包括:トリリオン/LTE-Mリーフを利用した省電力,データ送信プラットフォームの試作

2021年7月16日

KDDI株式会社 サービス技術部

LTE-Mリーフ導入ガイド

１．概要

本ドキュメントLTE-Mリーフをセンサーノードとして利用するための設定方法を記載したものである

２．LTE-Mリーフのファームウェア

2-1. Arduino-IDEのセットアップ

LTE-MリーフをArudinoで利用できるようにするためボードマネージャ登録を行いLTE-Mリーフを導入する

環境設定

環境設定画面を開きボードマネージャURLに次のURLを追加する

```
https://github.com/mi-saitou/LTE-M-Leaf/raw/main/package_stm_index.json
```

ボードの選択

ツール→ボードマネージャを選択する
検索窓にstm32と入力
選択肢にSTM32 cores with LPWAが表示されるのでインストールを行う
本ファームウェアをビルドする際は1.9.1-Release3以降をインストールすること
インストール後はボード選択に[STM32 board ..]が追加されるので
[STM32 board...]->[KDDI lpwa device]を選択する

ボード選択についてはデフォルト値を用いる
USB support は「なし」を選択すること
※STM32 deep-sleepを利用しているためUSB接続が不能となるため

2-1. ファームウェアのビルド

利用外部ライブラリ

ファームウェアでは外部ライブラリとして次のものを使用している
ArduinoJson
ClosedCube_OPT3001
Grove-Barometer_Sensor_BME280
SparkFun_CCS811_Arduino_Library
STM32LowPower

STM32RTC
これらのライブラリについては次のファイルとして同梱しているのでArduino/Libraries以下に展開する
LTEM_leaf_libraries.zip (arduinoライブラリ)

ソースコードの展開

ファームウェアのソースコードはzip形式で圧縮されている
LTEM_sensor_node_20210714.zip (ファームウェア本体)

ファームウェア「LTEM_sensor_node_20210714.zip」はArudinoフォルダに展開

ビルドと書き込み

ビルドと書き込み次の手順で行う

・ArduinoIDEを起動し「LTEM_sensor_node_20210714.ino」を開く
・LTE-MリーフとPCをUSBケーブルで接続
・LTE-MリーフのCN703にシリアルケーブルを接続
　11ピンをTXD
　12ピンをRXD
　20ピンをGND

・LTE-Mリーフ上にあるS702ボタンを押したまま電源をオンにする
　2個のLED(赤、緑)が点灯する

・ArduinoIDE上にある書き込みボタンを押す
　ビルドが開始されビルド後は自動的に書き込みが行われる
　書き込みが終わると2個のLEDが消灯する
　※ファームウェア起動により赤LEDが点灯

書き込みが終わったら一旦LTE-Mリーフの電源をオフする

3．設定ファイル

今回導入するファームウェアは設定ファイルに内容に従い LTE-Mリーフの動作が決定されるようになっている
次に示す方法にて設定ファイルを作成しクラウドに格納を行う

3-1. 設定ファイルの名称

設定ファイルはLTE-Mリーフに搭載されているSIMに紐づけされるようになっており次のようなファイル名称となる

settingXXXXXXXXXXXX.txt
XXXXXXXXXXXX部分はSIM表面に印刷されている12桁の番号iccid

例) SIMに8981300025200054515と印刷されている場合
setting8981300025200054515.txt

3-2. 設定ファイルの記述方法

設定ファイルの内容について次に示す

```
{
  "iccid": "8981300025200054515",
  "setting": {
    "interval_sec": 300,
    "xmit_per_sample": 1,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": true,
    "humidity": true,
    "pressure": true,
    "illuminance": true,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": false,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": false
  }
}
```

このファイル形式に従い必要に応じて修正を行う
(1) 共通
・iccid
　ファイル名と同じ番号を記載する
(2) データ収集/送信設定
・interval_sec --数値
　センサー収集周期を秒単位で指定する
　最小値は300秒
　GPS等、データ収集に時間が掛かるセンサーを選択した場合はセンサー収集時間が優先される
　データ収集時間が本設定よりも長い場合は本設定を無視して次のセンサー収集が始まるので注意すること

・xmit_per_sample --数値
　データ送信周期
　センサー収集回数で指定する

・start_clock --数値
・end_clock --数値
　データ収集時間指定、収集時間範囲をstart/endで指定する
 常時収集する場合は"-1"を指定する

例1) 午前9時から午後６時まで収集
"start_clock": 6,
"end_clock": 18,

例2) 午後１０時から午前６時まで収集
"start_clock": 22,
"end_clock": 6,

例2) 午後１時だけ収集
"start_clock": 13,
"end_clock": 13,

・sleep --true/false
待機時間中に省電力スリープを使用するかを指定
人感カウント等、待機中もアプリ稼働する必要がある場合はfalseを指定すること

