

ソーラーカーのテレメトリーシステムの製作とそのデータ解析

仲森 昌也*、水尾 友哉*、中西 弘一*、岸 純男*、荒賀 浩一**

Fabrication of Telemetry System for Solar Car and Analysis of the Measured Data

Masaya Nakamori*, Tomoya Mizuo**, Kouichi Nakanishi*, Sumio Kishi*, Kouichi Araga***

Abstract The solar car project of the Kindai University Technical College creates solar cars as part of creative education. We developed a telemetry system for solar car as application of wireless sensor network using ZigBee. By integrating the current value, the remaining battery capacity could be obtained. By measuring this current, you can see what kind of accelerator work you are doing in the Suzuka circuit, so it turned out to be useful for seeking an efficient driving method. Moreover, it was found that the battery remaining amount can be estimated only by measuring the voltage at the time of accelerator OFF.

Keyword Telemetry System, Wireless Sensor Network

はじめに

近畿大学工業高等専門学校のソーラーカープロジェクトは、エネルギーの有効活用の観点(1)やもの創り教育の一環として、手作りでソーラーカーを製作し、ソーラーカーレース鈴鹿などへ参戦している。

本校のソーラーカーのバッテリー残量の確認方法は、ドライバーが無線トランシーバで口頭によりピットに伝えている。これを自動で計測したデータをピットへ送信出来る安価なテレメトリーシステムを製作することを考えた。

このバッテリー残量のテレメトリーシステムの製作と得られたデータを解析したことについて報告する。

1. テレメトリーシステムの仕様

テレメトリーシステムの車載機には小型マイコンである Arduino、車載機のプログラミングには Arduino 用の言語で、C/C++をベースに、C言語のすべての構造といくつかの C++の機能をサポートしている Arduino 言語を用いることにした。

今回 Arduino を選定した理由としては、A/D 変換の機能があり、部品を新たに追加することなく電流データの取得が可能であったためである。今回使用する車載機のプログラムの内容を表 1 に示す。

表-1 車載機のプログラム

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">①10ms 毎に A/D 変換を行い、計測したデータをリングバッファに蓄積していく。②積算電流から求めたバッテリー残量と現在の消費電流を LCD モニタに表示させる。③2s 分のデータが蓄積される毎に、Micro SD へのデータの書き込みを行う。④ZigBee が通信可能範囲内の距離になると、それまでに蓄積していたデータを送信する。 |
|---|

テレメトリーシステムのピット親機には Raspberry Pi を使い、そのプログラミングには Microsoft 社が開発した、プログラミング言語の C#を用いることにした。Raspberry Pi を選定した理由としては、消費電流データの表示が容易なこと、また OS に Windows 10 IoT を用いることにより、Visual Studio を用いた容易な GUI の開発を行えるようになるためである。

車載機とピット親機の送受信間の通信には近距離無線通信規格である ZigBee を用いることにした。ZigBee を選

近畿大学工業高等専門学校

*総合システム工学科 電気電子コース

**専攻科 生産システム工学専攻 2年

***総合システム工学科 機械システムコース

定した理由としては、低消費電力で通信可能距離がカタログスペックで最大見通し 1500m まで通信可能であったためである。レース会場である、鈴鹿サーキットのコースにおいて、ソーラーカーのスピードが一番出るホームストレートが約 800m、その際の最大スピードが約 70km/h なので、その間に十分な通信可能時間の確保が可能であると考えた。

ソーラーカーの走るコースの範囲内全てで通信を常に行うことは通信距離的に不可能なため、ZigBee で接続可能な距離に入った時のみ通信を行うようにすることにした。図 1 に構成図を示す。

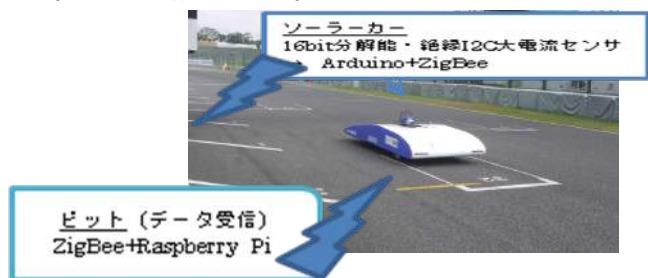


図 1. 製作したテレメトリーシステムの構成

2. 車載機の製作

A/D 変換の結果を LCD モニタに表示するため、可変抵抗を用いた A/D 変換の結果を表示させる回路とプログラムを作成し、動作を確認する実験を行った。結果としては、A/D 変換の結果をデータバーの形で表示させることに成功した。同時に積算電流の計算を行い、バッテリー残量を LCD モニタに表示出来るようになった。

