



دانشکده مهندسی
کامپیوتر و فناوری
اطلاعات

باسمه تعالی

فرم تعریف پروژه
فارغ التحصیلی دوره کارشناسی



دانشگاه صنعتی
امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

تاریخ:

شماره:

عنوان پروژه: پیاده سازی و ارزیابی عملکرد پلتفرم LoRaWAN و الگوریتم های آن	
امضاء:	استاد راهنمای پروژه: دکتر مهدی راستی
مشخصات دانشجو:	
نام و نام خانوادگی: رعنا شمیم نسب	گرایش:
شماره دانشجویی: ۹۵۳۱۴۲۰	ترم ثبت نام پروژه: اول ۹۹-۰۰
داوران پروژه:	
1-	امضاء داور:
2-	امضاء داور:
<p>شرح پروژه (در صورت مشترک بودن بخشی از کار که بعهدہ دانشجو می باشد مشخص شود):</p> <p>شبکه گسترده کم توان (LPWAN) دسته ای از شبکه های اینترنت اشیا (IoT) است که امکان برقراری ارتباط در فواصل دور را امکان پذیر می کند. پروتکل LoRaWAN از مهم ترین پروتکل های این شبکه است و از ۴ بخش دستگاه انتهایی، دروازه ها، پلتفرم، سرور برنامه تشکیل شده است و پلتفرم بخش مهمی از این شبکه است که هدف آن تسهیل ارتباطات، جریان داده و مانند آن است. در این پروژه هدف، پیاده سازی و ارزیابی پلتفرم شبکه LoRaWAN و الگوریتم های این شبکه از جمله الگوریتم تطبیقی نرخ داده (ADR) است.</p>	
وسائل مورد نیاز:	
محل انجام پروژه:	تاریخ شروع:

این قسمت توسط دانشکده تکمیل میگردد:

اسم و امضاء:	تاریخ تصویب در گروه:
اسم و امضاء:	تاریخ تصویب در دانشکده:
	اصلاحات لازم در تعریف پروژه:

توجه: پروژه حداکثر یکماه و نیم پس از شروع ترمی که در آن در درس پروژه ثبت نام بعمل آمده است باید به تصویب برسد.

نسخه 1- دانشکده	نسخه 2- استاد راهنما	نسخه 3- دانشجو
-----------------	----------------------	----------------

طرح پروژه کارشناسی

رنا شمیس نسب ۹۵۳۱۴۲۰

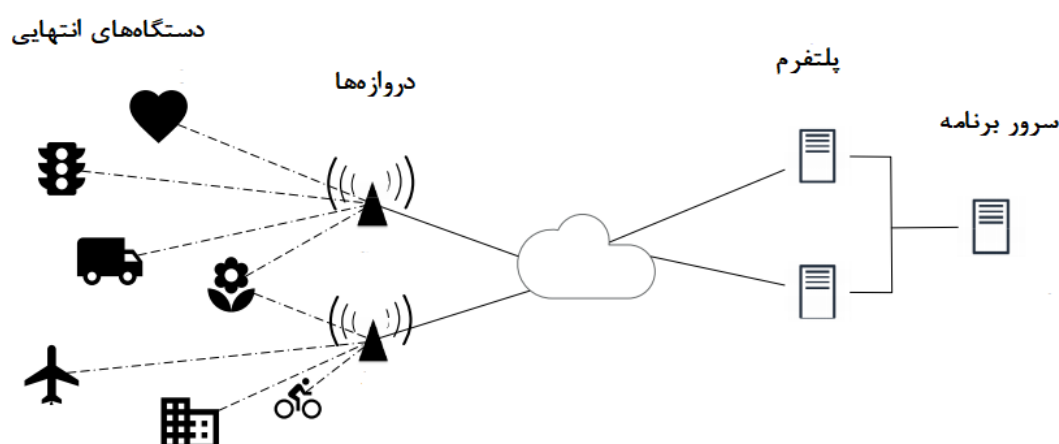
فهرست مطالب

۴	۱ مقدمه
۶	۲ مروری بر تحقیقات مرتبط _
۷	۳ بیان مسئله _
۱۲	۴ مراجع

اینترنت اشیا^۱ (IoT) را میتوان اتصال دستگاه‌های مختلف به هم در بستر شبکه اینترنت تعریف کرد که از چهار بخش لایه حسگرها، لایه شبکه، لایه مدیریت و لایه برنامه تشکیل می‌شود. واژه اینترنت اشیا اولین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون^۲ در سخنرانی شرکت Procter & Gamble مطرح شد و امروزه کاربردهای فراوان آن در تمامی حوزه‌ها از جمله کشاورزی، پزشکی، صنعت و مانند آن‌ها دیده می‌شود. دسته‌ای از شبکه‌های اینترنت اشیا، شبکه‌ی LPWAN^۳ است که این شبکه برد بلند، توان مصرفی پایین و هزینه پیاده‌سازی نسبتاً کمی را دارد و از مطرح‌ترین پروتکل‌های آن می‌توان LoRaWAN، SigFox را نام برد.

