

## 自己評価報告書

平成 23 年 3 月 31 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20246059

研究課題名 (和文) 超高速無線通信制御用 DSP の開発

研究課題名 (英文) Development of Digital Signal Processor for Ultra-Broadband Wireless Communication Control

研究代表者 坪内 和夫 (TSUBOUCHI KAZUO)

東北大学・電気通信研究所・客員教授

研究者番号：30006283

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：無線通信, DSP

## 1. 研究計画の概要

本研究では、広域モバイルブロードバンドワイヤレスアクセス (MBWA: mobile broadband wireless access), 無線 LAN, 無線 PAN など, 特にデータ通信に特化した種々の無線通信規格のさらなる高速化を想定して, Gbit/s 級の伝送速度を実現し, また適応的にこれらの無線通信規格の高速切り替えを実現するための PHY レイヤ・MAC レイヤ専用高速 DSP の開発を行う。

PHY・MAC における通信制御に必要な機能をハードウェア化し, かつソフトウェア制御可能な DSP をデータフローコントローラとしてのみ用いることで, 高いスループットを得る。提案する DSP を構成する各回路の LSI 化を個別に行い, PHY・MAC 専用 DSP としてデジタル CMOS を用いた LSI を試作する。また, 複数の無線通信システムの PHY・MAC 制御において, 適応的にシステムや通信速度を切り替える信号制御 DSP の開発を行う。

## 2. 研究の進捗状況

本研究課題にて提案している PHY レイヤ・MAC レイヤ専用 DSP を実現するために, これまで, 以下のような研究開発を行ってきた。

(1) 基本的な DSP のアーキテクチャの基本設計と要素回路の基礎検討:

各種無線通信規格に対して必要となる諸条件 (伝送速度・最大許容遅延時間・QoS など) を考慮して, 最適な動作速度, 回路規模, 消費電力で信号処理を行うことができる DSP アーキテクチャの基本設計を行った。要素回路の基礎検討としては, 特に今後標準化が進むと思われる種々の無線通信変復調

方式で利用が必須となる, 高速フーリエ変換回路, 伝搬路推定・補償回路などの基本設計を行った。そのうち FFT 回路については, 必要とされる FFT のポイント数や動作速度に応じて適応的に回路構成を変更可能とするような FFT 回路の基礎設計を行った。これらの要素回路の機能を含め, FPGA (field programmable gate array) に提案回路を設計・実装することにより, その動作を確認した。さらに, FPGA で評価した提案方式を LSI として試作するための検討を行い, 回路規模, 動作速度, 処理遅延時間などの評価を行った。

(2) ASIC (application specific integrated circuit) への実装のための初期検討:

ASIC への実装のために, 無線通信システムの計算機シミュレーションによる誤り率特性評価の結果から, FFT 回路などに必要なビット数の算出を行い, ASIC に反映させる手法について検討を行った。また, ASIC への設計を行うことで, 消費電力や動作速度の見積りを行った。さらに, ASIC の評価のための評価用ボードの基礎設計を行い, 試作を行った。評価用ボードには, FPGA も搭載し, ASIC 制御用信号の生成を生成できるようにした。

(3) ASIC 設計・試作・評価:

これまでに検討してきた基本回路を用い, 今後の無線通信規格に必須となる周波数領域等化 (FDE; frequency domain equalizer) ASIC の設計・試作を行った。FDE ASIC としてはチャンネル推定に MMSE (minimum mean square error) 規範を用いた。FFT ポイント数は 128 とした。180nm シリコン CMOS プロセスを用いて試作を行った。コアサイズ約 2mm 角で FDE 回路を実装でき

ることを示した。これまでに試作した ASIC 評価用ボードを用いて、試作 ASIC の実測特性評価を行った。その結果、FDE を用いない場合には、ほとんど通信できない状態であるが、FDE 回路を用いることで、大幅な特性改善効果が見られることを実証した。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

主に PHY レイヤに関する信号処理回路の検討は順調に進んでおり、単一の無線通信方式に対する信号処理は実現できている。残された課題としては、MAC レイヤを含む、複数無線通信方式の選択・制御回路の検討であり、次年度以降に実施予定である。

### 4. 今後の研究の推進方策

複数の異種無線通信方式を同時に受信し、それぞれの信号の状態を判断することで、より特性の良い回線を選択することができる制御システムの検討と FPGA や ASIC への実装や実証も行う。

### 5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 3 件)

- [1] 三宮 秀次, 大森 洋一, 酒居 敬一, 岩田 誠, "自己タイミング型パイプラインシステムの性能見積りモデル," 信学論(A), Vol.J92-A, No.7, pp.477-486, 2009, 査読有.
- [2] K. Komatsu, S. Sannomiya, M. Iwata, H. Terada, S. Kameda, K. Tsubouchi, "Interacting Self-Timed Pipelines and Elementary Coupling Control Modules," IEICE Transactions on Fundamentals, Vol.E92-A, No.7, pp.1642-1651, 2009, 査読有.
- [3] R. Zhang and M. Iwata, "An efficient signature matching scheme for mobile security," IEICE Trans. on Commun., E91-B, 3251-3261, 2008, 査読有.

[学会発表] (計 13 件)

- [1] 富田 俊輔, 三宅 裕士, 小松 和寛, 小熊 博, 飯塚 昇, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, MMSE 規範に基づく周波数領域等化器の量子化誤差の影響, 電子情報通信学会ソフトウェア無線研究会, SR2010-41, 大阪, 2010 年 10 月 27 日.

- [2] 坪内 和夫, ディペンダブル・エア (招待講演), 電子情報通信学会総合大会, CS-2-1, 仙台, 2010 年 3 月 18 日.

- [3] 亀田 卓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, ディペンダブルワイヤレスシステム: 周波数領域等化を用いた広帯域無線通信端末の検討 (依頼講演), 電子情報通信学会ソサイエティ大会, ABS-1-5, 新潟, 2009 年 9 月 17 日.

- [4] K. Tsubouchi, Dependable Wireless NextGeneration Network (NGN): Network and Device Technologies (Invited), Global Symposium on Millimeter Waves 2009 (GSMM2009), 仙台, 2009 年 4 月 20 日.

- [5] 小松 和寛, ヴァレンティン ゲオルギウ, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, 安達 文幸, シングルキャリア伝送用周波数領域等化器の LSI 実装, 電子情報通信学会ソフトウェア無線研究会, SR2008-43, 沖縄, 2008 年 11 月 22 日.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし