گزارش کارآموزی

دانشگاه شهید بهشتی

استاد کارآموزی : دکتر شکرالله کریمیان

مضوع کارآموزی : اینترنت اشیاء(پارکینگ هوشمند)

محل کارآموزی : شرکت پارس نت

کارآموز : زهرا فکور
شماره دانشجویی : ۹٤۲٤۲۰۹۳

تابستان ۱۳۹۷

فهرست مطالب

چکیده..... ۴

فصل اول : معرفی محل کاراموزی..... ۵

۱-۱-مقدمه..... ۵

۱-۲- همکاری پارس نت و Sigfox..... ۶

۱-۳- شرکت Sigfox و سرویس های آن..... ۶

۱-۴- کاربردها..... ۷

۱-۵- موقعیت جغرافیایی..... ۸

فصل دوم : کارهای انجام شده در دوره کاراموزی..... ۹

۲-۱- مقدمه..... ۹

۲-۲- ماژول اصلی سیگفاکس(WSSFM10R1AT)..... ۱۱

۲-۳- انتقال پیام بین دستگاه و ایستگاه‌های پایه..... ۱۹

۲-۴- ویژگی‌های شبکه سیگفاکس و امنیت..... ۲۸

۲-۵- راهنمای جامع امکانات Backend..... ۳۲

۲-۶- انتقال دیتا از بکند به سرور..... ۴۷

۲-۷- چند نمونه از کاربردها..... ۵۳

فصل سوم : پارکینگ هوشمند.....۶۰

۳-۱- مقدمه.....۶۰

۳-۲-قطعات استفاده شده.....۶۱

۳-۳- معرفی قطعات.....۶۱

۳-۴- نحوه اتصالات سنسور به برد.....۶۲

۳-۵- کدنویسی آردوینو.....۶۳

چکیده

اینترنت اشیا اتصال دستگاه های مختلف به یکدیگر از طریق اینترنت است. به کمک **اینترنت اشیا** برنامه ها و دستگاه های مختلف می توانند از طریق اتصال اینترنت با یکدیگر و حتی انسان تعامل و صحبت کنند. اینترنت اشیا از بستر اینترنت استفاده می نماید و با استفاده از هوش مصنوعی خود (میکرو کنترلرها) و به کمک سنسورهای محیطی خود و همچنین قابلیتهای ارتباطی نهادینه شده می تواند ارتباطات را فراهم کرده و فرمانهای مناسب یا اطلاعات لازم را به دستگاههای متصل دیگر ارسال نماید. هدف اساسی شرکت پارس نت ایجاد شبکه زیرساخت اینترنت اشیاء با پوشش ملی است. با توجه به افزایش تعداد خودروها، نیاز به پیدا کردن جای پارک مناسب در کوتاه ترین زمان و به صورت آنلاین مخصوصاً در ایام پایان هفته، یا ساعت های اوج شلوغی ضروری است؛عدم وجود پارکینگ هوشمند باعث تلف شدن وقت، مصرف بیشتر بنزین و آلودگی بیشتر هوا می گردد. سیستم پارکینگ هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در مکان های پارک تعبیه می شود و داده های مربوط به خالی بودن یا نبودن آن مکان پارک به سرور انتقال یافته و رانندگان از طریق اپلیکیشن نصب شده در تلفن همراه خود که با سرور در ارتباط هستند و می توانند به صورت آنلاین نزدیک ترین مکان پارک خالی را پیدا کرده و از آن استفاده کنند.ما این پروژه را انجام دادیم به امید پیاده سازی این طرح در سطح شهر و کمک به کاهش آلودگی و ترافیک و داشتن شهر پاک و هوشمند.

فصل اول
معرفی شرکت پارس نت

۱-۱-مقدمه

شرکت پارس‌نت (سهامی خاص) تحت نام تجاری فناوران پیشرو پارس‌نت در سال ۱۳۹۵ توسط گروه شرکتهای پارس آنلاین با هدف فعالیت در زمینه اینترنت اشیاء (IoT) و ایجاد زیرساخت ارتباطی آن با پوشش ملی تاسیس شد. سهامداران این شرکت به عنوان پیشروان موفق در بکارگیری بسیاری از فناوری های نوین ارتباطی در کشور شناخته شده اند. هدف اساسی این شرکت ایجاد شبکه زیرساخت اینترنت اشیاء با پوشش ملی است. رمز بقا، وجود چرخه زیست کامل (اکو سیستم) است. هریک از اجزای این چرخه ضامن بقای جزء بعدی خود است. نقصان در هریک، نتایج فاجعه باری به همراه خواهد داشت که موجودیت و بقای پدیده زنده را به مخاطره می افکند. اینترنت اشیاء نیز موجودی ترکیبی و زنده است. ترکیب حلقه های متعدد وابسته به هم است که از آن پدیده ای زنده و بالنده میسازد لذا، پارس‌نت جهت نیل به اهداف خود، بزرگترین ماموریت خود را ایجاد، حفظ و رشد این اجزا و حلقه های تشکیل دهنده اکوسیستم اینترنت اشیاء قرار داده است. شرکت فناوران پیشرو پارس نت به عنوان یکی از اپراتورهای شبکه Sigfox در دنیا، نماینده انحصاری این شرکت در ایران شروع به فعالیت نموده و زیرساخت اینترنت اشیا را در کشور پیاده سازی نموده است.

۱-۲- همکاری پارس نت و Sigfox

هدف شرکت پارس‌نت از همکاری با شرکت Sigfox ایجاد زیر ساخت ارتباطی LPWAN برای ارتباط اشیاء با یکدیگر در سطح ملی و در اختیار قرار دادن آن به کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی است که در حوزه توسعه برنامه‌های کاربردی برای اینترنت اشیاء فعالیت می‌نمایند. شرکت پارس‌نت بر آن است تا با ایجاد اکوسیستم اینترنت اشیاء از طریق فعال سازی شرکای خود در ساخت سخت افزار و تجهیزات حسگر آماده وصل به شبکه ، ایجاد زیر ساخت ارتباطی، ارائه خدمات نگهداری و پشتیبانی شبکه، ایجاد بانک‌های اطلاعاتی محلی و فعال نمودن استارت آپ‌ها و شرکت‌ها در طیف وسیعی از کاربردهای اینترنت اشیاء، فضایی جدید در صنعت و کسب و کار IT کشور ایجاد نماید.

۱-۳- شرکت Sigfox و سرویس های آن

شرکت Sigfox یکی از بزرگترین فعالان بین المللی در حوزه اینترنت اشیا میباشد. این شرکت با هدف ایجاد زیرساخت جهانی برای اینترنت اشیا ایجاد شده و تا کنون توانسته است بیش از ۲۵ کشور جهان را تحت پوشش شبکه زیرساخت خود قرار دهد. sigfox با استفاده از تکنولوژی بی سیم با توان پایین (LPWAN) یکی از بهترین راه حل ها برای استفاده در حوزه اینترنت اشیا میباشد و میتواند مناطق بسیاری را با هزینه کم تحت پوشش خود قرار دهد.

۱-۴- کاربردها

با توجه به پیشرفت تکنولوژی و همچنین قابلیت ساخت و طراحی دستگاهای مورد نیاز کاربردهای مختلف، نفوذ اینترنت اشیاء در بخش های مختلف افزایش روزافزونی یافته است. قابلیت‌های زیرساخت اینترنت اشیاء شرکت پارس‌نت آن را قادر میسازد، که گستره بزرگی از کاربردهای اینترنت اشیاء را تحت پوشش خود قرار داده و طیف وسیعی از نیازمندی‌ها را در بازارهای عمودی اینترنت اشیاء پاسخگو باشد. هم اینک از این زیرساخت در نقاط مختلف دنیا در حال خدمت رسانی به کاربردهای متنوعی است که بلوغ این تکنولوژی را اثبات می‌نماید. به نمونه هایی از کاربردها در زیر اشاره شده است:

۱-۴-۱- خدمات عمومی:

- مدارس
- دانشگاهها
- ادارات دولتی
- بانک

۱-۴-۲- صنعت:

- تولید
- کشاورزی
- خطوط بسته بندی

۱-۴-۳- سلامت:

- تناسب اندام
- اندازه گیری علائم حیاتی
- تشخیص
- مراقبت از بیمار
-

۱-۴-۴- شهری:

- زیرساخت
- مدیریت پسماند
- مدیریت روشنایی
- امنیت

۱-۴-۵- سبک زندگی:

- ابزار پوشیدنی
- پایش سلامت
- ردیابی حیوانات
- وسایل هوشمند

۱-۵- موقعیت جغرافیایی

تهران، خیابان خرمشهر، پلاک ۲۲۲، طبقه اول
تلفن: ۸۶۰۰ ۸۲۲۰ ۰۲۱
فکس: ۹۹۷۸ ۸۸۷۶ ۰۲۱
آدرس ایمیل : info[at]parsnet.io

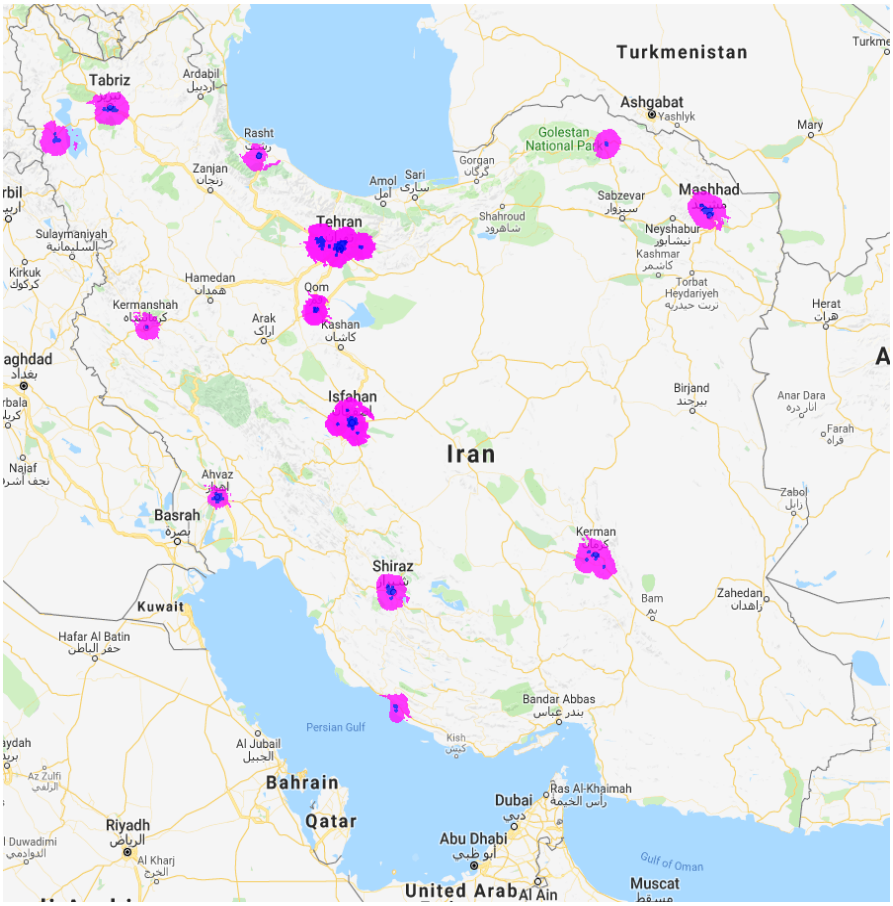
فصل دوم

فعالیت های انجام شده در دوره کارآموزی

۲-۱- مقدمه

فعالیت های صورت گرفته در طی کارآموزی در زمینه اینترنت اشیاء بوده است. به مدت یک ماه مشغول جمع آوری اطلاعات و ترجمه منابع انگلیسی در زمینه شبکه سیگفاس و کلیت کارکرد آن از جمله معرفی شبکه سیگفاکس ، ماژول ها ، ارتباط بین ماژول و بیس استیشن ، ارتباط بین بیس استیشن و ابر سیگفاکس ، امکانات بکند ، سرور و ... بوده ام. متن تهیه شده را در ادامه این متن آورده شده است. مابقی زمان صرف انجام پروژه پارکینگ هوشمند شده است که در فصل بعدی کامل شرح داده شده است.

سیگفاکس یک شبکه جهانی اینترنت اشیا است که بدون نیاز به برقراری پیوسته‌ی ارتباط شبکه‌ای ، به بیلیون‌ها شیء در سراسر جهان متصل است. عدم ارسال دائم سیگنال و عدم اتصال پیوسته اشیا به شبکه، یک نوآوری در دنیای ارتباط بی‌سیم محسوب می‌شود. راه‌حل نرم‌افزاری سیگفاکس این است که تمام شبکه و محاسبات پیچیده به‌جای آن‌که در دستگاه انجام گیرد ، در درون ابر (کلاد سیگفاکس) پردازش و اداره می‌شود، که نتیجه‌ی آن ، کاهش چشمگیر مصرف انرژی و هزینه است. بسترسازی شبکه سیگفاکس در کشورهای مختلف توسط اپراتورهای محلی آن کشور و یا خود شرکت سیگفاکس صورت گرفته است. در کشور ایران شرکت پارس نت (سهامی خاص) تحت نام تجاری فناوران پیشرو پارس نت در سال ۱۳۹۵ توسط گروه شرکت‌های پارس آنلاین باهدف فعالیت درزمینهٔ اینترنت اشیاء (IOT) و ایجاد زیرساخت ارتباطی آن با پوشش ملی تأسیس شد . این شرکت به‌عنوان اپراتور سیگفاکس در ایران زیرساخت‌های این شبکه را در کشور فراهم نموده است. تاکنون چندین شهر در سرتاسر کشور تحت پوشش شبکه سیگفاکس قرارگرفته‌اند. شکل زیر، پراکندگی پوشش دهی شبکه سیگفاکس در ایران را نشان می‌دهد.



۲-۲- ماژول اصلی سیگفاکس(WSSFM10R1AT)

در ابتدا به معرفی شرکت تولیدکننده این ماژول یعنی شرکت Wisol می‌پردازیم .

۲-۲-۱- شرکت wisol

Wisol یک شرکت تخصصی با فنّاوری‌های قسمت RF برای موبایل و با استاندارد CE است که حاصل از بیست سال تجربه‌ی این شرکت هست. Wisol راه‌حل‌هایی همچون فیلتر اره‌ای (saw filter) در حوزه‌ی RF (مخابرات رادیویی) ارائه داده است و همچنین می‌تواند ماژول‌هایی باقابلیت ارتباط بی‌سیم با بردهای کوتاه تا بردهای بلند تولید نماید. شرکت wisol این قابلیت را دارد که ماژول‌های کوچک‌تری نسبت به مابقی شرکت‌های موجود در بازار طراحی کند.

فرکانس رادیویی[1]:

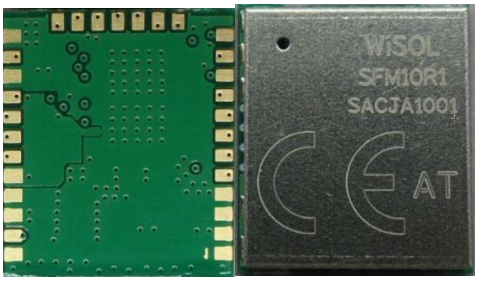
فرکانس رادیویی یاآراف به دامنه‌های نوسانات در بازه‌ی ۳ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز گفته میشود که معادل است با بسامد موج‌های رادیویی و جریان های متناوبی که حامل سیگنال‌های رادیویی هستند.

فیلتر های اره ای[2]:

فیلترهای اره ای فیلترهای الکترونیکی هستند که بر اساس فنّاوری امواج آکوستیک سطحی طراحی و ساخته‌شده‌اند فنّاوری SAW از ترانس دیوسرهای پیزوالکتریک برای تولید امواج فرکانس‌های فیلتر استفاده می‌نمایند. فیلتر اره ای به علت رنج عملکردی در واحد گیگاهرتز به‌صورت گسترده‌ای در دستگاه‌های ارتباطی موبایل مورداستفاده قرار می‌گیرند . از این فیلتر ها همچنین در مودم‌های RF ، دستگاه‌های آلارم ، ریموت کنترل‌های وایرلس ، گیرنده‌های ماهواره ، سیستم‌های تلمتری استفاده می‌شوند.

[1] Radio frequency
[2] Saw Filter

۲-۲-۲- ماژول WSSFM10R1



شکل ۱-۲-۱ ماژول سیگفاکس

ماژول سیگفاکس WSSFM10R1AT مخصوص zone1 یعنی ناحیه‌ی اروپا و خاورمیانه و آفریقا است. این ماژول یک میکروکنترلر داخلی (که البته بهتر است بگوییم چیپ ست چون حافظه فلش قابل‌برنامه‌ریزی ندارد) و یک گیرنده RF دارد و هم‌چنین از ارتباط سریال UART پشتیبانی می‌کند. ارتباط سریال به فرایند ارسال داده ها به‌وسیله یک بیت در واحد زمان و به ترتیب در چند کانال ارتباطی گفته می‌شود. در برابر این نوع از ارسال، ارسال موازی قرار دارد. که چندین بیت را به‌طور هم‌زمان در یک لینک کانال موازی می‌فرستد. هم‌چنین کریستال TCXO در داخل ماژول برای نگه‌داشتن فرکانس در رنج فرکانس کاری در تمامی طول عمر محصول ، قرارگرفته است.

