفاده مرتبط با خرید
- کنترل روشنایی LED

Z-Wave Network and protocol



Z-wave Network

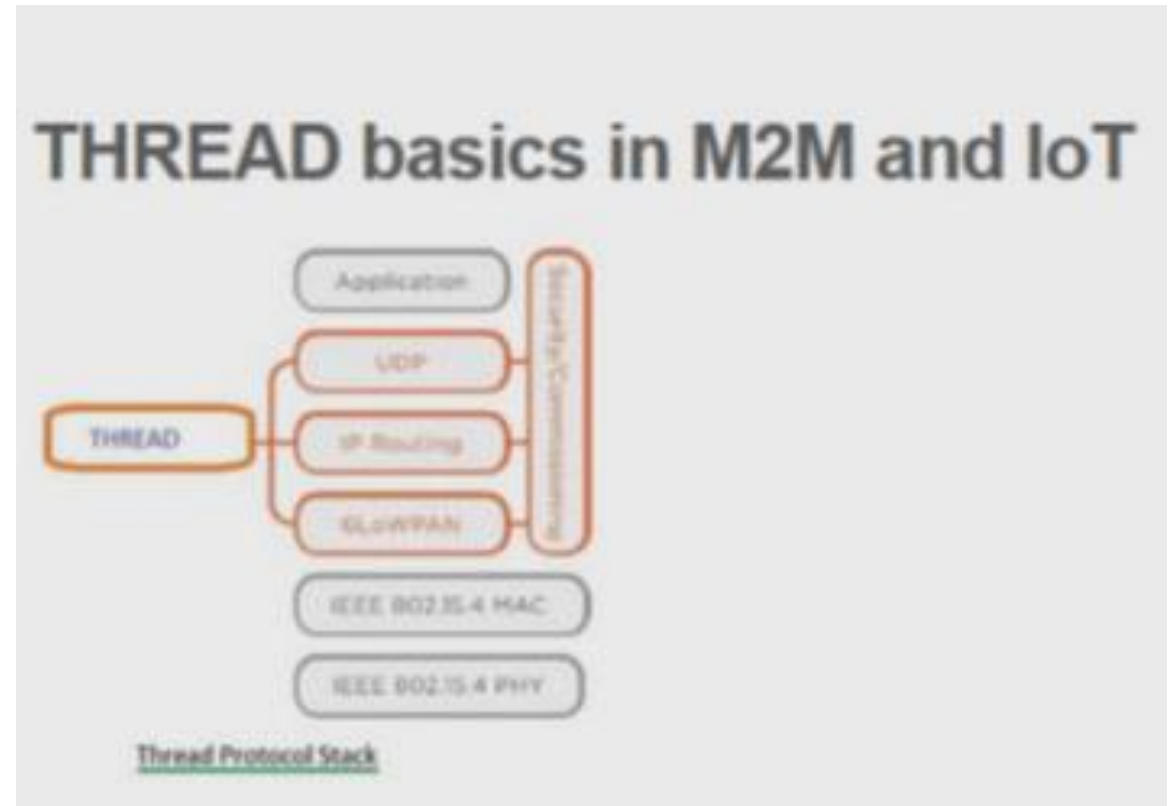
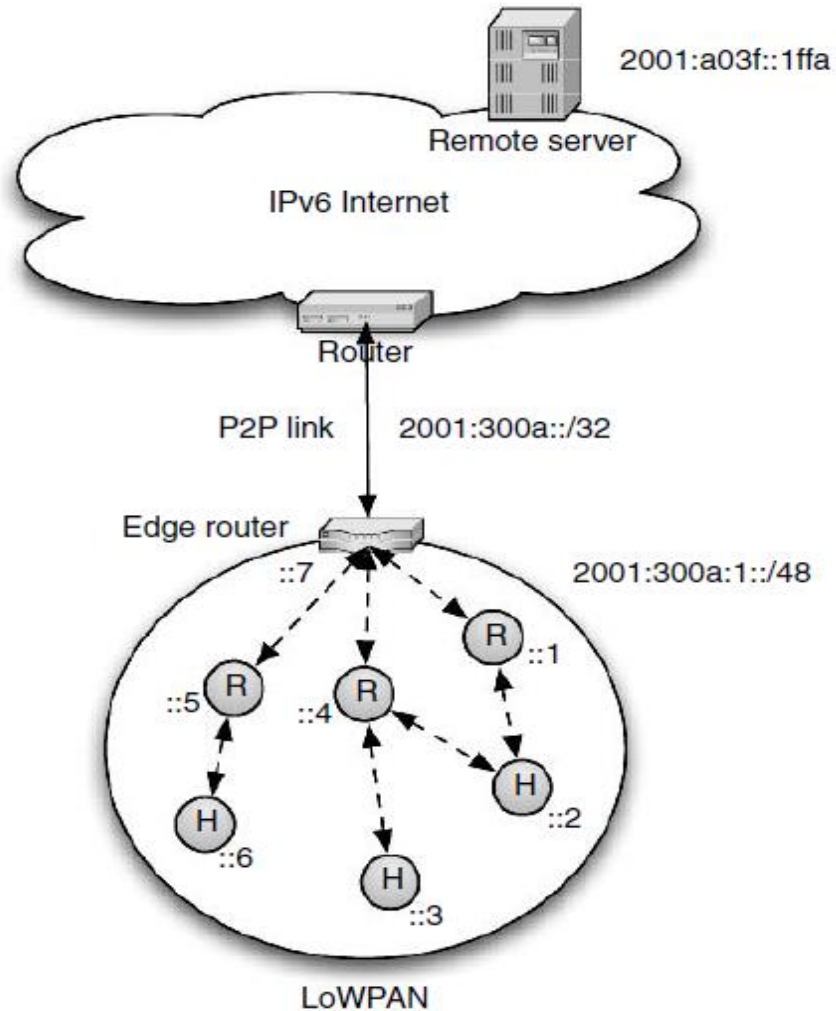


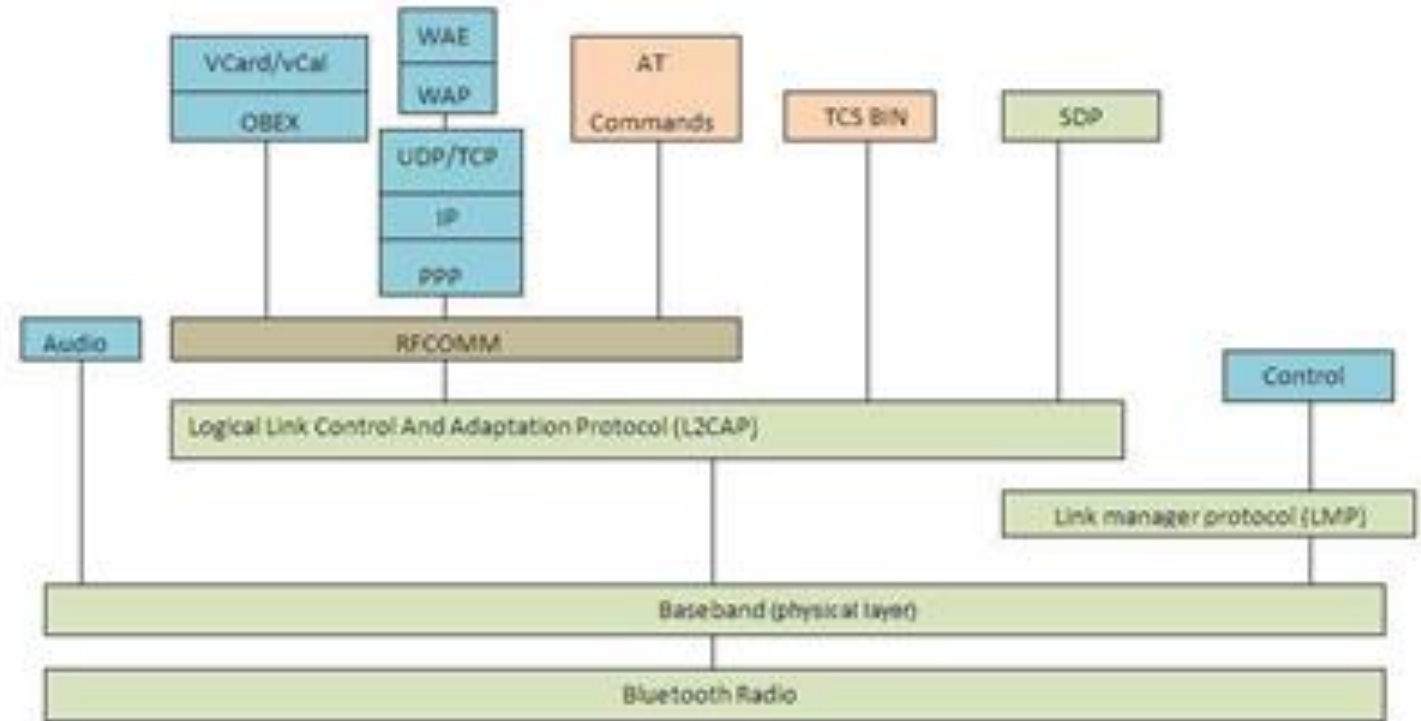
Specification	z-wave support
Standard	ITU-T G.9959 (PHY and MAC)
RF Frequency Range	868.42 MHz in Europe, 908.42 MHz in US
Data rate	9.6, 40, 100 Kbps
Maximum Nodes	232
Architecture	Master and slave in mesh mode
MAC layer	CSMA/CA
RF PHY modulation	FSK (for 9.6kbps and 40 kbps), GFSK with BT=0.6 (for 100 kbps)
Coding	Manchester(for 9.6kbps), NRZ(for 40 and 100 kbps)
Distance	30 meter in indoors, 100 meters in outdoors

کاربردهای Z-wave با استاندارد اختصاصی

- انتقال ویدئوی HD به صورت بی سیم با فرکانس 60GHz
- کنترل درب گاراژ در فرکانس 315MHz
- پایش درجه حرارت از راه دور در فرکانس 433MHz
- اخذ داده در فرکانس 915MHz
- کنترل روشنایی، امنیت و کنترل آب و هوا
- آشکارسازی دود، قفل های درب، حسگرهای امنیتی
- کنترل و پایش (HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning
- کاربردهای M2M و IoT

