

Internet of Things – HW3

Keivan Ipchi Haghighi - 9831073

سوال اول

(الف) توپولوژی LoRaWAN از ۴ جز تشکیل شده:

- **End-Devices:** دستگاه های انتهایی هستند که به وسیله تکنولوژی های LoRa و LoRaWAN به Gateways ها متصل میشوند.
- **Gateways:** مانند اینترفیس هایی با پروتکل ها و تکنولوژی های متنوعی هستند مانند 4G، 3G، Wi-Fi، Ethernet و ماهواره که به End-Point ها وصل شده و با Network Server ها در ارتباط هستند. تعداد و قدرت و جبران داده Gateway ها ارتباط مستقیم با تجربه کاربر دارد.
- **Network Server:** داده های دریافتی از Gateway ها را از چند فیلتر امنیتی گذرانده و ADR (Adaptive Data Rate) را انجام میدهد و سپس به Application ارسال کرده و پاسخ آن را از طریق Gateway به End-Devices ارسال میکند. در این فرایند درخواست یک End-Point میتواند از چندین Gateway مختلف ارسال شده باشد که بهترین آنها انتخاب میشوند.
- **Applications:** داده ورودی از طریق Network Server ها را گرفته و پس از بررسی های امنیتی عمل مورد نیاز را انجام داده و پاسخ را برای Network Server ارسال میکند.

(ب) ابتدا End-Device ما یک درخواست برای انجام کاری را به تمام Gateway های موجود و در دسترس ارسال کرده که Gateway ها دریافت میشوند. سپس هر Gateway داده ورودی را دریافت کرده و به یک Network Server مرکزی (البته میتوانند چند تا هم باشند) ارسال میکند. سپس Network Server درخواست با بهترین شرایط را دریافت کرده و بعد از بررسی های امنیتی به Application ارسال میکند که در آن تصمیم گیری انجام شده و به Network Server و سپس به Gateway و در نهایت به End-Device ارسال میشود.

سوال دوم

- **Spreading-factor:** این معیار مشخص میکند چند chirps در ثانیه ارسال شود که بسته به شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی میتواند متفاوت تعیین شود. هرچه این معیار بزرگتر باشد پس transmission time بیشتری لازم داشته و خود این امر انرژی بیشتری مصرف میکند.
- **Bandwidth:** پروتکل LoRaWAN میتواند پهنای باند متفاوتی بسته به شرایط محیطی بگیرد که معمولاً ۱۲۵، ۲۵۰ و یا ۵۰۰ kHz است. افزایش پهنای باند بر سرعت ارسال تاثیر مثبت دارد اما باعث میشود مصرف انرژی هم بالا رود.
- **Code-rate:** هرچه این معیار بالاتر باشد بیت های بی مصرف کمتری خواهیم داشت پس در کل تعداد بیت کمتری برای انتقال پیام اصلی نیاز داریم که باعث میشود uptime یا airtime به شکل خطی کاهش یابد و در مصرف انرژی صرفه جویی شود.

سوال سوم

در تکنولوژی LoRaWAN، اولین لایه امنیتی با نام Network Security که در MAC Layer پیاده سازی شده است، احراز هویت برای endpoint های این تکنولوژی را تضمین میکند و همچنین از الگوریتم رمزنگاری AES برای رمز کردن بسته های LoRaWAN استفاده میکند. در لایه دوم امنیتی رمزنگاری بین endpoint ها و application را داریم به وسیله الگوریتم AES-128 تا شنود را از بین ببرد. به وسیله این دو لایه احراز هویت و حریم شخصی حفظ میشود.

- **OTAA:** در این پروتکل که به وسیله درخواست های Join انجام میشود، هر دستگاه به بخواهد به شبکه LoRaWAN بپیوندد، باید Join انجام دهد. حتی به مواقع تازه کردن جلسه ارتباطی (session) نیز باید join صدا انجام شود. در هر درخواست join که در لایه MAC انجام میشود، کلید های DevEUI، AppEUI و AppKey تبادل میشوند.
- **ABP:** در این پروتکل دیگر نیازی به Join نیست و کلید های ارتباطی از پیش در دستگاه های انتهایی ذخیره شده اند. این اطلاعات در شبکه LoRaWAN نیز برای تشخیص ذخیره شده اند.