مشخصات :

۱. ابعاد : 13.0×15.0x2.21mm
۲. چیپ ست داخلی: Chipset : AX-SFEU-1-01/ ON Semiconductor
۳. نرخ ارسال یا فرکانس Tx : 868.13MHz/ 100bps
۴. نرخ دریافت یا فرکانس Rx : 869.525MHz/ 600bps
۵. توان خروجی ارسال : +14dBm(max)
۶. حساسیت Rx : 127dBm@600bps
۷. جریان در +3.3V : Tx : 60mA(max), Rx: 15mA(max)
۸. ولتاژ ورودی: +1.8V~+3.6V

علت نام‌گذاری آن به SSFM10R1AT به دلیل زیر است :

W	S	S	F	M	1	0	R	1	A	T
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

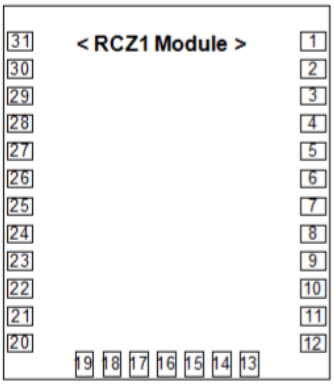
No.	EXPLANATION
(1),(2)	WISOL
(3),(4)	Application (SF:Sigfox)
(5)	Type (M:Module)
(6),(7)	Group model numbering
(8), (9)	Region Code
(10),(11)	Application Type(Firm Ware Type) AT(AT command version) AP(API version)

جدول ۱-۲-۱ دلیل ناگذاری ماژول

۲-۲-۳- نحوه قرارگیری پین‌ها :

8. Pin Description

8-1. Interface PIN(SMD Type : 31 Pin)_Bottom view



1	GND	9	GPIO5	17	TXLED/ DBG_CLK	25	GPIO2
2	GND	10	GPIO4	18	NC4/DBG_EN	26	GPIO3
3	GND	11	CPU_LED	19	RST_N	27	GND
4	GND	12	RADIO_LED	20	GND	28	GND
5	NC3/ SYSCLK	13	GPIO9	21	VDD_IO	29	GND
6	GPIO8	14	UARTTX	22	GND	30	RF_IO
7	GPIO7	15	UARTRX	23	GPIO0	31	GND
8	GPIO6	16	RXLED/ DBG_DATA	24	GPIO1		

Pin-map of RCZ1, RCZ2, RCZ3 and RCZ4 module is compatible (Pin to Pin)

جدول۱-۳-۱ نام پین ها

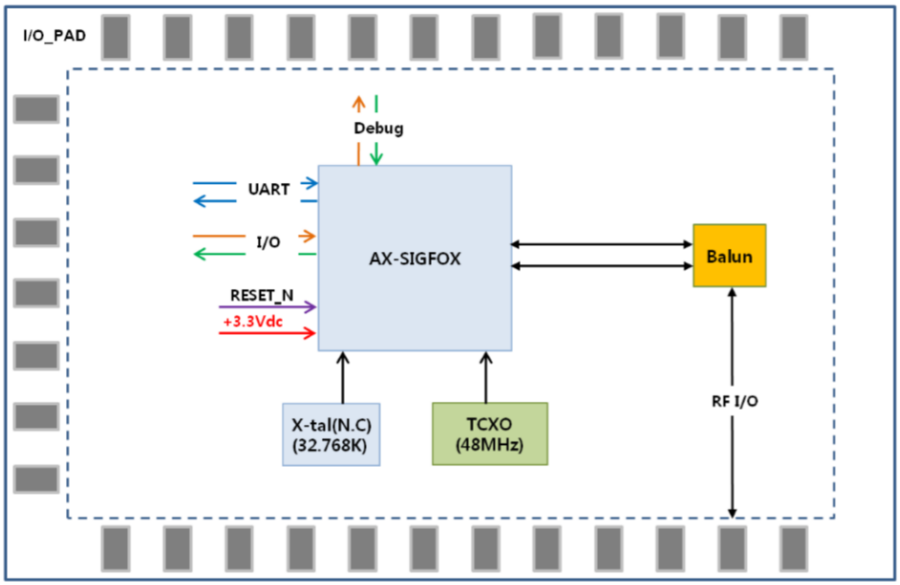
اطلاعات پین‌ها :

PIN(s)	NAME	TYPE	Description
1~4	GND	P	Ground
5	NC3/SYSCLK	N	Do not connect
6	GPIO8	I/O/PU	General purpose IO
7	GPIO7	I/O/PU	General purpose IO, selectable SPI functionality (MISO)
8	GPIO6	I/O/PU	General purpose IO, selectable SPI functionality (MOSI)
9	GPIO5	I/O/PU	General purpose IO, selectable SPI functionality (SCK)
10	GPIO4	I/O/PU	General purpose IO, selectable ∑Δ DAC functionality, selectable dock functionality
11	CPU_LED	O	CPU activity indicator
12	RADIO_LED	O	Radio activity indicator
13	GPIO9	I/O/PU	General purpose IO, wakeup from deep sleep
14	UARTTX	O	UART transmit
15	UARTRX	I/PU	UART receive
16	RXLED/DBG_DATA	O	Receive activity indicator
17	TXLED/DBG_CLK	O	Transmit activity indicator
18	NC4/DBG_EN	PD	Do not connect
19	RST_N	I/PU	Optional reset pin
20	GND	P	Ground
21	VDD_IO	P	Power supply
22	GND	P	Ground
23	GPIO0	I/O/A/PU	General purpose IO, selectable ADC functionality, selectable ∑Δ DAC functionality, selectable clock functionality
24	GPIO1	I/O/A/PU	General purpose IO, selectable ADC functionality
25	GPIO2*	I/O/A/PU	General purpose IO, selectable ADC functionality
26	GPIO3*	I/O/A/PU	General purpose IO, selectable ADC functionality
27	GND	P	Ground
28~29	GND	P	Ground
30	RF_IO	A	RF input/output
31	GND	P	Ground

* The GPIO2 and GPIO3 pin as "Not connected" state if the product is designed to be compatible with RCZ2 and RCZ4 module.

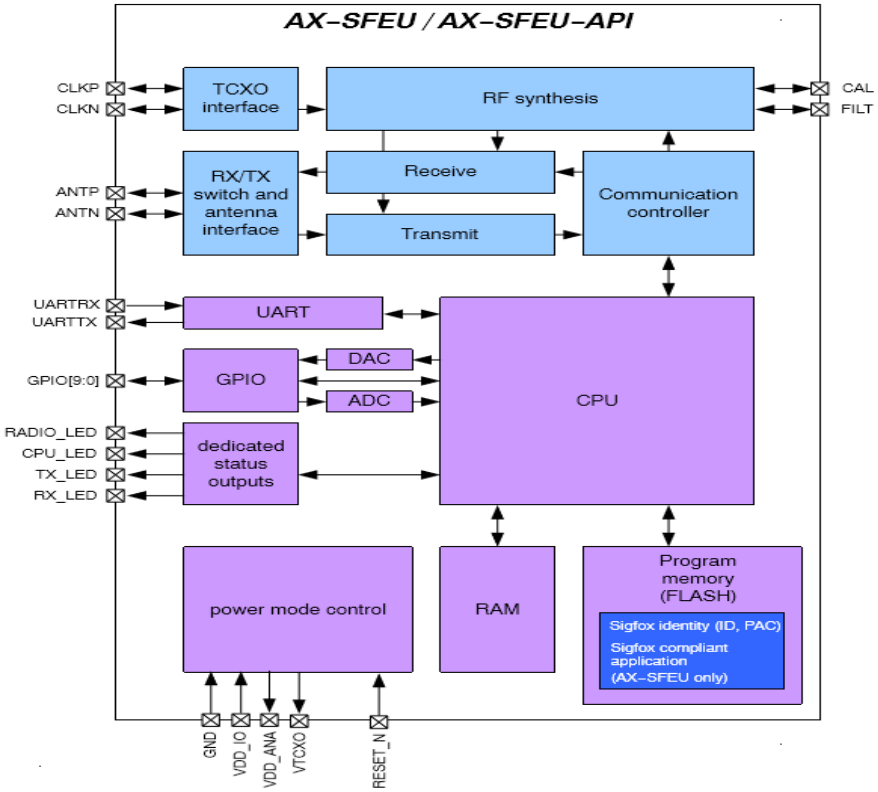
جدول ۱-۳-۲ اطلاعات پین‌ها

۲-۲-۴- بلوک دیاگرام ماژول :



جدول ۱-۴-۱ بلوک دیاگرام ماژول

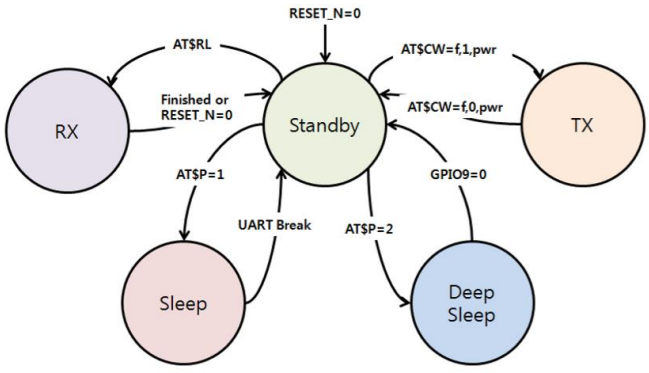
مربع آبی در شکل بالا چیپ ست AX-SFEU-AP هست. تراشه AX-SFEU شامل تمام فرم ور ها و سیستم‌عامل‌های ضروری برای گرفتن و انتقال داده در شبکه سیگفاکس در اروپا هست. این محصول با سطح منطقی RS232 UART به محصول مشتری متصل می‌شود. علت وجود AT commands برای ارسال فریم‌ها و تنظیمات رادیویی هست. شکل زیر ساختار این چیپ ست را نشان میدهد.



شکل۱-۴-۲ چیپ ست AX-SFEU-AP

برای اطلاعات بیشتر در رابطه با چیپ ست سیگفاکس به دیتا شیت مربوطه که لینک آن در بخش پیوست قرار داده‌شده است مراجعه کنید.

۲-۲-۵- نحوه قرار دادن ماژول در فازهای مختلف :



شکل ۱-۵-۱

13-1. TX current test

1. Disconnect Debug Switch(SW5~SW9) on EVB
2. Connect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
3. Power switch ON(SW4) on EVB
4. Push the RESET Switch(SW1) on EVB
5. Initial mode=Standby mode (@500uA/ Remove J2-CPULED jumper)
6. TX current test method
   1) Input AT command 'AT' (UART condition checking)
   2) Click the Quick command (MOD EU ON : default power table '15') or
      Input AT command 'AT$IF=868130000 click 'Send' icon, then 'ATS302=15', click 'Send' Icon, 'AT$CB=-1,1' and then click 'Send' icon.
      For changing RF power, use 'ATS302=XX' and then click 'Send' icon instead of using 'ATD302=15'
   3) Disconnect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
   4) And then, Check TX current

13-2. RX current test

1. Disconnect Debug Switch(SW5~SW9) on EVB
2. Connect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
3. Power switch ON(SW4) on EVB
4. Push the RESET Switch(SW1) on EVB
5. Initial mode=Standby mode (@500uA/ Remove J4-CPULED jumper)
3. RX current test method
   1) Input AT command 'AT' (UART condition checking)
   2) Input AT command 'AT$RL' and then click 'Send' icon.
   3) Disconnect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
   4) And then, Check TX current.

13-3. Sleep current test

1. Disconnect Debug Switch(SW5~SW9) on EVB
2. Connect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
3. Power switch ON(SW4) on EVB
4. Push the RESET Switch(SW1) on EVB
5. Initial mode=idle mode (@500uA/ Remove J2-CPULED jumper)
6. Sleep current test method
   1) Input AT command 'AT' (UART condition checking)
   2) Input AT command 'AT$P=1' (sleep mode command)
   3) Disconnect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
   4) And then, Check Sleep current

13-4. Deep sleep current test

1. Disconnect Debug Switch(SW5~SW9) on EVB
2. Connect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
3. Power switch ON(SW4) on EVB
4. Push the RESET Switch(SW1) on EVB
5. Initial mode=idle mode (@500uA/ Remove J2-CPULED jumper)
6. Sleep current test method
    1) Input AT command 'AT' (UART condition checking)
    2) Input AT command 'AT$P=1' (sleep mode command)
    3) Disconnect UART Switch(SW10~SW11) on EVB
    4) And then, Check Sleep current
    5) If the module wakes up, Push the tact switch(SW2: wakeup PIN) on EVB

۲-۳- انتقال پیام بین دستگاه و ایستگاه‌های پایه

ارسال داده از دستگاه از طریق آنتن متصل به آن صورت می‌گیرد و بسته به پارامترهای مختلفی نظیر باند فرکانس کاری در نواحی مختلف و کاربرد دستگاه و محل قرارگیری آن و ویژگی‌های ساختاری دستگاه ، متفاوت است. برای طراحی بهتر آنتن باید در مراحل ساخت دستگاه ، آنتن مناسب با ساختار آن را طراحی نمود. ازاین‌رو اتصال هر آنتنی که در بازار وجود دارد ممکن است کارایی لازم را برای دستگاه نداشته باشد. به همین دلیل شرکت سیگفاکس آنتن‌هایی را به فراخور ساختار داخلی بردها طراحی و پیاده‌سازی نموده است. برای اطلاعات بیشتر از مراحل طراحی آنتن به راهنمای طراحی آنتن که لینک آن در پیوست قرار دارد مراجعه نمایید.

۲-۳-۱- ایستگاه پایه:

ایستگاه‌های پایه آنتن‌های Sigfox محلی هستند که مسئول دریافت پیام از دستگاه‌های انتشار و ارسال آن‌ها به Cloud Sigfox هستند.

عناصر اصلی ایستگاه‌های پایه سیگفاکس (base station) :

۱. یک آنتن ، برای دریافت پیام‌ها در هوا که معمولاً بر روی نقاط بلند یا برج‌های بلند مستقر می‌شوند.
۲. یک LNA یا LNAC (تقویت‌کننده کم نویز) ، برای تقویت سیگنال و فیلتر کردن نویز .
۳. یک نقطه دسترسی[3]، که پیام Sigfox را می‌فهمد و آن را به ابر sigfox می‌فرستد.

شکل ۲-۱-۱عناصر ایستگاه پایه

[3] access point

۲-۳-۲- چرخه حیات یک پیام Sigfox :

۱. یک دستگاه یک پیام را با استفاده از آنتن رادیویی پخش می‌کند.
۲. چندین ایستگاه پایه Sigfox در این منطقه پیام را دریافت می‌کنند.
۳. ایستگاه‌های پایه این پیام را به Cloud Sigfox ارسال می‌کنند.
۴. Cloud Sigfox این پیام را به پلت فرم پشتیبانی backend می‌فرستد.

۲-۳-۳- انواع پیام :

۱. پیام uplink : از دستگاه به ایستگاه‌های پایه و بکند
۲. پیام downlink : از بکند به ایستگاه‌های پایه و سپس دستگاه

ارتباط uplink :

ارتباط از دستگاه‌های سیگفاکس به کلاد و بک‌اند سیگفاکس ارتباط uplink نامیده می‌شود. پیام‌های رادیویی سیگفاکس، از طریق base station های نزدیک به آن دستگاه دریافت می‌شود. سپس تمامی این base station هایی که پیام رادیویی را دریافت کرده‌اند، آن را به کلاد سیگفاکس ارسال می‌کنند. سپس کلاد سیگفاکس تمامی دیتاهای دریافت شده را به شکل یک پیام درآورده و به platform کاربر می‌فرستد. تعداد بیت در هر پیام سیگفاکس از ۰ تا ۱۲ بایت (۴۸ بیت) ، تعداد دفعات مجاز ارسال ۱۴۰ پیام در روز ، نوع مدولاسیون D-BPSK، نرخ انتقال داده از ۱۰۰ تا ۶۰۰ بیت بر ثانیه متغیر است و توان انتقالی بیشینه هر دستگاه در ناحیه‌ی RCZ1 [۴] حدود ۱۴dBm است.

چند نمونه دیتاهایی که پیام ۱۲ بایتی سیگفاکس می‌تواند پوشش دهد:

۱. دریافت دو مختصات جغرافیایی از GPS با دقت تا ۳ متر (هر مختصات جغرافیایی ۶ بایت است و دو مختصات روی‌هم ۱۲ بایت می‌شود)
۲. دریافت دما از ۶ دماسنج آزمایشگاهی با دقت ۰,۰۰۴ درجه سانتی‌گراد و در بازه‌ی دمای -۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد (هر دماسنج ۲ بایت دیتا)
۳. ۱۲ پیام از حس‌گر سرعت‌سنج تا سرعت ۲۵۵ کیلومتر بر ساعت (هر پیام ۱ بایت)

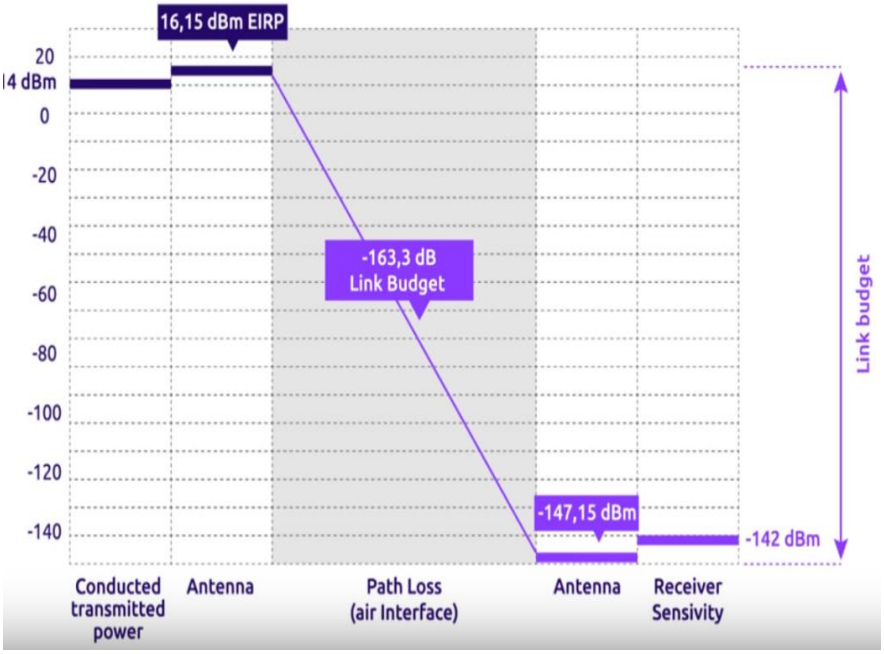
[4] ناحیه ی شامل کشور های خاورمیانه ، آفریقا و اروپا

لازم به ذکر است که در پیام سیگفاکس نیازی نیست داده‌ای وجود داشته باشد و پیام ۰ بیتی هم قابل‌ارسال است. به‌طور مثال با ارسال یک پیام خالی می‌تواند نشان دهد که دستگاه درست‌کار می‌کند یا شرایط مساعد است ، مانند پیام مناسب بودن ضربان قلب بیمار، که در این صورت در مصرف انرژی باتری دستگاه صرفه‌جویی می‌شود.