۱-۱ شبکه LoRaWAN

شبکه LoRaWAN یک پروتکل ارتباطی LPWAN است که می‌تواند محدوده وسیعی را با توان مصرفی پایین تحت پوشش قرار دهد. این فناوری توسط شرکت Semtech توسعه داده شده و از ۴ بخش دستگاه‌های انتهایی، دروازه، پلتفرم و سرور برنامه تشکیل شده است.



شکل ۱: معماری شبکه LoRaWAN [5]

همانطور که شکل بالا مشاهده می‌شود، دستگاه‌های انتهایی پیام خود را از طریق دروازه‌ها پلتفرم و از پلتفرم به سرور برنامه می‌فرستند.

شبکه LoRaWAN دارای ۳ کلاس A، B و C است که هرکدام از آنها دارای قابلیت‌های مختلفی هستند. بخش پلتفرم این شبکه از اهمیت زیادی برخوردار است و هدف این بخش تسهیل در ارتباطات، جریان داده، مدیریت دستگاه‌ها و کارآیی برنامه‌های کاربردی است. در بخش ۱-۲ بیشتر به بررسی این قسمت می‌پردازیم.

^۱ Internet Of Things

^۲ Kevin Ashton

^۳ Low Power Wide Area Network

۱-۲ پلتفرم شبکه LoRaWAN

در پلتفرم این شبکه تمامی بسته‌های ارسال شده از طرف دستگاه‌های انتهایی ذخیره می‌شود و همچنین پلتفرم وظایفی از جمله:

۱- مدیریت پارامترهای انتقال

۲- حذف بسته‌های تکراری دریافت شده

۳- مدیریت انرژی مصرفی دستگاه‌های انتهایی

۴- رمزگشایی بسته‌های دریافت شده

۵- تولید بسته‌های لازم برای ارسال به دستگاه انتهایی

و مانند آنها را داراست.

در راستای بهبود انتقال داده و کیفیت ارتباط در شبکه، طرح الگوریتم تطبیقی نرخ داده^۴ (ADR) تعریف شده است. این الگوریتم مکانیزمی برای پیکربندی پارامترهای انتقال است که باعث بهبود عملکرد و کاهش انرژی مصرفی در انتقال داده خواهد شد.

۲- مروری بر تحقیقات مرتبط

همانطور که در بخش قبل بررسی شد، پلتفرم در شبکه LoRaWAN نقش اساسی دارد و شرکت‌ها و سازمان‌های بسیاری پلتفرم‌هایی را ارائه کردند. این پلتفرم‌ها ویژگی‌های متفاوتی دارند. در ادامه به بررسی چند پلتفرم از این دسته می‌پردازیم: [4,6,7,8]

- پلتفرم TTN^۵ [6]

این پلتفرم شبکه‌ای متن‌باز و غیرمتمرکز^۶ است که براساس تکنولوژی LoRaWAN و به منظور ارائه ارتباطات بی‌سیم کم‌توان و دور برد، پیاده‌سازی و ارائه شده است. این پلتفرم با هدف ایجاد یک شبکه جهانی عمومی و مبتنی بر همکاری جمعی راه‌اندازی شده است و در بخش دسترسی رادیویی از فناوری نوین LoRa بهره می‌برد و همچنین این فناوری که در باندهای فرکانسی بدون نیاز به مجوز عمل می‌کند، امکان برقراری اتصال دوطرفه را برای اشیای متصل فراهم می‌آورد. از مزایای این پلتفرم می‌توان به امنیت بالا و متن‌باز بودن آن اشاره کرد. با این حال این شبکه برای کاربرد تجاری توصیه نمی‌شود.

^۴ Adaptive Data Rate

^۵ The Things Network

^۶ Decentralized

- پلتفرم TTI^۷ [7]

این پلتفرم که The Thing Stack هم نامیده می‌شود از چندین بخش ساخته شده است و طراحی آن بر پایه رفع نیازها در زمان گسترش LoRaWAN است. از مزایای این پلتفرم حمایت از هر سه کلاس شبکه LoRaWAN، حمایت از تمامی نسخه‌های LoRaWAN است. هدف این پلتفرم از بین بردن پیچیدگی‌های شبکه LoRaWAN و فراهم آوردن امکان صرفه‌جویی در منابع و زمان برای شرکت‌ها است.

