

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 30 日現在

機関番号：21201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23560461

研究課題名(和文)単純かつ安価で広範囲において使用可能なチップレスRFIDの開発

研究課題名(英文)Development of a simple to construct and cheap RFID with long range

研究代表者

Chakraborty Goutam (Chakraborty, Goutam)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授

研究者番号：50250840

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本プロジェクトにおいて、我々は、低コストで、かつ、広範囲での使用が可能なチップレスRFIDを提案した。提案したRFIDは、実用的に十分な広さをカバーできる一方で、保持できる情報量が少ない。しかしながら、多数の金属パッチや異なる周波数帯の掃引信号を使用することにより、保持できる情報量は増やすことが可能である。我々が行ったすべての実験においては、2,3層から成るシングルパッチRFIDが用いられた。実験は、無響環境下、および、金属枠で囲まれた研究室にて行われた。提案したノイズ緩和アルゴリズムにより、1[%]以内のエラー率が得られた。

研究成果の概要(英文)：In this project, we proposed a low-cost long-range chipless RFID. The restriction with the proposed RFID is its low information content. Due to other advantages, there are areas where it will be practically useful. Multiple patches, and different bands of sweep frequencies will increase the information content. All our experiments are with a single patch RFID with 2 or 3 layers. Experiments were done in noise absorbing environment and in laboratory with metal frames. The proposed noise mitigation algorithm gave results within 1% error (in estimating resonant frequency, which is the stored information). The knowledge gained was used in other researches, including analysis of EEG signals. The results were published in well-recognized international conferences and delivered as invited and key-note speeches.

研究分野：工学

キーワード：金属片アンテナ チップレスRFID 対数周期アンテナ ソフトコンピューティングアルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

電波による固体識別 (Radio Frequency Identification; RFID) の概念には 70 年ほどの歴史があり、今日商業、科学技術など、幅広い分野で広く扱われており、RFID タグには 2 種類が存在する。

タグ自体に電源を保有するアクティブ型とリーダー側から発せられる電波をエネルギー源として利用するパッシブ型である。現在では低電源で動作する CMOS チップを低コストで製造できるようになったことから、パッシブ型の RFID が多く場面として利用されている。

RFID は、物体や人の認識が必要とされる場面において有効であると考えられる。使用場面に応じて、要求される RFID の機能は異なる。すなわち、パスポートや銀行、クレジットカードなどでの使用においては読み込みのみが要求され、プリペイドカードなどでの使用においては、読み込みと書き込み両方が求められる。

2005 年に世界最大のスーパーマーケットチェーンであるウォルマートが RFID の採用を表明したことにより、社会はサプライズチェーン・マネジメントや在庫管理における RFID の必要性を認識した。パスポートや病院における患者、高価な本の管理など、複雑なデータを扱う場面において、RFID は安全に多くの情報を格納するため、複雑な半導体チップが必要となる。一方で少量の情報しか必要とせず、読み込みのみしか求められないような全体の大部分を占める使用場面においては、あまり普及していない。

理由としては、RFID タグには複雑な半導体チップが使用されているが、高価であるため、小さな工場においてはこれを実現することは困難であること、また、パッシブ型の RFID タグにおいて、その受信距離はきわめて短く、RFID タグとリーダーの距離が非常に接近していなければならないこと、の 2 点が挙げられる。

これらを解決する一つとして、使用者が各自で、かつ、低コストで RFID タグを製造できるようになれば、RFID はバーコードと同様に、さらに広く普及するものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、低コストで製造が簡単であり、さらに、受信距離が長い RFID 技術の実現を目指すものである。

その解決策として提案する手法が、アンテナとして金属片を使い、情報を格納するためその構造上の特性を利用するものである。

我々が提案する手法は、構造上の拡散を利用するために、積み重ねた長方形の金属片を使用する。上層の金属片は、下層の金属片より高い周波数に共振する。上層から下層の各層において、入力周波数が共振していくのに従い、後方拡散は、一定に収束していく。しかし、位相は共振により優位な影響を受け

る。この性質により、金属片の構造を利用して、情報を格納することができる。なお、これは、広周波数帯域において使用可能である。よって、空間的な制限はなく、自由に使用可能である。このように、後方拡散信号の位相周波数により、金属片の構造情報は決定され、RFID の署名として利用できる。