مدولاسیون D-BPSK:

فنّاوری سیگفاکس از مدولاسیون D-BPSK در ارسال uplink داده استفاده می‌کند. نرخ ارسال اطلاعات ۱۰۰ و یا ۶۰۰ بیت بر ثانیه ، بسته به مکان ارسال تغییر می‌کند. مزیت این نوع مدولاسیون در اشغال پهنای باند کم هست. میدانیم که برای ارسال ۱ بیت بر ثانیه داده ، پهنای باند ۱ هرتز نیاز است پس به شکل مشابه برای نرخ ارسال ۱۰۰ بیت بر ثانیه به ۱۰۰ هرتز پهنای باند و برای ۶۰۰ بیت بر ثانیه به ۶۰۰ هرتز پهنای باند نیاز داریم که در باند فرکانس کاری ، طیف فرکانسی بسیار ناچیزی را اشغال می‌کند. علت استفاده سیگفاکس از مدولاسیون D-BPSK ، به چند دلیل است. اول اینکه پیاده‌سازی این مدولاسیون نسبتاً آسان‌تر است. دوم اینکه نرخ پایین ارسال داده امکان استفاده از المان‌های مقرون‌به‌صرفه تری را فراهم می‌کند. سومین دلیل این است که در این نوع مدولاسیون، ایستگاه دریافت‌کننده داده بسیار حساس است و که قادر است سیگنال‌های نزدیک به سطح نویز[5] را دمدوله نماید. به دلیل باند باریک بودن سیگنال‌های سیگفاکس انرژی به‌صورت متمرکزتری در طیف فرکانسی قرار می‌گیرد و به همین خاطر امکان تداخل با سیگنال‌های مزاحم موجود در محیط کاهش می‌یابد. حساسیت ایستگاه‌های دریافت‌کننده‌ی سیگنال نیز به دلیل استفاده از مدولاسیون D-BPSK و نرخ پایین ارسال داده، بسیار بالاست که البته بسته به‌سرعت ارسال داده تغییر می‌کند. به‌طور مثال برای سرعت ارسال ۱۰۰ بیت بر ثانیه ، این حساسیت حدود ۱۴۲- dbm است و برای ارسال ۶۰۰ بیت بر ثانیه ، ۱۳۴- dbm است.

[5] noise floor

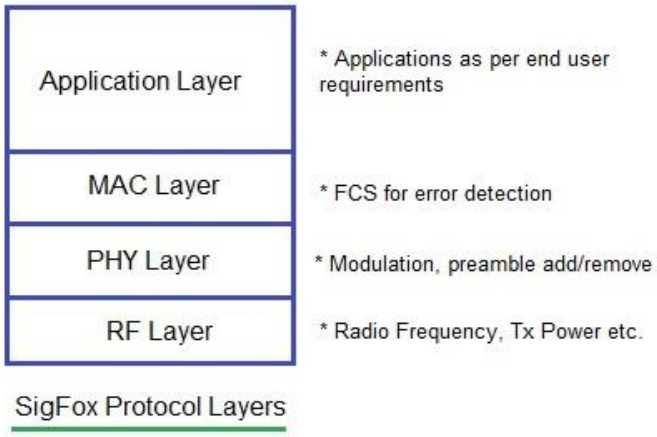


شکل ۲-۳-۱ مدولاسیون D-BPSK

همان‌طور که در شکل بالا مشخص است ، برای ارسال داده با نرخ ارسال ۱۰۰ بیت بر ثانیه، توان ارسالی از دستگاه ۱۴ dbm است که تا ۱۶ dbm هم می‌تواند افزایش یابد ، از طرف دیگر در بیس استیشن توان آنتن ۵,۱۵ dbm است که با توان دریافت شده که ۱۴۷,۱۵-dbm است جمع شده و درنتیجه حساسیت گیرنده حدود ۱۴۲- dbm می‌گردد و link budget بالایی در حدود ۱۶۳,۳- dbm را در اختیار قرار می‌دهد.

کم‌حجم بودن داده و پروتکل فوقانی[۶] ، از دیگر مواردی است که باعث بالا رفتن کارایی و عملکرد سیگفاکس شده است. پروتکل اطلاعات مربوط به مسیریابی داده و یک سری اطلاعات ساختاری و اضافی مربوط به ارسال را شامل می‌شود. برای دستگاه‌های سنتی مقدار پروتکل و بیت‌های داده به شکل ناکارآمدی تعبیه‌شده اما در سیستم سیگفاکس با کوتاه‌تر شدن طول داده و پروتکل کارآمدی سیستم تا حد خوبی افزایش‌یافته است. ظرفیت داده در سیگفاکس ۲۶ بایت بوده که ۱۲ بیت برای داده و ۱۴ بیت برای پروتکل قرار داده‌شده است.

[6] Overhead protocol



شکل ۲-۳-۲ لایه های پروتکل sigfox

درنتیجه کم‌حجم بودن داده ، پهنای باند کمتری را اشغال می‌کند که باعث بالاتر رفتن ظرفیت شبکه می‌شود همچنین باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش عمر باتری می‌گردد.

ارتباط downlink :

ارتباط از بک‌اند سیگفاکس به دستگاه downlink نامیده می‌شود. پیام downlink از کلاد به یکی از ایستگاه‌های پایه فرستاده می‌شود تا آن را به دستگاه ارسال کند. حجم مجاز ارسال پیام در downlink، ۸ بیت بوده و دفعات ارسال تا ۴ مرتبه در روز امکان‌پذیر است. ارسال downlink داده با مدولاسیون G-FSK و با نرخ ارسال داده ۶۰۰ بیت بر ثانیه صورت می‌گیرد. در این حالت، حساسیت دستگاه در دریافت پیام از ایستگاه حداقل ۱۳۲- dbm است. ارتباط downlink برای کنترل از راه دور دستگاه و تنظیمات آن مفید است. کاربردهایی چون درخواست دیتای اضافی از دستگاه یا درخواست تنظیم مقیاس حس‌گرها و فرکانس ارسال پیام و یا به‌روزرسانی firmware از دیگر موارد استفاده از پیام downlink هست . البته به‌روزرسانی firmware نیازمند بیش از ۸ بایت است. در این شرایط از دستگاه خواسته می‌شود تا از طریق GSM مودم اطلاعات فرم ور را در زمان مناسب از اینترنت دانلود نماید و درخواست به‌روزرسانی فرم ور را از طریق لینک GSM انجام دهد.

مدولاسیون FSK:

کلید گذاری تغییر فرکانس [۷] ، طرحی از مدولاسیون فرکانس است که در آن داده‌های دیجیتال توسط تغییرات گسسته‌ی فرکانس موج حامل ارسال می‌شوند. ساده‌ترین سبک آن، FSKبا دستگاه اعداد دودویی است که BFSKنامیده می‌شود .از یک جفت فرکانس گسسته برای ارسال اطلاعات دودویی (۰ و ۱) بهره می‌گیرد. این حساب، "۱" را فرکانس علامت و "۰" را فرکانس فضا می‌نامند. نوع دیگر که در پیام downlink سیگفاکس استفاده می‌شود، GFSK است که مخفف Gaussian Frequency-shift keying هست و بر پایه احتمال گوسی بناشده است.

باند ISM :

فرکانس کاری سیگنال‌های سیگفاکس در باند ISM یا باند آزاد است. فرکانس ISM مخفف باند رادیویی صنعتی، علمی و پزشکی است که به‌صورت بین‌المللی روی فرکانس رادیویی (RF) جهت مقاصد صنعتی، علمی و پزشکی به‌غیراز ارتباطات از راه دور استوارشده است. در هر کشوری باندهای فرکانسی مختلف برای امور خاصی در نظر گرفته‌شده‌اند و جزو باندهای ISM قرارگرفته‌اند. سرویس‌های ارتباطات رادیویی که در محدوده این باندها عمل می‌کنند باید تداخل احتمالی ناشی از ISMرا بپذیرند. در این باندها تجهیزات صنعتی، علمی و پزشکی (ISM) باید مطابق مفاد ۱۵,۱۳مقررات بین‌المللی رادیو عمل نمایند.

۲-۳-۴- دسترسی تصادفی

سیگفاکس برای جلوگیری از تداخل‌های احتمالی در باند ISM از راهکارهایی بهره گرفته است . دسترسی تصادفی یک ویژگی مهم برای دستیابی به کیفیت بالا و جلوگیری از تداخل‌های احتمالی در باند ISM است .دستگاه‌های متصل به شبکه سیگفاکس می‌توانند سیگنال ارسالی را در هر فرکانسی تصادفی در بازه‌ی فرکانس کاری ارسال کنند.و هیچ هم‌زمانی ارسال[۸] بین دستگاه و ایستگاه‌ها وجود ندارد. اما برای جلوگیری از تداخل ، دستگاه دو پیام

[7] Frequency-shift keying
[8] synchronization

دیگر در دو زمان مختلف و در دو فرکانس کاری متفاوت می‌فرستد که این مکانیسم "تنوع زمانی و فرکانسی " نام‌گرفته است.

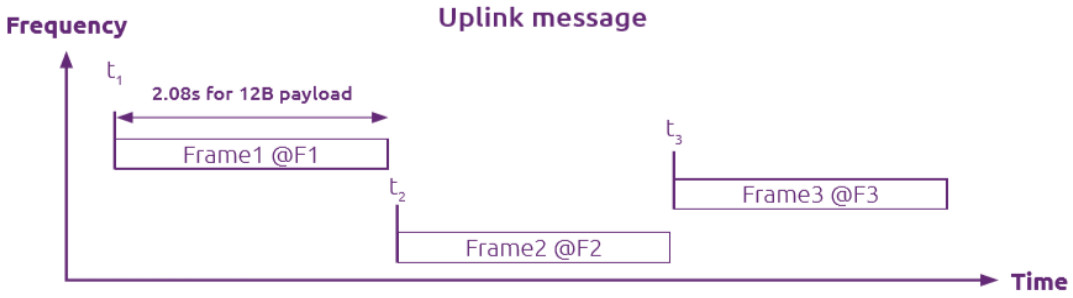
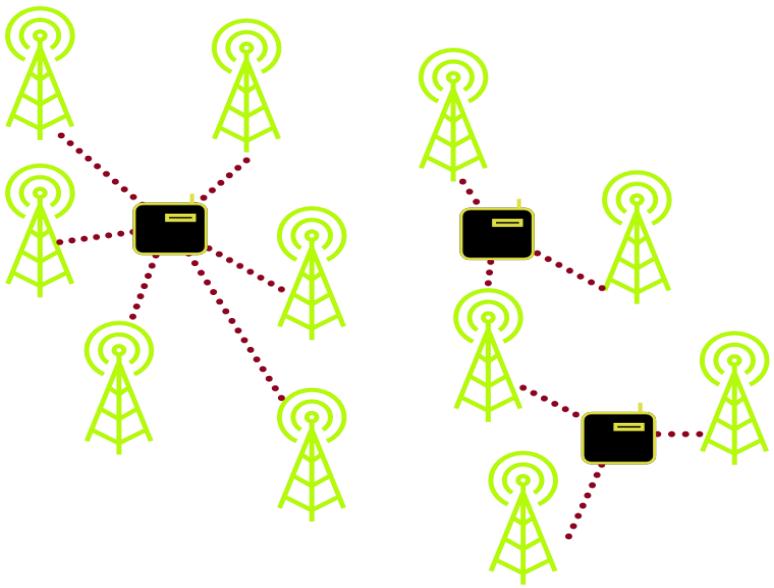


Figure 3: Frequency hopping on replicas.

شکل ۲-۴-۱ تنوع فرکانسی

۲-۳-۵- پذیرش مشارکتی

اصل پذیرش تعاونی یا مشارکتی این است که برخلاف پروتکل‌های سلولی یک شیء به یک ایستگاه پایه مشخص متصل نیست . پیام فرستاده‌شده توسط هر ایستگاه پایه‌ای که در این نزدیکی است دریافت می‌شود و به‌طور متوسط تعداد ایستگاه‌های پایه ۳ است که «تنوع فضایی» نامیده می‌شود.پیام‌های رادیویی منتشرشده توسط دستگاه‌های متصل به‌وسیله ایستگاه‌های پایه Sigfox برداشت می‌شوند ، سپس به ابر Sigfox انتقال داده می‌شوند و به پایگاه فن‌آوری اطلاعات متصل می‌شوند. تنوع فضایی همراه با تنوع زمان و فرکانس عوامل اصلی کیفیت بالای سرویس شبکه سیگفاکس است.



شکل ۲-۵-۱ پذیرش پیام توسط چند ایستگاه پایه sigfox

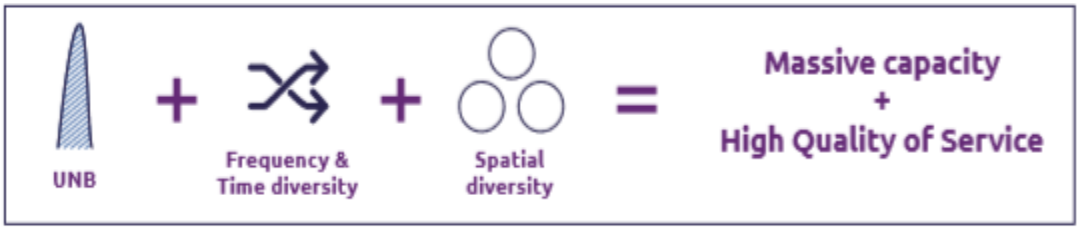
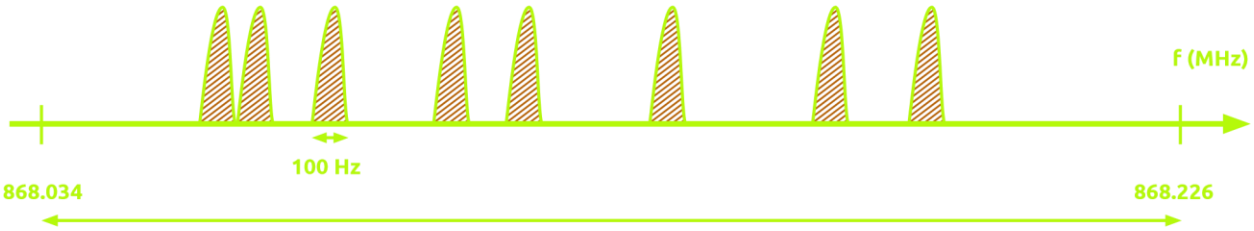


Figure 7: Combination of Sigfox specificities

شکل ۲-۵-۲ ترکیب مشخصه‌های sigfox

انتقال یک پیام با بار مفید ۱۲ بایت در هوا باسرعت ۱۰۰bps، ۲,۰۸ s طول می‌کشد. سیگفاکس از ۱۹۲ کیلوهرتز پهنای باند عمومی در دسترس برای تبادل پیام‌ها استفاده می‌کند . ایستگاه‌های پایه Sigfox بر روی طیف کامل ۱۹۲ کیلوهرتز نظارت می‌کنند و به دنبال سیگنال UNB (Ultra-narrow band) برای آشکارسازی هستند.



شکل ۲-۵-۳ فنّاوری Sigfox بر اساس باند فوق باریک

باند استفاده‌شده بستگی به مکان دارد:

به‌عنوان‌مثال، در اروپا، باند استفاده‌شده بین ۸۶۸ و ۸۶۸,۲ مگاهرتز است .

در بقیه جهان، باند استفاده‌شده بین است۹۰۲ و ۹۲۸ مگاهرتز که به محدودیت‌های مربوط به آئین‌نامه‌ی آن کشور بستگی دارد.

۲-۴- ویژگی‌های شبکه سیگفاکس و امنیت

۲-۴-۱- مشخصات شبکه سیگفاکس :

شبکه سیگفاکس از دولایه تشکیل‌شده است. اول، لایه تجهیزات شبکه است که از ایستگاه‌های پایه و المان‌های دیگری مثل آنتن‌ها تشکیل‌شده است. و وظیفه‌ی آن تا انتقال پیام بین دستگاه و سیستم‌های پشتیبانی سیگفاکس است. دومین لایه ، سیستم پشتیبانی سیگفاکس است که تشکیل‌شده از هسته‌ی شبکه که مسئول پردازش پیام‌ها و ارسال آن تا از طریق callback به مشتری است. ارتباط بین این دولایه همان‌طور که از شکل زیر پیداست از طریق اینترنت حاصل می‌شود و با ارتباط VPN امنیت آن تأمین می‌شود.