Thread Network and Protocol

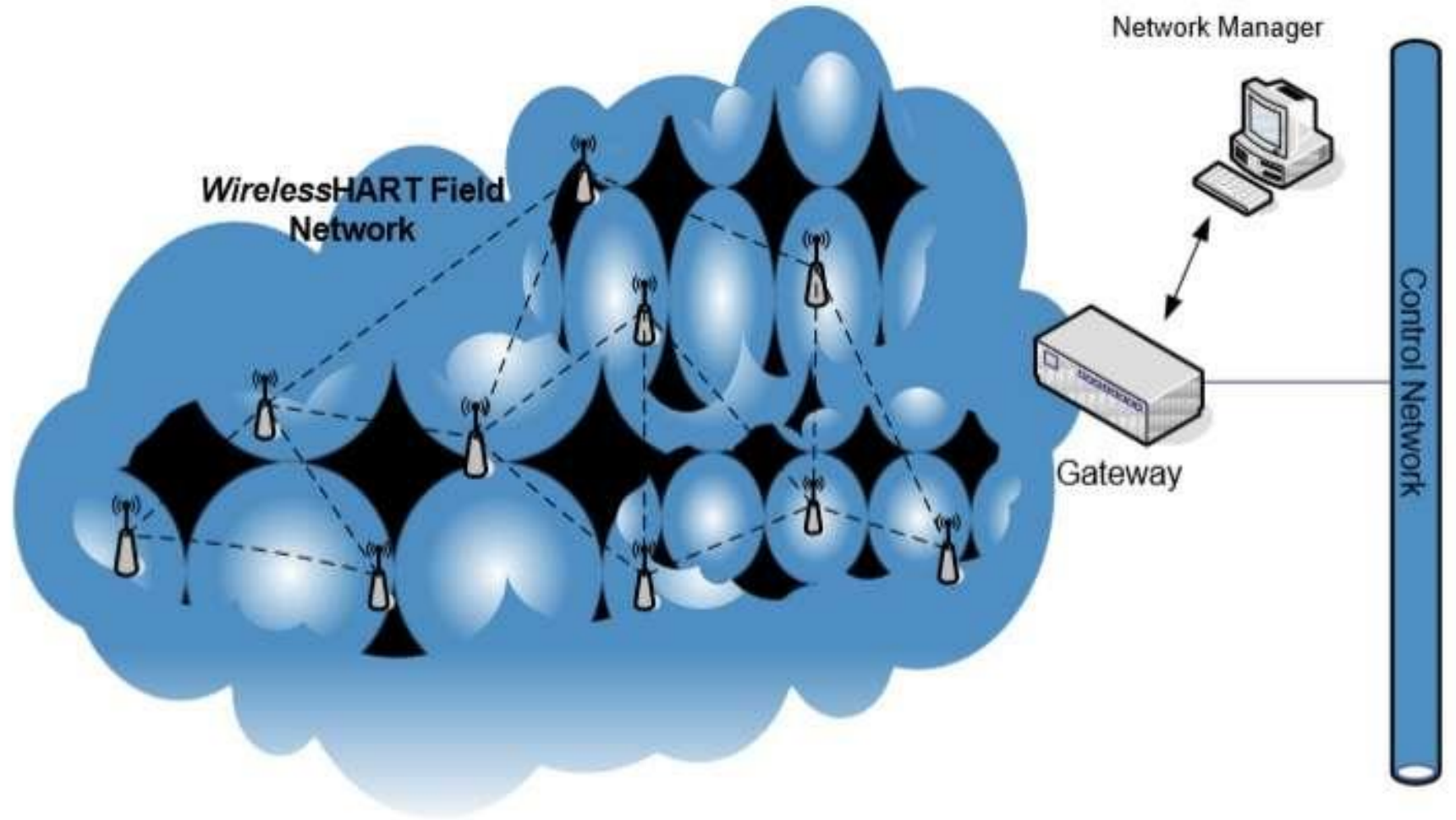




Bluetooth Protocol Stack

- Core protocols
- Cable replacement protocol
- Telephony Control protocols
- Adopted protocols

Wireless HART Network



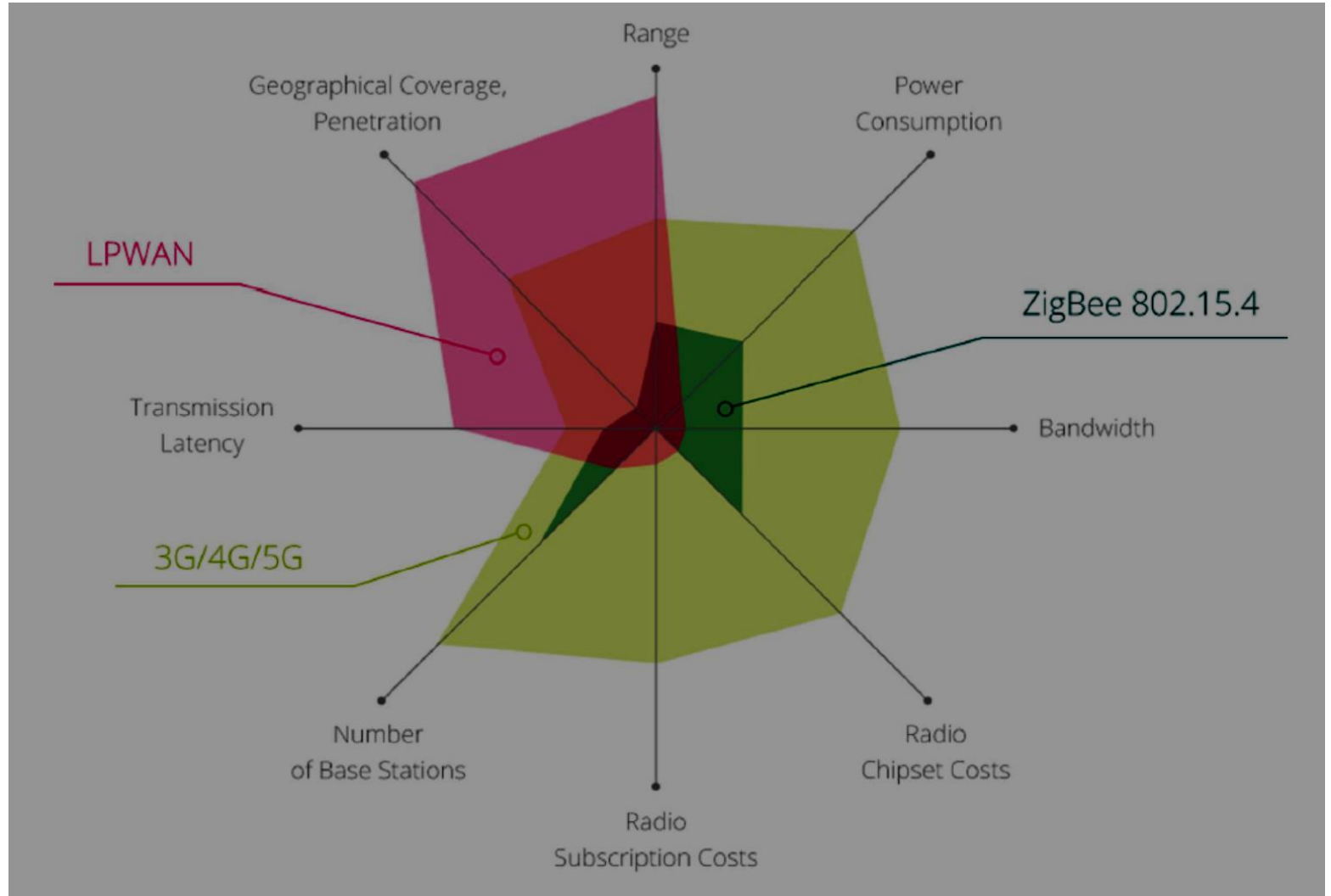
مقایسه فناوری‌های شبکه بی‌سیم گستره کوتاه

فناوری/مشخصات	نوع شبکه	باند فرکانس	توپولوژی	مصرف توان	نرخ بیت	گستره تحت پوشش	کاربرد	هزینه
ANT+	PAN	2.4GHz	P2P,Star,Tree,Mesh	خیلی کم	1Mbps	Up to 100m	ورزش و تناسب اندام	کم
Bluetooth	PAN	2.4GHz 2.4835GHz	Star	کم	2.1Mbps	9-90m	تبادل داده، هدست	کم
BLE	PAN	2.4GHz 2.4835GHz	Star	خیلی کم	260Kbps	5-10m	سلامتی و تناسب اندام	کم
KNX	LAN	868MHz	Star,Tree,Mesh	خیلی کم	1.2Kbps	800m	اتوماسیون ساختمان	متوسط
NFC	PAN	13.56MHz	P2P	خیلی کم	400Kbps	<10cm	پرداخت، اشتراک، دسترسی	کم
RFID	PAN	13.56MHz Etc.	P2P	خیلی کم	400Kbps	<3m	ردیابی، شناسایی	کم
THREAD	LAN	2.4GHz 2.4835GHz	Star, Mesh	خیلی کم	250Kbps	800m	شبکه سنسور، اتوماسیون ساختمان و صنعت	متوسط

