

ソフトウェア無線による RFID タグリーダの設計と評価

甲斐正義 高橋三恵 西村昌俊 島津秀雄†

NECシステムテクノロジー (株) システムテクノロジーラボラトリ

1. はじめに

パッシブ型 RF タグ[1]は、13.56MHz、952MHz、2.45GHz を主とし幾つかの帯域に分かれて利用されており、さらに個々の帯域においても RFID ベンダー毎に通信プロトコルが異なっているのが現状である。その理由は、帯域における電波の物理特性および RFID ベンダーのビジネススキームが異なるからであるが、RF タグ種毎に RFID タグリーダを用意する必要があり、そのことが RF タグを利用したサービスの拡張性を阻害している。

そこで、筆者らは主要な RF タグで利用する 13.56MHz、952MHz、2.45GHz 帯域における様々な通信プロトコルのパッシブ型 RFID タグを、一台で読み書き可能とする RFID タグリーダ (FlexReaderWriter、FRW) を開発した。FRW は、ソフトウェア無線 (Software-defined radio, SDR) と同じ無線通信の物理層の一部から上位層の処理をソフトウェアにて実現しており、再構成可能である。本稿では、FRW の構成と処理手順および性能評価について報告する。

2. 構成と処理手順

図 1 に FRW の動作概要を示す。RF タグとの通信において、符号・復号より上位処理は CPU プログラムであり、RF タグ種毎に 1 つのタグ通信プログラムから成る。タグ通信プログラムは、FRW ハードウェアのデバイスハンドラである SDR ドライバを介して FPGA にて実現したソフトウェア無線処理層における変復調、およびに周波数帯域毎の RF フロントエンドとアンテナを経て RF タグと交信する。

タグ通信プログラムは、OS から見て 1 タスクと処理しており、複数プログラムの切り替えや動的な切り替えが可能である。プログラムの切り替えには通常時はラウンドロビン方式を用いているが、上位アプリケーションから実行優先順位や回数を指定できる。さらに、FRW は上位接続インタフェースとしてイーサネットを有しており、遠隔操作にて複数の FRW に対して、外部サーバに蓄えた通信プログラムの一括ダウンロードと、交信データの一斉収集が可能である。

SDR ドライバは、ソフトウェア無線処理層における可変パラメータの設定やソフトウェア無線処理層との信号の送受信を一元処理する。可変パラメータはタグ通信プログラム毎に異なっているため、各通信プログラムにあらかじめ格納済みである。

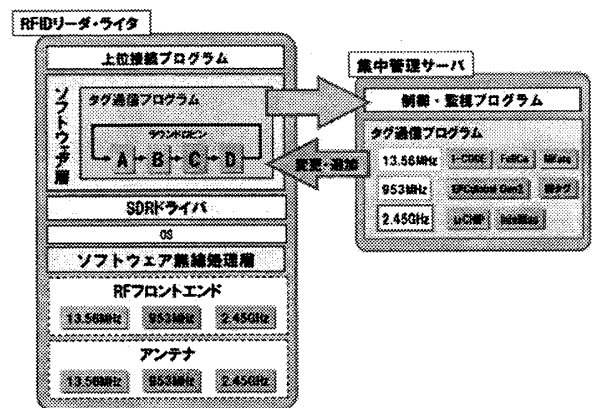


図 1 : 動作概要

パッシブ型 RFID リーダの変調の大半は ASK であり、FRW も ASK 変調のみを実現している。さらに、ベースバンド復調は ASK と FSK を実現している。ソフトウェア無線処理層にて変調したベースバンド信号は、DA コンバータを経て、RF フロントエンドにて搬送波に周波数変換される。同様に RF フロントエンドは、RFID タグからの応答信号を搬送波からベースバンド信号を取り出し、AD コンバータにてソフトウェア無線処理層へ送る。RF タグは応答時にも RFID リーダから電磁波にて電源供給する必要があるため、RFID リーダの送信回路は常時、搬送波を発振している。そこで筆者らはこの搬送波を検波に利用している。

図 2 にソフトウェア無線処理層のブロック図を示す。ソフトウェア無線処理層は FPGA 上に実現しており、静的に処理プログラムの置き換えが可能である。

タグ通信プログラムは、RF タグと交信するにあたりソフトウェア無線処理における可変パラメータをあらかじめ設定する。その後、RF タグに向けた質問を二値符号送信信号化し、SDR ドラ

