

عنوان : گسترش شبکه کم توان (LPWAN)

۱- محدثه آتشگران ۲- هادی یوسفی رامندی

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی کامپیوتر، دانشگاه پیام نور مرکز قزوین، mohadeseatshgran@gmail.com

۲- استاد گروه مهندسی کامپیوتر، عضو هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور مرکز قزوین،

h.ramandi@pnu.ac.ir

چکیده

تا سال ۲۰۲۰، حدود ۵۰ میلیارد دستگاه از طریق ارتباطات رادیویی، به همدیگر متصل خواهند شد. در ارتباط با رشد سریع بازار اینترنت اشیا (IOT)، شبکه های گسترده کم توان (LPWAN) به تکنولوژی ارتباطی رادیویی برد وسیع نرخ پایین محبوبی تبدیل شده اند. SIGFOX، LORA و NB-IOT سه تکنولوژی پیشروی LPWAN هستند که با IOT بزرگ مقیاس، رقابت می کنند.

واژه های کلیدی

LPWAN، اینترنت اشیا، IOT، NB-IOT، SIGFOX

۱. مقدمه

اینترنت اشیا یا IOT، سیستمی به هم پیوسته از تجهیزات رایانه ای، ماشین های مکانیکی و دیجیتال، اشیاء، حیوانات یا افرادی است که با شناسه های منحصر به فرد (UID) هویت یافته اند و از قابلیت انتقال داده ها روی یک شبکه بدون نیاز به تعامل انسان-با-انسان یا انسان-با-رایانه برخوردار هستند.

یک شیء در اینترنت اشیا می تواند انسانی باشد که یک دستگاه پایش قلب در بدنش نصب شده است؛ یا دامی با یک ترانسیپندر بیولوژیک، یا خودرویی که با حسگرهای تعبیه شده در آن، راننده را از فشار کم لاستیک ها آگاه می کند یا هر شیء طبیعی یا انسان ساخت دیگر که می تواند با اختصاص یک آدرس IP داده ها را روی یک شبکه انتقال دهد.

امروزه، سازمان ها در صنایع و کسب و کارهای گوناگون، به شکلی فزاینده از قابلیت های اینترنت اشیا بهره می گیرند تا کارآمدتر و اثربخش تر عمل کنند؛ آنها با بهره مندی از دستاوردهای اینترنت اشیا، به درکی بهتر و شایسته تر از مشتریان شان دست می یابند و می توانند خدماتی بهینه تر به آنها ارائه کنند. اینترنت اشیا فرایند تصمیم سازی و تصمیم گیری را در سازمان بهبود می بخشد و ارزش کسب و کار را به شکلی چشمگیر افزایش می دهد.

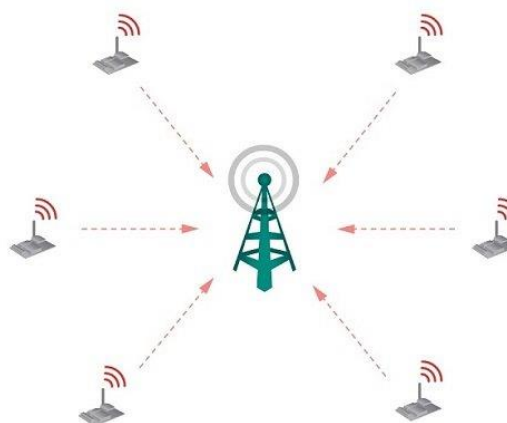
۲. تاریخچه اینترنت اشیا

کوین آشتون (KEVIN ASHTON)، یکی از بنیان گذاران مرکز شناسایی خودکار (AUTO-ID) در دانشگاه MIT ایالات متحده، نخستین کسی بود که عبارت «اینترنت اشیا» را در ارائه ای برای شرکت پروکتر و گمبل (G&P) - شرکت چندملیتی کالاهای مصرفی واقع در ایالت اوهایو- در سال ۱۹۹۹ به کار برد. آشتون، به منظور آگاه کردن مدیران ارشد P&G از سامانه بازشناسی با امواج رادیویی (RFID)، ارائه ای خود را «اینترنت اشیا» نام نهاد. آشتون می خواست روند تازه ی فناوری را در آستانه ی قرن جدید در پیام خود به کار گیرد. این روند انقلابی چیزی نبود جز اینترنت. از سوی دیگر، نیل گرشنفلد، استاد دانشگاه MIT، در همین سال، کتابی با عنوان «وقتی اشیا شروع به اندیشیدن می کنند» منتشر کرد. گرشنفلد هرچند در کتاب خود، عبارت دقیق «اینترنت اشیا» را به کار نبرد؛ تصویری روشن از مسیر آینده ی IOT ارائه کرد.