データを蓄積するために 2 つの配列を用意し、その配列を交互に切り替えてデータの記録を行う実験を行った。しかし、Arduino に搭載されている RAM メモリが 2 キロバイトしかなかったため、今回はリングバッファを用いることにした。このことにより、メモリの使用効率が上昇し、SD カードへの書き込みが長引いてしまった場合のオーバーフローするまでの時間が増加した。

Arduino から ZigBee を用いてダミーデータを送信し、コンピュータのシリアルコンソールを用いてそのデータが転送に失敗しないか確認する実験を行った。その結果、5 分間分(3000 項目)のダミーデータを 2s 以内に転送可能なことを確認した。

リングバッファに蓄積されたデータを Micro SD へ書き込む実験を行った。ファイルの出力は csv 形式とし、後でコンピュータの表計算ソフトで解析しやすいようにした。また、同時に積算電流を記録することにより、リセットがかかった場合もバッテリー残量の計算が継続可能なようにしている。

以上の仕様となるように製作し、LCD モニタに表示、

Micro SD カードへの記録、ZigBee による計測データの送信を同時に行うことが出来るか実験を行った。その結果、問題がなく動作することを確認した。

その製作した車載器の画像を図 2 に示し、ピットに設置する親機の画像を図 3 に示す。



図 2 製作した車載器



図 3 親機側の装置

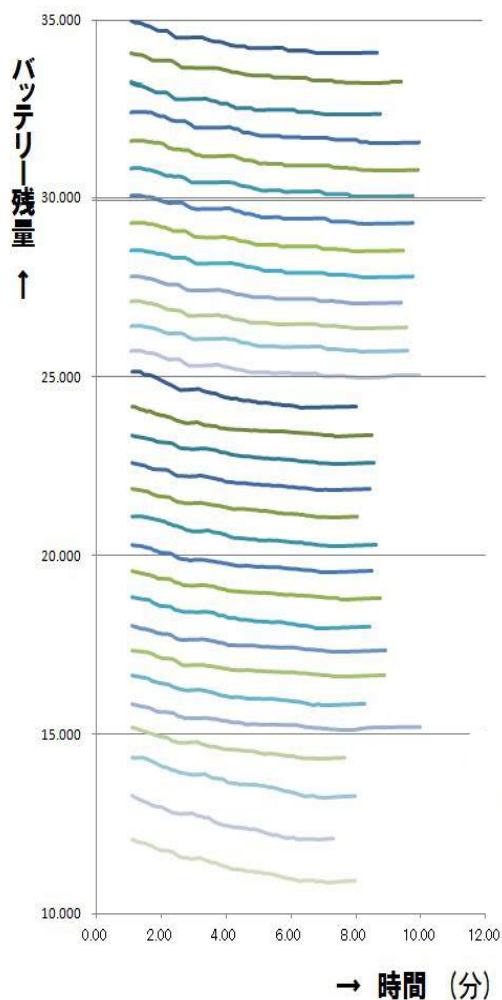


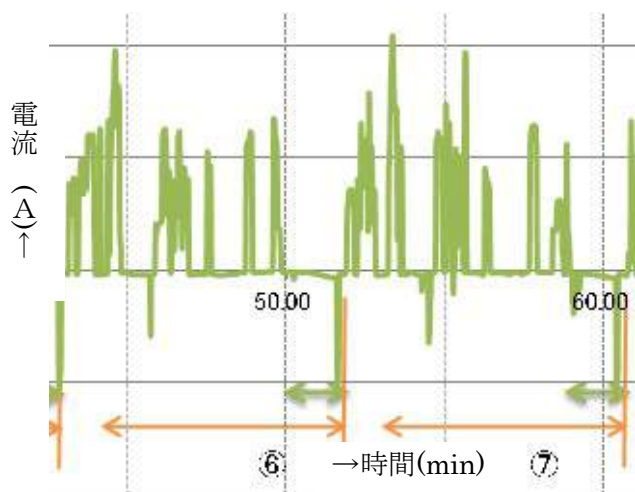
図 4. 各周回時間-バッテリー残量 特性

3. ソーラーカーレース鈴鹿 2016 の測定結果

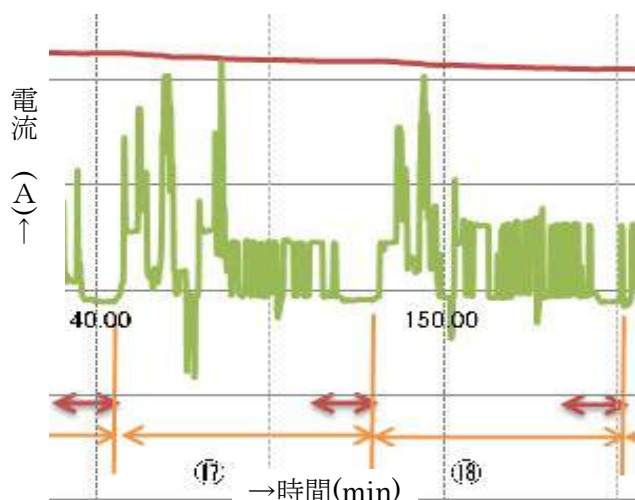
2016年8月5~6日に行われた「FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2016」にて、実際に計測を行った。周回毎のバッテリー残量値を図4に示す。