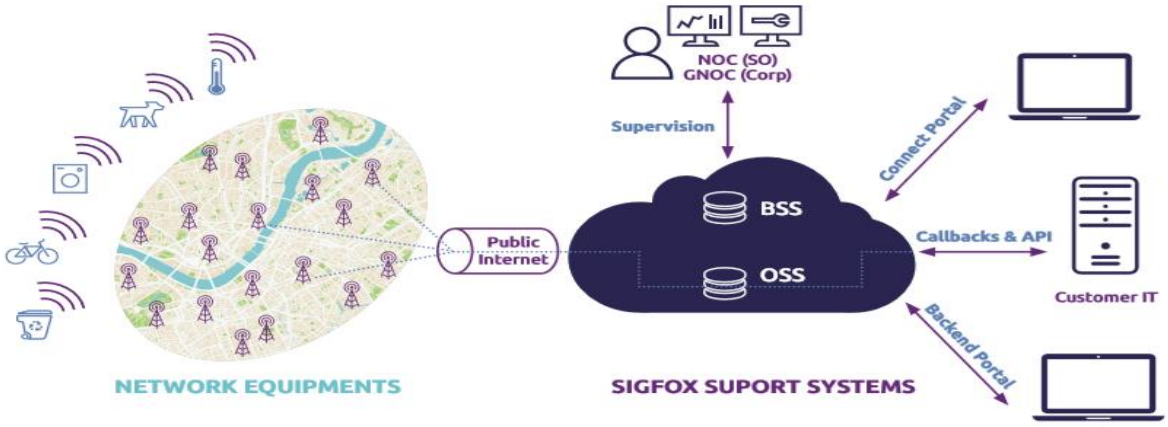


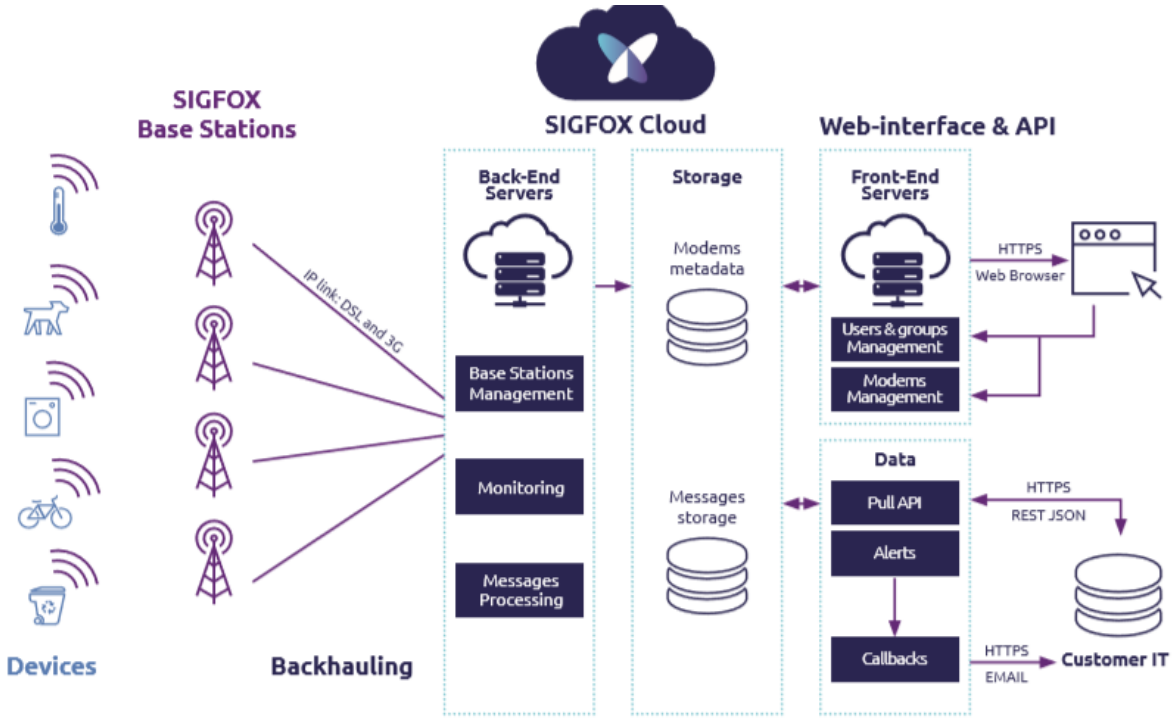
Figure 5: High-level architecture of the Sigfox network

شکل ۳-۱-۱ : ساختار شبکه سیگفاکس

ساختار شبکه تخت (flat network architecture) :

ساختار تخت سیگفاکس راه‌حلی برای کم کردن هزینه‌های عملیاتی و تعمیراتی[9] هست. نرم‌افزار رادیویی مشخص[10]، به غلبه کردن بر هزینه‌های سخت‌افزاری در ایستگاه‌های پایه کمک می‌کند. هیچ سخت‌افزار خاصی استفاده‌نشده بلکه یک الگوریتم نرم‌افزاری برای اداره کردن آشکارسازی [11]به‌کاررفته است که روی‌هم‌رفته هزینه کل[12] را کاهش می‌دهد.

[9] opex & capex
[10] Software Defined Radio (SDR)
[11] Demodulation
[12] TCO



شکل ۳-۱-۲ شبکه تخت

داده در هوا به ایستگاه‌های پایه می‌رسد سپس وارد backhaul می‌شود. Backhaul به‌طورکلی از اتصال DSL و به‌عنوان پشتیبان از اتصالات 3G و 4G استفاده می‌کند. وقتی یکی از دو در دسترس نباشد ، ارتباط ماهواره‌ای به‌عنوان دیگر ارتباط پشتیبان استفاده می‌گردد. بکند پیام را پردازش می‌کند. معمولاً تعداد زیادی پیام دوبل از یک پیام وجود دارد که به هسته شبکه می‌رسد اما تنها یکی از آن‌ها باید ذخیره گردد. سرورهای هسته شبکه هم‌چنین وضعیت شبکه را می‌سنجند و ایستگاه‌های پایه را در سرتاسر جهان اداره می‌کنند. زیرساخت شبکه هم‌چنین پیام‌ها را در دونقطه ذخیره می‌کند. داده‌ها ازیک‌طرف برای ساخت سرویس و از طرف دیگر برای پیام مشتری هستند که بعداً مشتری بتواند آن را بازیابد.

در آخر محیط web و API به مشتری اجازه می‌دهند که به پیام‌هایشان دسترسی داشته باشند. آن‌ها می‌توانند از طریق صفحه مرورگر و یا از طریق REST API به پلت فرم دسترسی پیدا کنند تا آن‌ها را با سیستم یا اپلیکیشن خود هماهنگ کرده و یا در صورت نیاز پیام downlink ارسال نمایند.

۲-۴-۲- امنیت شبکه:

امنیت شبکه سیگفاکس در اصول طراحی آن تعبیه‌شده است و در تمام مراحل پروتکل و تکامل زیرساخت آن قرار دارد. هم‌چنین سیگفاکس از استراتژی security-by-default در تمام اجزایش نظیر اپراتور سیگفاکس ، دستگاه‌های سیگفاکس و لایه‌ی کاربری ، استفاده می‌کند. در شکل زیر تمام مراحل امنیتی نشان داده‌شده است.

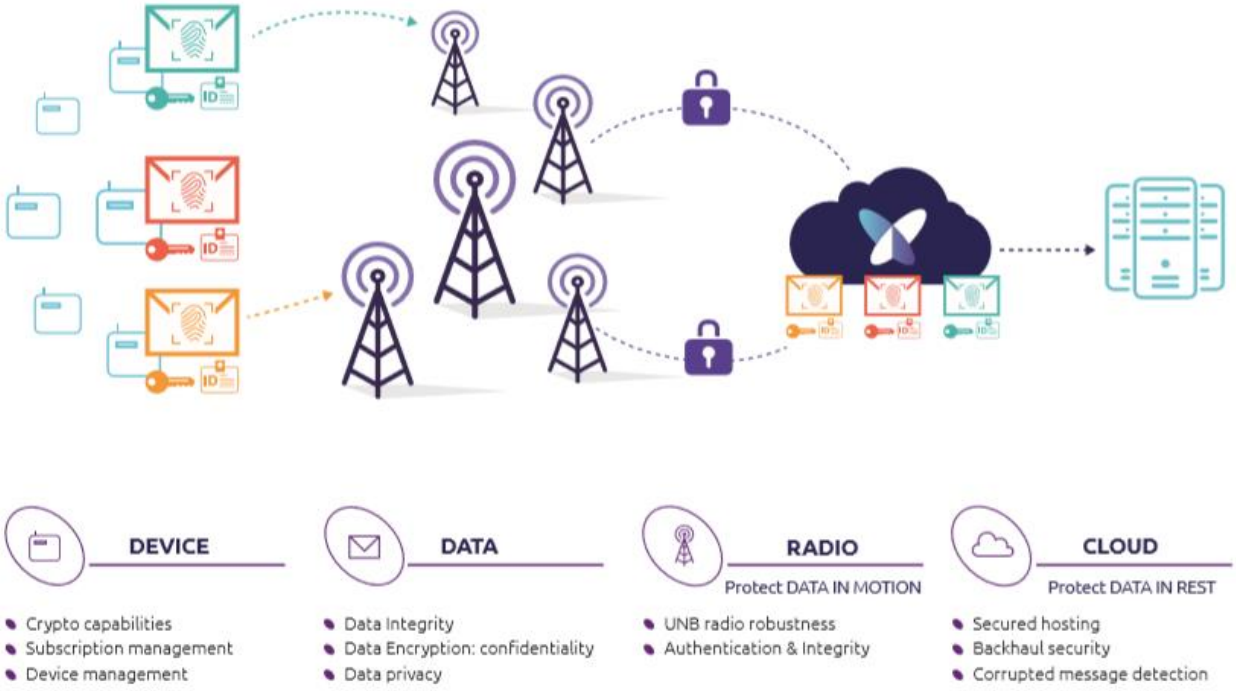


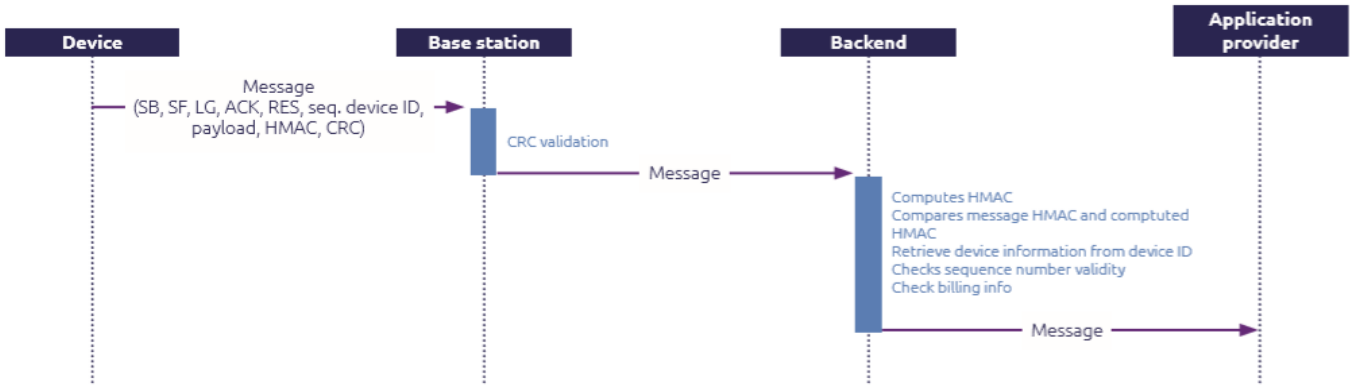
Figure 12: Security by-design & by-default

شکل ۳-۲-۱ امنیت طراحی و کلی

امنیت‌های موجود در شبکه سیگفاکس عبارت‌اند از :

۱) دیوار آتش[۱۳]
۲) امنیت داده‌ی در حال حرکت
۳) امنیت داده‌ی در حال استراحت [۱۴]
۴) امنیت در پردازش پیام‌ها :
   ۱. روش اعداد ترتیبی
   ۲. روش اعتبارسنجی MAC
   ۳. روش رمزگذاری پیام‌ها
۵) امنیت در مخابرات ایستگاه‌های پایه
۶) امنیت در دستگاه متصل به شبکه از طریق ID و pack
۷) امنیت در مرکز داده‌ها

شکل زیر امنیت در پردازش پیام هارانشان می‌دهد:



شکل ۳-۲-۲ امنیت پیام

توضیحات مربوط به هریک از امنیت‌ها از حوصله این متن خارج است ، در صورت نیاز به مطالعه بیشتر در این خصوص به بخش پیوست مراجعه و بخش security در لینک پی‌دی‌اف technical overview را مطالعه نمایید.

[13] Firewall
[14] REST

۲-۵- راهنمای جامع امکانات Backend

بک‌اند سیگفاکس امکاناتی در اختیار کاربر قرار می‌دهد تا به پیام‌های ارسالی دستگاه دسترسی داشته باشد و هم‌چنین callback ها که ارتباط بکند با دستگاه است را مدیریت کند. بکند به کلاد سیگفاکس متصل بوده و داده را از کلاد جمع‌آوری می‌کند. در این فصل امکانات بکند به‌طور کامل شرح داده خواهد شد.

۲-۵-۱- رابط کاربری گرافیکی ابر

در این بخش به‌طور مختصر به ساختار کلی فضای backend و همین‌طور بخش دستگاه پرداخته‌شده است. رابط کاربری ابر همواره در حال به‌روزرسانی هست و ویرایش کنونی و مورداستفاده در این متن نسخه ۷,۵ هست.

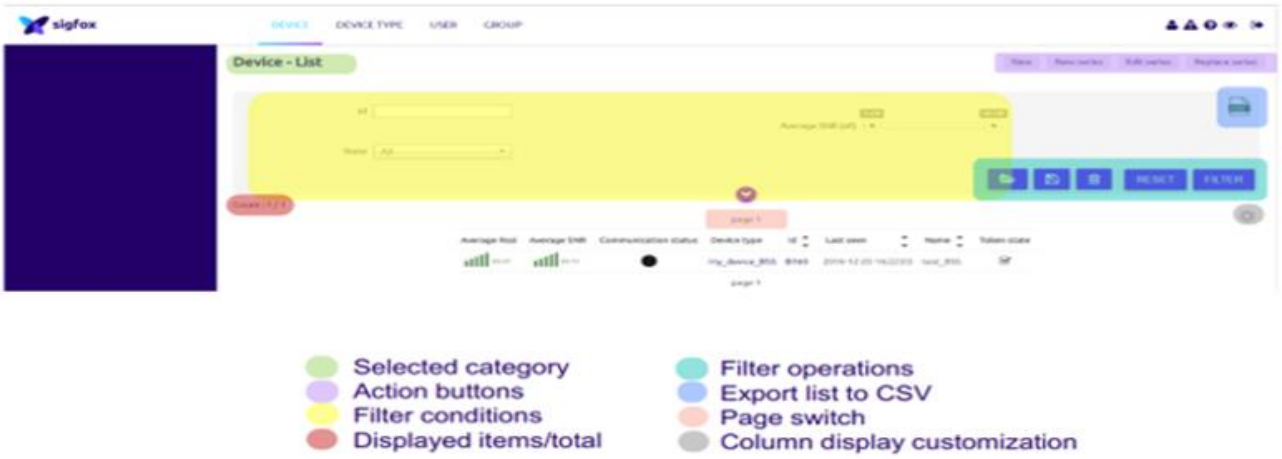
پیش‌نیازهای کاربر:

۱. دسترسی به اینترنت
۲. رایانه‌ی دارای تاریخ و ساعت صحیح
۳. مرورگر به‌روز وب (ترجیحاً Firefox, Chrome & Safari)
۴. حساب کاربری تائید شده با ایمیل

صفحه اصلی Backend :

شکل ۴-۱-۱ صفحه اصلی

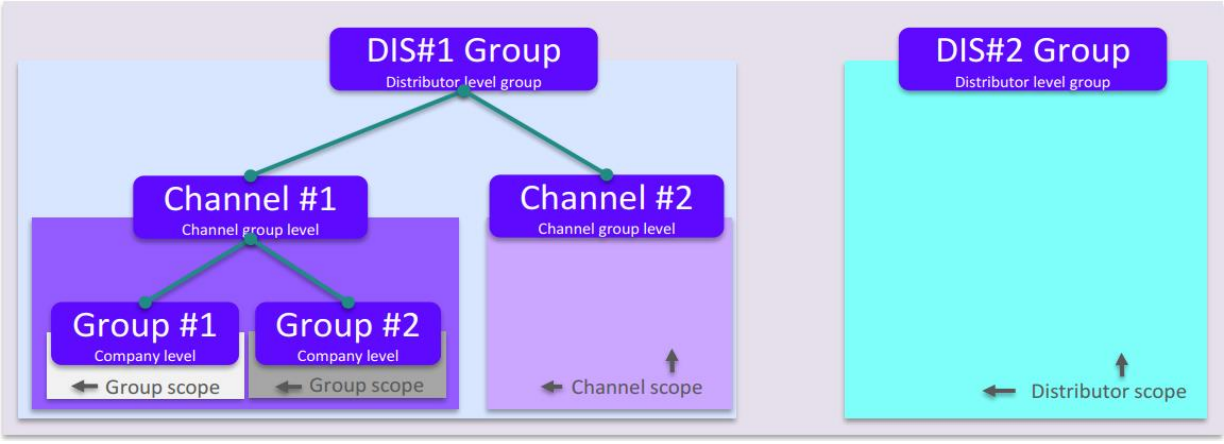
بخش دستگاه:



