

産業機械のための熱電発電 Sigfox-BLE 自律電源ブリッジの提案

Thermoelectric Energy Generated Sigfox-BLE Bridge for Industrial Machinery

兵庫県立大学¹, 荏原製作所² ○(B)内海 潮音¹, 藤田孝之¹, 山本弘貴²

University of Hyogo¹, EBARA corporation² °Shion Utsumi¹, Takayuki Fujita¹, Koki Yamamoto²

E-mail: TB18L016@steng.u-hyogo.ac.jp

1. 背景

産業機械の状態監視など無線センサ IoT が注目され、機器からの廃熱で発電する熱電素子 (TEG) エナジーハーベスタによる自律電源での IoT ノード製品も実用化されつつあるが、一般に基地局側は商用電源で駆動され工事が必要となる。本研究では BLE 通信で接続された IoT センサノードおよび基地局すべてを TEG で駆動し、低消費電力で広域通信可能な LPWA(Low Power Wide Area)の一種である Sigfox を利用した遠隔モニタリングのための自律型ネットワークブリッジを提案する。

2. 実験方法

センサノード側には小型 TEG (KTGS066A00, KELK, 8 mm 角), ブリッジ側には大型 TEG (KTGM199-2, KELK, 50mm 角) を用い, 熱電ハーベスタ用 IC である LTC3108(Analog Devices 社) により 2.35V の安定電源を生成した。BLE モジュールには CYBLE-022001-00 (infineon 社) を用いた。センサノード側では, 温湿度センサ (SI7006-A20-IM1, Silicon Laboratories 社) からのデータ (1 送信あたり 6.2s, 0.55 mJ) を, TEG 温度差 2℃で出力キャパシタ 1000 μ F に充電した電力で高頻度のデータ送信を確認している。ブリッジ側は Sigfox ボード (BRKWS01 RC3, KCCS 社) を追加し, BLE で受信したデータを Sigfox 経由でクラウドにアップロードする。ブリッジ側は省電力化のため常時スリープとし, ノードの通信頻度がカバーできる待受け期間のみ起動する方法でデータの受信を確立する (図 1)。

3. 実験結果および考察

想定する産業機器として, 水ポンプ駆動用 22 kW 三相モータの廃熱を発電に利用した。稼働中モータの表面温度 42℃に対し室温 25℃で, モータ内蔵強制空冷ファンの環境下において TEG には 8~12℃の温度差が維持できる。実環境の実験では取付け部の不具合により温度差が 1.7℃と低くなり, このときの大型 TEG から LTC3108 への入力電力は 0.73 mW, キャパシタ(1000 μ F, 2.35 V)への充電電力は 0.14 mW, 変換効率は 18.7%であった。

Sigfox 送信には 1 回あたり 12 s, 0.88 J 必要である。さらにセンサノードからの通信待受け期間を 10 分と仮定すると BLE モジュールは 57 J 消費するため, 充電には約 5 日間必要となる。今後, 適切な温度差の 10℃以上が確保できる熱設計と, BLE 待受時間の 5 分への短縮も含めた最適化により, 約 4 時間毎の動作が可能なシステムを検証する。

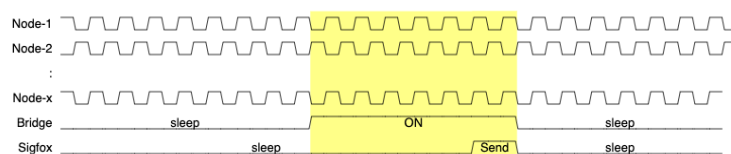


図 1 BLE ノードおよびブリッジの動作タイミング