اینترنت اشیا از هم‌گرایی فناوری‌های بی‌سیم، سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS)، میکروسرویس‌ها و اینترنت تکامل یافته است. این هم‌گرایی به ازمیان‌رفتن شکاف میان فناوری عملیاتی (OT) و فناوری اطلاعات (IT) کمک کرده و امکان تحلیل داده‌های بدون ساختار را که توسط ماشین تولید شده‌اند، برای دستیابی به بینش (INSIGHT) مطلوب جهت بهبود و پیشرفتِ وضع موجود فراهم آورده است.

۳. شبکه‌های گسترده کم توان چه شبکه‌هایی هستند؟

اینترنت اشیا آمده است تا زندگی بشر را در همه ابعاد دگرگون سازد. این پارادایم نوین می‌تواند در رفع بسیاری از چالش‌های اساسی بشر از جمله انفجار جمعیت، بحران انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی یاری‌بخش باشد. با وجود این چشم‌انداز امیدبخش، طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌هایی برای اتصال اشیا در مقیاس مکانی گسترده و با مصرف انرژی محدود، خود یک چالش به شمار می‌آید. در این راستا شبکه‌های گسترده کم‌توان (LOW POWER WIDE AREA NETWORK) یا به اختصار LPWAN ارائه شده‌اند.



شکل ۱- شبکه گسترده کم توان

۴. ضرورت شکل‌گیری :

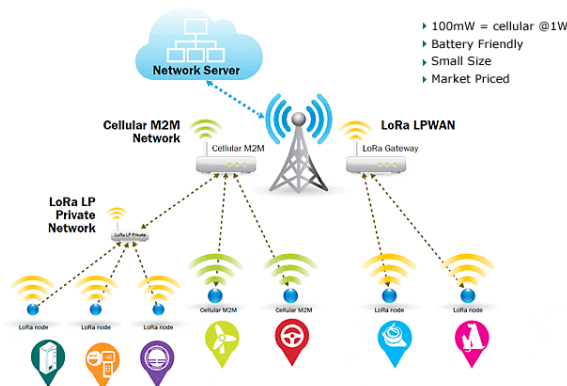
در ابتدا به ویژگی‌های شبکه‌های مخابرات سلولی (شبکه موبایل) نگاهی می‌اندازیم و ببینیم این شبکه‌ها برای اینترنت اشیا کاملاً مناسب هستند یا خیر. شبکه‌های موبایل برای تأمین نیاز روزافزون بشر به انتقال حجم زیادی از اطلاعات به‌صورت بی‌سیم پدید آمده‌اند و هزینه (و به تبع آن مصرف انرژی) در اولویت اول طراحی قرار نداشته است. در واقع، کاربران برای رفاه و آسایش خود حاضرند بهای نصب تجهیزات را به اپراتورها بپردازند و مصرف انرژی زیاد را تحمل کنند. اما در اینترنت اشیا هدف چیز دیگری است: نخست اینکه اشیا می‌خواهند محیط پیرامون خود را حس یا تغییری در آن ایجاد کنند که برای این منظور معمولاً نرخ بالایی مورد نیاز نیست. همچنین، با توجه به تعداد زیاد اشیا هزینه نصب و پیاده‌سازی نباید زیاد باشد. در نتیجه، شبکه‌های LPWAN با این اهداف طراحی شده‌اند. پیش‌بینی شده است که در آینده، یک چهارم از ۳۰ میلیارد دستگاه متصل اینترنت اشیا از این شبکه‌ها برای تبادل اطلاعات استفاده کنند. در شبکه‌ها چند ویژگی خاص مشاهده می‌شود که در سایر شبکه‌های بی‌سیم اگرچه ممکن است برخی از آن‌ها برقرار باشند، اما مجموعه کامل این ویژگی‌ها موجود نیست. در ادامه این ویژگی‌ها بیان خواهد شد.