شکل ۴-۱-۲ گزینه‌های بخش دستگاه

۲-۵-۲- سازمان و سلسله‌مراتب

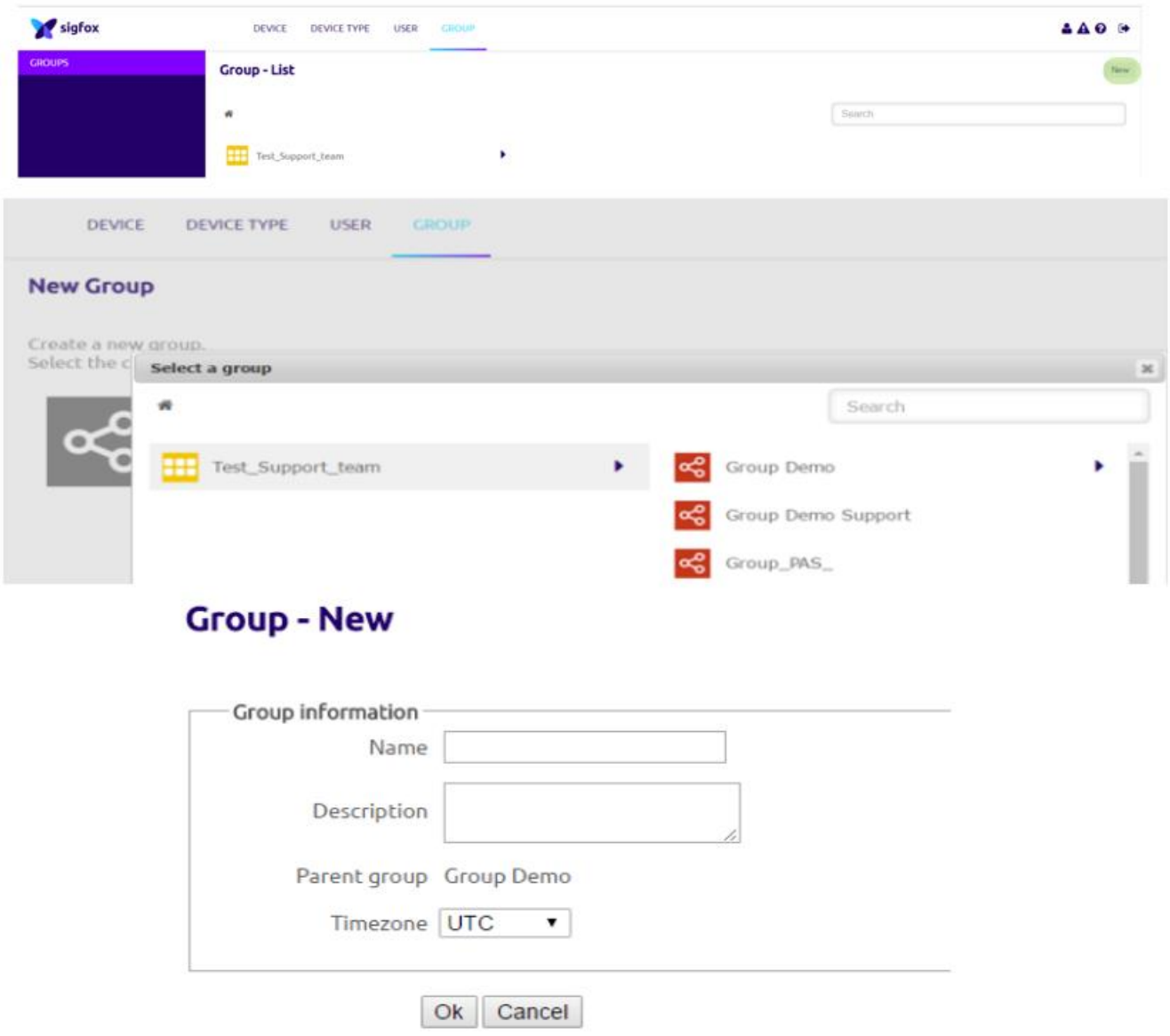
شبکه سیگفاکس به شکل سلسله مراتبی است و شامل گروه‌ها و زیرگروه‌های مختلف می‌شود که کاربر دریکی از این دسته‌ها قرار دارد و سطوح دسترسی کاربرهای مختلف هم توسط همین دسته‌بندی کنترل می‌گردد.



شکل ۴-۲-۱ نحوه سازمان‌دهی سلسله مراتبی ابر

نحوه ایجاد گروه:

ابتدا وارد قسمت group شوید. روی دکمه New کلیک کرده سپس Parent Group را انتخاب کنید. در مرحله آخر اطلاعات گروه را وارد کنید.



شکل ۴-۲-۲ نحوه ایجاد گروه

نقش‌های کاربر[1]

نقش کاربر در گروه‌های مختلف متفاوت است. ایجاد کاربر جدید بستگی به حقوق اختصاص داده‌شده در گروه‌ها دارد و نکات زیر حائز اهمیت است:

۱. شرکت سیگفاکس نقش کاربر را از پیش تعیین می‌کند.

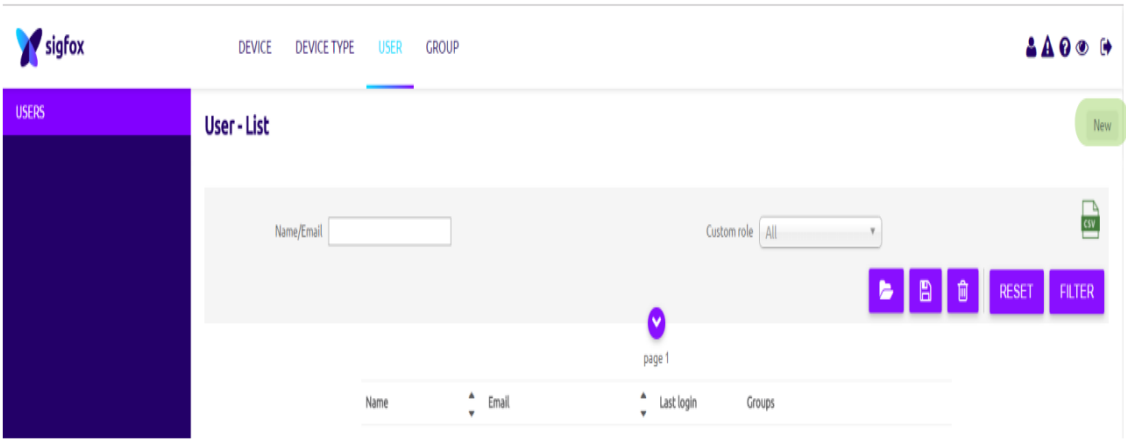
۲. حقوق مشتریان متناسب با نیازهایشان تعیین‌شده است.

۳. حقوق کاربر قابلیت تطبیقی دارد.

نحوه ایجاد کاربر

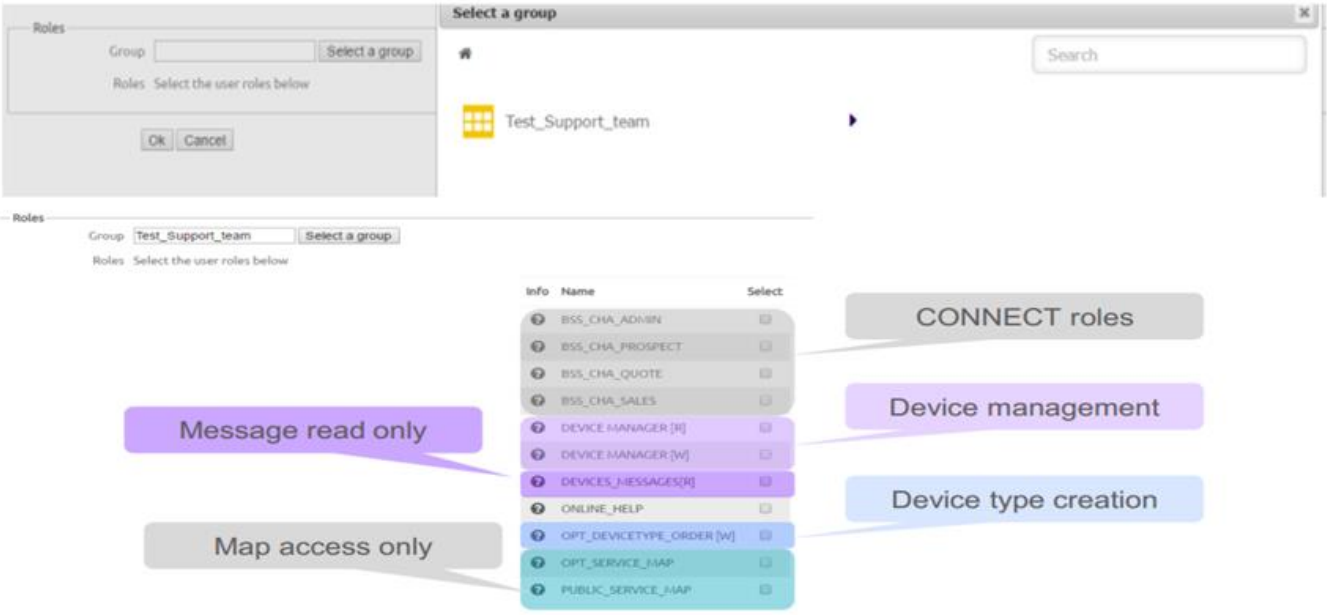
در قسمت User روی دکمه New کلیک کرده و اطلاعات کاربر را وارد کنید. دکمه Select Group را بزنید و یک گروه انتخاب کنید.

در پایان نقش‌های کاربر را انتخاب کنید.



شکل ۴-۲-۳ نحوه ایجاد کاربر(بخش اول)

[1] User Roles



شکل ۴-۲-۴ نحوه ایجاد کاربر(بخش دوم)

۲-۵-۳- دستگاه‌ها و انواع دستگاه‌ها

دو نوع دسته‌بندی دستگاه و نوع دستگاه وجود دارد که امکان قرار دادن تعداد زیادی دستگاه مشابه در یک نوع دستگاه وجود دارد.

نکات مربوط به دستگاه:

۱. ID منحصربه‌فرد برای هر دستگاه

۲. یک کد قابل‌شناسایی مختص هر دستگاه (PAC[1])

نکات مربوط به نوع دستگاه:

۱. گروهی از دستگاه‌ها با رفتار یکسان

۲. متعلق به یک گروه منحصربه‌فرد

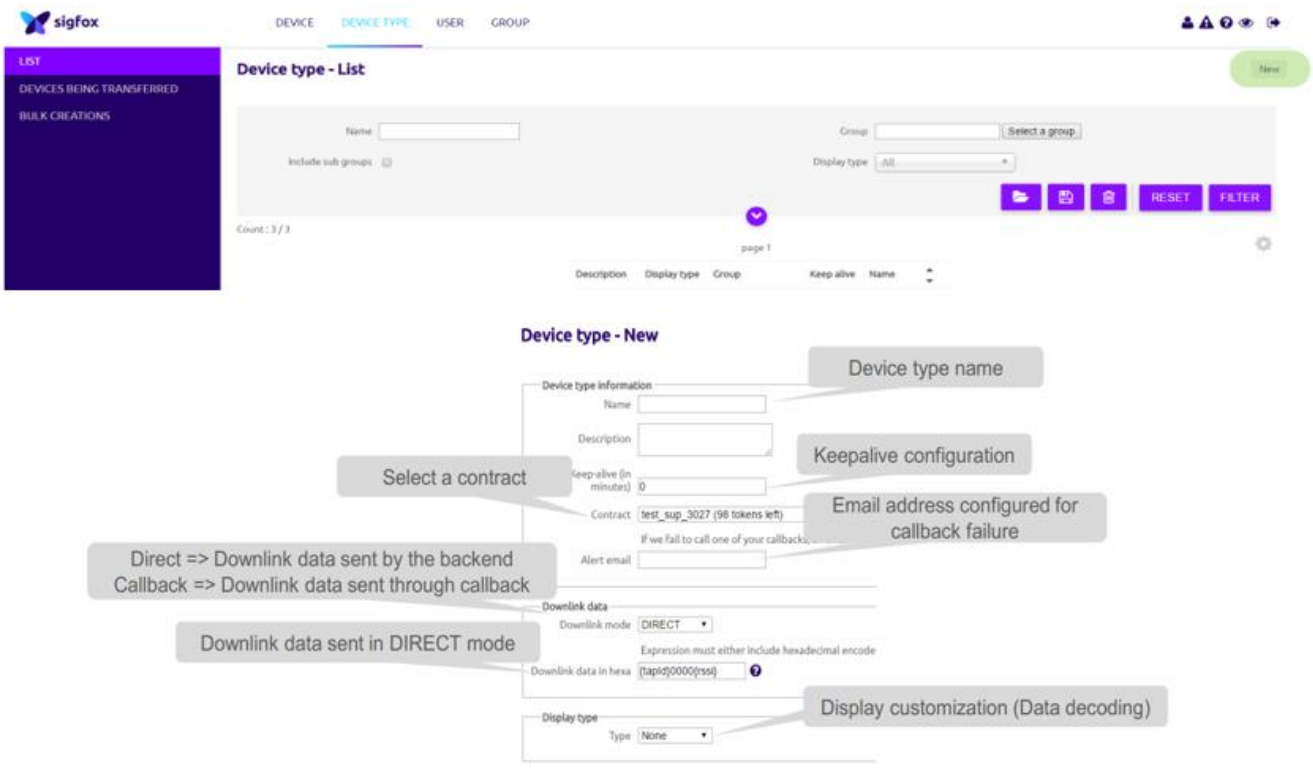
۱ Porting Authorization Code

۳. متصل به یک‌مرتبه[2] یکسان(مدت‌زمان کار و سطح اشتراک[3] یکسان)

۴. دسترسی به فراخوان برای دریافت پیام‌ها

نحوه ایجاد Device type

روی دکمه New کلیک کرده و یک گروه انتخاب کنید. سپس اطلاعات Device type را وارد کنید. دقت شود که Contract بعد از ایجاد Device type قابلیت تغییر ندارد.



شکل ۴-۳-۱ نحوه ایجاد Device type

[2] Order
[3] Subscription Level

نحوه ایجاد Device

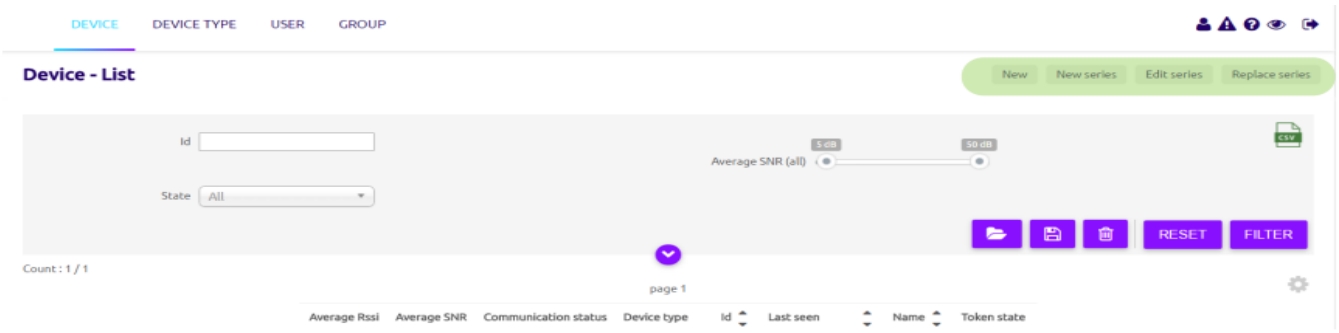
برای ثبت دستگاه‌ها چندراه وجود دارد:

New : ثبت یکی‌یکی دستگاه‌ها

New series : ثبت گروهی دستگاه‌ها

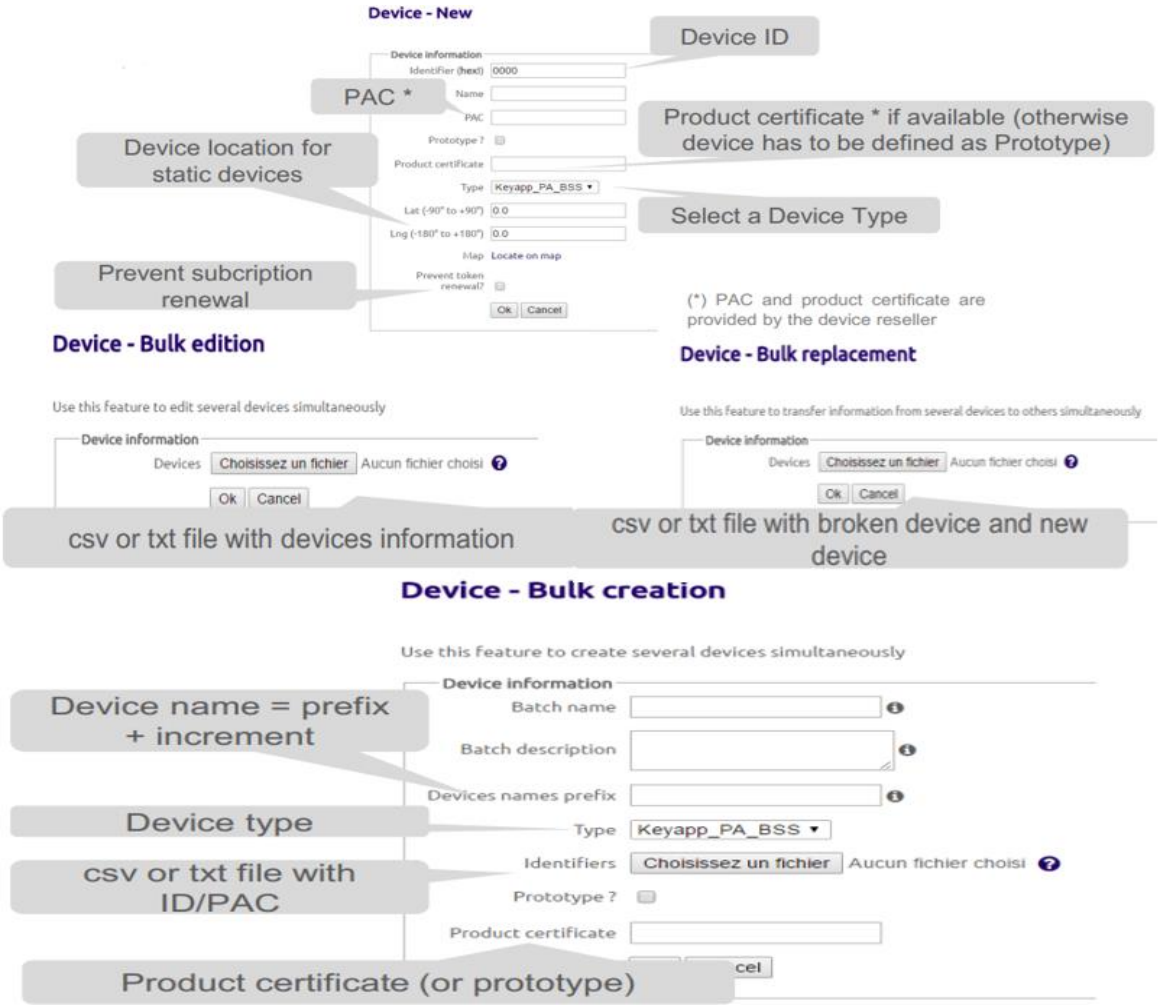
Edit Series : تغییر اطلاعات دستگاه

Replace series : جایگزینی یک دستگاه ازکارافتاده با دستگاه جدید



شکل ۴-۳-۲ نحوه ایجاد Device (بخش اول)

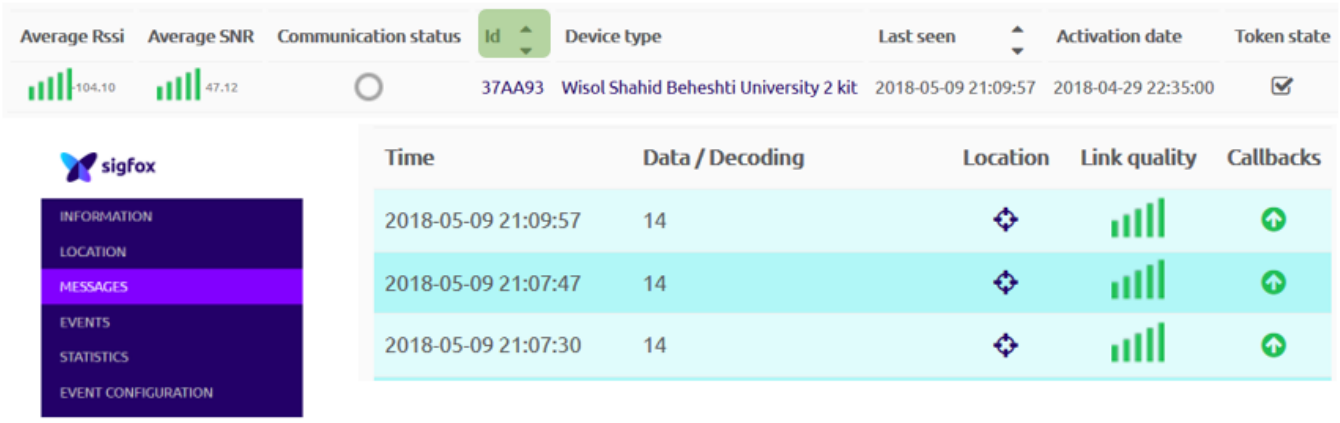
انتخاب هر یک از چهار گزینه برای ایجاد دستگاه مراحل متفاوتی دارد که در شکل زیر مختصراً توضیح داده‌شده است.



