

2008 年度前期成果報告書：ZEAL の動作電流評価

田中 康一郎 田中 竜司 富永 晃司 安武 芳紘

九州産業大学 情報科学部

1 はじめに

本報告書では、2008 年度に九州産業大学で行われた ZEAL の動作電流に関する調査結果について報告する [1]。評価対象は、ZEAL-C01 (以下 C01) と ZEAL-S01 (S01) の 2 つである。以下、評価環境、動作電流の測定方法、動作電流の測定結果を示し、最後に簡単にまとめる。

2 評価環境

ZEAL の動作電流を測定するために、ZEAL がスタンドアロンで動作できる簡単なシステムを構築した。このシステムには、FPGA (Xilinx Spartan-3E FPGA[3]) が一つ搭載されており、ZEAL と直結することができるように構成してある。そのため FPGA 内に実装した回路で、ZEAL を直接制御することが可能である。

このシステムを用いた ZEAL の動作電流測定には、三和電気計器のデジタルテスタである PC5000[2] を用いた。このテスタは同社の測定用のソフトウェア (PC Link Plus) と USB ケーブル (KS-USB2) とを組合せることで、パーソナルコンピュータ (PC) 上で測定結果を保存することが可能となり、簡易的な電流測定器として利用することができる。ただし簡易的なため、1 秒間に数回しか動作電流を測定することができない。

3 動作電流の測定方法

本報告では、ZEAL の通信ボーレートの違いによる動作電流の違いについて調査することとした。そのため、パラメータによってボーレートを変更できる回路を Verilog HDL で記述し、そのコードから生成された回路を FPGA に実装することで評価を行った。

この HDL コードは次のような動作を行う。なお FPGA は起動時の ZEAL のボーレートは、9,600bps であることを想定している。

1. 起動後、数秒後に ZEAL に対して、ボーレートの設定を行う。(例:“BTB4608”)
2. その後、FPGA 内部の回路の通信ボーレートを ZEAL と通信できるように変更し、ZEAL に対して受信モードのコマンド (“BTA”) を送信する。
3. 数秒後、データを送信し、FPGA と ZEAL 間のデータ通信を開始する。
4. 最後に、ZEAL と Bluetooth 機器 (今回は PDA) を Bluetooth で接続し、通信を開始する。

上記のような手順でデータを送信し、その工程の動作電流の測定を行うことで、ZEAL の動作電流測定を行った。なお、ZEAL と FPGA 間の通信プロトコルは、フロー制御を行う RS-232C 通信となるため、FPGA ではデータ送信を停止する機能も備えている。

4 動作電流の測定結果

第 4 で述べた測定方法に基づき、C01 の動作電流を測定した結果を図 1 に示す。測定したボーレートは、9,600, 19,200, 38,400, 57,600, 115,200, 460,800bps の 6 つである。このグラフの縦軸は動作電流 (Electric Current (mA)) であり、横軸は時間である。この結果から、C01 では、起動時と、ボーレートの設定を変更した後に待受けモードになる時までは動作電流はほとんど変化なく 9mA 程度であることが確認できた。次に FPGA と ZEAL 間が通信を開始すると、動作電流が大きくなることが確認できた。ただし、その時の動作電流は、ボーレートに比例するわけではなく、57,600bps と 115,200bps を境に 44mA と 70mA に変化することが分かった。最後に Bluetooth 通信を開始するとその動作電流はさらに大きくなり、ボーレートが 57,600bps 以下では 60mA から 70mA までを変動し、ボーレートが 115,200bps 以