(۱) برد جغرافیایی در حدود چند کیلومتر تا ده‌ها کیلومتر که نه تنها هزینه نصب زیرساخت را کاهش می‌دهد، بلکه برای اشیا تحرک بدون دردسر را فراهم می‌سازد. این قابلیت به‌خصوص در کاربردهایی مثل مانیتورینگ گونه‌های حیوانات در حال انقراض در طبیعت برجسته است. در این کاربرد، حسگرهایی به حیوانات در حال انقراض متصل می‌شود تا از مکان و سلامتی آن‌ها اطلاع کافی حاصل شود. حیوانات در طبیعت از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت می‌کنند و نصب تعداد زیادی آنتن در طبیعت یک اقدام مخرب به شمار می‌آید. (۲) عمر باتری ده سال یا بیشتر که بدیهی است هزینه نگهداری مجموعه را کاهش می‌دهد و یک ویژگی ضروری برای کاربردهایی است که دسترسی به اشیا در آن‌ها دشوار یا غیرممکن است، از جمله تجهیزات حوزه سلامتی. برای مثال نمی‌توان باتری حسگری را که در قلب بیمار تعبیه می‌شود، عوض کرد. (۳) هزینه نصب و نگهداری ناچیز به‌عنوان یک ضرورت برای موفقیت تجاری شبکه‌های LPWAN در واقع لازم است

هزینه کارت شبکه هر شیء متصل به شبکه در این مجموعه در حد چند دلار باشد. همچنین برقراری ارتباط نیز باید هزینه ناچیزی داشته باشد. (۴) مقیاس پذیری بالا برای توانایی سرویس دهی به تعداد انبوه اشیا متصل به شبکه. برای مثال در یک خانه هوشمند ممکن است پنج نفر زندگی کنند، اما ده ها دستگاه مختلف به شبکه متصل باشند.

۴. راهکارهایی برای ایجاد LPWAN:

برای ایجاد برد جغرافیایی وسیع، معمولاً از فرکانس زیر ۱ گیگاهرتز استفاده می شود. بسیاری از فناوری های بی سیم از فرکانس های بالاتر استفاده می کنند، برای مثال زیگبی و وای فای در فرکانس ۲,۴ گیگاهرتز کار می کنند. هرچه فرکانس کاری افزایش یابد، نرخ افزایش می یابد و در عین حال تضعیف بیشتر خواهد شد. ممکن است در بسیاری از مراجع (از جمله مطالبی که در ماهنامه شبکه منتشر شده است) خوانده باشید که تمایل به فرکانس های خیلی بالا - حتی فرکانس های در حد چند ده گیگاهرتز - رو به گسترش است. این دو رویکرد منافاتی با یکدیگر ندارند و ناشی از دو کاربرد متفاوت هستند: یکی برای ایجاد ارتباط با نرخ بالا در فواصل کم و دیگری برای ارتباط نرخ پایین در فواصل بسیار زیاد. برای دستیابی به مصرف توان پایین نیز تدابیری اندیشیده شده است. یکی اینکه همه دستگاه ها مستقیماً به ایستگاه پایه (BS) متصل شوند، چراکه ارتباطات به صورت چندگامی انرژی زیادی را مصرف می کند. در ارتباطات چندگامی هر دستگاه باید در انتقال اطلاعات دستگاه های دیگر نیز مشارکت کند. بنابراین، توپولوژی شبکه های LPWAN به صورت ستاره ای است که ایستگاه پایه در مرکز آن قرار دارد. راهبرد دیگر برای محدودسازی مصرف توان در LPWAN، استفاده از تکنیک چرخه کار است، بدین معنا که بخش مخابراتی دستگاه ها تنها در زمان تبادل اطلاعات روشن می شوند که کاهش مصرف انرژی را در پی خواهد داشت. البته هماهنگی میان ایستگاه پایه و اشیا برای از دست نرفتن اطلاعات ارسال شده از سوی ایستگاه پایه لازم است.



شکل ۲- راهکاری برای ایجاد LPWAN

در LPWAN پروتکل های ساده ای برای مدیریت دسترسی به کانال لازم است و پروتکل هایی که بر مبنای تشخیص آزاد بودن کانال قبل از ارسال عمل می کنند، بیش از حد پیچیده هستند. برخی از راهکارهایی که در این حوزه تعریف شده است، از مکانیسم ساده ALOHA بهره می برند که در توضیح آن باید گفت دستگاه ها در هر زمان که داده ای آماده برای ارسال داشته باشند، بدون ملاحظه وضعیت کانال آن را ارسال می کنند. اگر تصادمی رخ داد، پس از چند لحظه دوباره آن را ارسال می کنند تا در نهایت موفق شوند. این شیوه بازدهی کمی دارد، اما ساده است و چون نیاز به بررسی وضعیت کانال ندارد، مصرف انرژی کمی دارد. یک راهکار دیگر برای کاهش مصرف توان در اشیا، انتقال برخی پردازش های سنگین به نقطه مرکزی در شبکه است. برای مثال، تعیین پارامترهای ارتباطی نظیر کانال فرکانسی بر عهده ایستگاه پایه قرار بگیرد.