شکل ۴-۳-۳ نحوه ایجاد Device (بخش دوم)

چک کردن پیام‌های دستگاه

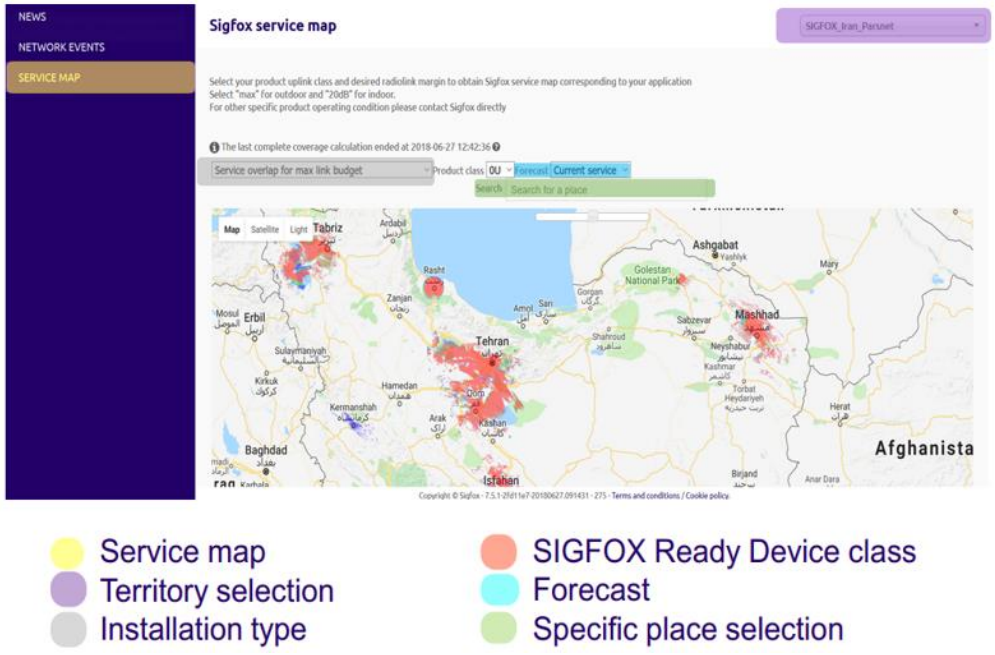
به Device Tab بروید. روی ID دستگاه موردنظر کلیک کنید. به Messages Tab بروید. پیام‌های ارسال‌شده قابل‌مشاهده‌اند.



شکل ۴-۳-۴ چک کردن پیام‌های دستگاه

۴-۵-۲- سرویس نقشه

سرویس نقشه سیگفاکس اطلاعات کلی شامل نواحی تحت پوشش شبکه و تعداد ایستگاه‌های پایه[1] دریافت‌کننده سیگنال را می‌دهد. این نقشه فقط یک راهنمایی است و تضمین‌کننده‌ی سطح سرویس نیست. درواقع سرویس نقشه تقریبی از نواحی تحت پوشش بر اساس پیش‌بینی‌های کامپیوتری است.



شکل ۴-۴-۱ سرویس نقشه

[1] Base Stations

۲-۵-۵- رابط‌های کاربری برنامه‌نویسی و فراخوان‌ها

یکی از مهم‌ترین کاربردها، نحوه دریافت و استفاده از داده‌های ارسال‌شده در Backend در سایر پلتفرم‌ها هست که در این بخش پوشش داده‌شده است.

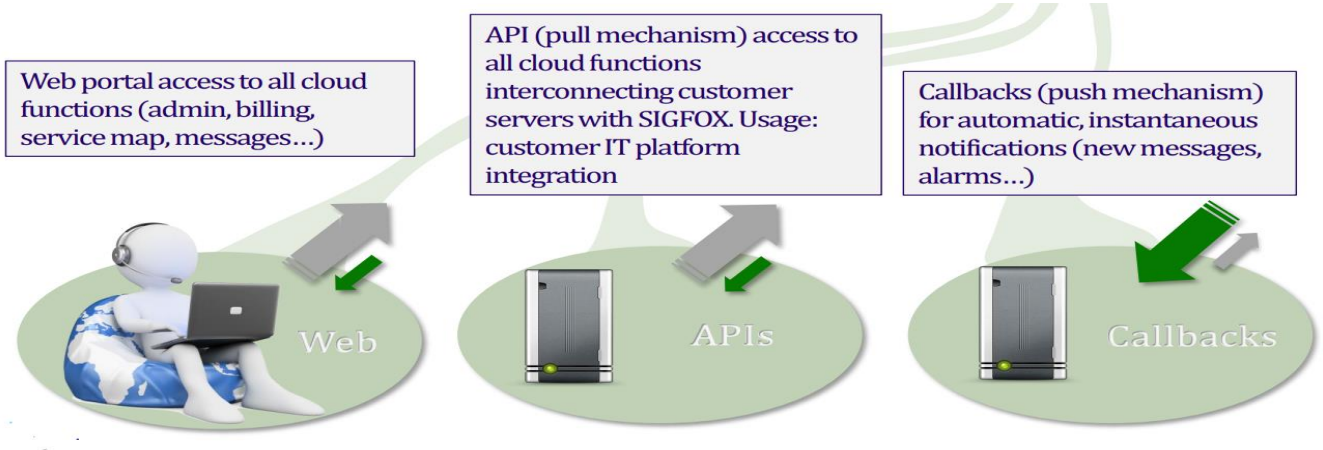
رابط‌های کاربری

سه رابط کاربری متفاوت وجود دارد:

۱. وب‌گاه اینترنتی

۲. رابط کاربری برنامه‌نویسی[1]

۳. فراخوان‌ها[2]



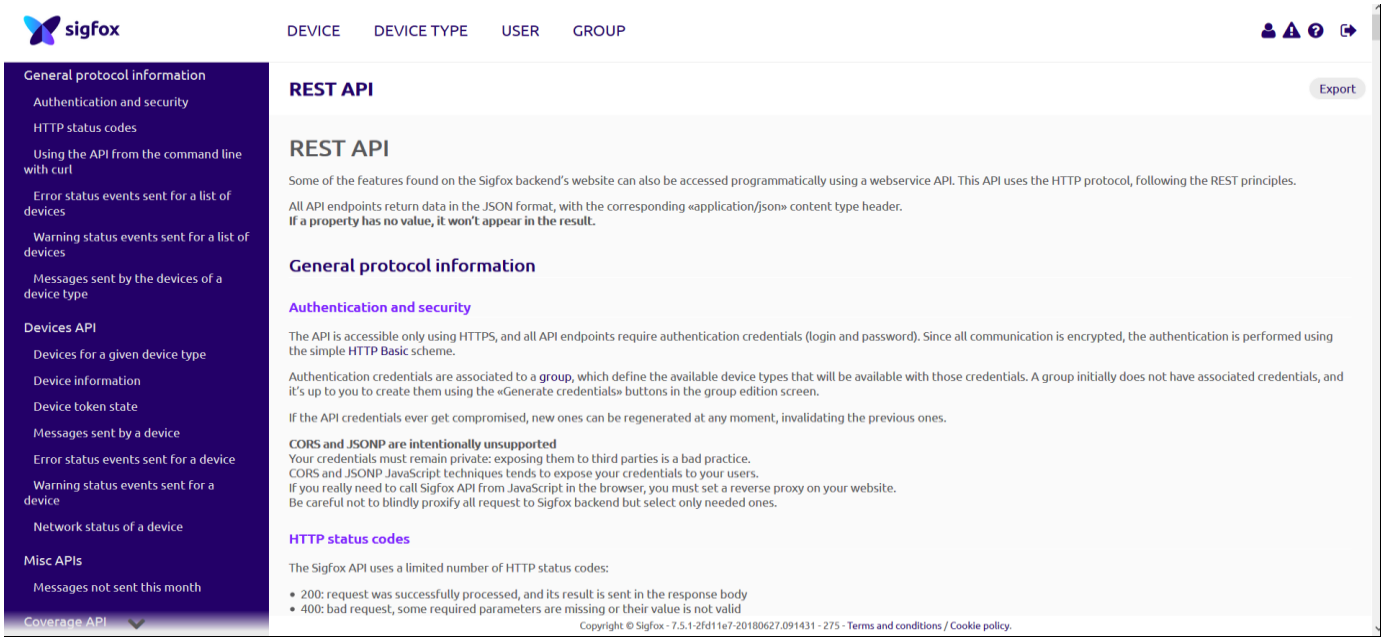
شکل ۴-۵-۱ انواع رابط‌های کاربری

۱ Application Programming Interface
۲ Callbacks

نحوه ایجاد رابط کاربری برنامه‌نویسی

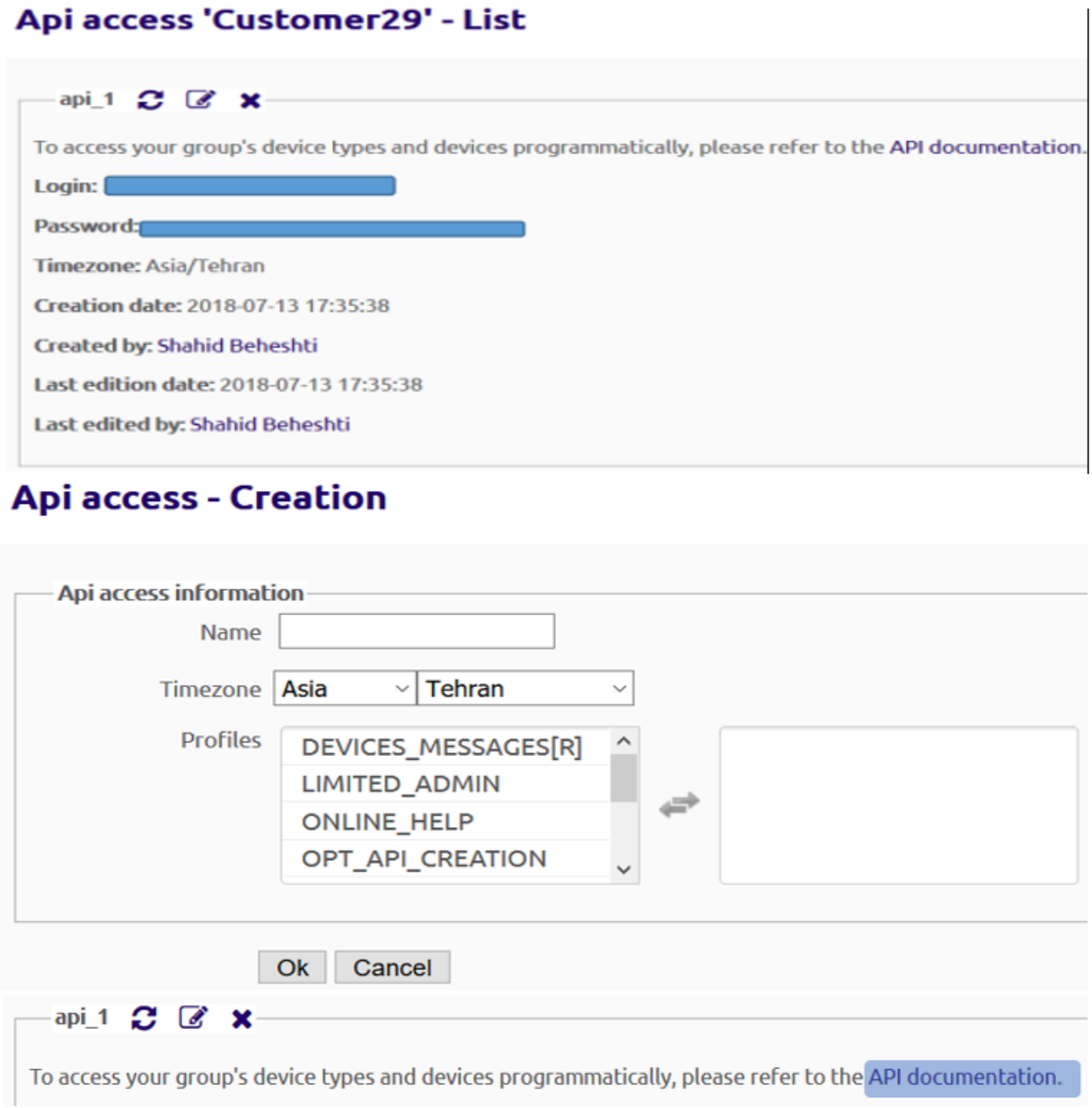
در Group Tab روی API Access و سپس روی New API کلیک کنید.

سطح دسترسی API را مشخص کنید. اطلاعات اساسی API قابل‌استفاده است. مستنداتِ API[1] بر اساس سطوح دسترسی رابط کاربری برنامه‌نویسی[2] و به‌طور اختصاصی تعیین می‌شوند.



شکل ۴-۵-۲ مستندات رابط کاربری برنامه‌نویسی

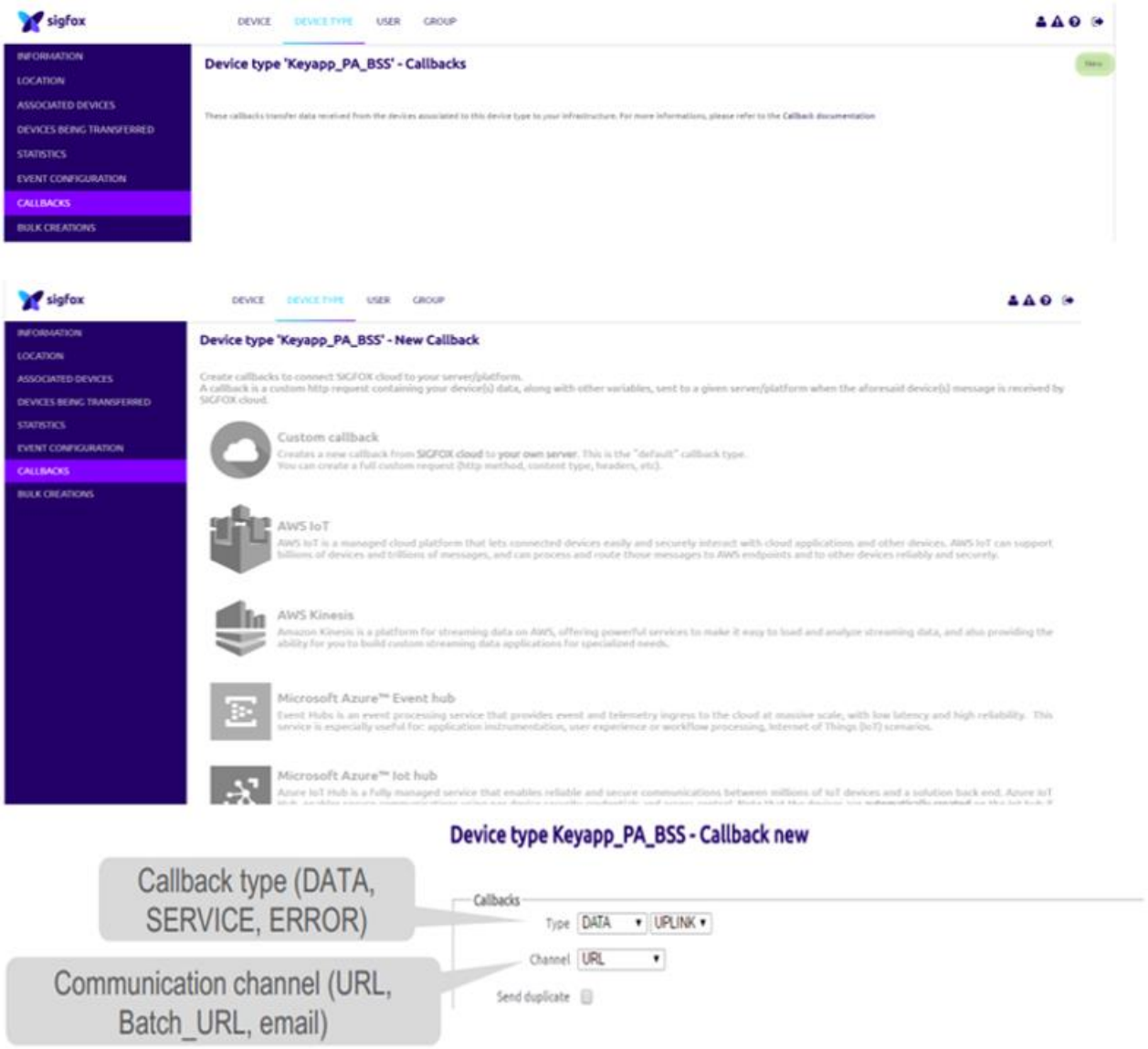
[1] API Documentation
[2] API Access Rights



شکل ۴-۵-۳ ایجاد رابط کاربری برنامه‌نویسی

ایجاد فراخوان

در Device type Tab روی Callbacks و سپس روی New کلیک کنید. یکی از انواع Callback را انتخاب کنید(برای مثال Custom callback). اطلاعات Callback را وارد کنید.



