

様 式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成28年度）

1. 機関番号

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 6 | 0 | 3 |
|---|---|---|---|---|

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成28年度～平成29年度

5. 課題番号

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | K | 1 | 8 | 1 | 0 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

6. 研究課題名 IoTセンサ向け802.11ahのPHY層の低コスト超低消費電力回路の開発

7. 研究代表者

| 研究者番号 | 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|-----------------|----------------------------|---------|----|
| 9 0 7 6 0 8 3 5 | トラン ティ・ホン Tran Thi・Hong | 情報科学研究科 | 助教 |

8. 研究分担者

| 研究者番号 | 研究分担者名 | 所属研究機関名・部局名 | 職名 |
|-------|--------|-------------|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

9. 研究実績の概要

平成28年度の研究では、802.11ahのPHY層のシミュレータを開発しました。シミュレータはPHY層の送信機と受信機と通信路を含みます。送受信機は802.11ahに定義された様々なブロックを含みます。例えば、Scrambler/Descrambler, Interleaver/De-Interleaver, Mapper/Demapper, IFFT/FFT, GI-Insertor/GI-Remover, Channel-Estimationなどです。また、通信路は加法的白色ガウス雑音(AWGN)とレイリーフェージングチャンネルの二つのもので設計しました。このシミュレータを使用して、PHY層の送受信機にあるIFFT/FFTと受信機にあるビタビデコードのパフォーマンスを評価しました。評価した結果に基づいてIFFT/FFTとビタビデコードの最適なパラメータを明確にしました。また、IFFT/FFTとビタビデコードの回路ハードウェアを開発しました。これに関しては、IFFT/FFTの研究結果についての論文を1本、ビタビデコードの研究結果についての論文を3本国際会議にて発表しました。また、IFFT/FFTの研究結果については国際会議に、ビタビデコードの研究結果については国際論文誌に投稿を予定しており、現在論文を作成中です。

さらに、PHY層のシステムの誤り率のパフォーマンスを改善するために、ビタビデコード以外の前方誤り訂正コードに関する課題も研究を行いました。この研究課題の結果は、国際論文誌に掲載され、また国際会議で2本の論文を発表しました。加えて、平成29年度の研究を進めるために、PHY層のプロトタイプハードウェア回路システムを開発しました。このシステムをCPSY国内研究会で発表しました。

合計としては、平成28年度の研究結果について、国際論文誌での掲載が1件あり、また国際会議で6本、国内研究会で1本の論文を発表しました。さらに、国際論文誌と国際会議へ投稿する論文を各1本作成中です。

10. キーワード

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|---------------------|---------|
| (1) wireless communication | (2) PHY Layer | (3) Viterbi Decoder | (4) FFT |
| (5) Hardware Circuit | (6) BER/PER performance | (7) | (8) |

11. 現在までの進捗状況

(区分)(1) 当初の計画以上に進展している。

(理由)

平成28年度に計画した内容を研究しました。また、計画にない内容の研究も進めました。具体的には以下に説明します。

【1】「802.11ah規格のドラフトバージョンのPHY層のパフォーマンスの評価」内容については、802.11ah規格のドラフトバージョンに基づいてPHY層のシミュレータを作成しました。シミュレータは帯域幅の1MHz, 2MHz, 4MHzや変調・復調方式のBPSK, QPSK, 16QAM, 64QAMや符号レートの1/2, 2/3, 3/4, 5/6などの組み合わせ操作オプションを含みました。また、加法的白色ガウス雑音(AWGN)とレイリーフェージングチャンネルの通信路を使用してシステムのシミュレーションを行い、BER/PERの結果を明らかにしました。このシミュレータを使用して802.11ahのPHY層に関する研究内容を進めました。

【2】PHY層の受信機にあるビタビデコーダと送受信機にあるIFFT/FFTの研究内容については、シミュレーションによりビタビデコーダとIFFT/FFTの最適なパラメータを明確にしました。また、ビタビデコーダとIFFT/FFTのハードウェア回路アーキテクチャを提案しました。

さらに、PHY層のプロトタイプシステムを開発し、FPGAでの実行に成功しました。

PHY層にあるビタビデコーダ以外の誤り訂正コードも研究を行い、明確な結果が得られました。成果としては、本研究課題について国際論文誌への論文掲載が1件あり、また国際会議で6本、国内研究会で1本の論文を発表しました。さらに、国際論文誌と国際会議へ投稿する論文各1本を作成中です。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

平成29年度は「PHY層の送受信機の低コスト超低消費電力回路の設計・評価」について研究します。研究項目ごとの実施内容は以下の予定です。

*【1】PHY層の送受信機システムの開発

ここでは、PHY層の送受信機の各ブロックのインターフェースをドキュメントとして作成します。送受信機の実データ処理的な各ブロックを以下の【2】の項目で別々に設計する予定です。本項目は、送信コントローラ、受信コントローラ、全体システムコントローラを開発して、【2】で設計されたブロックを接続し、送受信機のシステム回路を開発します。そして、システムの回路規模と消費電力を測って評価します。

*【2】PHY層の送受信機の実データ処理の各ブロックの回路の開発

ここでは、Scrambler, Interleaver/Deinterleaver, Phase Trackingなど PHY層の送受信機の実データ処理の各ブロックを設計します。設計する前に、802.11ah規格に各ブロックの機能を参照します。各ブロックのインターフェースは上記の【1】に作成したドキュメントから理解して、Verilog言語で設計し、Modelsimツールで機能評価をし、FPGAで実行する予定です。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