Internet of Things – HW3

Keivan Ipchi Haghighi - 9831073

سوال چهارم

پیام های uplink پیام هایی هستند که از طریق endpoint ها به سرور های اصلی ارسال میشوند (از ایستگاه زمینی به ماهواره) و downlink برعکس این موضوع از ماهواره با ایستگاه زمینی ارسال میشوند و یا از سرور ها به endpoint ها. در هر روز حداکثر 140 پیام uplink داریم و 4 پیام downlink، پس ack هر uplink لزوماً مورد تایید نیست.

برای uplink، یک endpoint پیام خود را سه بار و دو سه فرکانس متفاوت برای base ارسال میکند که یک یا هر سه فرکانس به ایستگاه های Sigfox مخابره میشوند. بعد از تایید پیام ها توسط ایستگاه، آنها به سرور Sigfox ارسال شده و سرور پیام ها به application مربوطه ارسال میکند.

برای downlink، هر endpoint مانند uplink درخواست خود را با پرچم downlink ارسال کرده و application آن را دریافت میکند. در پاسخ application پیام پاسخ را به سرور Sigfox و بعد به ایستگاه ارسال شده که مجدد بر روی سه فرکانس مختلف ارسال میشود. سپس پیام توسط دستگاه مورد نظر مخابره و انجام میشود.

سوال پنجم

مزیت ها:

- به دلیل سبک تر بودن بسته ها، مصرف انرژی آن پایین تر است و طول عمر باتری آن بیشتر
- به عبارتی time to market کمتری داشته و هزینه تمام شده کمتری هم دارد.
- به دلیل استفاده از این پروتکل ها میتوانیم برد سیگنال ها را افزایش دهیم.

معایب:

- این پروتکل حجم payload را کم میکند و فضای کمتری برای ذخیره اطلاعات در آن داریم.
- در ادامه عیب بالا، scalability کمی نیز دارد.

سوال ششم

- به طور میانگین Sigfox دور برد تر از 5G است زیرا از ۳ تا ۵۰ کیلومتر را جواب میدهد، در صورتی که 5G تا ۱۰ کیلومتر را جواب میدهد.
- پهنای باند 5G در حد گیگا هرتز بوده، در صورتی که Sigfox در حد چند صد کیلو هرتز است.
- نرخ داده 5G بسیار بالاتر از Sigfox و در حدود Mbps to Gbps است.
- به طور میانگین latency شبکه 5G کمتر از میلی ثانیه است، در صورتی که 5G از یک میلی ثانیه تا یک ثانیه است.
- محدوده فرکانسی 5G بالاتر از Sigfox بوده و پوشش بیشتری دارد.
- 5G سرعت بالاتری برای انتقال داده دارد.

سوال هفتم

روش eDRx به دستگاه اجازه میدهد مدت بیشتری غیر فعال بماند (از چند دقیقه گرفته تا چند ساعت) به طوری که فقط زمانی که به آن نیاز داریم سیگنال فعال سازی به دستگاه رفته و در صورت استفاده نشدن بعد مدتی مجدد غیرفعال میشود.

این در صورتی است که PSM میتواند مدت بیشتری بخوابد یا به deep sleep برود ولی همزمان به ایستگاه هم متصل باشد (online باشد) اما در عوض زمان بیشتری خواهد برد تا دستگاه از خواب PSM بیدار شود پس هزینه بیشتری میدهم تا هر بار دستگاه را بیدار و مجدد به خواب ببریم.

پس برای دستگاه هایی که تعداد استفاده کم و یا در زمان های بخصوصی دارند استفاده از PSM میتواند بهینه تر باشد اما اگر مراتب استفاده ما زیاد باشد، باید از eDRx استفاده کنیم.