・polling_msec --数値[ミリ秒]
sleep指定にてfalseを指定した場合のセンサーポーリング時間
pir(人感カウント)、axis(加速度)、gyro(角速度)のセンサーに対して指定時間でデータ収集を行う
最小設定は500ミリ秒

・gps_timeout --数値[秒]
GPSによる測位収集を行う際に電波が届かず測位に時間が掛かる場合がある
測位を中止するためのタイムアウトを指定する
最小設定は300秒

参考)
晴天時の窓辺における測位成功までで時間は120秒程度

(3) センサー設定
各センサーに対して有効(ture)/無効(false)を設定する
・temperature
温度[°C]

・humidity
湿度[%]

・pressure
大気圧[hpa]

・illuminance
明るさ[lx]

・pir
人感カウント[count]

・co2
二酸化炭素[ppm]

・tvoc
有害物質[%]

・gps
緯度[lat]、経度[lon]

次のセンサーについては動作モードを数値(0: 無効、1:最大値、2:平均値)で設定する
・axis
　重力[g]

・gyro
　角速度[dps]

設定例

設定ファイルの例を以下に示す
・温度、湿度、気圧を１０分毎に収集し１時間ごとにデータ送信

```
{
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 600,
    "xmit_per_sample": 6,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": true,
    "humidity": true,
    "pressure": true,
    "illuminance": false,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": false,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": false
  }
}
```

TIPS:
LPWAデータ送信を行うとボードの温度が上がり次回の温度収集の際に影響が出る場合がある
余熱による影響は１０分程度残ることからセンサー収集周期は１０分以上の設定が望ましい

・GPS測位を１５分毎に行いデータ送信
実動作におけるセンサー収集周期は各センサー、データ送信時間に依存する
センサー収集周期(interval_sec)はGPSタイムアウト(gps_timeout)より長い値を設定する

```
{
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 900,
```

```
    "xmit_per_sample": 1,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": false,
    "humidity": false,
    "pressure": false,
    "illuminance": false,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": false,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": true
  }
```


・CO2,TVOC値を１０分毎に収集し１時間ごとにデータ送信
CO2センサーは温度補正を行うと精度が向上する
温度と湿度も有効にすることを推奨する
※CO2センサーは消費電力が大きいことからUSB給電を行うこと


```
{
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 600,
    "xmit_per_sample": 6,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": true,
    "humidity": true,
    "pressure": false,
    "illuminance": false,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": false,
    "co2": true,
    "tvoc": true,
    "gps": false
  }
}
```

・人感センサーの利用
人感カウントを行い１時間ごとにデータ送信
検出周期は1000ms
STM32のスリープ中にはカウントができないことからスリープ無効を設定する
※省電力動作とならないことからUSB給電を行うこと

```
{
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 3600,
    "xmit_per_sample": 1,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 1000,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": false,
    "humidity": false,
    "pressure": false,
    "illuminance": false,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": true,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": false
  }
}
```

・加速度センサーを用い最大加速度を収集
加速度、ジャイロの最大値を取得し１０分ごとにデータ送信
センサー収集周期は500ms
STM32のスリープ中にはセンサー収集ができないことからスリープ無効を設定する
※省電力動作とならないことからUSB給電を行うこと

```
{
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 600,
    "xmit_per_sample": 1,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
```

```
  },
   "sensors": {
    "temperature": false,
    "humidity": false,
    "pressure": false,
    "illuminance": false,
    "axis": 1,
    "gyro": 1,
    "pir": false,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": false
  }
}
```

3-3. S3クラウドへの格納

設定ファイルを格納する場所としてAWSのS3を使った場合の方法を記載する
HTTPSで前項で作成されたファイル名を使ってアクセスできるクラウドならばAWS以外でも可能

S3バケットの作成

・AWSアカウントでログインしS3の設定に移動する
・[バケットを作成]ボタンを押して新規バケットを作成
バケット名: 任意の名称、既に登録されている名称は利用できないので留意する
AWS リージョン: 任意
このバケットのブロックパブリックアクセス設定：指定なし
バケットのバージョニング：無効
サーバー側の暗号化：無効にする
[バケットの作成」ボタンを押してバケットを作成させる

ファイルのアップロード

・前項で作成したバケットのページに移動する
・[アップロード]ボタンを押すか設定ファイルをドラッグする
・アップロードの画面に代わるのでアップロードを実行
　バケット内のリストにアップロードされたファイルが表示される
・アップロードしたファイルを指定し公開する
　バケット内のリストを選択しアクション→公開を選択、[公開する]ボタンを押す
・ファイルのURLを取得する
　アップロードしたファイルのリンクを押してファイルの詳細を表示する
　オブジェクト URLに記載されている文字列をメモしておく