شکل ۴-۵-۴ ایجاد فراخوان (بخش اول)

سه نوع Callback وجود دارد:

۱. DATA: خود به دو نوع Uplinkو BIDIR تقسیم می‌شود که Uplink برای ارسال پیام‌های Uplink به پلتفرم موردنظر است و BIDIR پس از ارسال پیام Uplink منتظر دریافت یک DOWNLINK از همان پلتفرم می‌ماند.

۲. ERROR: در صورت مشکل در ارتباط، امکان تشخیص اینکه مشکل از شبکه و یا یک Device است (با استفاده از مقدار keep alive تعریف‌شده برای Device) را می‌دهد.

۳. SERVICE: سرویس‌های اضافی را بر اساس اطلاعات شبکه یا پیام‌های سرویس فراهم می‌کند.

STATUS: اطلاعات دما و باتری دستگاه که توسط پیام‌های سرویس فراهم می‌شوند.

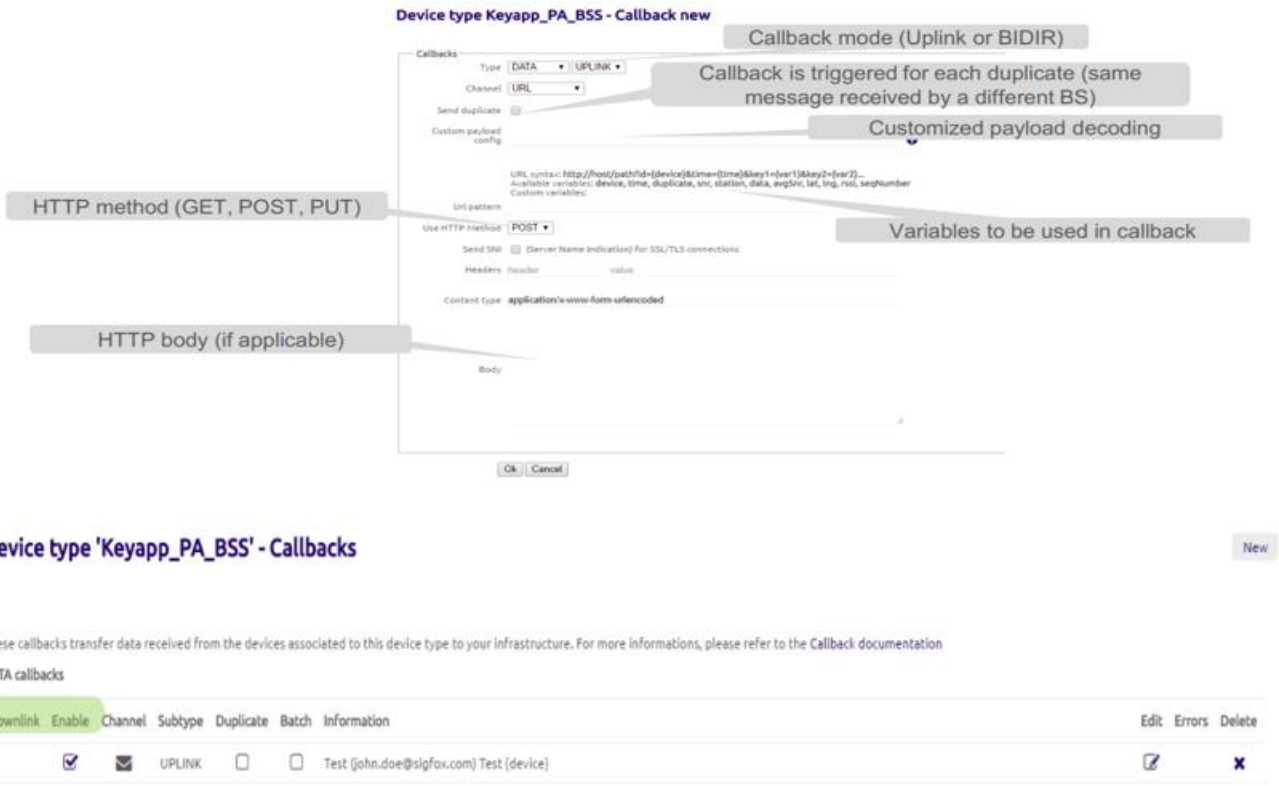
GEOLOC: در صورت فعال کردن Spot در دسترس است.

ACK: وضعیت انتقال downlink. توجه کنید که این تضمین‌کننده دریافت پیام توسط device نیست.

استفاده از Batch_URL برای محدود کردن تعداد درخواست‌ها هنگام بازیابی پیام‌ها توصیه می‌شود. Batch_URLپیام‌ها را مستقل از ارسال HTTP request، هر یک ثانیه جمع‌آوری می‌کند.

چک کنید که Enable و همین‌طور Downlink (در صورت ایجاد BIDIR Callback[1]) انتخاب‌شده باشد.

[1] Bidirectional Callback



شکل ۴-۵-۵ ایجاد فراخوان (بخش دوم)

۲-۶- انتقال دیتا از بکند به سرور

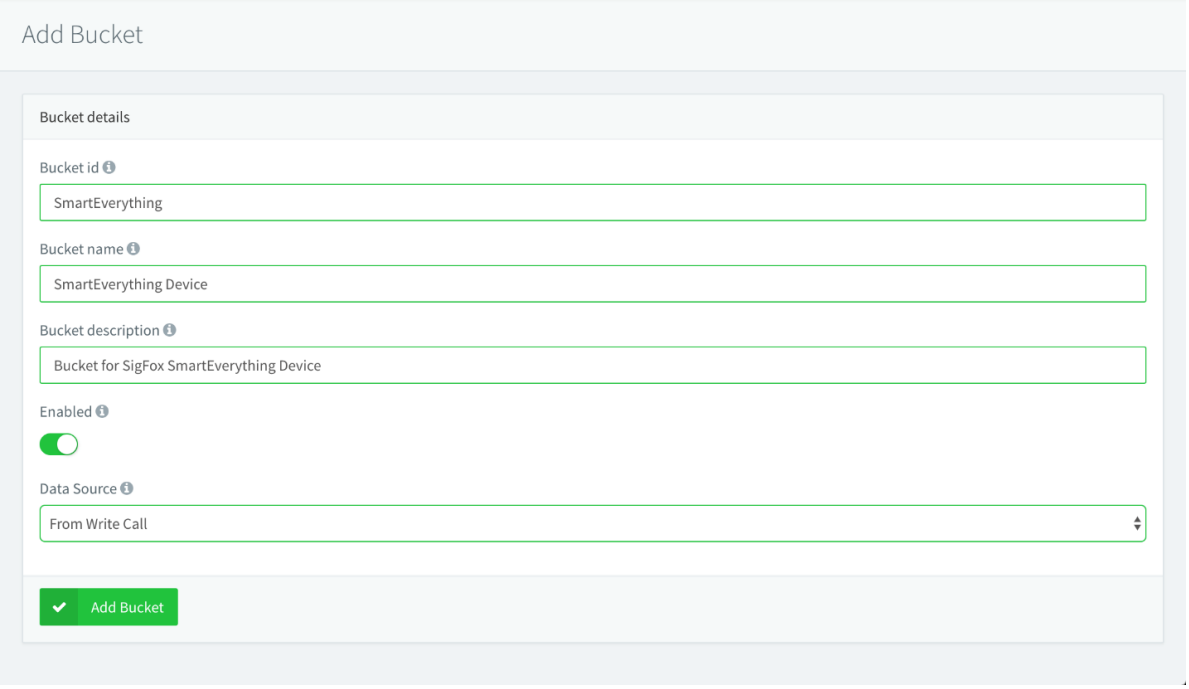
یکی از مشکلات بک‌اند سیگفاکس عدم ارائه ابزار و پلتفرم مناسب برای مشاهده، تحلیل و دسته‌بندی سیگفاکس هست که برای این کار باید از یکی از پلتفرم‌های مختلف موجود در بازار مانند Microsoft Azure, Amazon WebServices, Google Cloud IoT و ... استفاده کنید. یکی از پلتفرم‌های مناسب که رایگان و کاملاً اوپن سورس هست پلتفرم Thinger.io است که در اینجا نحوه اتصال این پلتفرم به بک‌اند سیگفاکس و استفاده از آن برای جمع‌آوری، تحلیل داده‌ها، رسم نمودار، رسم نقشه و ... آموزش داده می‌شود. ازآنجایی‌که در سیگفاکس محدودیتی برای پلتفرم مورداستفاده وجود ندارد در صورت تمایل می‌توانید از هرگونه پلتفرم دلخواه خود استفاده کنید.

۲-۶-۱- ایجاد کردن یک سطل داده [۱۵]

سطل داده‌ها حافظه‌های داده‌هایی هستند که اطلاعات دریافت شده توسط دیوایس های سیگفاکس را ذخیره می‌کنند. بنابراین برای جمع‌آوری داده‌های ارسال‌شده توسط این دیوایس ها نیازمندیم که یک سطل داده ایجاد کنیم. می‌توان از یک سطل داده برای چندین دیوایس استفاده کرد اما توصیه می‌شود که از هر سطل داده برای یک دیوایس استفاده شود تا امکان رسم کردن نمودار در حوزه زمان امکان‌پذیر باشد.

در کنسول کلاد Thinger.io، بر روی قسمت Buckets کلیک کنید و سپس یک سطل داده ایجاد کنید.

[۱] Data Bucket



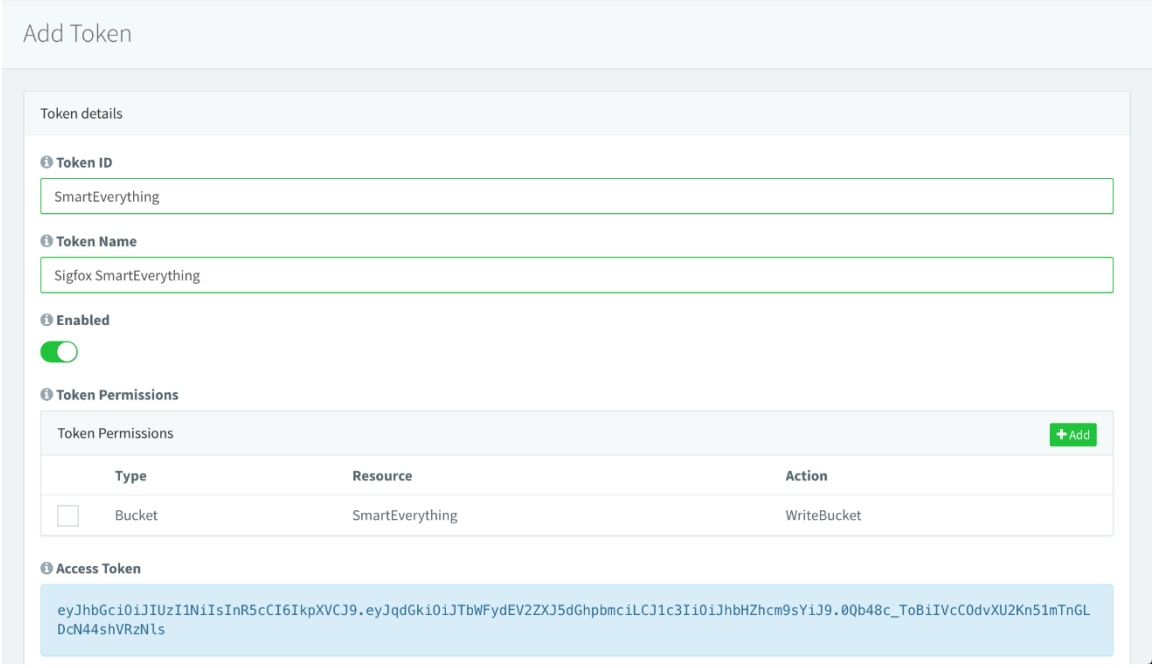
شکل ۵-۱-۱ ایجاد یک سطل داده

۱) Bucket id: مشخصه سطل که باید یکتا باشد تا بتوان آن را از بقیه سطل‌ها تمییز داد و در Backend سیگفاکس از آن استفاده کرد. در این مثال آن را Smart Everything می‌نامیم.
۲) Bucket Name: اسم سطل که برای تشخیص کاربر است و می‌توان از هر چیزی استفاده کرد.
۳) Bucket Description : توضیحاتی برای یادآوری هدف و مشخصات سطل
۴) Enabled: برای فعال بودن باید انتخاب‌شده باشد.
۵) Data Source: ازآنجایی‌که دیوایس های سیگفاکس به‌طور مستقیم به پلتفرم وصل نیستند، باید گزینه From Write Call انتخاب شود.

۲-۶-۲- ایجاد کردن یک نشانه دسترسی [۱۶]

حال که سطل داده را ایجاد کردیم، برای دسترسی به این سطل از خارج نیاز به یک مشخصات شناسایی داریم. برای این کار باید یک نشانه دسترسی ایجاد کنیم که به بک‌اند سیگفاکس اجازه دسترسی به سطل داده مربوط را بدهد. برای این کار بخش Access Token را بازکرده و یک نشانه دسترسی جدید ایجاد کنید :

[۱] Access Token



شکل ۵-۲-۱ ایجاد یک نشانه دسترسی

۱) Token ID: مشخصه یکتای Token.

۲) Token Name: اسم Token که برای تشخیص کاربر هست.

۳) Enabled : برای فعال بودن باید انتخاب‌شده باشد

۴) Token Permission: برای دسترسی به سطل داده ما که آن‌ها Smart Everything نامیدیم، باید اجازه دسترسی Write Bucket به این سطل را بدهیم.

در انتها بر روی گزینه Add Token کلیک کرده و یک کد Token رمزگذاری شده دریافت می‌کنیم که برای مراحل بعدی به آن نیاز خواهیم داشت.

۲-۶-۳- ایجاد یک فراخوان سیگفاکس

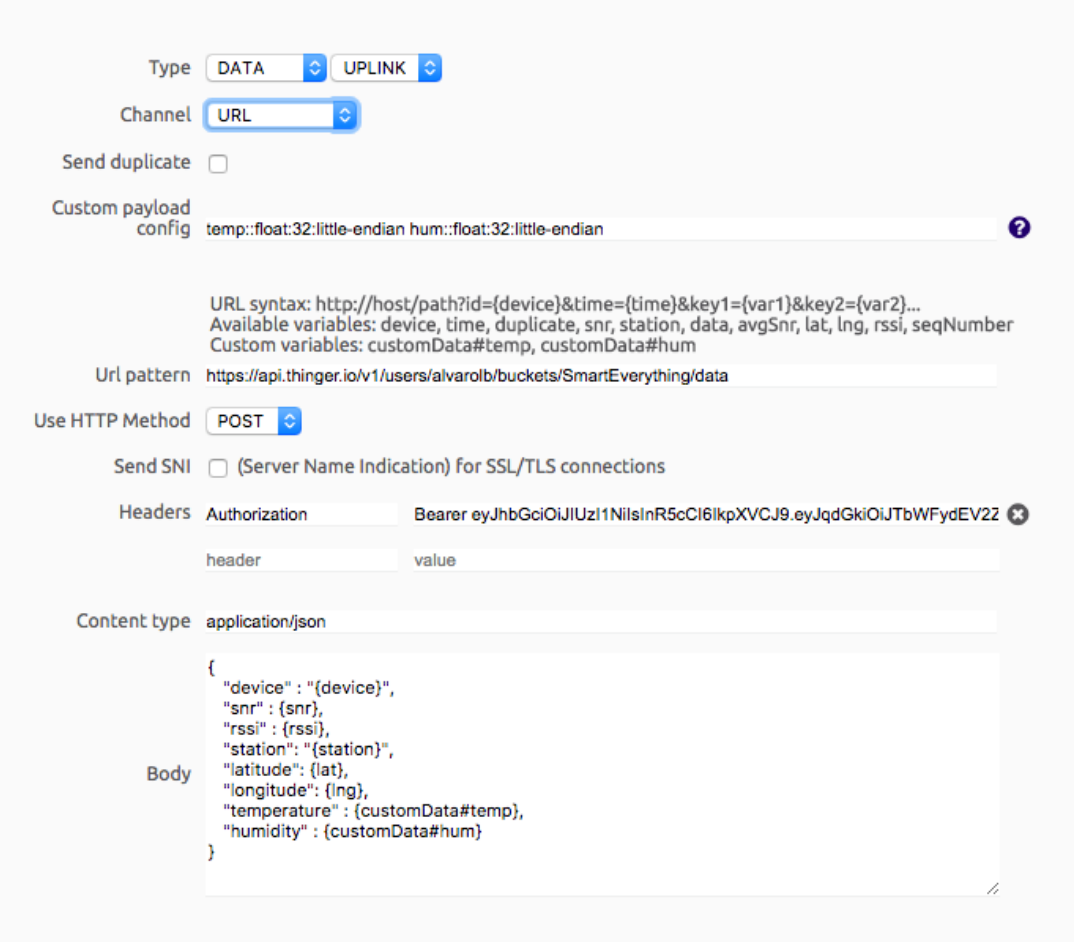
در این مرحله یک فراخوان[۱۷] سیگفاکس ایجاد می‌کنیم که اطلاعات دریافت شده از طریق دیوایس ها را مستقیماً به سمت پلتفرم کلاد ارسال کند.