平成28年度は、計画したとおりにIFFT/FFTとビタビデコーダのハードウェア回路を実行するために、FPGAボードを購入しました。購入したボードの価格は計画したの物より安かったです。

(使用計画)

平成29年度は、平成28年度の余った経費を使用して研究課題に関する英本を購入する予定です。

(課題番号： 16K18105)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(2 / 6)

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (1) 件 / うち査読付論文 計 (1) 件 / うち国際共著 計 (1) 件 / うちオープンアクセス 計 (1) 件

| 著 者 名 | | 論 文 標 題 | | | | |
|--|-------|---|------|---------|------|--|
| Duc Phuc Nguyen, Thi Hong Tran, Yasuhiko Nakashima | | A Multi-mode Error-Correction Solution based on Split-Concatenation for Wireless Sensor Nodes | | | | |
| 雑 誌 名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | 国際共著 | |
| Journal of Communication | 有 | 12 | 2017 | 130-136 | 該当する | |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) | | | | | | |
| 10.10720/jcm.12.2.130-136 | | | | | | |
| オープンアクセス | | | | | | |
| オープンアクセスとしている (また、その予定である) | | | | | | |

〔学会発表〕 計 (7) 件 / うち招待講演 計 (0) 件 / うち国際学会 計 (6) 件

| 発 表 者 名 | | 発 表 標 題 | |
|--|---------------------------|---|--|
| Duc Phuc Nguyen, Thi Hong Tran, Yasuhiko Nakashima | | A Multi-mode Error-Correction Solution based on Split-Concatenation for Wireless Sensor Nodes | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 | |
| 2017 The 9th International Conference on Future Computer and Communication (ICFCC 2017) (国際学会) | 2017年04月21日 ~ 2017年04月23日 | Nagoya, Japan | |

| 発 表 者 名 | | 発 表 標 題 | |
|---|---------------------------|---|--|
| Hiromasa Kato, Thi Hong Tran, Yasuhiko Nakashima | | ASIC Design of A Low-Complexity K-best Viterbi Decoder for IoT Applications | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 | |
| 2016 IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems (APCCAS) (国際学会) | 2016年10月25日 ~ 2016年10月28日 | RAMADA Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea | |

| 発表者名 | 発表標 題 | |
|---|---|----------------|
| Duc Phuc NGUYEN, Thi Hong TRAN, Yasuhiko NAKASHIMA | A High Coding-Gain Reduced-Complexity Serial Concatenated Error-Control Coding Solution for Wireless Sensor Network | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 |
| IEEE International Conference on Signal and Image Processing (国際学会) | 2016年08月13日 ~ 2016年08月15日 | Beijing, China |

| 発表者名 | 発表標 題 | |
|--|--|-----------------|
| Hiromasa Kato, Thi Hong Tran, Yasuhiko Nakashima | Ultra low-complex IEEE 802.11ah Viterbi Decoder for IoT Applications | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 |
| IEEE Symposium on Low-Power and High-Speed Chips 2016 (国際学会) | 2016年04月19日 ~ 2016年04月21日 | Yokohama, Japan |

| 発表者名 | 発表標 題 | |
|--|--|----------------|
| Thi Hong Tran, Duc Phuc Nguyen, and Yasuhiko Nakashima | PER Evaluation of K-min Viterbi Decoder for Wireless Sensors | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 |
| 10th international conference on Sensing Technology (国際学会) | 2016年11月11日 ~ 2016年11月13日 | Nanjing, China |

| 発表者名 | 発表標 題 | |
|--|---|-----------------|
| Thi Hong Tran, Soichiro Kanagawa, Duc Phuc Nguyen and Yasuhiko Nakashima | ASIC Design of MUL-RED Radix-2 Pipeline FFT Circuit for 802.11ah System | |
| 学 会 等 名 | 発表年月日 | 発 表 場 所 |
| IEEE Symposium on Low-Power and High-Speed Chips 2016 (国際学会) | 2016年04月19日 ~ 2016年04月21日 | Yokohama, Japan |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|-----------------------|------------------------------------|---------------|
| 加藤大真, トラン ティ ホン, 中島康彦 | FPGAとカメラ画像を用いた802.11ah物理層の動作検証システム | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| CPSY2016-47 信学技報 | 2016年09月29日 | 幕張メッセ 千葉市 千葉県 |

〔図書〕 計(0)件

| 著者名 | 出版社 | |
|-----|-----|-------|
| | | |
| 書名 | 発行年 | 総ページ数 |
| | | |

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

| 産業財産権の名称 | 発明者 | 権利者 | 産業財産権の種類、番号 | 出願年月日 | 国内・外国の別 |
|----------|-----|-----|-------------|-------|---------|
| | | | | | |

〔取得〕 計(0)件

| 産業財産権の名称 | 発明者 | 権利者 | 産業財産権の種類、番号 | 取得年月日 | 国内・外国の別 |
|----------|-----|-----|-------------|-------|---------|
| | | | | 出願年月日 | |
| | | | | | |

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

| 国際研究集会名 | 開催年月日 | 開催場所 |
|---------|-------|------|
| | | |

16.本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究 : -

17.備考

| |
|--|
| |
|--|