

# 課題情報シート

テーマ名 :	低消費電力デバイスを活用したセキュリティシステムの製作				
担当指導員名 :	竹岡 忠士	実施年度 :	28 年度		
施設名 :	中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216h)

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

IoT 型センサデバイスとして作成する小型 BLE デバイスを、無線を使用しながらも、ボタン電池で数 100 日動作させる為に、各ブロックを低消費電流とする必要があります。

まず焦電センサ回路は、超低消費電力オペアンプを使用し、さらに回路を工夫しました。また PIC®マイクロコントローラは XLP タイプを使用し、人を検出していない時はスリープ状態に入り、低消費電力化させました。さらに BLE モジュール(RN4020®)は Deep Sleep モードを活用しました。

上記の対策をすべて導入した場合、小型 BLE デバイス全体でのスタンバイ時の電流を  $30\mu\text{A}$ 、人物反応時  $1.2\text{mA}$  の低電流化を達成しました。小型のボタン電池 CR2032 を使用した場合でも 196 日間の動作が可能と見積もれます。

小型 BLE デバイスからの通信を受け取るホストシステムは、小型のスティック CPU (Windows10®) を採用し C#®フォームアプリにおいて、BLE 通信を受信し、人の検出時間などのデータを ACCESS®データベースに集計しました。

集計した各週、各時間における人の検出回数の過去のデータと現時点のデータを比較し、過去データより多く人の反応を検出した場合、何らかの異常が発生していると判断し、アラームメールを出すことのできるセキュリティシステムを開発しました。

Windows®での BLE 受信方法に関する資料が少ない状態でしたが、Windows10®により導入されたランタイム WinRT API®を使用することで、受信できる様になりました。

【参考文献】後閑 哲也. 「電子工作は失敗から学べ」 技術評論社、小野寺 康幸. 「Interface 2015 年 8 月号」 CQ 出版社、謎解き.COM. 「きむ茶工房ガレージハウス」 [<http://www.geocities.jp/zattouka/GarageHouse/micon/MicroComputer.htm>]、Windows10 デバイスで iBeacon の全データを取得する方法 [<http://sonic.blue/it/605>]

【学生数の内訳】 PIC®コントローラプログラム制作、C#®フォームアプリ作成、データベース設計 : 1 名、 焦電センサ電子回路設計、小型 BLE デバイス基板設計製作 : 1 名

### 【訓練（指導）のポイント】

IoT 型センサデバイスとして小型 BLE デバイスを作成する為には、BLE 通信モジュールの制

御方法を理解する必要があります。BLE 通信モジュールの制御は UART によるシリアル通信であるので、USB・シリアル変換器を使い BLE 通信デバイスとパソコン (TeraTerm) を直結し BLE 通信デバイスの制御方法を理解させました。

並行して焦電センサとその増幅回路を設計製作させ、使用するオペアンプと回路を工夫させ低消費電力化 ( $\sim 10 \mu A$ ) を達成させました

BLE 通信モジュールと焦電センサ回路は PIC®マイクロコントローラで制御します。今回 8 ピンタイプを使用しましたが、その PIC®にて LED の接続、LCD の接続、状態変化割り込みによるスリープからの復帰など事前に多くの例題を作成させ PIC®のシリアル通信の方法、割り込みの実践的な使用方法を習得させました。

ホストシステムでは、Windows®を使用している為、BLE での通信をする為に、Windows10®になって導入された WinRT API®を使用する必要がありました。インターネットより最新の情報を集めて、実際に確認しながら、その使用方法を習得させました。

### 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 中国職業能力開発大学校 附属福山職業能力開発短期大学校  
**住所** : 〒720-0074 広島県福山市北本庄 4-8-48  
**電話番号** : 084-923-6391 (代表)  
**施設 Web アドレス** : <http://www3.jeed.or.jp/hiroshima/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 低消費電力デバイスを活用した セキュリティシステムの製作

福山職業能力開発短期大学校

## 1. はじめに

小型低消費電力/電池動作する IoT 形デバイスを製作し、Bluetooth Low Energy (BLE) で通信してホストに人の動きを伝えるセキュリティシステムを作成した。製作しようとしたきっかけは、最近物騒なニュースが多く、家にいることが多いご年配の方々の安全を守る手助けをしようと思い制作した。

## 2. システム構成

表 1. 主な使用パーツ

名称	型番
PIC <sup>®</sup> マイクロコントローラー	PIC12LF1822 <sup>®</sup>
無線通信モジュール	Bluetooth Low Energy (RN4020)
オペアンプ	超低消費 2 回路入力オペアンプ (NJU77002)