上では90mA から 95mA までを変動することが確認できた。

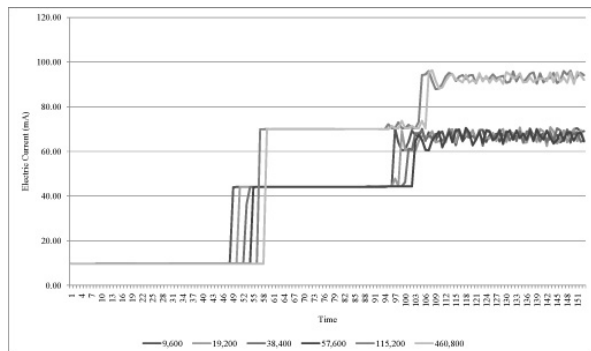


図 1: C01(ファームウェア Ver. 2.0.1.17)の動作電流

次に、図2にS01の動作電流の測定結果を示す。測定したボーレート、グラフの縦横軸に関しては、図1と同様である。C01では、57,600bps以下と115,200bps以上で動作電流が異なったが、S01ではそのような傾向は確認できなかった。S01では、機動時と待受けモード時で若干の動作電流の増加が確認された。またFPGAとZEALが通信を開始した時は、20mAから50mAまでの30mAの変動が確認された。ただし、実際のBluetooth通信が始まるとその幅は小さくなった。

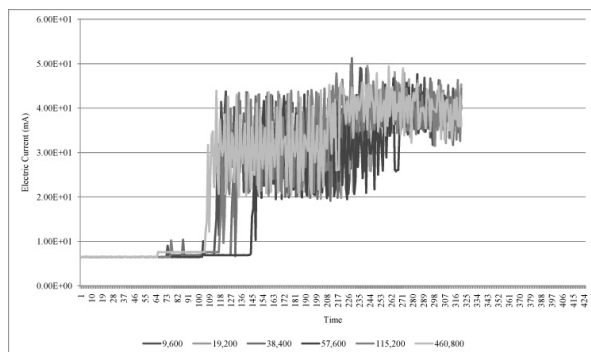


図 2: S01(ファームウェア Ver. 2.0.0.3)の動作電流

最後に、図3にC01とS01の比較結果を示す。C01はクラス2(10m程度の通信距離)のBluetoothデバイスであり、S01はクラス1(100m程度の通信距離)であるため、C01の方がS01よりも動作電流が小さいと考えていたが、今回用いたファームウェアではそれとは異なる結果が確認された。一方、通信時の変動に関してはS01はC01よりもかなり大きいことが確認された。

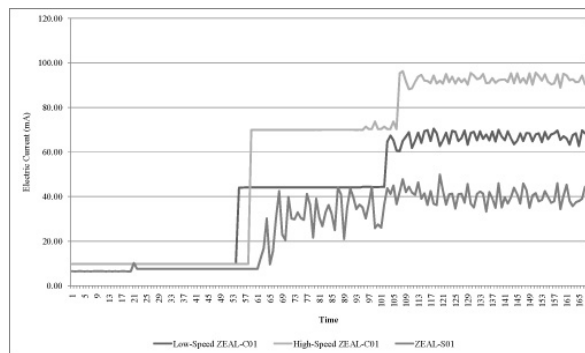


図 3: ZEAL-C01とS01の通信性能評価

5 まとめ

本報告では、C01とS01の動作電流評価を行った。今回の評価では、クラス1のS01の方がクラス2のC01よりも省電力であるとの結果が出たが、次回のC01のファームウェアでは、動作電流が大きく削減されると言われているため、それを大変期待している。また、S01に対しては、通信中の動作電流の変動が大きい点が気になったため、次期ファームウェアでは改善されていることを期待している。

最後に、本調査を行うにあたり、Bluetooth通信が行われていない状態でFPGAからZEALに対してデータを送信した場合、フロー制御によってすぐにFPGAからの送信が停止すると考えていたが、実際はそのようなことはなくそのデータは送信されないままロストしていた。既にそのような機能は搭載されているかもしれないが、もし搭載されていないのであれば、全てのデータを転送するような仕様を期待したい。

参考文献

- [1] 田中竜司, 富永晃司, 安武芳紘, 田中康一郎: 小電力無線機器の実現に向けた汎用無線通信モジュールの電流測定, 平成20年度電気関係学会九州支部連合大会(第61回連合大会)講演論文集, pp. 11-2A-03 (2008).
- [2] Sanwa Electric Instrument: <http://www.sanwa-meter.co.jp/japan/product/dmm/pc5000.htm>.
- [3] Xilinx: <http://japan.xilinx.com/>.