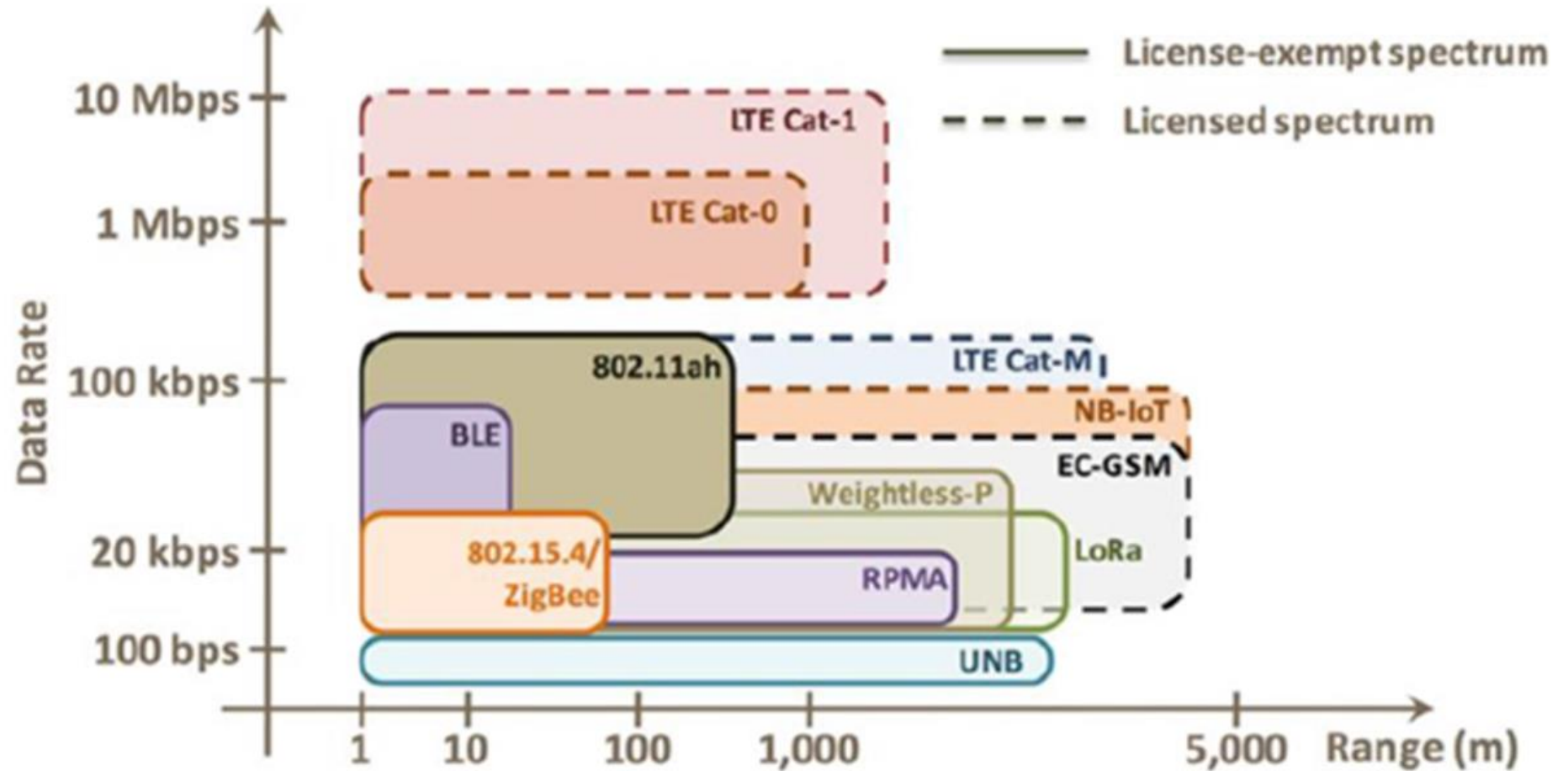
متوسط	اینترنت، چندرسانه‌ای	4-20m	11-100Mbps	کم تا زیاد	Star	2.4,3.6,5GHz	LAN	Wi-Fi
متوسط	شبکه سنسور، اتوماسیون ساختمان و صنعت	10-300m	250Kbps	خیلی کم	Star, Tree, Mesh	2.4GHz 2.4835GHz	LAN	ZigBee
کم	روشنایی منزل و اتوماسیون	30m	40Kbps	خیلی کم	Mesh	908.42MHz	LAN	Z-wave
متوسط	شبکه‌های حسگر صنعتی	200m	250Kbps	خیلی کم	Star, Mesh	2.4GHz	LAN	Wireless Hart
متوسط	M2M	640m	100Kbps	متوسط	شبکه سلولی	1800- 2700GHz	MAN	LTE-M سلولی
زیاد	تلفن سلولی، تله‌متری	شبکه سلولی	1.8-7.2Mbps	زیاد	Mesh	850,900,1800 1900,2100 ,2500GHz	WAN	2.5G, 3.5G سلولی

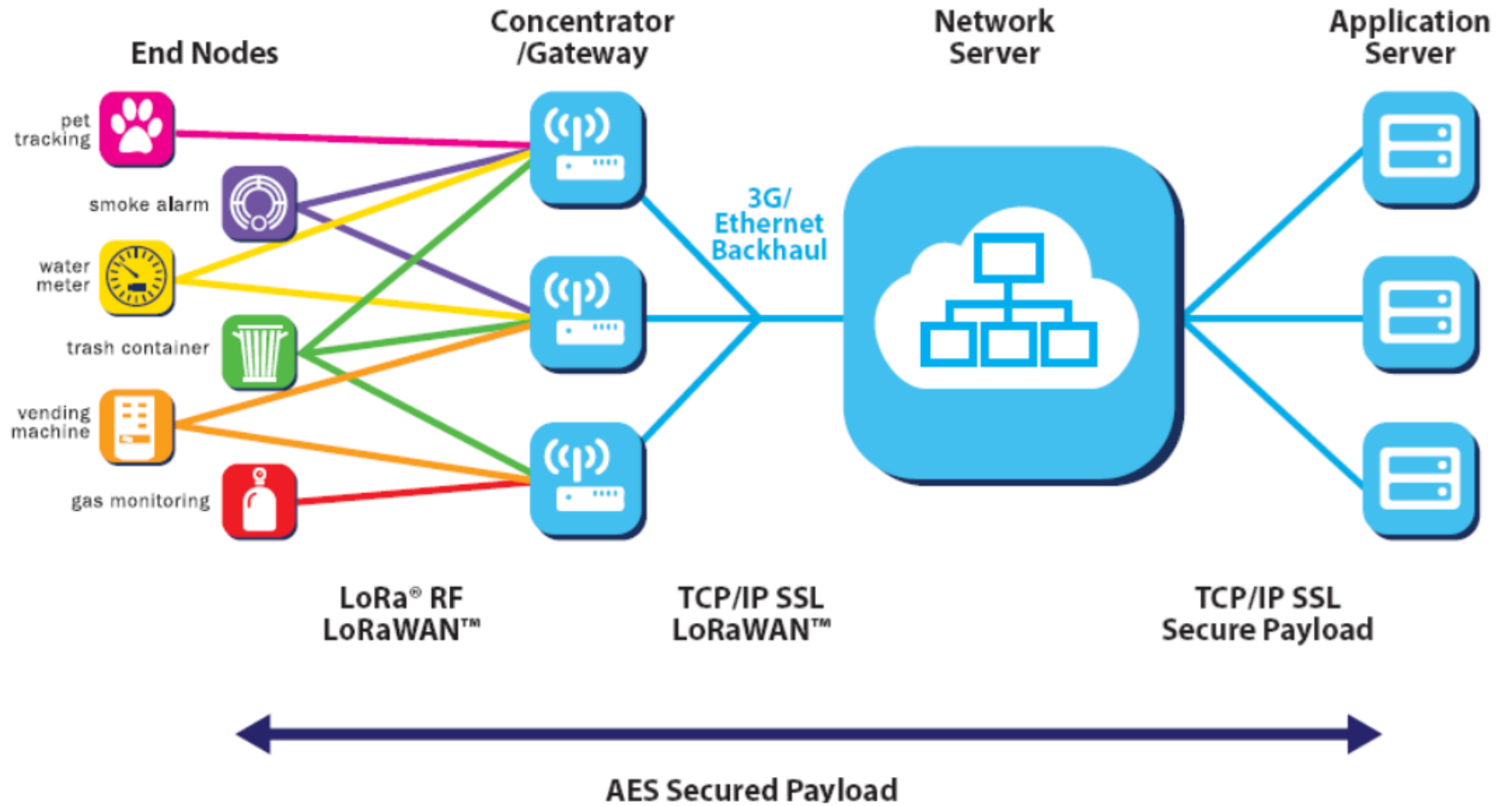
- فناوری‌های گستره کوتاه و امثال‌هم برای پیاده‌سازی تجهیزات مصرفی و خانگی IoT مناسب هستند
- در حوزه IoT صنعتی، شهری و کاربردهای تجاری و بازرگانی نیاز به فناوری‌های LPWAN اجتناب ناپذیر است
- از جمله شاخص‌های اصلی برای شبکه LPWAN عبارتند از:
 - راندمان بالای شبکه برای تبادل اطلاعات و داده
 - توان مصرفی بسیار کم
 - اتصال تعداد زیادی دستگاه به شبکه (با تعداد گیت‌وی کمتر)
 - گستره بیشتر
 - کاهش هزینه
 - امنیت بهتر