- پلتفرم ThingPark – Actility [8]

شرکت Actility، که به عنوان توسعه دهنده پلتفرم اینترنت اشیاء برای سرویس‌های LoRaWAN و بنیانگذار LoRa Alliance شناخته می‌شود، دارای یک پلتفرم اینترنت اشیاء با نام ThingPark است. ThingPark به عنوان یک سرویس مدیریت مرکزی اینترنت اشیاء برای اتصال سنسورها به برنامه‌هایی با تعامل دو طرفه، ابزاری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و کنترل آن‌ها، معرفی می‌شود. این پلتفرم سنسورها را به برنامه‌های ابری در هر مقیاسی (جهانی یا کشوری) متصل کرده و سبب ایجاد راهکارهای ایمن برای مدیریت دستگاه‌ها و جریان داده‌ها می‌شود.

- پلتفرم LoRa Server – ChirpStack [4]

این پلتفرم که از نام LoRa Server به ChirpStack تغییر نام داده است، نرم‌افزار متن‌بازی است که توسط Broccar توسعه داده شده است. استفاده از این پلتفرم روشی اقتصادی است با این حال به سطح خاصی از تخصص نیازمند و دارای تنظیمات تخصصی است و هر فرد وظیفه کنترل روزانه شبکه خود را دارد اما گزینه مناسبی برای شرکت‌هایی که متخصصانی در این حوزه دارند است. در ادامه به بررسی بیشتر این پلتفرم و ویژگی‌های آن پرداخته می‌شود.

۳- بیان مسئله

در بخش قبل به بررسی چند پلتفرم رایج پرداختیم و ویژگی‌های آنها را بررسی کردیم. در این بخش هدف بررسی دقیق‌تر پلتفرم ChirpStack است.

پلتفرم ChirpStack به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر:

۱- پیاده‌سازی هر سه کلاس A، B و C برای انتقال داده از دستگاه انتهایی به دروازه‌ها

۲- پیاده‌سازی مکانیزم تطبیقی نرخ داده (ADR) برای بهینه‌سازی پارامترهای انتقال و بهبود انتقال داده

۳- پشتیبانی از دستگاه‌های LoRaWAN نسخه ۱.۰ و ۱.۱ به صورت همزمان که شامل تمامی پارامترهای منطقه‌ای می‌شود.

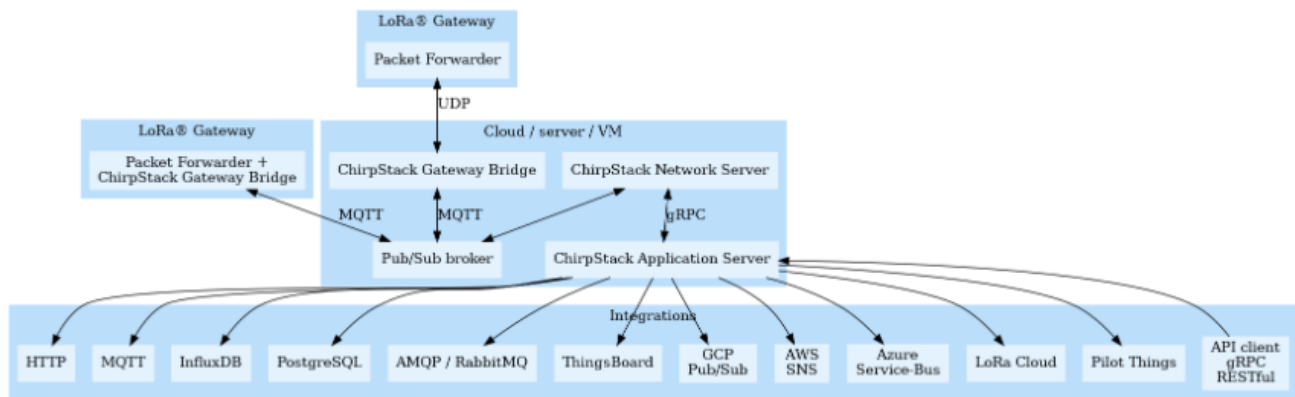
۴- پیکربندی کانال‌های اضافی و امکان استفاده از آن با اطمینان همگام ماندن دستگاه

^۷ The Things Industries

۵- بهبود در مدیریت خطا

و مانند آن، برای پیاده سازی و ارزیابی در این پروژه انتخاب شده است.