البته گاهی انجام پردازش در اشیا به صرفه است، چراکه معمولاً محاسبات انرژی کمتری نسبت به تبادل اطلاعات نیاز دارد. اینکه پردازش اولیه اطلاعات در دستگاه انجام شود یا اطلاعات کاملاً خام فرستاده شود، پاسخ قطعی ندارد و به کاربرد وابسته است. محدود نگه داشتن هزینه نیز هنر مهندسان را می طلبد. روش های کاهش مصرف انرژی می تواند برای این منظور مفید باشد، زیرا انرژی بدون صرف هزینه به دست نمی آید. کاهش تعداد ایستگاه های پایه که با تکنیک های افزایش برد جغرافیایی شبکه حاصل می شود، یک رویکرد دیگر برای مدیریت هزینه راه اندازی سیستم است. در نهایت باید به فضای فرکانسی اشاره کرد که یکی از هزینه های اصلی در شبکه های بی سیم به حساب می آید.

در فناوری‌های موجود معمولاً از فرکانس‌های آزاد استفاده می‌شود که نیاز به خرید مجوز ندارد، اما گاهی استفاده از فرکانس انحصاری در کاهش تداخل و رفع مشکلات بعدی مؤثر است برای مقیاس‌پذیری شبکه به میزان مورد نیاز، لازم است ایستگاه‌های پایه بتوانند از طیف وسیعی از تجهیزات پشتیبانی کنند؛ بنابراین، ارتباطات چندآنتنه و چندکانالی مطلوب است. همچنین دستگاه‌ها نیز در صورت پشتیبانی از تغییر فرکانس یا توان، می‌توانند روی فرکانس یا توان بهینه تنظیم شوند. البته این رویکرد موجب پیچیدگی دستگاه‌ها می‌شود و هزینه را افزایش می‌دهد و یک نقطه مصالحه بین مقیاس‌پذیری و سادگی مطلوب است. در نهایت باید به تراکم بسیار زیاد در اینترنت اشیا اشاره کرد که یک عامل محدودکننده برای مقیاس‌پذیری به شمار می‌آید.

۴.۱. شبکه‌های LPWAN (دوربرد با توان پایین) و اینترنت اشیا (IOT):

فناوری شبکه دوربرد توان پایین یا شبکه‌های LPWAN یا LPWA امکان اتصال دستگاه‌ها در محدوده‌ای وسیع، با مصرف توان (باتری) کم را فراهم می‌کند. LPWAN عنوان طیف گسترده‌ای از پروتکل‌ها و فناوری‌ها است که امکان اتصال سنسورها و کنترل‌کننده‌ها را بدون استفاده از شبکه‌های قدیمی همچون WIFI و شبکه‌های تلفن همراه فراهم می‌کند. شبکه‌های LPWAN نسبت به غالب شبکه‌های بی‌سیم متداول نرخ داده کمتری دارد؛ اما ویژگی اتصال ارزان و به صرفه تعداد بسیار زیادی گره انتهایی (حسگر و عملگر) یک فرصت عالی را ویژه راهکارهای اینترنت اشیا (IOT) به وجود آورده است. با استفاده از این شبکه سنسورها و دستگاه‌ها می‌توانند اطلاعات را در محدوده چندین کیلومتر ارسال کنند و برای این کار با باتری‌های AA معمول تا سال‌ها کار خواهند کرد. شبکه‌های LPWAN یکی از فناوری‌های اصلی به کارگرفته شده در بستر اینترنت اشیا لینکپ نیز می‌باشد.

بسیاری از راهکارهای اینترنت اشیا (IOT) به سنسورهایی نیاز دارند تا داده‌ها را در محدوده وسیعی منتشر کنند. کاربردهای آن را می‌توان در مجتمع‌های ساختمانی هوشمند، شهر هوشمند، صنعت هوشمند و ... دید. زمانی که سنسورهای زیاد را در محدوده وسیعی قرار می‌دهید، برای اتصال آن‌ها به ارتباط بی‌سیم با برد بلند و توان مصرفی پایین نیاز دارید.

تا اوایل سال ۲۰۱۳ عبارتی به نام LPWA یا LOW POWER WIDE AREA (دوربرد با توان پایین) وجود نداشت، اما نیازمندی و شواهدی که از پتانسیل بسیار بالای تکنولوژی‌های LPWA بدست آمد، این فناوری را تبدیل به یکی از جنبه‌های مهم و در حال توسعه بازار اینترنت اشیا کرد. به عنوان نمونه موسسه MACHINA RESEARCH وجود ۳٫۶ میلیارد اتصال LPWA را تا سال ۲۰۲۴ پیش‌بینی کرده بود و این در حالی است که هم‌اکنون تنها در حدود چند ده میلیون از این نوع اتصال وجود دارد. این نشان‌دهنده نرخ رشد بالای این شبکه‌ها در سال‌های آتی است. البته مسأله‌ای که لازم است به آن توجه شود این است که شبکه‌های LPWAN با ایجاد ناحیه پوشش وسیع، با هزینه پایین‌تر و مصرف توان بهینه، به عنوان مکمل و نه جایگزین شبکه‌های سلولی و فناوری‌های برد کوتاه به حساب می‌آیند.