فناوری LPWAN در مقایسه با سایرین

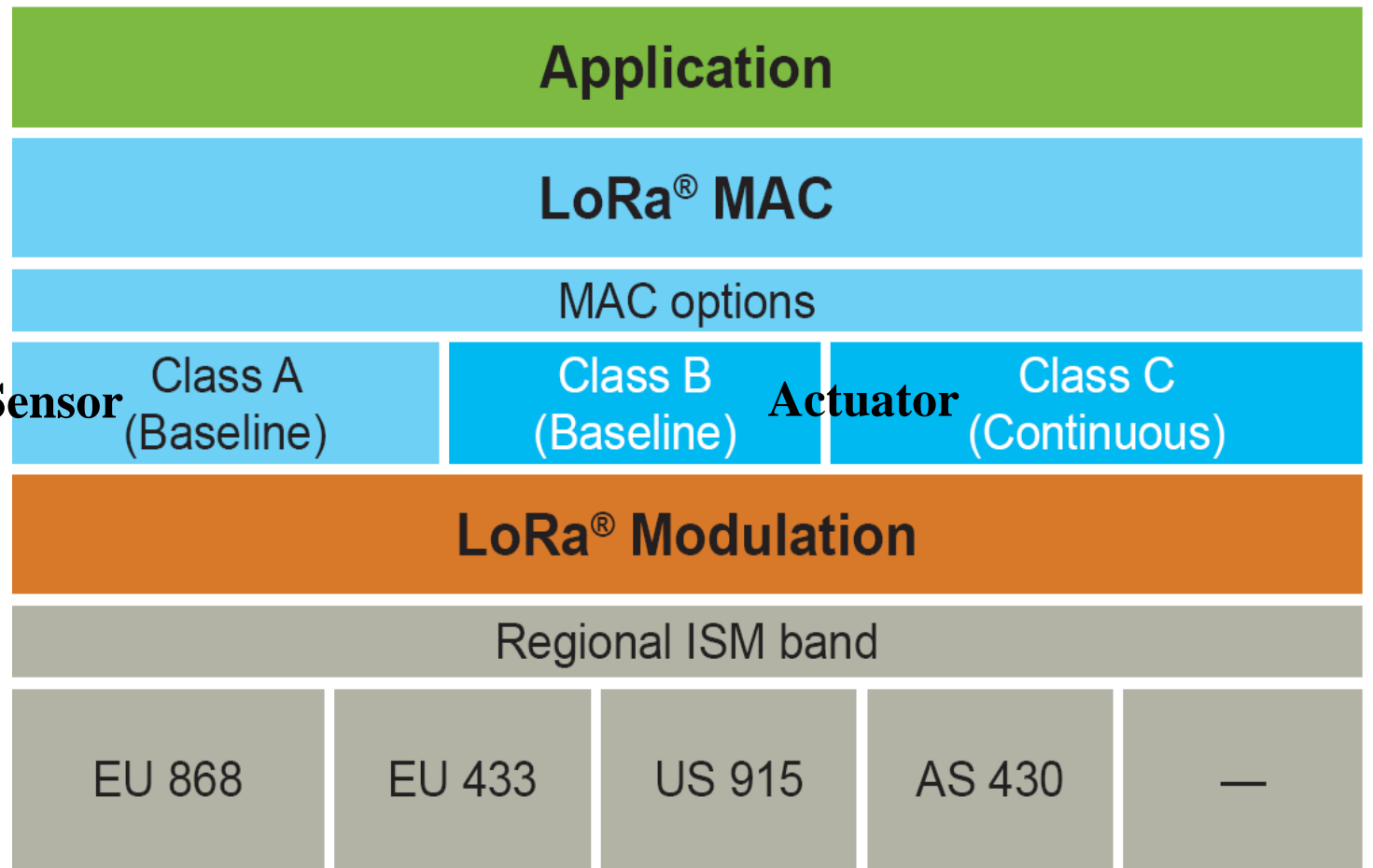


فناوری شبکه ها در IOT براساس گستره-نرخ بیت





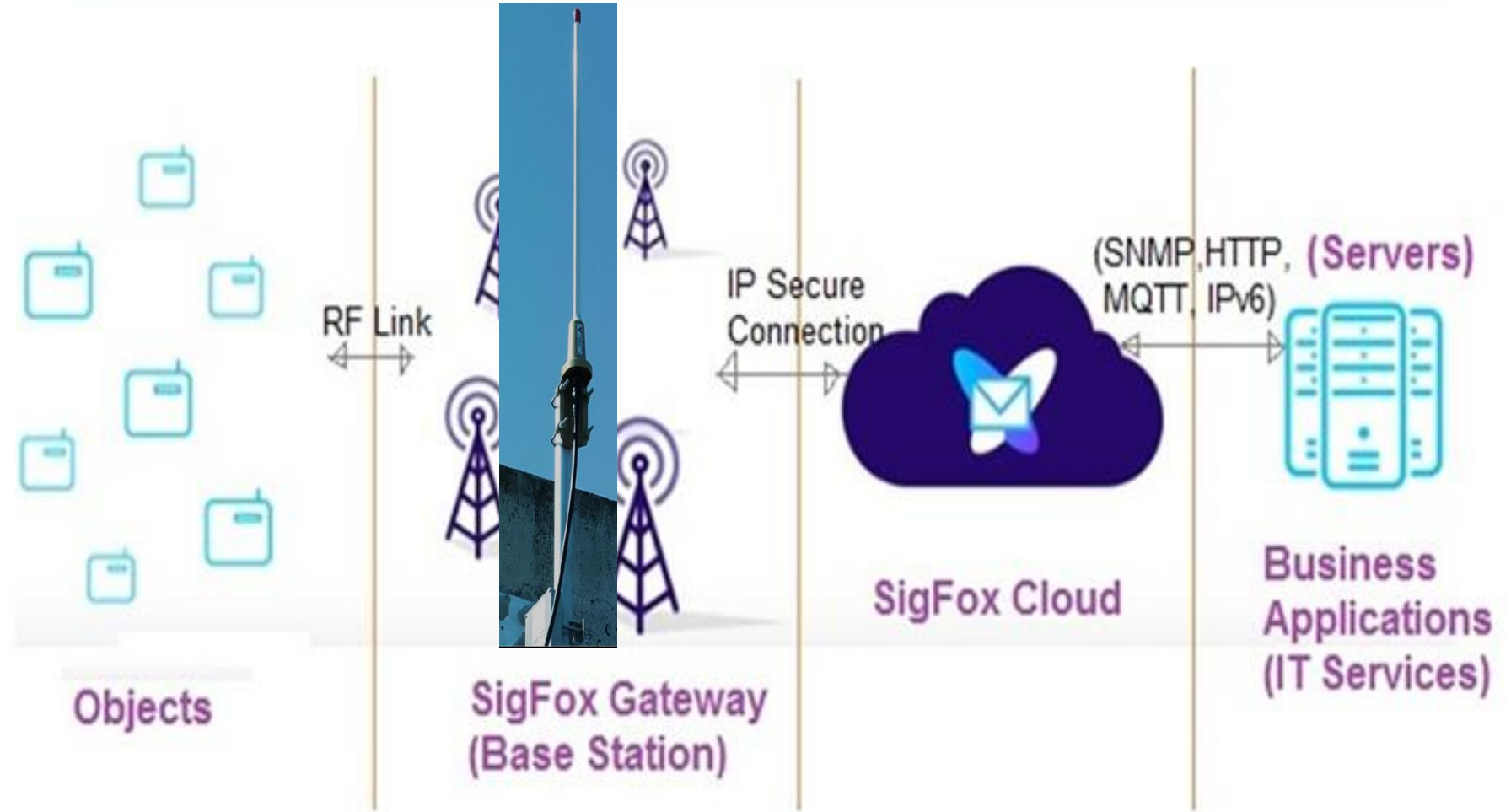
- EUI 64bit Associate IP6 to LoRa sensors
- A unique network key to ensure security at the network layer
- A unique application key to ensure end-to-end security at the application layer,
- A device-specific key to secure the joining of a node to the network.



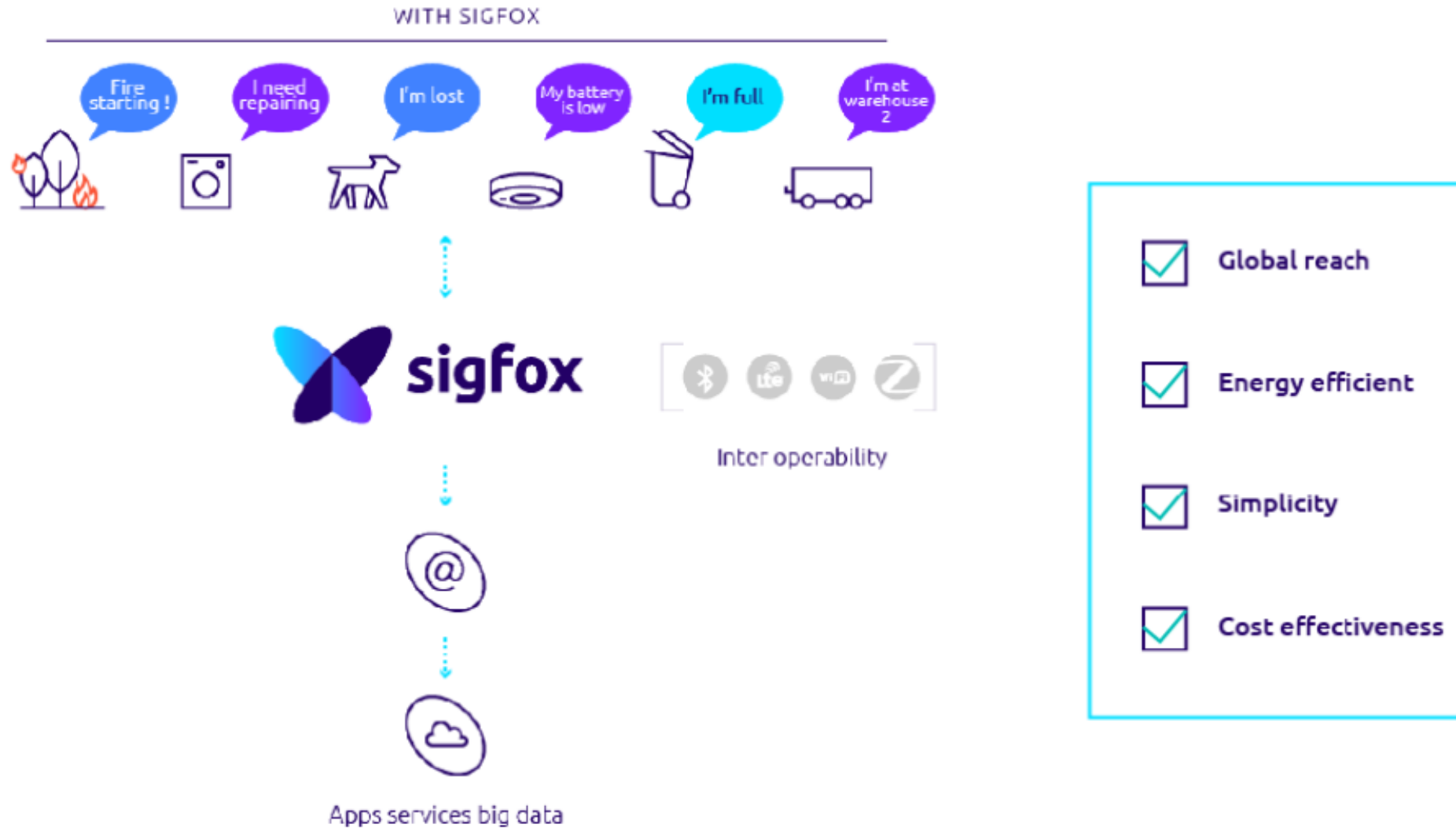
SigFox Network Architecture

Application Layer	* Applications as per end user requirements
MAC Layer	* FCS for error detection
PHY Layer	* Modulation, preamble add/remove
RF Layer	* Radio Frequency, Tx Power etc.