Internet of Things – HW3

Keivan Ipchi Hagh - 9831073

سوال هشتم

- Standalone: با استفاده از GSM توان استفاده از فرکانس ۹۰۰ یا ۱۸۰۰ مگا هرتز را داریم.
- In-Band: بخشی از LTE یک فرستنده برای NB-IoT اختصاص داده میشود.
- Guard-Band: زمانی که یک فرستنده NB-IoT بین باند های LTE و WCDMA باشند که در این صورت همزمان با باند LTE فعالیت میکند.

سوال نهم

	NB-IoT
Modularization	QPSK
Frequency	Licensed LTE Frequency
Authentication & Encryption	YES (LTE Encryption)
Bandwidth	200 kHz

سوال دهم

- پروتکل HTTP یک پروتکل سنگین است زیرا دارای تعداد زیادی قوانین و هدر ها است و برای استفاده های کوچک IoT بیش از اندازه هزینه بر است.
- پروتکل HTTP یک پروتکل سنکرون است و باید کاربر منتظر پاسخ سرور بماند. در نتیجه scalability پایین داشته، در صورتی که در IoT باید آسنکرون باشیم.
- این پروتکل یک طرفه است، به طوری که کاربر باید ارتباط را برقرار کند. در IoT بسیاری از مواقع نیاز داریم ابتدا از سرور پیام بگیریم.
- با استفاده از این پروتکل به آسانی نمیتوان یک پیام را broadcast کرد.

سوال یازدهم

کد و ویدئو موجود است.

سوال دوازدهم

کد و ویدئو موجود است.

سوال سیزدهم

الف) مفهوم Topic یک رشته برای فیلتر کردن پیام های مرتبط با یک دستگاه IoT است. میتوان از یک یا چند تاپیک برای این کار استفاده کرد. برای مثال home/firstfloor/kitchen/temperature یک ترکیب از ۴ تاپیک برای مشخص کردن پیام های مربوط به نقطه ای خاص است.

ب)

- هر دو پروتکل MQTT و HTTP از TCP برای ارتباط استفاده میکنند، در صورتی که CoAP از UDP استفاده میکند.
- مدل تعاملی HTTP و CoAP مانند یکدیگر و به صورت Request-Replay بوده در صورتی که MQTT از نوع Publish-And-Subscribe است.
- هر دو مدل HTTP و MQTT میتوانند به صورت Device-to-Cloud و Cloud-to-Cloud ارتباط برقرار کنند، در صورتی که CoAP صرفا Device-to-Device است.
- امنیت HTTP از نوع HTTPS، MQTT از نوع TLS و CoAP از نوع DTLS است.
- پروتکل CoAP از نوع Decentralized بوده ولی دو پروتکل دیگر Centralized هستند.

Internet of Things – HW3

Keivan Ipchi Hagh - 9831073

سوال چهاردهم

کد و ویدئو موجود است.

سوال پانزدهم

الف) این پروتکل برای ارتباط اشیا IoT در شرایط پهنا باند کم و دسترسی پذیری پایین طراحی شده است که به این واسط UDP ارتباط برقرار میکند.

ب) ساختار CoAP بسیار مشابه HTTP است به گونه ای که Request-Replay است و برای آدرس دهی مانند URL های وب است. از طرفی پروتکل های GET/POST/PUT/DELETE و ... را دارا است. همچنین CoAP انرژی کمتری نسبت به HTTP دارد و در کل یک نسخه آپدیت شده HTTP است. بیشترین تفاوت این دو در حجم دیتا انتقالی است که CoAP این اطلاعات را تا حد ممکن خلاصه و کوتاه کرده. همچنین CoAP از نوع UDP است در صورتی که HTTP از نوع TCP است و CoAP بر خلاف HTTP قابلیت broadcast دارد.

پ) این پروتکل چهار نوع پیام Acknowledgement (ACK), Non-Confirmation (NON), Confirmation (CON) و Reset دارد که به وسیله ACK و CON قادر است ارتباطی تضمین شده برقرار سازد.

سوال شانزدهم

نصب شد و ویدئو گرفته شد.

سوال هفدهم

نصب شد و ویدئو گرفته شد.