۴.۲. مهمترین مزیت‌های شبکه‌های LPWAN

همان‌طور که اشاره شد، مهمترین دلایل بوجود آمدن بازارهای جدید مبتنی بر این فناوری عبارتند از:

(۱) هزینه پایین: شبکه‌های LPWAN با فروش مودم‌هایی با قیمت کمتر از ۵ دلار و هزینه اتصال سالانه کمتر از ۱ دلار (برای برخی کاربردها)، قادر به بکارگیری برای اتصال محدوده وسیعی از تجهیزات است. در حالی که استفاده از شبکه‌های سلولی سنتی بسیار گران‌تر است، هزینه شبکه‌های LPWAN سال به سال کاهش نیز می‌یابد. (۲) عدم نیاز به منبع تغذیه دائمی: ممکن است استفاده از شبکه‌های سلولی برای برخی از کاربردهای IOT از نظر هزینه منطقی به نظر برسد، اما به دلیل عدم دسترسی به منبع تغذیه دائمی استفاده از آن غیر ممکن است. بدون شک ارائه سرویسی که بدون نیاز به تعویض باتری برای چندین سال به درستی عمل کند، بازارهای بسیاری را ایجاد می‌کند که از جمله برخی مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کنتورهای گاز و آب اشاره کرد. (۳) انتشار امواج با مقاومت بالا: توانایی امواج در رسیدن به عمق زیر سطح زمین این فناوری را برای کاربردهایی نظیر اتصال کنتورهایی که در زیر زمین قرار گرفته‌اند یا سنسورهای پایش لوله‌های فاضلاب مناسب کرده است.

۵.۳. مهمترین پروتکل‌های معرفی شده برای شبکه‌های LPWAN:

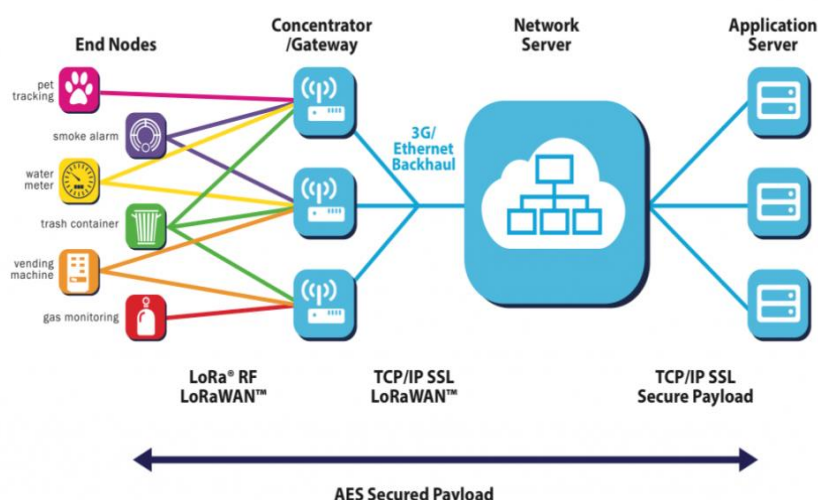
در حوزه شبکه‌های LPWAN، پروتکل‌ها و فناوری‌های مختلفی قرار می‌گیرند که یکی از اساسی‌ترین تفاوت‌های آن‌ها در طیف فرکانسی مورد استفاده‌شان است. شبکه‌های LPWAN که در باندهای بدون مجوز (ISM) کار می‌کنند با استفاده از مزیت طیف فرکانسی رایگان،

مسیر راحتی‌تری تا ورود به بازار را طی خواهند کرد. در مقابل، شبکه‌های استاندارد شده توسط موسسه ۳ GPP قرار دارند که در باندهای دارای مجوز کار می‌کنند.