SigFox Protocol Layers



قابلیت همکاری متقابل SigFox با فناوری های مختلف





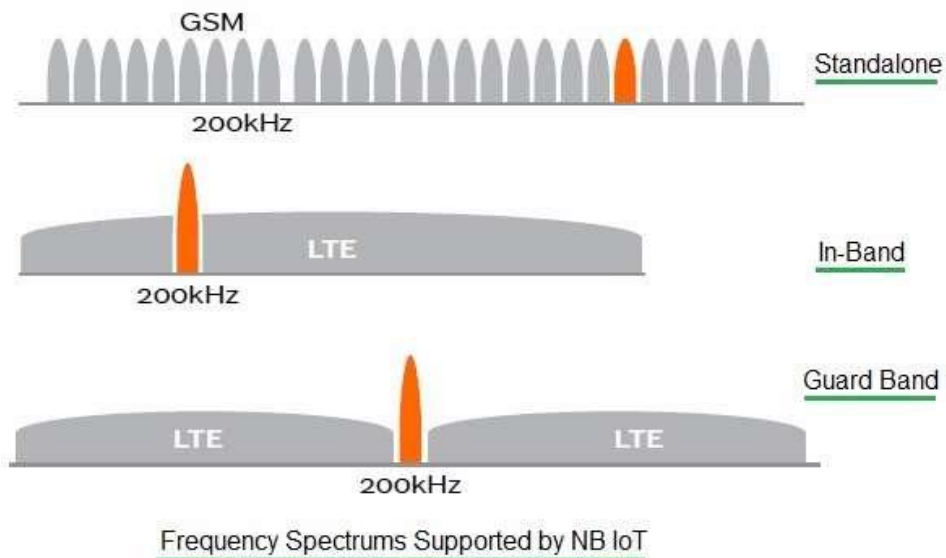
	GSM (3GPP Rel.8) 	EC-GSM-IoT (3GPP Rel. 13) 	LTE (3GPP Rel. 8) 	eMTC (3GPP Rel. 13) 	NB-IoT (3GPP Rel. 13) 
One global specification	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP
Public specification	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP	Yes, 3GPP
LTE user equipment category			Cat.1	Cat.M1	Cat.NB1
Range	<35km	<35km	<100km	<100km	<35km
Maximum Coupling Loss	144 dB	164 dB	144dB	156 dB	164 dB
Spectrum	Licensed GSM bands	Licensed GSM bands	Licensed LTE in-band	Licensed LTE in-band	Licensed LTE in-band LTE guardband standalone
Bandwidth	200kHz	200kHz	LTE band carrier bandwidth (1.4 – 20MHz)	1.08MHz (1.4MHz carrier bandwidth)	180kHz (200kHz carrier bandwidth)
Max. data rate	<500kbps	<140kbps	<10Mbps	<1Mbps	<250kbps

EC-GSM:
 Extended Coverage GSM

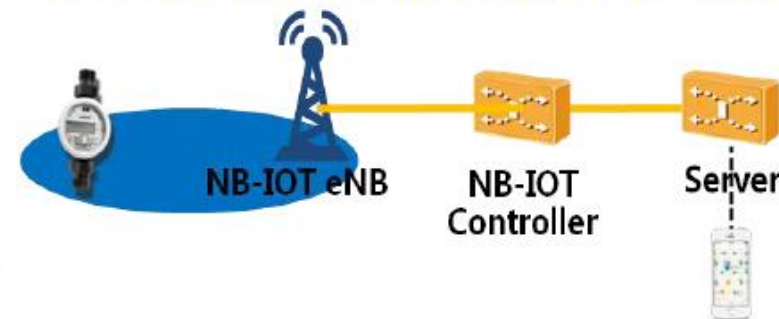
eMTC:
 enhanced Machine Type Communication

NB-IoT:
 Narrow Band IoT

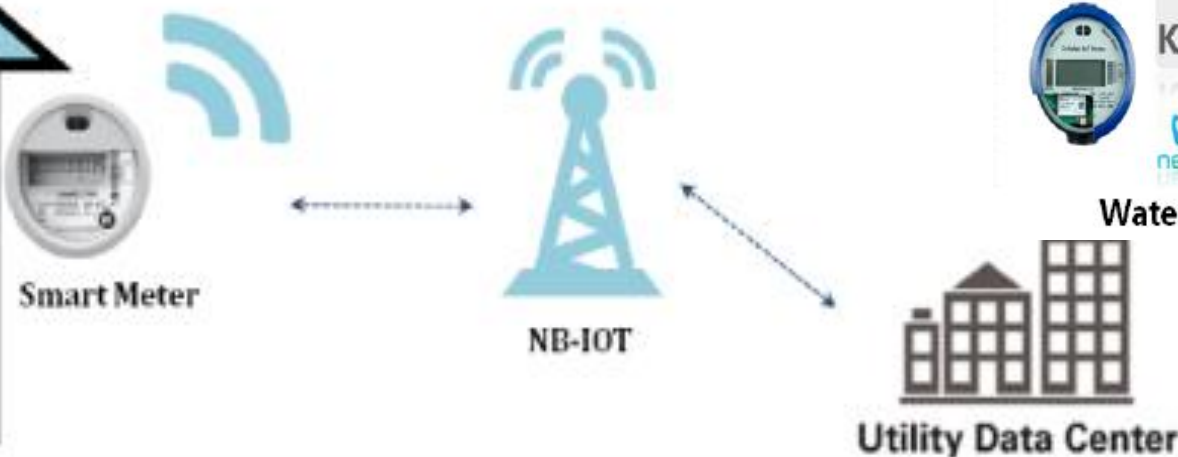
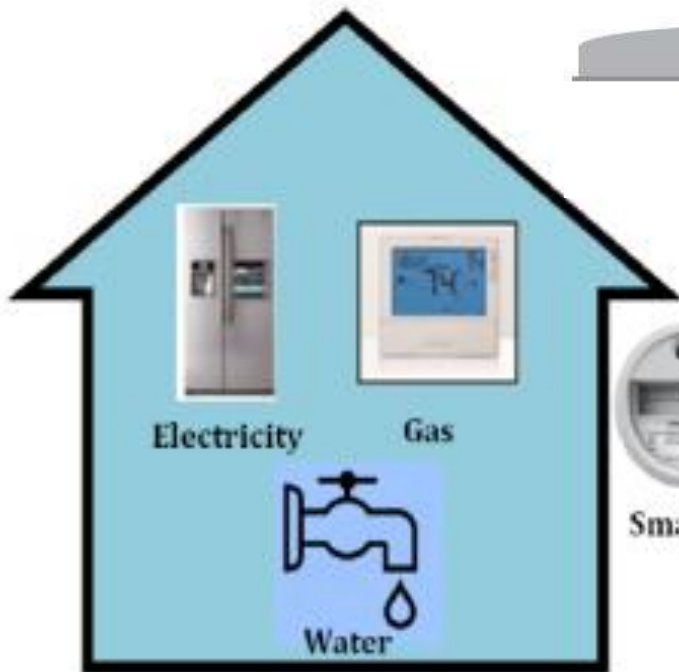
Confidential – Copyright © QROI Limited 2016 and onwards