معماری پلتفرم ChirpStack به صورت زیر است:



شکل ۲: معماری ChirpStack [4]

با توجه به شکل بالا، این پلتفرم شامل بخش‌هایی نظیر دستگاه‌های LoRaWAN که (در شکل بالا آورده نشده‌اند) دستگاه‌هایی هستند که ارسال داده را به سرور برعهده دارند که این کار از طریق یک یا چند دروازه انجام می‌شود. این دستگاه‌ها می‌توانند حسگرهایی برای دما، رطوبت و مانند آن باشند. بخش دیگر آن LoRa Gateway است که معمولاً می‌تواند به ۸ یا تعداد بیشتری کانال به صورت همزمان گوش دهند و داده دریافت کرده از دستگاه‌های انتهایی را به سرور شبکه بفرستند. بخش بعدی ChirpStack Gateway Bridge است که مابین MQTT و Packet Forwarder قرار می‌گیرد که وظیفه تبدیل قالب Packet Forwarder به قالب داده استفاده شده در اجزای ChirpStack را دارد. ChirpStack Network Server سرور شبکه LoRaWAN است که مدیریت شبکه را برعهده دارد و از فعالسازی دستگاه‌ها بر روی شبکه مطلع است. زمانی که داده‌ای از طریق چندین دروازه دریافت می‌شود سرور شبکه داده‌های تکراری را حذف کرده و به application server ارسال می‌کند و هنگامی که application server نیاز به فرستادن داده‌ای به دستگاه داشته باشد سرور شبکه این اطلاعات را در صف نگهداری کرده و در زمان مناسب از طریق یکی از دروازه‌ها به دستگاه ارسال می‌کند و در آخر بخش ChirpStack Application Server است که مانند LoRaWAN Application Server است که با ChirpStack Network Server سازگاری دارد. رابط کاربری برای مدیریت کاربران و دروازه‌ها و دستگاه‌ها ارائه می‌دهد.

این پلتفرم همچنین از الگوریتم تطبیقی نرخ داده نیز استفاده می‌کند. این الگوریتم برای کنترل پارامترهای انتقال در دستگاه‌ها و بهبود در کیفیت ارتباط بین گره و دروازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله پارامترهای انتقال می‌توان به ۱. پهنای باند^۱

^۱ Bandwidth(BW)

۲. ضریب انتشار^۹

۳. توان انتقال^{۱۰}

اشاره کرد. این مکانیزم زمانی فعال می‌شود که دستگاه انتهایی آن را فعال کرده باشد. در این صورت سرور شبکه این پلتفرم پارامترهای انتقال را بررسی کرده و از بهینه بودن آنها اطمینان حاصل می‌کند.

این امر علاوه بر صرفه جویی در مصرف انرژی دستگاه انتهایی در بهینه کردن استفاده از طیف رادیویی نیز موثر است. در این پروژه هدف پیاده سازی و ارزیابی پلتفرم ChirpStack، تست و ارزیابی الگوریتم تطبیقی نرخ داده از این پلتفرم و همچنین بررسی پلتفرم به وسیله داده‌های تست از لحاظ انرژی مصرفی، نرخ داده و توان انتقال و مقایسه این مقادیر با سایر پلتفرم‌های موجود است. این پلتفرم، پلتفرمی متن باز به زبان انگلیسی است که در این پروژه هدف تغییر آن به زبان فارسی است.

۴- مراجع

[1] Jaber Babaki, Mehdi Rasti, Rojin Aslani "Dynamic Spreading Factor and Power Allocation of LoRa Networks for Dense IoT Deployments", IEEE 31st Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2020

[2] Aloÿs Augustin, Thomas Heide Clausen, Jiazi Yi, William Mark Townsley, A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things, 2016

[3] LoRa Alliance, "LoRaWAN specification (V1.1)," 2020

[4] ChirpStack, [Online]. Available: <https://www.chirpstack.io/>, 2020.

[5] Mehmet Ali Ertürk, Muhammed Ali Aydın, Muhammet Talha Büyükakka, Hayrettin Evirgen, A Survey on LoRaWAN Architecture, Protocol and Technologies, 2019

[6] TheThingsNetwork, [online]. Available: <https://www.thethingsnetwork.org/>, 2020.

[7] The Things Industries, [online]. Available: <https://www.thethingsindustries.com/article/what-lorawan-network-server/>, 2020.

[8] Actility, [online]. Available: <https://www.actility.com/>, 2020

^۹ Spreading factor(SF)

^{۱۰} Transmission power