استفاده از هر کدام از راهکارهای شبکه‌های LPWAN در باند دارای مجوز یا بدون نیاز به مجوز دارای مزایا و معایبی است. امروزه و پس از فراز و نشیب زیاد و معرفی پروتکل‌های متنوع، مهمترین شبکه‌ها و پروتکل‌های LPWAN که در بازار توسعه یافته‌اند عبارتند از: NB-IOT ، SIG FOX ، LORA WAN

۵. شبکه لورا (LORA WAN)

شبکه LORA WAN یکی از فناوری‌ها در باند بدون نیاز به مجوز است که دستگاه‌ها را در محدوده وسیع و با توان پایین متصل می‌کند. در هر بسته داده LORAWAN می‌توان داده‌هایی تا حجم ۲۴۳ بایت را ارسال کرد. مساله‌ای که لازم است به آن توجه شود این است که هر چند این شبکه غالباً به اختصار LORA نامیده می‌شود، اما LORA به تنهایی یک راهکار کامل LPWAN نیست، بلکه یک فناوری در لایه فیزیکی می‌باشد. LORAWAN پروتکل کامل شبکه‌ای است که بر مبنای LORA ارایه شده است. این پروتکل توسط جامعه LORA ALLIANCE با بیش از ۵۰۰ عضو از سرتاسر دنیا حمایت و پشتیبانی می‌شود.



شکل ۳- معماری شبکه لورا (LORA WAN)

۵.۱. شبکه سیگفاکس (SIG FOX)

این شبکه برای اولین بار در سال ۲۰۰۹ توسط شرکت فرانسوی SIGFOX معرفی شد. SIG FOX برای رفع نیاز به شبکه‌ای با توان پایین و نرخ داده کم در دستگاه‌های اینترنت اشیا، پروتکل LPWAN خود را توسعه داده و معرفی کرد. SIG FOX داده‌های خود را تا حجم ۱۲ بایت، در باندهای فرکانسی بدون نیاز به مجوز و از طریق مدولاسیون فوق باند باریک (ULTRA NARROW BAND یا UNB) انتقال می‌دهد. در نتیجه داده‌ها در محدوده‌ای وسیع با سرعت پایین و در مقابل مقاومت بالا در برابر تضعیف و نویز ارسال می‌شود. لازم به ذکر است پروتکل SIG FOX و شبکه آن بطور انحصاری توسط این شرکت و با همکاری شرکای منطقه‌ای توسعه می‌یابد.

۵.۲. شبکه NB-IOT

شبکه NB-IOT: این شبکه یک فناوری دوربرد توان پایین (شبکه LPWAN) است که با تاخیر و پس از مشاهده نیازمندی گسترده به فناوری‌های LPWAN، توسط سازمان استاندارد سازی ۳ GPP توسعه داده شد تا امکان اتصال سرویس‌ها و دستگاه‌ها را از طریق شبکه‌های سلولی اپراتورهای موبایل فراهم کند. NB-IOT به طور خاص روی پوشش‌دهی خارجی، قیمت پایین، عمر بالای باتری و

تعداد بالای اتصالات تمرکز دارد. این فناوری اگرچه به نوعی زیر مجموعه ای از استانداردهای LTE به حساب می آید، اما در محدوده باند باریک ۲۰۰ KHz تمرکز کرده است.

۵.۳. تفاوت LORAWAN و NB-IOT :

LORAWAN یک پروتکل شبکه اینترنت اشیا است که توسط اتحاد LORA ارائه شد و از طیف غیرمجاز استفاده می کند و تقریباً به هر کسی اجازه می دهد تا با هزینه کم، شبکه خود را راه اندازی کند. LORAWAN طراحی شده است تا بسته به شرایط محیطی، با استفاده از پهنای باند از 0.3 KBPS تا 50 KBPS ارتباط بین سنسورهای گسترده مستقر و یک درگاه اینترنت اشیا را از راه دور فراهم کند که می تواند ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر دورتر مستقر شود. چنین سناریویی برای شرکت هایی که در مکان های دور دست مانند معدن یا دکل های حفاری نفت قرار دارند، مفید است.

NB-IOT یا NARROWBAND IOT، یک پروتکل اینترنت اشیا دارای مجوز از سازمان استاندارد 3GPP است و از یک طیف RF مجاز استفاده می کند که آن فقط از طریق شبکه اپراتور تلفن همراه در دسترس قرار می گیرد. هدف اصلی استاندارد NB-IOT بهبود پوشش داخلی و پشتیبانی از تعداد زیادی دستگاه کم توان است. این بدان معنی است که NB-IOT و معماری شبکه آن برای ساختمان ها و پوشش های هوشمند کارکرد بهتری دارد.