NB-IoT Actives Cost-Efficient Smart Meter

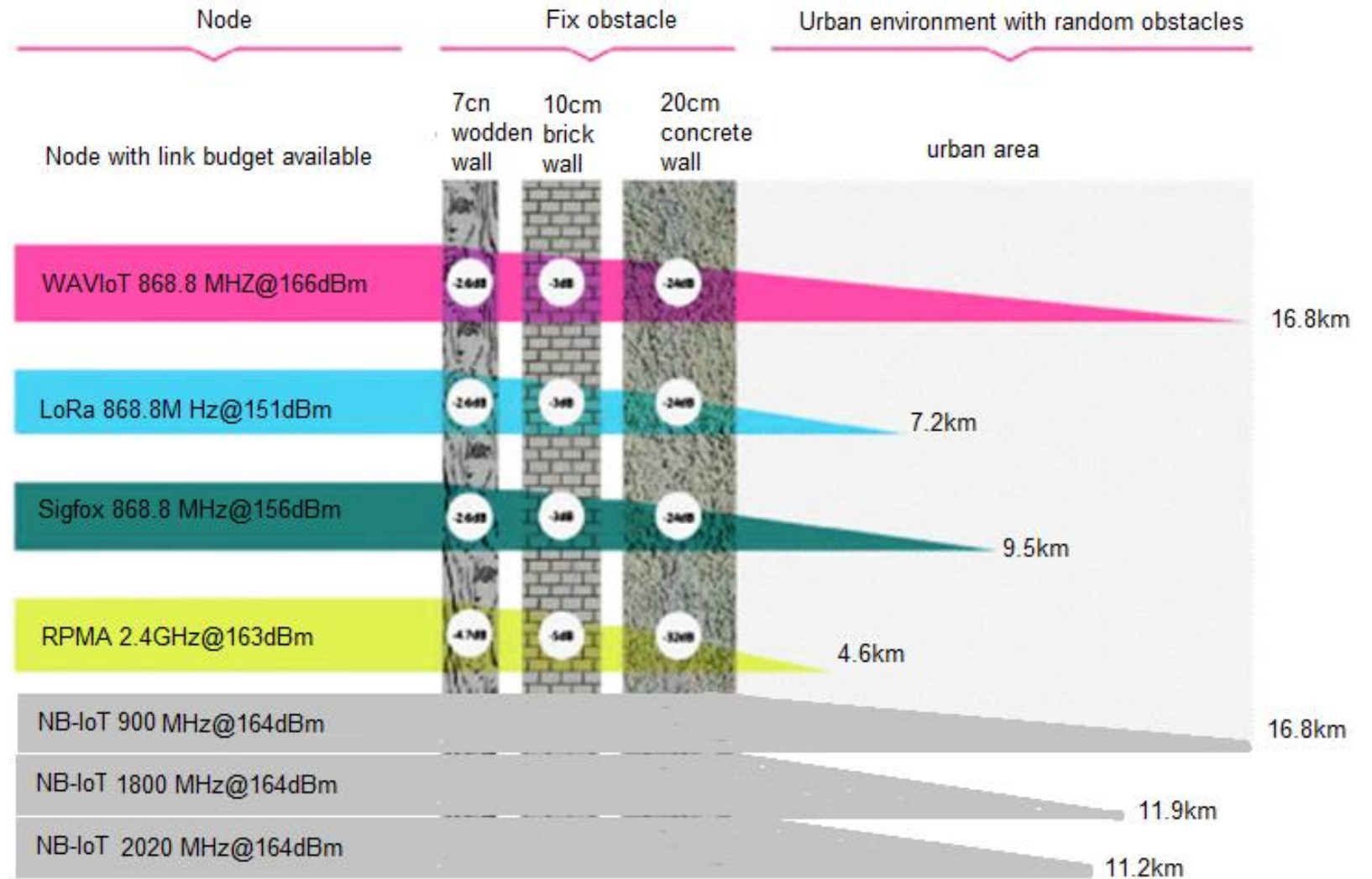


- Deeper coverage (20+dB gain vs GSM)
- Low cost/Low Power Consumption
- Smart Data Management



SARA-N2
16.0 x 26.0 x 2.4 mm

قدرت نفوذ فناوری‌های LPWAN



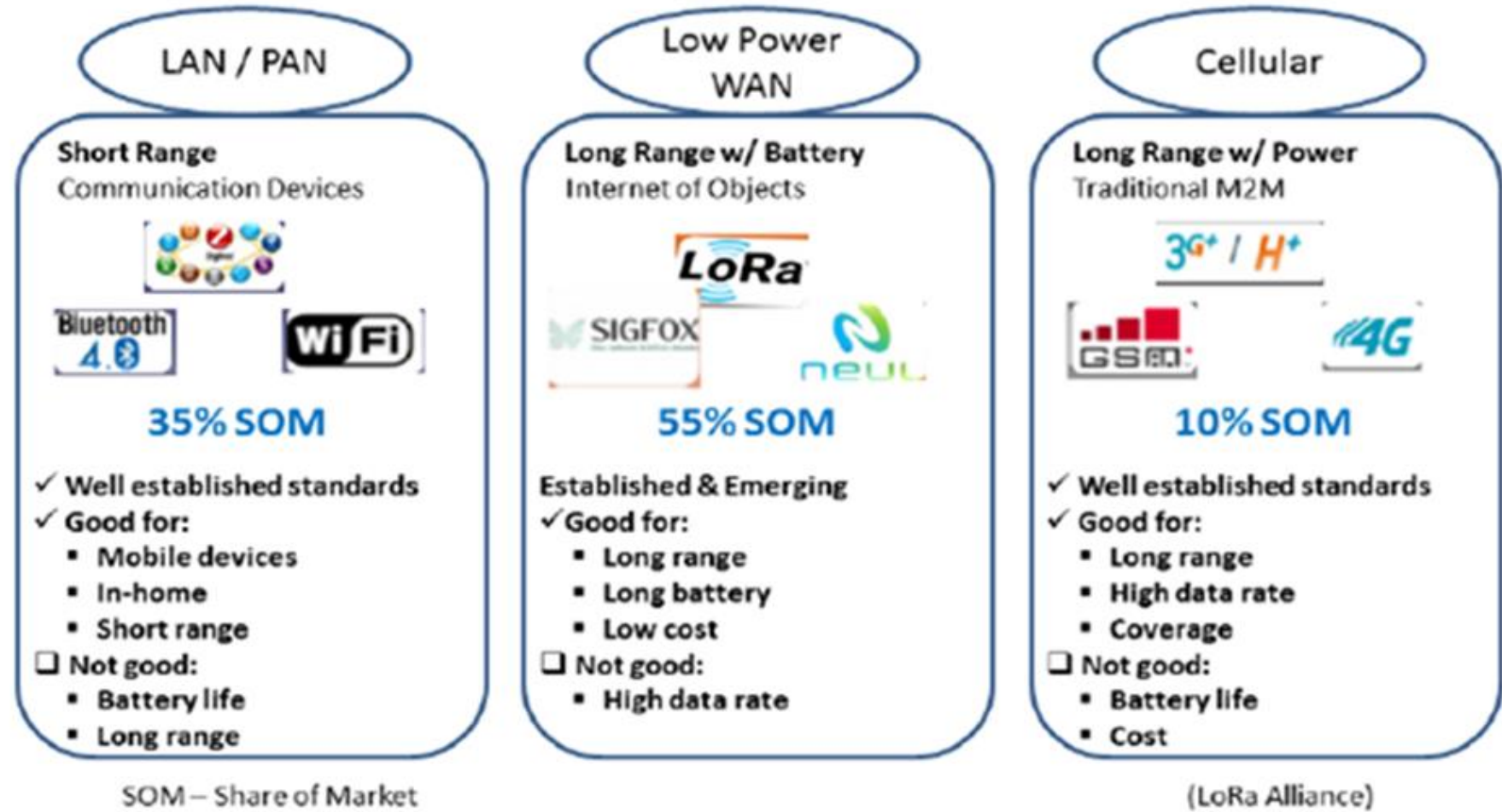
مقایسه مشخصات فناوری‌های گستره بلند (LPWAN)

شاخص / فناوری	NB-Fi	LoRaWAN	Sigfox	RPMA	Weightless	NB-IoT
باند فرکانس (MHz)	۸۶۸٫۸	۸۶۸٫۸	۸۶۸٫۸	۲۴۰۰	۸۶۸٫۸	۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۰۲۰
حداکثر گستره (متر)	۱۶۸۰۰	۷۲۰۰	۹۵۰۰	۴۶۰۰	۴۱۰۰	۱۶۸۰۰
حداکثر بودجه لینک (dBm)	۱۶۶	۱۵۱	۱۵۶	۱۶۳	۱۴۷	۱۶۴
پهنای باند (KHz)	۰٫۱	۱۲۵	۰٫۱	۱۰۰۰	۰٫۲	۲۰۰
نرخ بیت داده (Kbps)	۰٫۰۸-۰٫۱۲	۰٫۳-۱۰۰	۰٫۶	(DL)۱۵۶ (UL)۶۲۴	۲٫۵-۱۶۰۰۰	(DL)۱۵۲-۲۰۰ (UL)۴۸-۱۴۴
راندمان طیف	زیاد	خیلی کم	کم	متوسط	کم	زیاد
دروازه راه (BTS)	دو طرفه	یک طرفه	یک طرفه	یک طرفه	یک طرفه	دو طرفه
گره به ازای هر دروازه راه	۱۳۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	+۵۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	+۵۰۰۰۰
مقیاس پذیری	زیاد	خیلی کم	کم	زیاد	کم	زیاد

LTE Encryp.	-	AES-128	16bit	AES-128	XTEA-256	امنیت(رمزنگاری)
cell site	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	استفاده از آنتن Sector
۲-۴	۱۹	۵	۱.۹۹	۲۹	۱.۹۹	هزینه به ازای هر گره(دلار)
+۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	طول عمر باطری(سال)
۲۰۱۷	۲۰۱۳	۲۰۱۰	۲۰۱۰	۲۰۱۴	۲۰۱۱	زمان تجاری شدن محصول
-	۱۰	۳۰	+۱۰۰	+۱۰۰	+۱۰۰	تعداد توسعه تجاری
سنجش انرژی، ماشین به ماشین	ماشین به ماشین	روشنایی، انرژی، پایش چاه نفت، صنعت	اتوماسیون خانه، پایش محیط، ردیابی حیوانات، پایش آب	روشنایی، انرژی، پایش گاز، ردیابی اموال، زلزله	روشنایی، سنجش از راه دور، ماشین به ماشین، انرژی	نوع کاربرد

NB-Fi	LoRa	SigFox	UNB	RPMA
Streetlights	Streetlights	Home Automation	Streetlights	Streetlights
Energy meters	Energy meters	Environmental monitors	Energy meters	Energy meters
M2M	Propane monitors	Pet tracking	Parking meters	Oil well monitors
	Asset tracking	Water monitors		Industrial sensors
	Seismic sensors			

سهم بازار فناوری های موجود در IOT



پیش بینی روند شبکه های LPWAN در ایران

۱۴۰۰

- فناوری 5G تجاری خواهد شد
- اپراتورها به سوی فناوری های جدید حرکت می کنند
- LPWAN تکامل خواهد یافت

۱۳۹۹

- فناوری NB-IoT به بلوغ می رسد
- فناوری های جدید سلولی ظهور خواهند یافت
- زیست بوم فناوری های سلولی شکل می گیرد

