|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات | F:\Arm\AKUT.svg.png |

آزمایشگاه اینترنت اشیاء

گروه پلتفرم

**عنوان سند:**

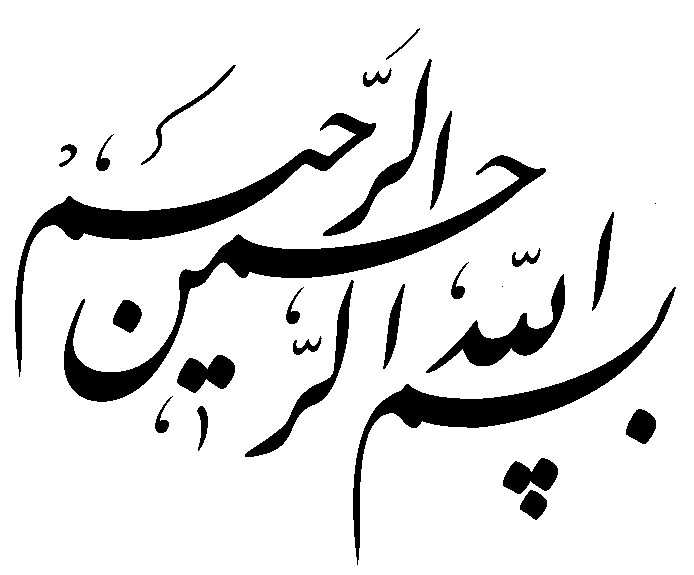
**تحليل نيازمندی‌های کارکردی پلتفرم اينترنت اشياء (مدیریت اشیا و پروتکل های ارتباطی اشیا- LoRaWAN)**

**كد سند:**

**IoT-RA-BS-v1.16**

**تاريخ:**

**۱۵/۱/9۷**



اطلاعات سند

|  |  |
| --- | --- |
| نام پروژه: | طراحي و پياده‌سازي پلتفرم اينترنت اشياء |
| نام سند: | تحليل نيازمندی‌های کارکردی پلتفرم اينترنت اشياء (مدیریت اشیا و پروتکل­های ارتباطی با اشیا- LoRaWAN) |
| کد سند: | IoT-RA-BS-v1.16 |
| وضعيت: | نهایی |
| تاريخ انتشار نهايي: | --- |
| نوع طبقه‌بندي سند: | محرمانه |

تاریخچه بازبینی‌ها

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ردیف | نام بازبینی کننده | تاریخ بازبینی | تغييرات |
| 1 | تیم فنی | 24/7/۹۶ | تهيه نسخه اوليه |
| 2 | تیم فنی | ۱۸/۸/۹۶ | اصلاح بر اساس کامنتهای کارفرما |
| 3 | تیم فنی | ۱۵/۱/۹۷ | اصلاح بر اساس تغییرات معماری و تنظیمات LoRa |
| 4 |  |  |  |

چکيده

این سند از مجموعه اسناد فاز 2 پروژه پلتفرم اینترنت اشیا است. در این فاز تحلیل نیازمندی­های کارکردی و غیر کارکردی پلتفرم مد نظر می­باشد. این سند نیازمندی‌های کارکردی پلتفرم اینترنت اشیاء در بخش سرویس­های مدیریت اشیا و نحوه ارتباطات اشیا از طریق پروتکل LoRaWAN را پوشش می­دهد.

فهرست مطالب

[فصل 1: مقدمه 1](#_Toc514788383)

[1-1- معماري كلان پلتفرم 1](#_Toc514788384)

[فصل 2: نيازمندي‌هاي كاركردي 4](#_Toc514788385)

[2-1- درگاره‌هاي ارتباطي 4](#_Toc514788386)

[2-2- سرويس‌هاي پايه 5](#_Toc514788387)

[2-3- مدل‌ اطلاعاتي 5](#_Toc514788388)

[2-4- واسط كاربري 6](#_Toc514788389)

[2-4-1- تنظيمات شبكه 6](#_Toc514788390)

