

教育用計算機 KERNEL システムのための FPGA ボードと連携し動作する Android アプリケーションの実現

霍田 桃子 前田 洋征 安武 芳紘
(九州産業大学 情報科学部)

1 はじめに

九州産業大学情報科学部ではモデル計算機 KERNEL を用いたハードウェア設計の実践的教育を行っている。KERNEL を実装した FPGA ボードに対して学生自身がプログラムを書き込み、実行することにより、計算機内部のレジスタ値の変化やバス上を流れるデータを視覚的にとらえ学習できるように設計されている。

現在の KERNEL は入出力の拡張性や機器の更新コストが高いという問題があった。そこで、拡張性や可搬性を考慮し、モデル計算機として Android OS を搭載したモバイル端末を入出力装置としたアプリケーション開発を行う。

2 教育用モデル計算機 KERNEL

計算機教育を目的に設計、制作された計算機システムである。レジスタにデータを格納するレジスタセット、メモリアドレスのデータを表示するメモリリード、メモリアドレスにデータを書き込むメモリライトが可能である。実行モードでは連続実行、ステップ実行、1クロックずつ動作するクロック実行が可能である。モデル計算機 KERNEL の画面表示ではプログラムカウンタ、メモリ、各種レジスタのほかにバスの値も表示する。

本研究はモデル計算機 KERNEL のインタフェースともなるモバイル端末を実現することを目的とし、今回、Android タブレットを用い、計算を行う FPGA ボードへのプログラムや CPU 実行・停止信号の送信する機能や CPU の状態を受信し表示する機能を実現した。また、無線通信に利用している Bluetooth 通信のプロファイルである SPP や GATT についても性能を評価し検討した。

3 計算機 KERNEL による通信

モデル計算機 KERNEL の役割を果たす FPGA ボードが乗った基板の IEK2 ボードと入出力を行う Android 端末の通信関連のシステム構成を説明する。Android 端末との通信を実現するために本学部で作成した組込み教育用ボード IEK2 ボードと通信機能のために拡張ボードを使用する [1][2]。Android 端末ではモデル計算機 KERNEL のインタフェースを実装する(図 1)。



図 1: IEK2 ボードと Android タブレット

実装したモデル計算機 KERNEL の通信機能の概要を解説する。始めにタブレットからプログラム転送と FPGA 側が処理を判別するための識別信号 FD を送信する。そ

の後はデータサイズ送信、アドレスを分けて送信、データも分けて送信し、繰り返し送信を行う。

また、GUI 上の Excute ボタンを押すと FPGA に識別信号 FF を送信し、FPGA がプログラムの実行を開始し、GUI 上の Stop ボタンを押すと FPGA に識別信号 FE を送信し、FPGA がプログラムの実行を停止する。

4 Bluetooth の SPP と GATT

従来の Bluetooth 通信で使われている Serial Port Profile (SPP) だけでなく、省電力で通信を行う Bluetooth Low Energy (BLE) 通信で使われている Generic Attribute Profile (GATT) を採用した。GATT は本来数バイトのデータを断続的に送信するためのプロファイルであるが、本研究ではプログラムを転送するために、連続的に送信できるようにしている。データ送信待ち状態のときデータ送信リクエストを送り、データ送信中の時データ送信完了を送る。このときキューの中が空の場合、データ送信待ち状態に戻り、キューの中が空でない場合、データ送信中に戻る(図 2)。これにより 20 バイトを超えるデータをスループットが 12.8Kbps で転送できることが確認できた。

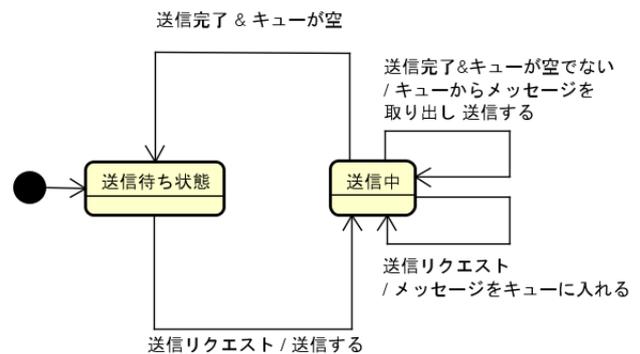


図 2: データ送信

5 まとめ

Android 端末と FPGA ボードが連携し動作する Android アプリケーションを実現した。また、GATT によるデータ通信の動作を検証し、実現することができた。

参考文献

- [1] 松尾悠太, 前田洋征, 安武芳紘, Android 端末におけるモデル計算機 KERNEL の通信機構とシミュレータの開発, 平成 27 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(第 68 回連合大会)講演論文集, 2015 年 9 月.
- [2] Hiroyuki Maeda, Yoshihiro Yasutake, Koichiro Tanaka, FPGA-Based Educational System Cooperating with Mobile Applications for Learning Computer Architecture, Proceedings of the 31th International Technical Conference on Circuits / Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2016), pp.307-310, July 2016.