۱۳۹۸

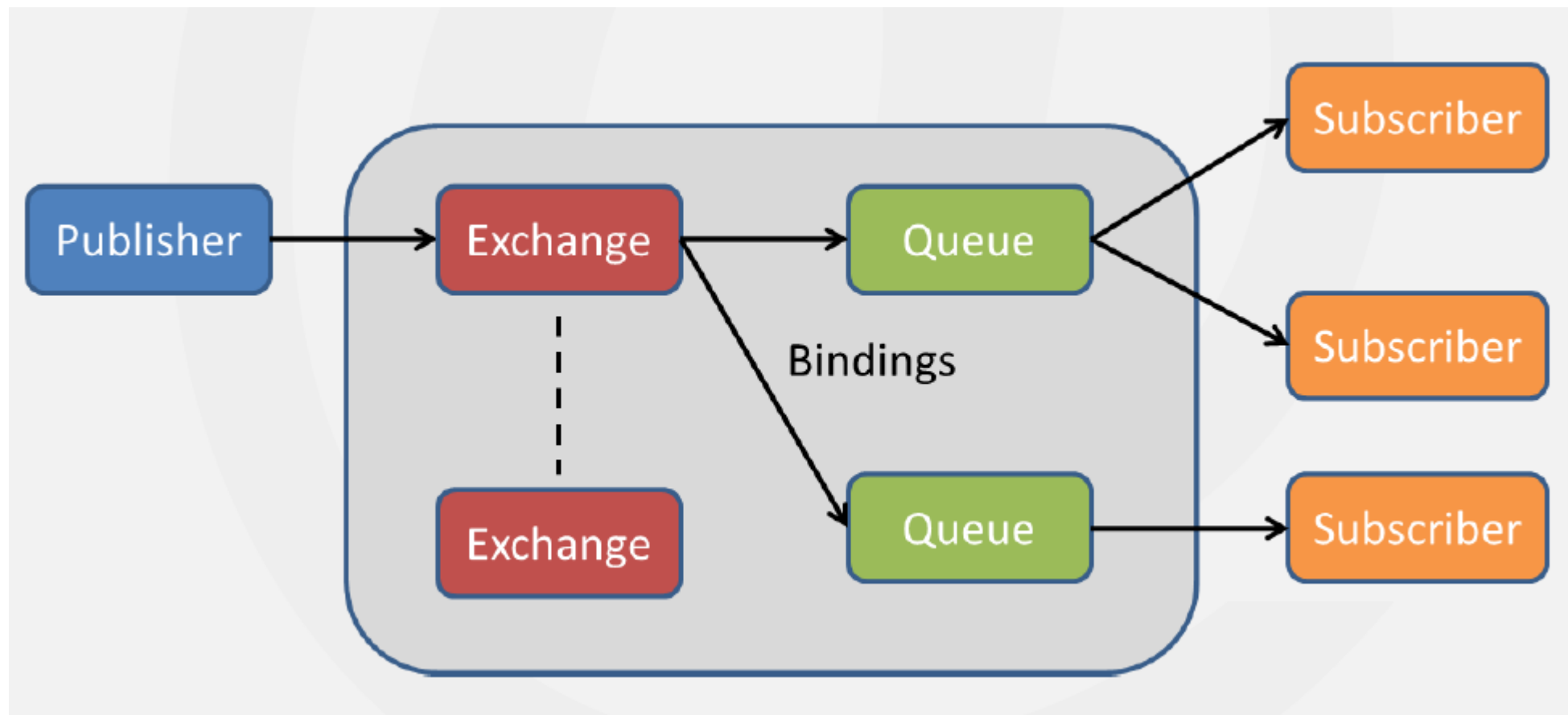
- LPWAN ارزان تر شده و قدرت رقابت آن در بازار افزایش می یابد
- فناوری های 3GPP نیز رقیب چالشی فناوری LPWAN خواهند شد
- کاربردهای IoT به طور بالفعل ارائه خواهند شد

۱۳۹۷

- فناوری های LPWAN ابتدا سهم بازار را توسعه می دهند و شبکه های بیشتری ظاهر میشوند
- اپراتورهای موبایل با NB-IoT وارد بازار IoT میشوند
- اپراتورهای موبایل بر روی استانداردها و روند تکامل شبکه خود با 3GPP هماهنگ می شوند

۱۳۹۶

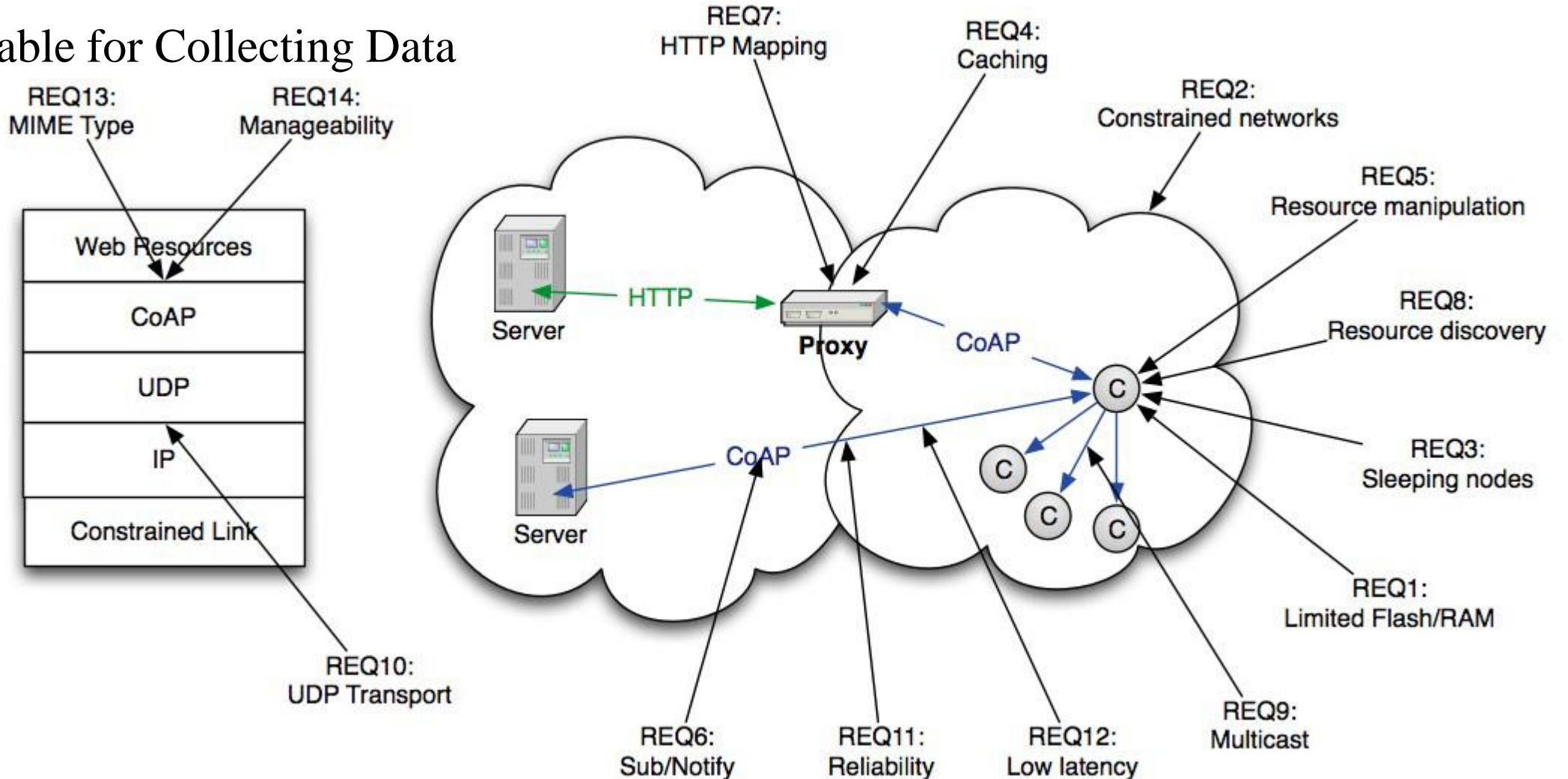
- زیست بوم فناوری های LPWAN میگیرد
- پروژه های مبتنی بر LPWAN فعال می شوند
- کاربردهای جدید برای LPWAN ظاهر میشوند
- NB-IoT مورد استقبال و توجه اپراتورها قرار میگیرد



Suitable for Processing

CoAP: Constrained Application Protocol(RFC7252)

