

審査の結果の要旨

氏名 横山 明久

本論文は、自動車に搭載される無線機(車載機)に代表されるような、多種無線方式・放送受信方式に対応する必要がある無線機を実現するにあたり、近年注目を浴びているソフトウェア無線技術を取りあげ、実用レベルの機能を実現する方策について取りまとめたものであり、6章から構成されている。

第1章は「序論」であり、本論文の研究の動機と本論文における研究の流れについて整理している。

第2章「研究の背景」では、自動車搭載無線機能を取り巻く環境として、多種無線通信方式への対応が求められ、かつその種類が増大している現況と、通信方式の更新間隔と自動車・自動車搭載無線機能の更新間隔とのライフサイクル差の存在について述べている。また、ソフトウェア無線技術適用の効用として、新たな無線方式への対応・方式の変更対応の可能性や、修正・バージョンアップの容易性、共通プロセッサでの実現による専用方式を含めたトータルコスト低減、開発コスト低減について述べ、これらソフトウェア無線技術の効用が上記自動車搭載無線機能を取り巻く環境に適合していることを述べている。

第3章「FPGAを用いた無線通信・放送受信機能の実現」では、ソフトウェア無線技術を用いた車載向け放送受信・無線通信機能の実装と動作検証に関して、AM/FM ラジオとアナログテレビ映像音声復調処理のデジタル信号処理による復調、ならびに ETC/DSRC 変復調処理のソフトウェア無線技術による実装・動作検証について示している。ここでは、従来アナログ回路により復調処理が行われてきた各処理ブロックをソフトウェアで定義し、FPGA デバイス上でのリアルタイム復調処理を実現している。ETC/DSRC 変復調処理については、2 変調方式に自律的に対応でき独自のシンボル同期回路を組み込んだ復調処理部により、変調方式によらず対応できる変復調処理部を構成している。このように、DSRC 変復調処理あるいはアナログ放送受信のデジタル処理のためのアルゴリズムに関する検討の上に、ソフトウェア無線技術の FPGA 上への実装の実現性を検証している。

第4章「リコンフィギュラブルプロセッサを用いた無線通信・放送受信機能の実現」では、ソフトウェア無線技術の実用化を見据えた検討として、昨今注目されているリコンフィギュラブルプロセッサへの実装について評価を行っている。具体的には、米 QuickSilverTechnology 社製ヘテロジニアスリコンフィギュラブルプロセッサ上に、AM ラジオ/FM ラジオ/アナログテレビ映像音声復調処理を構築し、性能確認のため、アナログテレビ映像処理・音声処理において処理負荷の大きい PLL 検波回路を同一の演算モジュールにマッピングし時分割で両処理を切り替える構成とした場合でも、リアルタイム受信動作が可能であることを確認している。その一方で、既存のリコンフィギュラブルプロセッサでは、自動車搭載無線機能に必要とされる処理の柔軟性とオーバーヘッドのトレードオフの観点から最適とは言えない点を指摘している。

第5章「自動車搭載無線機能向きプロセッシングアーキテクチャの提案」では、第3章、第4章の結果に基づき、自動車搭載無線機能をソフトウェア無線で効率よく実現するための枠組みとして、パケットルーティング型プロセッシングアーキテクチャを提案し、第3

章で開発済の無線通信・放送受信機能を実装してその評価を行っている。本アーキテクチャ上では、信号処理は、特定の処理を行う「演算モジュール」と、信号の経路制御を行う「スイッチングモジュール」により構成され、また、演算対象となる信号処理データは固定長のデータパケット化し、パケットはヘッダ部に方式・処理進捗を記したデータを格納することで、演算/スイッチング両モジュールでデータパケットに対して施すべき所望処理を特定している。演算モジュールには各方式で利用される動作モード・パラメータを保持し、またスイッチングモジュールにはデータパケットのルーティング情報を記載したルーティングテーブルを保持することで、それぞれのモジュール単位で独立・並行して処理が可能であり、異なる無線方式あるいは無線チャンネル間にて時分割処理を行うことにより、回路規模低減が可能となることを示している。また、これらのモジュールをFPGA上へ実装し、異種無線方式間でのモジュール共通利用や時分割動作による複数チャンネル同時受信等、ガリアルタイムに動作することを確認している。

第6章は「結論」であり、今後、自動車搭載無線機能に代表されるような、複数の無線方式に同時あるいは切り替えて対応する必要のある無線システムを構築する上で、端末側に求められる動的変更性と使用回路規模低減を両立させるとともに、無線処理設計を容易化するにあたり、第5章で提案したプロセッシングアーキテクチャが有望な方式であることを述べている。

以上のように、本論文は、多種無線方式への対応が必要とされる自動車搭載無線機能をソフトウェア無線技術により実現する場合の処理アルゴリズムを示し、それを実現する上で動的変更性と回路規模低減を両立させる枠組みとしてパケットルーティング型プロセッシングアーキテクチャを提案し、さらにそれらをFPGA上へ実装してそれらの実現性の検証を行ったものであり、これらの成果は、今後、複数無線方式への対応が必要となると考えられる携帯電話等にも適用可能であり、通信工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。