3-4. SORACOMクラウドの設定

3-3項でアップロードした設定ファイルを参照できるよう設定を行う
・MENUからSIMグループ画面に移動しLTE-Mリーフに搭載されているSIMのグループを選択する
・SORACOM Beam設定を開く
・[+]ボタンを押してwebサイトエントリポイントを選択する

転送先:
プロトコル：HTTPS
ホスト名: lte-m-setting.s3-us-west-2.amazonaws.com
3-3項で取得したURLのうちドメイン部のみを記載する
https://lte-m-setting.s3-us-west-2.amazonaws.com/settingXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.txt
↓
lte-m-setting.s3-us-west-2.amazonaws.com

カスタムヘッダ：
削除 -- Authorization

4．ファームウェアの起動

再度LTE-Mリーフの電源を投入する
赤色のLEDが点灯し、十数秒後に消灯すればセットアップは完了です

ログ

シリアルポートから出力されるログを参考として掲載する

```
===== Starting Sensor cloud damo =====
<info> EPS: trying to attach or searching
LPWA device enabled
SIM ICCID: 8981300025200054523
@@@@@ setup() finish.
@@@@@ loop()
time = 21/05/28 08:29:37.224
connecting LPWA
resume LPWA device
<info> PDP: Connecting
<info> EPS: Not registered
<info> EPS: trying to attach or searching
<info> EPS: Registered, home network
<info> PDP: Connected
LPWA connected
IP: 10.196.215.243
get Network Time: 21/05/28,08:29:46+36
network time differ= 2
calibrate sec= 0
SignalStrength= 13
setting file: /setting8981300025200054523.txt
Status code: 200
Response: {
  "iccid": "8981300025200054523",
  "setting": {
    "interval_sec": 300,
    "xmit_per_sample": 1,
    "start_clock": -1,
    "end_clock": -1,
```

```
    "sleep": true,
    "polling_msec": 500,
    "gps_timeout": 300
  },
   "sensors": {
    "temperature": true,
    "humidity": true,
    "pressure": true,
    "illuminance": true,
    "axis": 0,
    "gyro": 0,
    "pir": false,
    "co2": false,
    "tvoc": false,
    "gps": false
  }
}

iccid: 8981300025200054523
interval_sec: 300
xmit_per_sample: 1
start_clock: -1
end_clock: -1
sleep: 1
gps_timeout: 300
polling_msec: 500
enable sensor: temperature humidity pressure illuminance
load setting complete.
disconnect LPWA
<info> PDP: Closed
power-down LPWA device
<info> power-off LPWA device
power-down sensors.
enter sleep 56 sec
@@@@@ loop()
time = 21/05/28 08:30:44.179
waiting start-time epoc=1622190647 ...OK
Time designation (No time specified)
sensor sample count= 1
@@@@@ LeafBme280::attachSensor()
@@@@@ LeafCcs811::attachSensor()
CCS811 begin exited with: All is well.
@@@@@ LeafOpt3001::attachSensor()
OPT3001 Manufacturer ID21577
OPT3001 Device ID12289
OPT3001 Current Config:
------------------------------
Conversion ready (R):0
Conversion time (R/W):0
```

```
Fault count field (R/W):0
Flag high field (R-only):0
Flag low field (R-only):0
Latch field (R/W):1
Mask exponent field (R/W):0
Mode of conversion operation (R/W):3
Polarity field (R/W):0
Overflow flag (R-only):0
Range number (R/W):C
------------------------------
@@@@@ LeafIcm20602::attachSensor()
icm20602 Device ID :0x12
@@@@@ LeafAk9754::attachSensor()
ak9754 Device ID :0x15
reading sensors. start= 21/05/28 08:30:49.231
read Sensor[BME280]: temperature= 24.18 humidity= 57.00 pressure= 100329
read Sensor[CCS811]:
read Sensor[OPT3001]: illuminance= 2030
read Sensor[ICS20602]:
read Sensor[AK9754]:
connecting LPWA
resume LPWA device
<info> power-on LPWA device
<info> EPS: trying to attach or searching
<info> PDP: Connecting
<info> EPS: Not registered
<info> EPS: trying to attach or searching
<info> EPS: Registered, home network
<info> PDP: Connected
LPWA connected
IP: 10.196.215.243
get Network Time: 21/05/28,08:31:06+36
network time differ= 0
calibrate sec= 0
SignalStrength= 13
Sensor Data(JSON)
{"model":"LTE-M_LeafV3","iccid":"8981300025200054523","time":1622158249,"battery":
[3789],"signalStrength":[13],"temp":[24.18],"humidity":[57],"pressure":
[1003],"illuminance":[2030],"num_sensor":6}
sending 196bytes
send OK
disconnect LPWA
<info> PDP: Closed
power-down LPWA device
<info> power-off LPWA device
power-down sensors.
enter sleep 36 sec
```