[2-5- پروتكل كنترلي مابين پلتفرم و سرور LoRaWAN 7](#_Toc514788391)

[2-6- پروتكل داده مابين پلتفرم و سرور LoRaWAN 8](#_Toc514788392)

[2-7- سرويس Up-Link 9](#_Toc514788393)

[2-8- سرويس Down-Link 9](#_Toc514788394)

[2-9- مدیریت اشیا 10](#_Toc514788395)

فهرست اشکال

[شکل (1-1) معماري كلان اينترنت اشياء (نهايي شده تا اين نسخه از سند) 2](#_Toc510525675)

فهرست جداول

[جدول (2-1) نيازمندي‌هاي كاركردي درگاه‌هاي ارتباطي 4](#_Toc514788574)

[جدول (2-2) نيازمندي‌هاي سرويس‌هاي پايه 5](#_Toc514788575)

[جدول (2-3) نيازمندي‌هاي تنظيمات كلي پروتكل ارتباطي شي 6](#_Toc514788576)

[جدول (2-4) نیازمندی‌های واسط کاربری برای تنظیمات Device Activation پروتکل LoRaWAN 7](#_Toc514788577)

[جدول (2-5) نیازمندی‌های واسط کاربری برای دستورات MAC پروتکل LoRaWAN 7](#_Toc514788578)

[جدول (2-6) نيازمندي‌هاي پروتكل كنترلي LoRaWAN 8](#_Toc514788579)

[جدول (2-7) نيازمندي‌هاي پروتكل داده اتصال به LoRaWAN 8](#_Toc514788580)

[جدول (2-8) نيازمندي‌هاي سرويس Up-Link 9](#_Toc514788581)

[جدول (2-9) نيازمندي‌هاي سرويس Down-Link 9](#_Toc514788582)

[جدول (2-10) نيازمندي‌هاي مدیریت اشیا 10](#_Toc514788583)

1. مقدمه

پلتفرم اينترنت اشياء كه در اين پروژه توسعه داده مي‌شود مي‌بايست نيازمندي‌هاي مطرح شده در RFP را برآورده نمايد. از آنجايي كه اين نيازمندي‌ها به صورت كلي در RFP بيان شده است، لازم است در اين مقطع، قبل از شروع توسعه سامانه نيازمندي‌هاي آن به صورت دقيق استخراج شده و به توافق طرفين برسد. این سند، نيازمندي‌هاي كاركردي مد نظر در سامانه در بخش ارتباطات با اشیا از طریق پروتکل LoRaWAN ،سرویس­های پایه برای ارتباط و نحوه مدیریت اشیا را به صورت دقيق و با جزييات بيان مي‌كند. پس از نهايي‌سازي، اين سند مبناي توسعه، تست و تحويل و در نهايت تاييد خواهد بود.

به منظور تعریف دقیق این نیازمندی‌ها، لازم است اجزای پلتفرم معرفی شود به همین دلیل در ادامه اين بخش ابتدا معماري كلي سامانه ارايه شده و در فصل‌ بعدی نيازمندي‌هاي كاركردي مد نظر شرح داده مي‌شود.

* 1. معماري كلان پلتفرم

در اين بخش، معماري كلان سامانه شرح داده شده و بر مبناي آن نيازمندي‌هاي بخش‌هاي مختلف در ارتباط با اين سند تشريح مي‌گردد. از آنجايي كه نيازمندي‌ها به تدريج استخراج مي‌گردد. معماري كلان سامانه در ‏شکل (1-1) نشان داده شده است.

**نکته**: نسخه نهایی معماری سامانه و جزییات آن در سند طراحی معماری ارایه میشود. هدف از ‏شکل (1-1) فقط نمایش اجزای کلی سامانه است که بتوان بر اساس آن نیازمندی‌ها را تشریح کرد.