برای این کار مراحل زیر را انجام دهید :

۱) به https://backend.sigfox.com رفته و به اکانت خود لاگین کنید.

۲) در قسمت Device Type بروید و سپس گزینه Callbacks را انتخاب کنید.

۳) گزینه Custom Callbacks را انتخاب کنید.



شکل ۵-۳-۱ تنظیمات کال بک و اتصال به پلتفرم

[۱] Callback

۱) Type: DATA و به‌صورت UPLINK باشد زیرا قصد ارسال اطلاعات دریافتی راداریم.

۲) Channel: دو گزینه URL و Email وجود دارد که در اینجا URL را انتخاب می‌کنیم.

۳) Send Duplicate: این گزینه تکرارهای دریافتی توسط آنتن ثانویه را ارسال می‌کند. با توجه به نیاز خود می‌توانید آن را غیرفعال کنید.

۴) Custom Payload Config : این فیلد بستگی به اطلاعات ارسال توسط دیوایس سیگفاکس شما دارد. برای مثال اگر دیوایس مقدار دما و رطوبت را به‌صورت عدد اعشاری شناور ۳۲ بیتی ارسال می‌کند مقدار این فیلد به‌صورت زیر هست :

```
temp::float:32:little-endian hum::float:32:little-endian
```

که درواقع در اینجا متغیرهای temp و hum را تعریف کردیم. توجه کنید که سیگفاکس فقط از ۱۲ بایت داده در هر مسیج پشتیبانی می‌کند بنابراین باید این فضا را به‌صورت بهینه استفاده کنید.

۵) Url Pattern: این فیلد باید با توجه به اسم سطل داده و یوزرنیم کلاد نوشته شود. فرم کلی آن به‌صورت زیر است :

https://{cloud_url}/v1/users/{user_id}/buckets/{bucket_id}/data

که در آن cloud_url آدرس ادمین کلاد، user_id یوزرنیم مربوط به کلاد و bucket_id مشخصه یکتای سطل داده هست.

۶) HTTP Method: گزینه POST را انتخاب می‌کنیم.

۷) Headers: در این قسمت باید از Token ساخته‌شده استفاده کنیم. در فیلد اول که مربوط به نام است عبارت "Authorization" را و در فیلد دوم عبارت زیر را وارد می‌کنیم :

```
Barer {access_token}
```

که access_token همان Token ایجاد شده در مرحله قبل می باشد.

۸) Content Type: گزینه application/json انتخاب شود.

۹) Body: در اینجا می‌توانید اطلاعاتی را که می‌خواهید به کلاد ارسال کنید، همراه با نام‌گذاری مربوطه تنظیم کنید. برای مثال :

```
{
   "device" : "{device}",
   "snr" : {snr},
   "rssi" : {rssi},
   "station": "{station}",
   "latitude": {lat},
   "longitude": {lng},
   "temperature" : {customData#temp},
   "humidity" : {customData#hum}
}
```

شکل ۵-۳-۲ نمونه‌ای از اطلاعات ارسالی در بدنه پیغام

در اینجا برخی از متغیرهای مربوط به سیگفاکس مانند {device} و یا {snr} را با داده‌های ایجادشده توسط خودمان مانند {customData#temp} ترکیب کردیم.

با دنبال کردن این مراحل اکنون بک‌اند سیگفاکس به پلتفرم کلاد Thinger.io متصل هست.

۲-۷- چند نمونه از کاربردها

شهر هوشمند

با مجموعه جدید فنّاوری IOT که توسط شبکه سیگفاکس به اینترنت اشیا اختصاص داده‌شده است ، شهرها بسیار هوشمندتر شده‌اند. نسل بعدی کاربردهای IOT وابسته به سیگفاکس، موانع ایجادشده توسط دستگاه‌های دیگر را از بین می‌برد تا یک ارتباط آسان و مقرون‌به‌صرفه به وجود آید. از اندازه‌گیری کیفیت هوا، تا کپسول‌های آتش‌نشانی و سطل‌های زباله هوشمند، IOT یک بستر از کاربردهای مقرون‌به‌صرفه فراهم می‌کند تا شما بتوانید یک شهر را با هزینه پایین هوشمند نمایید.

پیدا کردن جای پارک و ساده‌سازی اجازه پارک کردن

مسئولین شهر باید دائماً خیابان‌ها را ببندند، مسیر ترافیک را تغییر دهند و مردم را از تعمیرات جاده‌ای مطلع کنند. علائم جاده متصل به اینترنت، می‌توانند این پروسه را با نمایشگرهای دیجیتالی که روزها و زمان‌هایی که پارک کردن مجاز است را نشان می‌دهند، ساده‌تر کنند. این عمل با استفاده از اتصال downlink سیگفاکس از راه دور انجام می‌شود. این علائم حتی می‌توانند جابجایی یا تکان خوردن را با استفاده از فعال کردن هشدار به پلیس محلی یا سایر مقامات مربوط در صورت مزاحمت‌های این‌چنین تشخیص دهند.

بهبود امنیت غذا

دمای غذا برای سلامت آن به‌خصوص برای غذای کودکان در مدرسه یا بیماران بسیار حیاتی است. کاربردهای Iot می‌توانند از طریق اندازه‌گیری دقیق دمای محل نگهداری غذا به اطمینان از سلامت آن کمک کنند. دستگاه

اندازه‌گیری دما در صورت سطح دمای غیرعادی یک هشدار ارسال می‌کند، بدین ترتیب کارمندان می‌توانند در لحظه برای برگرداندن به دمای درست اقدام کنند که باعث جلوگیری از آلودگی میکروبی و خرابی غذا می‌گردد.

بهبود سرویس‌های اشتراک دوچرخه با geolocation

اشتراک دوچرخه در شهرها به‌شدت در حال محبوب شدن است تا بتواند به چالش‌های تغییر اقلیم کمک کند و به شهروندان یک‌راه جایگزین برای حمل‌ونقل ارائه دهد. با آپدیت‌های زمانی محل دوچرخه‌ها که از طریق شبکه عمومی lot سیگفاکس ارسال می‌شود، شهرها و شرکت‌های اشتراک دوچرخه با تطبیق عرضه و تقاضا با استفاده از نواحی موردنیاز دوچرخه می‌توانند سرویس‌های بهتری ارائه کنند. این کار نه‌تنها باعث کاهش بی‌مسئولیتی‌هایی از قبیل پارک غیرقانونی یا استفاده بیش‌ازحد می‌شود بلکه مشکلات ناشی از دزدی و تخریب اموال عمومی هم کاهش می‌یابد.

جمع‌آوری داده‌ها برای نظارت بر کیفیت هوا

سنسورهای فعال Sigfox نصبشان آسان و ارزان است به‌طوری‌که کل شهر را می‌توان پوشش داد و این امکان را فراهم آورد که چندین معیار مانند رطوبت , دما , کیفیت هوا و غیره کنترل شوند . برخی از شهرها حسگرهایی برای حرکت وسایل نقلیه به‌طور مثال اتوبوس‌ها برای جمع‌آوری داده‌های بیشتر در طول روز نصب‌کرده‌اند . با افزایش دسترسی به داده‌ها , نقشه‌برداری بی‌درنگ آلودگی هوا و پیش‌بینی آلودگی آسان‌تر می‌شود.

بهینه کردن راه‌های جمع‌آوری زباله

می‌توان برای صرفه‌جویی در وقت، انرژی و هزینه با سنسورهای التراسونیک کم‌توان که سطح زباله‌دان‌ها را نشان می‌دهد، جمع‌آوری زباله را بهینه کرد. سنسورها همچنین اطلاعات ارزشمندی را درباره کاربرد زباله ، چرخه تخلیه و موارد دیگر ارائه می‌کنند. این راه می‌تواند موجب صرفه‌جویی در وقت، انرژی و هزینه شود.

جمع‌آوری آسان داده‌های مصرفی

پایان دادن به خواندن کارکرد مصرف آب , گاز و برق به‌صورت مکانیکی. از این طریق می‌توانید کنتورهای خود، مسائلی مانند نشت و خرابی‌ها را کنترل و بهینه‌سازی کنید . شرکت‌های خدماتی می‌توانند صورت‌حساب را کنترل و خدماتشان را از راه دور فعال و غیرفعال کنند. کنتور هوشمند IoT می‌تواند داده‌ها را فوراً بر روی شبکه عمومی Sigfox انتقال دهد و نیازی به تعویض یا شارژ باتری برای چند سال ندارد .

شیرهای آتش‌نشانی: نظارت به‌موقع بر مشکلات بالقوه

میزان مصرف آب شیرهای آتش‌نشانی با حسگرهای فشار IoT مشخص می‌شود و هشدار را به‌موقع دریافت می‌کند .نصب یک سنسور شتاب سنج موجب می‌شود تا اگر یک دریچه شکسته , چکه چکه و یا عملکرد نادرست داشته باشد فوراً هشدار ارسال شود. نصب یک‌پایش درجه حرارت به جلوگیری از آسیب سرما و هوای سرد در شرایط آب و هوایی نامساعد و زمستانی کمک کند .

نظارت بر تجهیزات آب از راه دور

سنسورهای IOT اطلاعات مهمی را در مورد شرایط زیربنایی آب فراهم می‌کنند تا به جلوگیری از خرابی و سیل، و همچنین افزایش کارایی خدمه تعمیر و نگهداری کمک کند. نظارت بر سطح، فشار،PH، شوری، ORP و جریان آب از راه دور به این معنی است که شما می‌توانید تأمین آب‌لوله‌کشی و نظارت به شبکه آب‌رسانی و عملیات درمان را کنترل کنید.

حذف بازدیدها از باغ‌های عمومی برای بررسی رطوبت خاک

به لطف حسگرهای فعال IOT , بررسی وضعیت خاک از راه دور می‌تواند برای صرفه‌جویی در هزینه به حداقل رساندن آب زدایی گیاه انجام شود . علاوه بر کاهش هزینه جایگزین کردن گیاهان , این راه میزان استفاده از آب را نیز بهینه می‌کند .

نظارت و نگهداری شبکه‌های روشنایی خیابانی از راه دور

برنامه‌های تعمیر و نگهداری را با شناسایی گرمای بیش‌ازحد ، کمبود منبع تغذیه و لامپ‌های شکسته توسط سنسورهای فعال IOT می‌توان کنترل کرد. به‌جای انجام بازدیدهای روزمره ، کارگران را تنها زمانی که لازم است مستقر می‌کنند. استفاده از سنسورهای شدت نور IOT برای کنترل میزان شدت نور برای صرفه جویی در انرژی.

بینش کامل در مورد ساختارهای مهندسی

با استفاده از حس‌گرهای فعال IOT می‌توان میزان آسیب به ساختمان‌ها و سازه‌های مهندسی با اندازه‌گیری ترک و اندازه‌گیری فشار در عناصر ساختاری کلیدی را تشخیص داد. همچنین از آسیب گسترده ساختمان با پیش‌بینی به‌موقع و تعمیرات پیش‌بینی‌شده، جلوگیری نمود.

پیوست :

- Technical overview :
  https://storage.sbg1.cloud.ovh.net/v1/AUTH_669d7dfced0b44518cb186841d7cbd75/dev_medias/build_technicalOverview.pdf
- Antenna design:
  https://storage.sbg1.cloud.ovh.net/v1/AUTH_669d7dfced0b44518cb186841d7cbd75/dev_medias/build_Antenna%20design%20for%20Sigfox-Ready%20devices.pdf

  https://storage.sbg1.cloud.ovh.net/v1/AUTH_669d7dfced0b44518cb186841d7cbd75/dev_medias/build_Sens'it%20antenna%20user%20guide%20V2.pdf

- Chipset of Sigfox module datasheet:
  https://storage.sbg1.cloud.ovh.net/v1/AUTH_669d7dfced0b44518cb186841d7cbd75/prod_medias/j1vwx1al_ax-sfeu-d.pdf
  https://partners.sigfox.com/products/ax-sfeu-soc-ax-sfeu-api-soc

فصل سوم

پارکینگ هوشمند

۳-۱- مقدمه

با توجه به افزایش تعداد خودروها، نیاز به پیدا کردن جای پارک مناسب در کوتاه ترین زمان و به صورت آنلاین مخصوصاً در ایام پایان هفته، یا ساعت های اوج شلوغی ضروری است؛عدم وجود پارکینگ هوشمند باعث تلف شدن وقت، مصرف بیشتر بنزین و آلودگی بیشتر هوا می گردد. سیستم پارکینگ هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در مکان های پارک تعبیه می شود و داده های مربوط به خالی بودن یا نبودن آن مکان پارک به سرور انتقال یافته و رانندگان از طریق اپلیکیشن نصب شده در تلفن همراه خود که با سرور در ارتباط هستند و می توانند به صورت آنلاین نزدیک ترین مکان پارک خالی را پیدا کرده و از آن استفاده کنند.

۳-۲-قطعات استفاده شده

در این پروژه ما به یک سنسور نیاز داریم برای تشخیص پر یا خالی بودن جای پارک. سنسور استفاده شده سنسور آلتراسونیک است که بیشتر برای فضای بسته مناسب است برای فضای بیرون و خیابان های سطح شهر سنسور مغناطیسی بهتر عمل میکند.این سنسور به برد آردوینو متصل میشود و باتوجه به پر یا خالی بودن جای پارک ۱ یا ۰ به بکند سیگفاکس ارسال میکند این عمل به صورت زنده و دائم در بازه زمانی مشخص صورت میگیرد. سپس از طریق نرم افزار اندروید این داده های ۰ و ۱ از بکند گرفته میشود و وضعیت جای پارک روی نرم افزار قابل مشاهده است.قطعات استفاده شده :

برد آردوینو mkrfox1200

سنسور آلتراسونیک (sfr05)

آنتن GSM برد mkrfox1200

۳-۳- معرفی قطعات

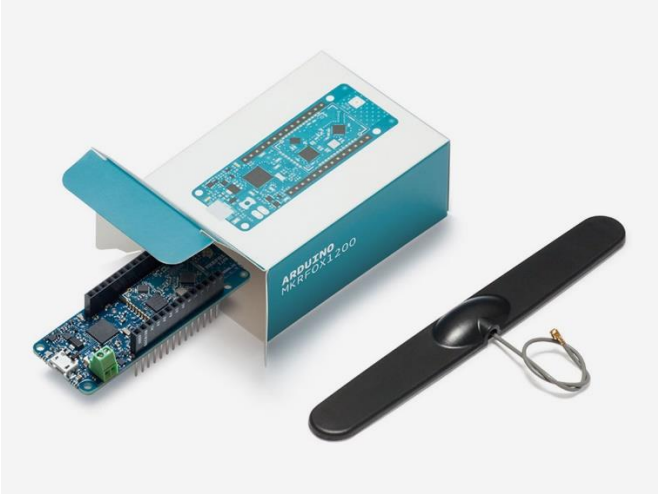
سنسور آلتراسونیک : این ماژول امواج صوتی با فرکانس بالا ایجاد می‌کنند و موج بازتاب شده را دریافت و تحلیل می‌کنند. این ماژول با محاسبه زمان بین فرستادن سیگنال و گرفتن بازتاب، فاصله جسم را محاسبه می‌کنند.

برد آردوینو mkrfox1200 : این یک برد توسعه یافته در زمینه اینترنت اشیاء است که قابلیت اتصال به شبکه سیگفاکس را دارد. این برد دارای یک آنتن GSM برای اتصال به شبکه سیگفاکس است.

۳-۴- نحوه اتصالات سنسور به برد

سنسور آلتراسونیک sfr05 پنج پایه دارد که از چهار پایه آن استفاده میکنیم و پایه OUT بدون اتصال میماند.

ULTRASONIC



MKRFOX1200

نحوه اتصالات به این صورت است :

- پایه GND سنسور به GND برد
- پایه VCC سنسور به VCC برد
- پایه TRIG به پایه شماره ۱۲ برد
- پایه ECHO به پایه ۱۱ برد

۳-۵- کدنویسی آردوینو

کد پروژه به این صورت است که سنسور آلتراسونیک فاصله تا جسم مقابل خود را که همان ماشین است اندازه گیری میکند.سپس یک بازه مشخص میکنیم که اگر فاصله از این مقدار بیشتر بود یعنی ماشین در جای پارک وجود ندارد و درغیر این صورت ماشین پارک شده است.بعد از آن با توجه به پارک بودن ماشین عدد ۱ و خالی بودن جای پارک عدد ۰ را به سایت بکند سیگفاکس ارسال میکند.

```
#include <SigFox.h>


const int TRIG_PIN = 12;
const int ECHO_PIN = 11;


int msg;



void send_data(int ){


  SigFox.begin();
  delay(100);
  SigFox.status();
  delay(1);
  SigFox.beginPacket();
  SigFox.write(msg);
  SigFox.endPacket();
 }
```

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
 pinMode(TRIG_PIN,OUTPUT);
 pinMode(ECHO_PIN,INPUT);

}

 void loop() {
  long duration, distanceCm, distanceIn , distanceCmm;

 digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
 delayMicroseconds(2);
 digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
 delayMicroseconds(10);
 digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
 duration = pulseIn(ECHO_PIN,HIGH);
 distanceCm = duration / 29.1 / 2 ;
 Serial.print(distanceCm);

 if (distanceCm <= 20 ){
  msg=0x00;
 }
 else {
  msg=0x01;
 }
  send_data(msg);

}
```