۵.۴. مصرف برق LORAWAN و NB-IOT :

LORAWAN و NB-IOT با هدف مصرف برق کمتر طراحی شده است. این امر با جابجایی دستگاه های به حالت خاموش هنگامی که کار نمی کنند، حاصل می شود. با این حال، LORAWAN انرژی کمتری نسبت به NB-IOT مصرف می کند و آن را به یک راه حل مناسب تر در صورت نیاز به نگهداری کمتر در دستگاه نهایی تبدیل می کند. علاوه بر این، مصرف کم انرژی باعث می شود LORAWAN یک راه حل مقرون به صرفه تر از NB-IOT باشد از آنجا که LORAWAN انرژی کمتری مصرف می کند، عمر باتری در حدود ۱۰ تا ۱۵ سال افزایش می یابد و این یکی از اصلی ترین دلایلی است که LORAWAN می تواند برای یک برنامه IOT صنعتی مانند تولید، استخراج یا استقرار نفت و گاز مناسب تر باشد و این شرایط برای چنین شرکت هایی ایده آل است.

۵.۵. امنیت LORAWAN و NB-IOT :

برای مشتریانی که به دنبال یک راهکار امن اینترنت اشیا هستند لازم به ذکر است که NB-IOT بر روی کد رمزگذاری ۲۵۶ بیتی 3GPP ساخته شده است که ایمن تر از LORAWAN با کد رمزگذاری ۱۲۸ بیتی AES است. همیشه اطمینان از امنیت شبکه صنعتی، صرف نظر از اتصال با استفاده از دستگاه های مجاز و کار با ارائه دهندگان خدمات تایید شده و مورد اعتماد، بهترین کار است در حال حاضر، استانداردهای NB-IOT و LORAWAN بر اینترنت اشیا تسلط دارند و معماری شبکه های NB-IOT و LORAWAN با در نظر گرفتن کارکردهای مختلف، عملکرد آنها در مصرف برق و نیازهای امنیتی طراحی شدند و برای کاربردهای صنعتی، شبکه ساخته شده بر روی LORAWAN مقرون به صرفه تر است زیرا مجبور نیستید طیف RF را از اپراتورهای شبکه اجاره کنید و شما با LORAWAN می توانید بسیاری از فناوری های جدید را پیدا کنید که عمر باتری سنسورها افزایش می یابد.

۶. معماری فنی شبکه لورا (LORAWAN)

همان طور که اشاره شد، شبکه لورا (LORAWAN) یک پروتکل ارتباطی LPWAN ویژه اینترنت اشیا در باندهای فرکانسی بدون نیاز به مجوز (ISM) است که می تواند محدوده وسیعی را با توان مصرفی پایین تحت پوشش قرار دهد. این فناوری توسط شرکت SEMTECH و جامعه ای از شرکت های بزرگ حوزه فناوری همچون (IBM, CISCO, HP, FOXCONN) که LORA ALLIANCE نام دارد، توسعه یافته و پشتیبانی می شود.

۶.۱. معماری ساختار یک شبکه لورا (LORAWAN) :

سنسورها و عملگرها که اصطلاحاً END-DEVICE خوانده می‌شوند (گیت‌وی‌ها (LORAWAN GATEWAYS))، سرور شبکه و نهایتاً اپلیکیشن و نرم‌افزار کاربر تشکیل شده است. توپولوژی شبکه لورا به صورت ستاره‌ای (STAR OF STARS) است. دستگاه‌های انتهایی اطلاعات را به از طریق شبکه لورا (LORAWAN) به گیت‌وی ارسال می‌کنند. پس از دریافت داده توسط گیت‌وی، گیت‌وی اطلاعات را بر روی یک لینک ارتباطی مبتنی بر اینترنت به سمت سرور شبکه می‌فرستد. این لینک ارتباطی می‌تواند توسط شبکه ETHERNET LTE/3Gt و یا شبکه‌های داخلی طراحی شود. سپس اطلاعات توسط سرور شبکه در اختیار نرم‌افزار کاربران قرار می‌گیرد. در حقیقت گیت‌وی و سرور شبکه مانند یک واسطه بین نرم‌افزار کاربر و دستگاه‌های انتهایی عمل می‌کند و امکان رسیدن داده به نرم‌افزار را فراهم کند. در شبکه لورا (LORAWAN) داده‌ها به صورت کامل (END-TO-END) بین دستگاه‌ها و اپلیکیشن کاربر از طریق رمزگذاری AES ارسال می‌شود. از این رو امنیت اطلاعات کاربران نیز تضمین می‌شود.

فناوری LORAWAN با بکارگیری لینک متقارن، امکان ارتباط کاملاً دو سویه را فراهم می‌کند؛ این مساله به ویژه در سرویس‌های اینترنت اشیاء که نیاز به ارسال دستورهای کنترلی از سمت سرور به تجهیزات انتهایی را دارند، بسیار با اهمیت است.