معماري كلان اينترنت اشياء (نهايي شده تا اين نسخه از سند)

در اين معماري براي هر تكنولوژي ارتباطي يك Gateway در نظر گرفته شده است كه از پروتكل ارتباطي مذكور با اشياء در تماس است. سرويس Connectivity، جزييات پروتكل‌هاي ارتباطي را از ساير بخش‌هاي پلتفرم مخفي مي‌كند. سرويس‌هاي پايه‌اي Down-Link (Set) و Up-Link (Push)، تعاملات اشياء با پلتفرم هستند. پايگاه‌داده‌ها براي نگهداري داده‌هاي اشياء و ساير تنظيمات مورد نياز در پلتفرم در نظر گرفته شده است. برای هر کاربر یک Container وجود دارد که کدهای سناریوها و کدکها در آن اجرا می‌شود. API Server، همه APIهای لازم برای توسعه UI (چه وب و چه mobile) در اختیار قرار می‌دهد.

1. نيازمندي‌هاي كاركردي

اين فصل مروری کلی بر اجزای سامانه دارد و در آن ارتباطات کنترلی و داده­ای با LoRaWAN و همچنین بخش مدیریت اشیا به همراه نیازمندی­های آن مطرح می­گردد.

* 1. درگاره‌هاي ارتباطي

همانگونه كه در ‏شکل (1-1) نشان داده شد، براي اتصال اشياء از طريق فناوري‌هاي ارتباطي مختلف، درگاه‌هاي جداگانه در پلتفرم در نظر گرفته شده است. نيازمندي‌هاي هر يك از اين درگاه‎‌ها به صورت مجزا در بخش‌هاي جداگانه اين سند در ادامه شرح داده شده است. در اين بخش نيازمندي‌هاي كلي در خصوص درگاه‌ها وجود دارد بيان مي‌گردد كه در ‏جدول (2-4) نشان داده شده است.

نيازمندي‌هاي كاركردي درگاه‌هاي ارتباطي

| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | GTW-1 | امكان اتصال همزمان يك شي با بيشتر از يك پروتكل ارتباطي بايد پشتيباني گردد. | --- |
| ۲ | GTW-2 | تعيين لينك ارتباطي براي ارتباط از پلتفرم به شي مي‌بايست توسط كاربر تعيين گردد. | --- |
| ۳ | GTW-3 | تعيين لينك ارتباطي براي ارتباط از شي به پلتفرم، توسط خود شي انجام شده و پلتفرم در آن دخالتي ندارد. | --- |
| ۴ | GTW-4 | براي يك تراكنش (درخواست و پاسخ) ممكن است از دو درگاه متفاوت استفاده گردد. | --- |

با توجه به وضعيت مهيا بودن پروتكل‌هاي ارتباطي، ترتيب پياده‌سازي آنها به شرح زير خواهد بود.

1. پروتكل LoRaWAN
2. پروتكل ارتباط IP از طريق LAN
3. پروتكل خاص منظوره كارفرما
4. پروتكل NB-IoT
   1. سرويس‌هاي پايه

همانگونه كه در ‏شکل (1-1) نشان داده شد، دو سرويس پايه Down-Link وUp-Link در پلتفرم در نظر گرفته شده است. در اين بخش، نيازمندي كلي در خصوص اين سرويس‌ها ارايه شده و در ادامه اين سند جزييات آنها شرح داده خواهد شد. با توجه به محدوديت‌هاي پروتكل ارتباطي LoRaWAN و نظرات كارفرما، موارد ذكر شده در ‏جدول (2-2) در اين خصوص جمع‌بندي شد.