2.1 小型 BLE デバイスを低消費電力とする為以下の構成とした

①焦電センサ回路は低電流のため、オペアンプを変更、回路定数を変更し消費電流を 1mA から 10 $\mu$ A まで低下した。

②通信モジュールには低消費電力性能に特化し、低コストな BLE を使用した。deep sleep でさらなる低電流化を図ることによってスタンバイ時は 5 $\mu$ A まで低下させた

③PIC<sup>®</sup>コントローラは超低消費電力タイプ (XLP) の PIC12LF1822<sup>®</sup>を使った。sleep でさらなる低電流化を図ることによってスタンバイ時は 11 $\mu$ A まで低下させた。Sleep 状態か

ら PIC<sup>®</sup>を稼働させるには焦電センサ回路からの割り込みで復帰させた。

2.2 ホストシステムは小型 BLE デバイスからの通信を BLE で受けてデータベース (Access<sup>®</sup>) に時間、場所、信号強度を書き込み、データを分析して異常な時はメールを送信する。

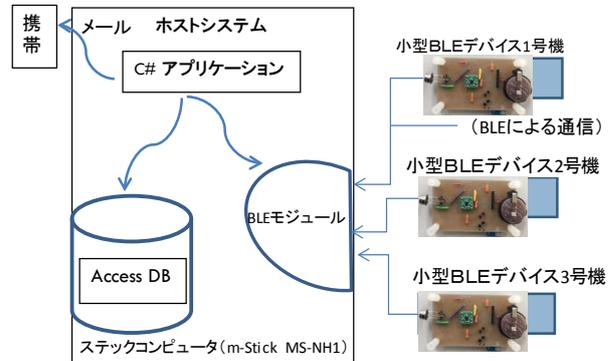


図 1. システム構成

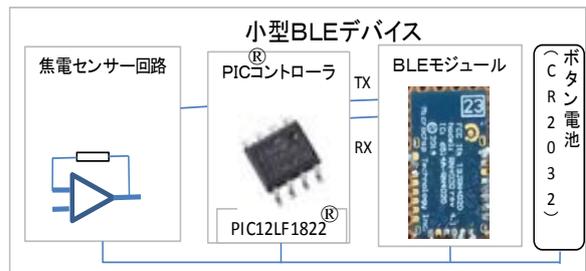


図 2. 小型 BLE デバイスの構成

## 3. 実際に動作させたときの消費電流の実測値

表 2. 消費電流実測値

	全体	BLE モジュール	マイクロコントローラ	焦電センサ回路
スタンバイ時	30 $\mu$ A	5 $\mu$ A	11 $\mu$ A	10 $\mu$ A
人物反応時 1 sec のみ動作	1.2mA	400 $\mu$ A	800 $\mu$ A	

この値よりボタン電池 (CR2032) での最大稼働時間を見積もった。

計算式

人が 1 時間に 50 回センサの前を横切った場合の 1 秒間の消費電流

$$\frac{50 \text{ 回}}{3600 \text{ sec}} \times 1.2 \text{ mA} = 16.6 \mu\text{A/sec}$$

スタンバイ時の消費電流は  $30 \mu\text{A}$  であるので平均の消費電流は

$$30 \mu\text{A} + 16.6 \mu\text{A} = 46.6 \mu\text{A}$$

ボタン電池の容量 (220mAh) から稼働時間は

$$\frac{220 \text{ mAh}}{46.6 \mu\text{A}} \div 24 \text{ h} = 196.7 \text{ 日}$$

よって、最大稼働時間は約 6 か月半と見積もった。ボタン電池でも実用的な稼働時間になる。

#### 4. システムの動作概要

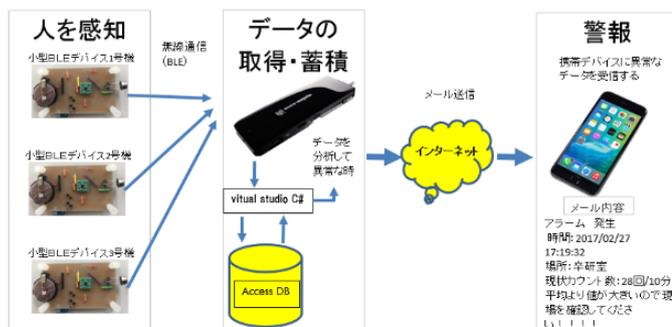


図 3. システム概要

#### 5. 基板加工データ

回路図は低消費電力化するために抵抗を挟んだりコンデンサを挟んだり、何度も試行錯誤した。

基板データでは小型化するために部品の移動を何度も繰り返しレイアウトを工夫した。新しく部品を登録しなければならないものが多く、部品登録が一番苦労した。特に BLE の寸法やピン間の設定に手間がかかった。