イバを経てソフトウェア無線信号処理層の送信バッファへ蓄積する。次に、振幅変調器はタグ通信プログラムが指示した変調度にあわせて、二値ベースバンド送信信号を 8bit ベースバンド送信信号に変換し、DA コンバータによりアナログ変換したのちに目的の RF フロントエンドへ送る。

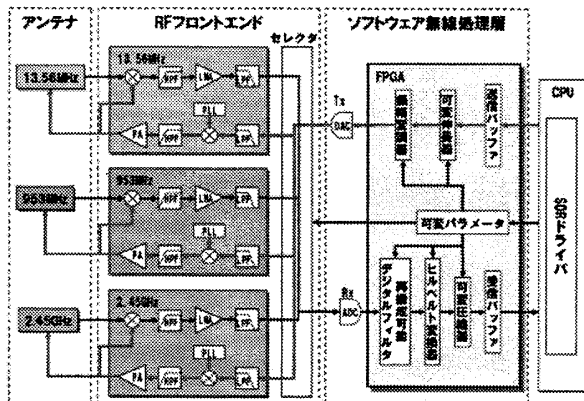


図 2 : ソフトウェア無線処理ブロック

RF フロントエンドにて受信した RF タグからの応答信号から取り出したベースバンド受信信号は、AD コンバータによりデジタル変換され、8bit ベースバンド受信信号となる。8bit ベースバンド受信信号を ASK 復調もしくは FSK 復調し、二値ベースバンド受信信号に変換する。さらには、可変圧縮器によって二値符号受信信号にデータ数を低減した後に、受信バッファに蓄積する。

送信バッファならびに受信バッファを備えることによって CPU-FPGA 間のデータ同期が不要であり、二値符号信号によるデータ圧縮によりデータ転送時間が短縮されている。

周波数帯域に依存する処理は RF フロントエンドとアンテナであり、いずれもハードウェアである。その他の処理はソフトウェアにて実現している。さらに、ソフトウェア無線処理層の処理をパラメータにより可変とすることで一元化し、RF タグの通信プロトコルにおける差異は、すべてタグ通信プログラムに集約することができる。

4. 評価

図 3 に開発した FRW の概観を示す。タグ通信プログラムは 20MHz の CPU 上に ITRON 系 OS のタスクとして動作し、ソフトウェア無線処理層も 20MHz の FPGA 上で動作している。3 種の RF フロ

ントエンド回路およびアンテナをさらに実装した上で、10cm 立方の筐体に納めている。

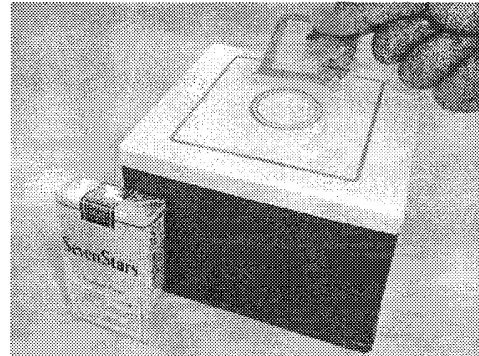


図 3 : FRW の概観

	RFID規格	読み書き	衝突防止処理	1秒間の読み取り枚数
13.56MHz	ISO15693	○	○	100枚以上
	ISO14443A	カードIDのみ	○	-
	ISO18092	UIDのみ	-	-
953MHz	EPCGlobal Gen2	○	○	200枚以上
	ISO18000-4	○	○	50枚以上
2.45GHz	ISO18000-4	○	○	50枚以上
	NEC無誘導タグ	○	○	50枚以上

表 1 : RFID タグ対応と速度

表 1 に FRW の実現できている RF タグの読み書きとその速度を示す。ISO 規格で規定されている全機能が動作し、実用上問題ない速度を達成している。

5. まとめ

本稿では、ソフトウェア無線を使って、市場に流通している主要な RF タグの読み書きが可能な RFID タグリーダライタの設計方針とそのアーキテクチャを説明した。ソフトウェア無線を使った最大のメリットは、新機能追加の容易性である。FRW のタグ通信プログラムは、概ね 1 ヶ月程度で開発可能であり、LSI を開発するよりもはるかに短期間に新 RFID タグとの交信を実現でき、市場投入が可能となる。

参考文献

[1] 日経 RFID テクノロジ・日経システム構築共編：「無線 IC タグ活用のすべて」日経 BP 社, 2005

Design and Valuation of the Software based RF-Tag Reader

†Masayoshi Kai, Mie Takahashi, Masatoshi Nishimura and Hideo Shimazu, NEC System Technologies, Ltd. SystemTechnology Laboratory