در LORAWAN نرخ ارسال داده مبتنی بر پروتکل لایه فیزیکی LORA27 kb/s است و هر گیت‌وی می‌تواند داده‌های هزاران دستگاه انتهایی را جمع‌آوری کند. همچنین پوشش رادیویی هر گیت‌وی شبکه لورا (LORAWAN) در مناطق باز و حومه شهر تا ۱۵ کیلومتر نیز می‌رسد.

۶.۲. مدل توسعه شبکه لورا (LORAWAN) :

از نظر مدل توسعه، شبکه لورا (LORAWAN) در مقابل شبکه SIG FOX استراتژی کاملاً متفاوتی را اتخاذ کرده و مشارکت در تمام قسمت‌ها باز و ممکن است. عضویت در LORA ALLIANCE و مشارکت در توسعه و استفاده از استانداردهای این فناوری برای همه امکان‌پذیر است. هر شرکت سخت‌افزاری می‌تواند دستگاه‌های انتهایی و گیت‌وی را مطابق با استانداردهای شبکه لورا تولید کند. حتی تولید ماژول‌های رادیویی (لایه فیزیکی) که تا دو سال پیش تنها توسط SEMTECH انجام می‌گرفت، با فروش LICENSES به کمپانی‌های NXP و MICROCHIP، از انحصار یک کمپانی خاص خارج شده است.

از این رو شبکه لورا (LORAWAN) راهبرد توسعه بسیار منعطفی را پیش گرفته که در نتیجه آن به توسعه شبکه به یک شرکت خاص وابسته نیست. همین امر رشد این پروتکل را سرعت بخشیده است و علی‌رغم شروع دیرتر نسبت به SIGFOX هم‌اکنون در مناطق بیشتری پوشش رادیویی دارد. شبکه لورا تاکنون (سپتامبر ۲۰۱۸) در ۹۵ کشور وجود دارد و این روند توسعه در آینده سیاره‌ای هوشمند خواهد ساخت. همچنین مدل‌های متنوعی نیز از شبکه‌های کاملاً خصوصی و خارج از بستر اینترنت، تا شبکه‌های عمومی با طرح‌های تجاری مختلف، بر بستر این فناوری شکل گرفته است. از سوی دیگر اکوسیستم باز شبکه لورا موجب شده است که این فناوری در بخش فنی نیز به سرعت توسعه و در این زمینه نسبت به سایر پروتکل‌ها پیشی گیرد.

۷. شبکه عمومی اینترنت اشیاء لینک‌نت :

در اواخر سال ۱۳۹۹ اولین شبکه دوربرد توان پایین (LPWAN) از نوع شبکه لورا (LORAWAN) با عنوان شبکه عمومی اینترنت اشیاء لینک‌نت در سطح شهر تهران راه‌اندازی شد. این شبکه امکان اتصال طیف وسیعی از تجهیزات را برای هوشمندسازی شهرها و ساختمان‌ها فراهم می‌کند. کنتورهای هوشمند آب و برق، پارکینگ هوشمند، سیستم آبیاری هوشمند، سامانه‌های ایمنی و امنیتی، حمل و نقل هوشمند و ... بخشی از سرویس‌هایی است که روی این شبکه قابل ارائه است.

۸. آشنایی با راهکار کامل لینک‌پ در زمینه زیرساخت و پلتفرم شبکه LORAWAN :

لینک‌پ نخستین و تنها ارائه دهنده زنجیره کامل راهکارهای شبکه LORAWAN، شامل گیت‌وی، هسته شبکه و پلتفرم مدیریت داده‌ها در کشور است. در این بستر سخت‌افزارهای مختلفی به عنوان تجهیزات انتهایی (END-NODES) قابلیت اتصال و مدیریت دارند. شبکه LORAWAN لینک‌پ که به عنوان بخشی از بستر اینترنت اشیاء ارایه می‌شود، برای بکارگیری در محیط‌های صنعتی و شهری کاملاً مناسب بوده، به سادگی نصب و راه‌اندازی می‌شود و امکان ارسال و دریافت داده را فراهم می‌کند.

منابع

[1] اینترنت اشیا مفاهیم و پیاده سازی (احمد رضا طالب پور، مسعود نظری، اشکان طالبی)

[2] اینترنت اشیا؛ تحولی شگرف در تکنولوژی یا پایان همه چیز؟ (مرجان شیخی) ..

[3] WWW.SEMTECH/WHAT IS LORA

[4] WWW.LINKS LAB.com/SIG FOX YS LORA

[5] WWW.I-SCOOP.EU/INTERNET-OF-THINGS-GUIDE/IPWAN

[6] WWW.ARYAHAMRAH.COM

[7] www.link-labs.com/Overview Of Narrowband IOT

[8] www.gsma.com/Narrow Band Internet of Things NB-INT