

学籍番号 氏名	V18109 原 瑛	指導教員	藤枝 直輝
題目	シリアル通信を用いた FPGA ボードの遠隔操作の検討		

### 1 研究背景と目的

2020 年 4 月、新型コロナウイルスの感染拡大により、各教育機関での講義や実験が遠隔で行われはじめた。より実機での実験に近い体験ができる、遠隔学習システムを作成することは、実験の学習効果を高めるために重要である。千葉らは、実習環境を遠隔操作で提供する手法を提案している [1]。手法としては、ユーザーの PC で記述した回路をインターネットやサーバーを通して、違う場所にあるボードで動作させるものである。これまでのシステムでは、自身の手でスイッチやボタンを操作し、ハードウェアに触れている実感をもたせることが欠けていた。本研究では、自宅でも疑似的に FPGA ボードを操作できる環境を構築するため、FPGA ボードの入出力の変化とコマンド文字列との間の相互変換を行う回路を設計・実装することを目的とする。

### 2 提案手法

本研究室では、自宅でも疑似的に FPGA ボードを操作できるシステムを構想している。このシステムでは、FPGA ボードは遠隔のサーバーに接続されており、ユーザーは遠隔の GUI 環境で回路を設計する。その回路の動作を確認する為に、コントローラーボードを介して FPGA ボード上の入出力を遠隔操作する。

本研究ではシステムの第 1 段階として、ネットワークを介さないプロトタイプを考える。プロトタイプでは、同一 PC にコントローラーボードと FPGA ボードを接続し、シリアル通信を用い、PC を介して信号を送る。プロトタイプでは信号をコマンド 2 文字で送受信する、文字の欠落・重複があったときの影響を抑えるため、1 文字目と 2 文字では別々の文字を使用することとした。

### 3 FPGA ボード上の回路設計

FPGA に実装する回路は、本研究室で開発されている全体構成をもとに設計する。本研究では、FPGA ボードの入出力の変化とコマンドとの間の相互変換を行う、変換回路を設計する。変換回路は主に 2 つの回路で構成されている。1 つ目は、PC から送信されてきたコマンドをチェックし、FPGA ボードのスイッチ入力を切り替える、文字チェック回路である。2 つ目は、FPGA ボードの LED 出力に応じてコマンドを生成する、文字生成回路である。

### 4 評価

シミュレーションを用いて開発した回路を評価する。スイッチ入力として、SW1 から 11 を ON にし、その後 SW1 から 11 を OFF にするコマンド文字列を用意する。LED 出力として、LD2 から 9 を順番に ON にし、その後順番に OFF にすることを繰り返す、ユーザー回路を用意する。

シミュレーション結果の概略を示す。スイッチ入力に注目すると、スイッチをオン・オフする文字 X, Y が送られてきた後の clk の立ち上がりで、対応するスイッチがオン・オフすることが確認できた。次に、コマンド出力に注目すると LED 出力の変化に対して、対応するコマンドを出力できていることが確認できた。以上のことから、入力と出力ともに期待通りの結果を得ることができた。

### 5 結論

本研究では、自宅でも疑似的に FPGA ボードを操作できる環境を構築するため、FPGA ボードの入出力の変化を文字列に変換する回路を設計・実装することを目的とし、PC から送信されてきたコマンドをチェックし、FPGA ボードを切り替える文字チェック回路、FPGA ボードの出力に応じてコマンドを生成する、文字生成回路を作成した。その結果、回路の基本的な動作をシミュレーションにより確認することができた。

現時点では、実機への実装や動作確認が行えなかった。これらを行い、第 1 段階のプロトタイプを完成させることが、今後の課題である。

### 参考文献

- [1] 千葉慎二ほか: 組込みシステムのための学習支援システムの開発と実践, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, vol. 1, no. 3, pp. 30-37, 2015.