図4よりX軸方向に長くなっている場合は、周回に時間がかかっていることを表し、Y軸方向に変化が大きい場合は、バッテリーをたくさん消費していること示している。タイムは6分台でY軸の変化量が小さいものをめざしている。

ソーラーカーレースは2~3名のドライバーで参加することが義務付けられている。図5にドライバーの違いによる電流の消費傾向の違いを示す。



(a) 第1ドライバー(6、7周回のデータ)



(b) 第2ドライバー(17、18周回のデータ)

図5 ドライバーの違いによる電流の消費傾向

図5より、どこの場所でアクセルをどの程度踏んでいる

か、ブレーキをかけているかがわかるので、ラップタイムを上げていくには、どのような場所でどれくらいスピードを出すべきかがわかる。また、第2ドライバーは振幅の高さ制限を行って運転したため傾向の違った波形となっている。

走行方法としては、鈴鹿サーキットのホームストレートからなるべく加速をつけて、第2コーナーからダンロップカーブまでの上り坂はリミットをかけずに短時間で登り、ここ以外のところは振幅にリミットをかけて走行したほうが安定したタイムと低い電気の消費量を実現できていると考えられる。

図6にアクセルをOFFにしているときの電圧値とバッテリー残量特性を示す。

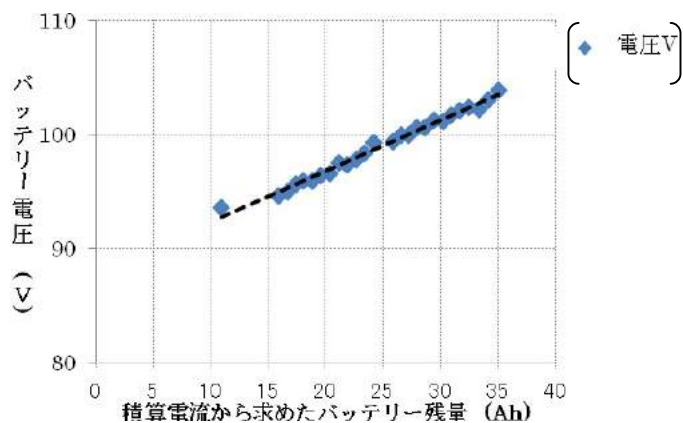


図6 バッテリー電圧 - バッテリー残量 特性

この結果より、バッテリー残量は、積算電流から求めていたが、アクセルOFF時の電圧測定だけでも推定できることがわかった。

まとめ

ZigBeeを用いた無線センサネットワークの応用としてソーラーカーのテレメトリーシステムを製作した。電流値を積算することで、バッテリー残量を求めることができた。この電流の測定により、サーキットのどの場所でどんなアクセルワークをしているかがわかるので、効率の良い走行方法を求めるのに役立つことが分かった。また、アクセルOFF時の電圧を測定するだけで、バッテリー残量を推定できることが分かった。

参考文献

- 1) 中西、岸、仲森、荒賀：「電気2重層キャパシタのソーラーカーへの応用に関する研究」, pp35-37, 近畿大学高専研究紀要, vol. 9, 2015