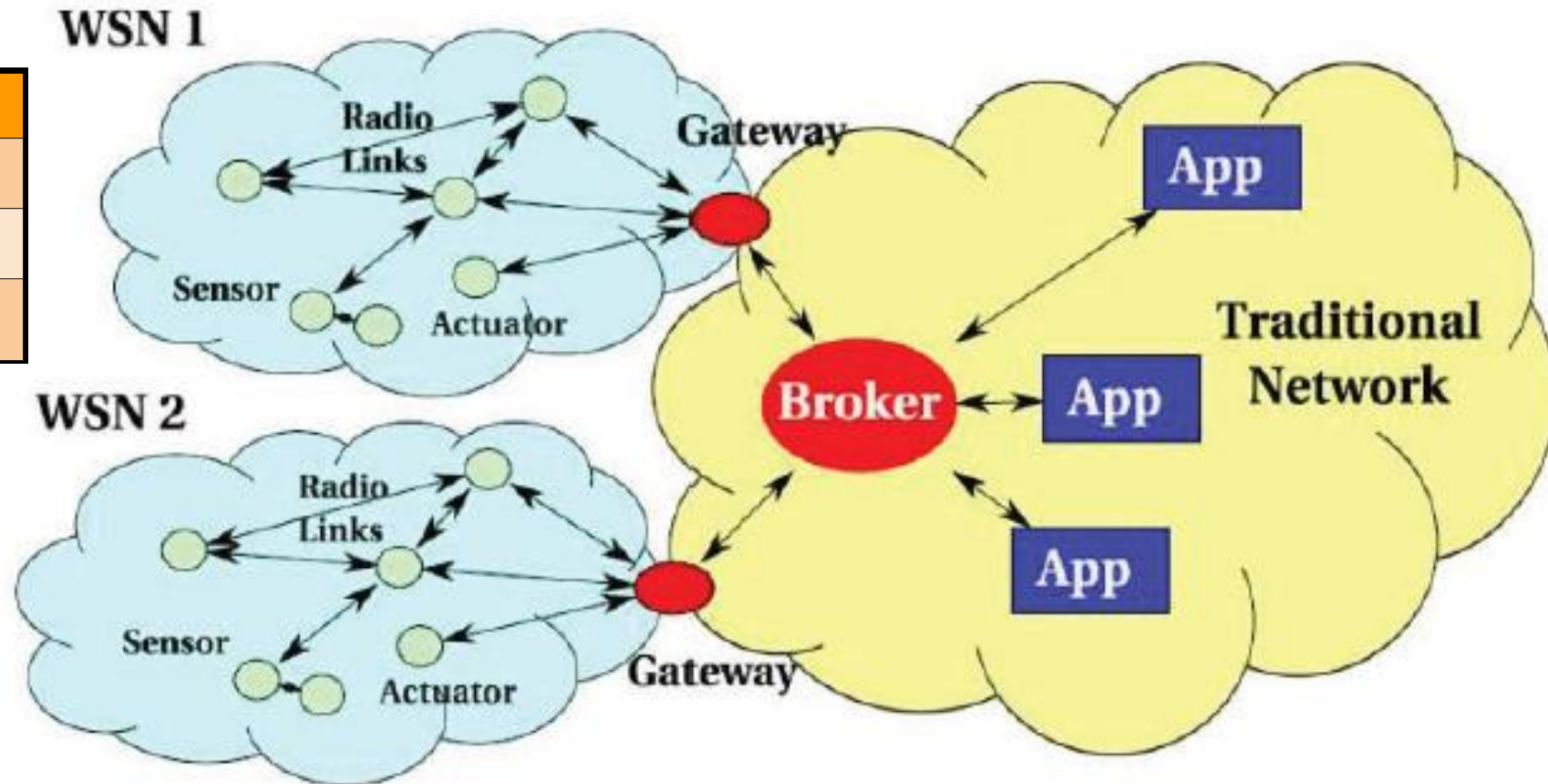
Suitable for Collecting Data



MQTT-S Gateway <--> MQTT Broker

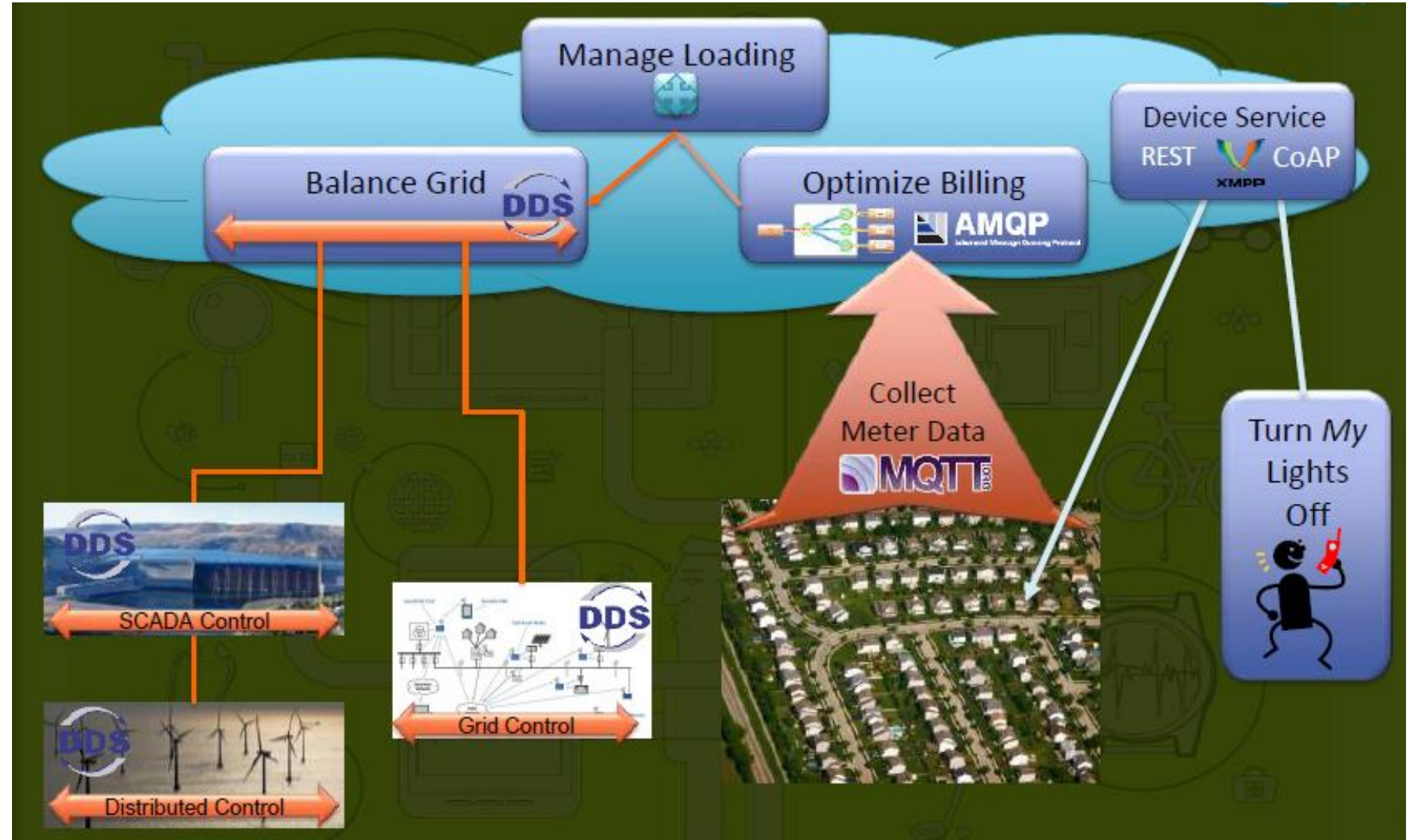
QoS

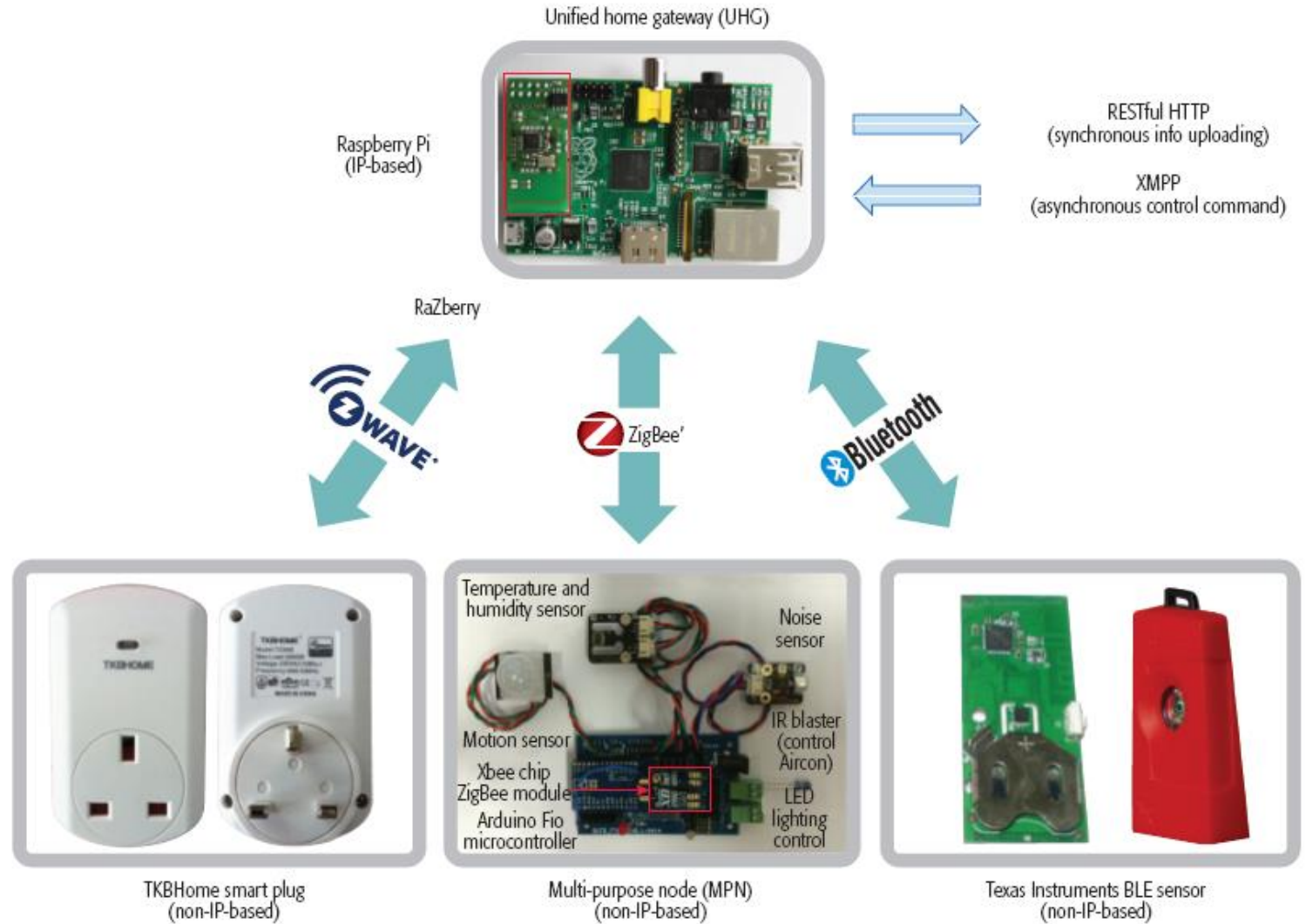
QoS	Delivery	Guarantee
0	At most once	Best Effort
1	At least once	Guaranteed
2	Exactly once	Guaranteed & No Duplicate



Suitable for Collecting Data

مثالی از چالش های پروتکل در توزیع برق







WAVIoT Base Station
BS210B

\$2,499.00



WAVIoT Base Station
BS230B

\$3,999.00



WAVIoT Gateway
MiniGW110B

\$599.00



WAVIoT Gateway
MicroGW110B

\$399.00



WAVIoT 1 × 120 Deg 16
dBi Sector Antenna

\$349.00



WAVIoT Base Station
SDR-Transceiver 2000

\$399.00