نيازمندي‌هاي سرويس‌هاي پايه

| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | BCS-1 | سرويس Up-Link وظيفه مديريت تعاملات up-link (از شي به پلتفرم) را برعهده دارد. | --- |
| ۲ | BSC-2 | سرويس Down-Link وظيفه مديريت تعاملات down-link ( از پلتفرم به شي) را بر عهده دارد. | --- |
| 3 | BSC-3 | سرويس get كه در آن درخواست داده از شي مي‌شود به دليل محدوديت‌هاي موجود در LoRaWAN فعلا پياده‌سازي نمی‌گردد. | --- |
| 4 | BSC-4 | سرويس trap كه در آن شي يك notification به پلتفرم ارسال مي‌كند می­تواند توسسط قالب اسکریپت نویسی توسط کاربر صورت می‌پذیرد. | --- |

* 1. مدل‌ اطلاعاتي

داده‌های اشیا به صورت خام توسط پلتفرم جمع‌آوری می‌گردند و به وسیله‌ی رمزگشاهایی که به صورت پیشفرض در پلتفرم قرار دارند یا کاربر خود آن‌ها تعریف کرده است رمزگشایی می‌گردند و برای مصارف بعدی در پایگاه داده‌ای نگهداری می‌گردند. این رمزگشاها در واقع اسکریپت­‌هایی هستند که داده را در حین دریافت ساختاربندی می‌کنند.

* 1. واسط كاربري

در اين بخش نيازمندي‌هاي واسط كاربري شرح داده مي‌شود. با توجه به اين اينكه اين بخش در اين نسخه از سند نهايي نشده است، فعلا فقط نيازمندي‌هاي بخش‌هاي نهايي شده شرح داده شده است.

* + 1. تنظيمات شبكه

در اين بخش نيازمندي‌هاي مرتبط به تنظيمات پروتكل‌هاي ارتباطي اشياء در واسطه كاربري شرح داده ميشود. ‏جدول (2-3) نيازمندي كلي اين بخش را شرح داده است.

نيازمندي‌هاي تنظيمات كلي پروتكل ارتباطي شي

| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | DCP-1 | واسط کاربری باید امکان انتخاب پروتکل ارتباطی هر شی را از بین پروتکلهای LoRaWAN، LAN و ... را فراهم نماید. | --- |
| 2 | DCP-2 | در صورت انتخاب LoRaWAN در نیازمندی DCP-1، واسط کاربری باید امکان مشاهده و تغییر تنظیمات مربوطه به این پروتکل را فراهم نماید | جزييات اين تنظيمات در ‏جدول (2-4) و ‏جدول (2-5) شرح داده شده است. |

در صورتي كه پروتكل ارتباطي LoRaWAN مورد استفاده قرار گيرد، دو دسته امكانات در واسط كاربري در اختيار كاربر قرار مي‌گيرد كه عبارتند از 1) تنظيمات مربوط به ثبت تجهيزات و 2) ارسال دستورات MAC. نيازمندي‌هاي اين دو مورد در ‏جدول (2-4) و ‏جدول (2-5) ذكر شده است.

نیازمندی‌های واسط کاربری برای تنظیمات Device Activation پروتکل LoRaWAN

| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | LDA-1 | واسط کاربری باید امکان انتخاب نوع Activation را برای هر شی بین دو حالت OTAA و ABP فراهم نماید. | --- |
| 2 | LDA-2 | درصورت انتخاب گزینه ABP در LDA-1، واسط کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای DevAddr، AppEUI، NwkSkey و AppSkey را طبق بند ۶.۱ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 3 | LDA-3 | درصورت انتخاب گزینه OTAA در LDA-1، واسط کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای DevEUI و Appkey را طبق بند ۶.۲.۱ و ۶.۲.۲ استاندارد فراهم نماید. | --- |