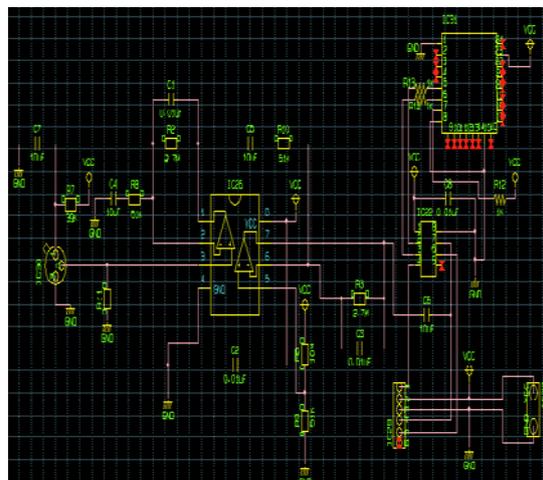


図 4. 回路図

#### 6. おわりに

初めは BLE を授業で習うことがなかったので何もわからない状態から手探りで作業を進めた。卒業研究でシリアル通信を利用して PIC から BLE にデータを送信する方法を深く学ぶことができた。

市販の BLE の実装基板が想像よりも大きかったため実装基板を独自に作ることにした。ピン間が  $1.2 \text{ mm}$  だったため半田に手間がかかった。

参考文献

小野寺 康幸. 「Interface 2015 年 8 月号」 CQ 出版社  
 謎解き.COM. 「きむ茶工房ガレージハウス」  
 [http://www.geocities.jp/zattouka/GarageHouse/micon/MicroComputer.htm]  
 後閑 哲也. 「電子工作は失敗から学べ」 技術評論社

# 課題実習「テーマ設定シート」

科名：電子情報技術科

教科の科目	実習テーマ名
総合制作実習	低消費電力デバイスを活用したセキュリティシステムの製作
担当教員	担当学生
○電子情報技術科 竹岡 忠士	
課題実習の技能・技術習得目標	
設計、組立・調整、プログラムの開発、検査・評価・報告までの「ものづくり」に係る一連の工程を経験することを通して、実務に適応する技能・技術を身に付けることと、さらに、スケジューリング、役割分担によるチーム作業などの管理能力を身に付けることを目標とする。	
実習テーマの設定背景・取組目標	
実習テーマの設定背景	
最近、物のインターネット化（IOT）とのキーワードが非常に目立ってきました。そのキーポイントは広域に分布されているセンサーからのデータの収集、分析、活用です。またこのセンサーからの通信として近年低消費電力の特徴を持つ新しい規格として Bluetooth Low Energy(BLE)が提案されています。本実習において、センサー回路を製作することにより電子回路の設計技術、BLE通信を実現することにより通信規格の理解、実装の技術、センサーデバイス内マイクロコントローラの組み込みプログラミング手法、サーバーでのデータ収集、集計、Webを含めたプログラミング開発技術を取得することができ、より総合的な能力を身に付けることができます。	
実習テーマの特徴・概要	
人又は動物の動きを検出するための小型センサーデバイスを設計/作成します。そのセンサーデバイスは 焦電センサと制御用マイクロコントローラ及び Bluetooth Low Energy(BLE)の通信モジュールから作成し、長期の電池駆動が可能となるように回路方式/制御方式/通信内容手順を最適化し低消費電力を目指します。 さらにセキュリティシステム作成の為に、複数のセンサーデバイスを配置し、それらの情報をスティックコンピュータを使用したサーバにより、BLE通信を使用して 収集/集計/分析し、Webを通じた閲覧、異常時のメール等を通じた警報を出すシステムを作成します。 最終的にはそれらの製作結果を報告書及び総合製作発表にて報告します。	
取組目標	
①	焦電センサを使った人、動物の検出センサ回路を作成し、低消費電力化したセンサーデバイスを作成します。
②	センサデバイスとサーバー（スティックコンピュータ）間を Bluetooth Low Energy(BLE) を使用した通信ネットワークで接続します。
③	サーバーで収集したデータを集計、分析し、Webにより閲覧、及びメール等での警報を出すシステムを作成します。
④	動作・計測データを作成し、結果を考察します。
⑤	想定した動作が行われなかった場合には問題を分析し、その問題の解決に取り組み、改良を行います。
⑥	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。
⑦	材料、工具、機器及び部品等については、管理を徹底します。
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、「ホウレンソウ」を徹底させます。
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。
⑩	