نیازمندی‌های واسط کاربری برای دستورات MAC پروتکل LoRaWAN

| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | LMC-1 | واسط کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای RECEIVE\_DELAY1 و RECEIVE\_DELAY2 مطابق با بندهای ۳.۳.۱ و ۳.۳.۲ استاندارد را فراهم نماید. | --- |
| 2 | LMC-2 | واسطه کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای DataRate\_TXPower و ChMask و Redundancy مطابق با بند ۵.۲ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 3 | LMC-3 | واسطه کاربری باید امکان تنظیم پارامتر DutyCyclePL مطابق با بند ۵.۳ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 4 | LMC-4 | واسطه کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای DLsettings و Frequency مطابق با بند ۵.۴ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 5 | LMC-5 | واسطه کاربری باید امکان تنظیم پارامترهای ChIndex و Freq و DrRange مطابق با بند ۵.۶ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 6 | LMC-6 | واسطه کاربری باید امکان تنظیم پارامترها Del مطابق با بند ۵.۷ استاندارد فراهم نماید. | --- |
| 7 | LMC-7 | كد status كه از سرور LoRaWAN براي اين دستورات به پلتفرم ارسال مي‌شود، به كار نمايش داده مي‌شود. | --- |

* 1. پروتكل كنترلي مابين پلتفرم و سرور LoRaWAN

يكي از تعاملات پلتفرم با دنياي بيرون، تبادل دستورات كنترلي براي تنظيمات شبكه LoRaWAN است كه در ‏شکل (1-1) به اسم “Control” نشان داده شده است. موارد ذكر شده در ‏جدول (2-6) در اين خصوص جمع‌بندي شده است.

نيازمندي‌هاي پروتكل كنترلي LoRaWAN

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| ۱ | LCP-1 | براي ثبت اشياء چه به صورت OTAA و چه به صورت ABP، پلتفرم نقش سرور را دارد و سرور LoRaWAN نقش مشتري را دارد. اطلاعات ذخيره شده در پلتفرم توسط سرور LoRaWAN خوانده مي‌شود. | --- |
| 2 | LCP-2 | در دريافت اطلاعات مربوط به ثبت اشياء از پلتفرم در حالت ABP، كليد بكار رفته براي شناسايي اشياء DevEUI است. | --- |
| 3 | LCP-3 | در دريافت اطلاعات مربوط به ثبت اشياء از پلتفرم در حالت OTAA، كليد بكار رفته براي شناسايي اشياء DevEUI است. | --- |
| 4 | LCP-4 | در مود OTAA، درخواستی که از طرف سرور LoRaWAN برای گرفتن AppKey به پلتفرم داده می‌شود، شامل AppEUI (این مورد اجباری نیست) یا DevEUI است. | --- |
| 5 | LCP-5 | براي دستورات MAC (تنظيمات مربوط به ‏جدول (2-5))، سرور LoRaWAN نقش سرور و پلتفرم نقش مشتري را دارد. درخواست‌هايي كه از طرف پلتفرم به سرور LoRaWAN ارسال مي‌شود توسط سرور LoRaWAN پردازش شده و يك بسته پاسخ به پلتفرم ارسال مي‌گردد. پلتفرم فقط مسئول نمايش اين كد به كاربر است. | --- |
| 6 | LCP-6 | براي دستورات MAC، از DevEUI به عنوان كليد شناسايي اشياء استفاده مي‌شود. | --- |

* 1. پروتكل داده مابين پلتفرم و سرور LoRaWAN

يكي از تعاملات پلتفرم با دنياي بيرون، تبادل داده با اشيايي است كه از طريق شبكه LoRaWAN به پلتفرم متصل شده‌اند كه در ‏شکل (1-1) به اسم “Data” نشان داده شده است. موارد ذكر شده در ‏جدول (2-7) در اين خصوص جمع‌بندي شده است. لازم به ذكر است كه نيازمندي‌هاي اين بخش در اين نسخه نهايي نشده است.

نيازمندي‌هاي پروتكل داده اتصال به LoRaWAN

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| ۱ | LDP-1 | این داده فقط شامل بخش FRMPayload از پشته پروتکل LoRaWAN است که در بخش ۴ استاندارد شرح داده شده است. | --- |
| 2 | LDP-2 | این داده فقط شامل بخش FRMPayload از بسته‌هایی است که FPort آنها در بازه ۰ الی ۲۲۳ باشد. FPort هیچگاه به کاربر نمایش داده نخواهد شد. | --- |
| 3 | LDP-3 | این داده رمز نشده است. | --- |

* 1. سرويس Up-Link

يكي از سرويس‌هاي پايه‌اي پلتفرم، سرويس Up-Link است. اين سرويس دريافت داده‌هايي كه از طرف اشياء (به صورت دوره‌اي يا رخداد و بدون درخواست پلتفرم) ارسال مي‌شوند را برعهده دارد. موارد توافق شده در خصوص اين سرويس در ‏جدول (2-8) ذكر شده است.

نيازمندي‌هاي سرويس Up-Link

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| ۱ | PSH-1 | در هر بسته مي‌تواند اطلاعات چند پارامتر (دما، رطوبت و ...) توسط شي ارسال گردد. | --- |
| 2 | PSH-2 | داده خام (raw-data) دريافت شده از شي در پايگاه‌‍ داده ذخيره مي‌شود. | --- |
| 3 | PSH-3 | استخراج پارامترها و مقادير آنها و صحت‌سنجي آنها توسط اسکريپتي كه كاربر براي اين شي تنظيم كرده است و توسط اين سرويس فراخواني مي‌شود انجام مي‌گيرد. | --- |
| 4 | PSH-4 | در صورت استفاده از بستر ارتباطی LoRaWAN هيچ ACKي از طرف پلتفرم براي اين بسته ارسال نمي‌شود. | اين مورد نياز به تاييد مجدد كارفرما دارد. |

* 1. سرويس Down-Link

يكي از سرويس‌هاي پايه‌اي پلتفرم، سرويس Down-Link است. اين سرويس ارسال دستورات از پلتفرم به شي را برعهده دارد. موارد توافق شده در خصوص اين سرويس در ‏جدول (2-9) ذكر شده است.

نيازمندي‌هاي سرويس Down-Link

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| ۱ | SET-1 | در هر بسته مي‌تواند اطلاعات چند پارامتر (بستن شير و ...) به شي ارسال گردد. | --- |
| 2 | SET-2 | صحت‌سنجي دستورات توسط اسکريپتي كه كاربر براي اين شي تنظيم كرده است و توسط اين سرويس فراخواني مي‌شود انجام مي‌گيرد. | --- |
| 3 | SET-3 | در صورتي كه فرمت دستور اشتباه باشد، اين سرويس يك پيغام خطا توليد خواهد كرد. | --- |
| 4 | SET-4 | در صورت صحيح بودن فرمت دستور، اين بسته به سرور LoRaWAN تحويل داده مي‌شود. به دليل محدوديت‌هاي اين پروتكل هيچ بسته پاسخي از طرف سرور LoRaWAN به پلتفرم ارسال نمي‌شود. | --- |

* 1. مدیریت اشیا

در بخش مدیریت اشیا با توجه به اینکه مدل اطلاعاتی برای اشیا تعریف نشده است و استخراج اطلاعات از اشیا و تعریف سناریو برای اشیا از طریق کد نویسی کاربر فراهم می­گردد، نیازمندی­هایی در حوزه تعریف و فعال سازی اشیا تعریف شده است که به شرح ‏جدول (2-10) می­باشد:

نيازمندي‌هاي مدیریت اشیا

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **کد** | **نیازمندی** | **ملاحظات** |
| ۱ | MGM-1 | امکان تعریف پروفایل برای اشیا وجود داشته باشد. در LoRaWAN دو نوع ABP و OTAA پشتیبانی گردد. | --- |
| 2 | MGM-2 | تعریف گذرگاه در سامانه پشتیبانی گردد. | --- |
| 3 | MGM-3 | مراحل تعریف اشیا و فعال سازی اشیا در دو مرحله باشد | --- |
| 4 | MGM-4 | امکان اختصاص پروفایل اشیا به اشیا وجود داشته باشد. | --- |
| 5 | MGM-5 | امکان بارگذاری و ویرایش دسته­ای اشیا وجود داشته باشد. | --- |
| 6 | MGM-6 | امکان ویرایش اطلاعات اشیا و فعال سازی آن­ها وجود داشته باشد. | --- |