3. 研究の方法

初期の実験では、さまざまなノイズを含む環境で、金属片アンテナを用いたチップレス RFID の実験を行い、データを収集した。

また、アンテナの面積を変更することにより、共鳴周波数との関係を示す実験を行った。さらに、電波の影響のない無響環境を構築し実験を行った。

4. 研究成果

2011 年度において、我々は実験環境の設定を行った。具体的には、Vector Network Analyzer (VNA) のような機材や広範囲の周波数領域における信号の送受信のためのアンテナなどを購入した。実験においては、面積の異なる金属片アンテナを複数用意した。2 つの異なるノイズ環境下において多くの実験を行い、データを収集した。これらのデータを解析し、精度向上のため、提案手法のアルゴリズムを見直した。これらの初期実験において、アンテナの向きに対する頑健さを保持するようなアンテナ設計に関する知見を得た。また、ノイズの発生源とその特性についての知見を得た。

我々が提案する金属片アンテナを用いたチップレス RFID を用いた実験を行い、データを収集した。実験は、窓ガラスやイスにおける金属フレーム、その他小さな物体など、さまざまなノイズを含む環境で行われた。金属片からの拡散信号を受信し、オフラインでの解析のために保存した。アンテナの面積を変更することにより、これと共鳴周波数との関係を示すことができる。これにより、実際の実験結果が理論上のものに比べて、どれくらい異なるかを確認することができる。さらに実験が必要ではあるが、いくつかの実験から、今回の結果における分解能を評価した。また、入力と拡散信号に関して、金属片のずれの影響を評価した。これにより、角度に対して頑健さを高めるために、円形の金属片を利用するとの着想を得た。

本研究の目的の 1 つは、チップレス RFID の周囲に存在する金属物によるノイズの影響を見積もることである。これを確認するため、2012 年度において、我々は、電波の影響がない無響環境を構築した。この無響環境下で実験を行うことにより、ノイズに影響を受けない状態での金属片アンテナの振る舞いを確認した。このような環境下で多くの実験を行い、受け取った信号を確認することにより、我々は、共鳴周波数を算出する新しい手法を提案した。

これまでに行った無響環境下での実験結果から、我々は、共鳴周波数を算出するよりよい方法や金属片アンテナに格納可能な情報量を算出する方法を発見した。これらの成果は、国内外の学会において、すでに発表済みである。その他、13件の招待講演、キーノートスピーチにおいても、公表済みである。

本プロジェクトにおいて、我々は、低コストで、かつ、広範囲での使用が可能な RFID を提案している。構造はシンプルであり、絶縁体で分離された金属ベース上の薄い金属パッチで構成されるものである。掃引信号の拡散解析や、金属パッチの共鳴周波数を解析することにより、次元が決定される。保持できる情報量は、この金属パッチの次元に依存する。近接した複数のパッチは、指数オーダーで保持できる情報量を増やすことが可能である。このアイデアとノイズの影響を軽減するアルゴリズムは、多数の有名な国際会議やキーノートスピーチとして講演されている。

本プロジェクトの目的は、ほぼ達成されている。すべての実験は、ノイズがコントロールされた研究室内で行われた。マルチレイヤーパッチやアレイパッチは、まだ準備ができていないため、実際の工場環境での実験は行われていない。シングルパッチの RFID は完璧に動作したけれども、実用的な応用のために、マルチパッチの性能評価が必要である。なお、この研究成果を広めるため、現在、著名な論文誌への投稿の準備を行っているところである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Hisateru Kato, Goutam Chakraborty, Basabi Chakraborty, A Real-time Angle and illumination Aware Face Recognition System Based on Artificial Neural Network Applied Computational Intelligence Soft Computing, Vol. ,(2012)pp;1-9

Satoko kikuti, Goutam Chakraborty, An Efficient Genome Fragment Assembling Using GA with Neighborhood Aware Fitness Function Applied Computational Intelligence and Soft Computing Val .,(2012) pp;11

[学会発表](計15件)

Goutam Chakraborty, Machine Learning Approach for Relevant Gene Selection From DNA Microarray Data for Disease Classification AIT2012, at CYUT, Taiwan(招待講演)2012年04月27日~2012年04月28日 CYUT, Taiwan

Goutam Chakraborty, Chipless Metal Patch RFID-Behavior of Backscatter and a Proposition ICRC 2012(招待講演) 2012年

12月21日~2012年12月22日 India

Goutam Chakraborty, A Novel Proposal of Chipless RFID Using Layered Metal Patches CODEC2012(招待講演) 2012年12月17日~2012年12月18日 India

千葉恭平, Goutam Chakraborty, 馬淵浩司, 松原正文 金属パッチを用いた Chipless RFID の受信波解析における有効範囲に関する研究 人工知能学会 第89回人工知能基本問題研究会(SIG-FPAI) 2013年03月01日~2013年03月01日

千葉恭平, Goutam Chakraborty, 馬淵浩司, 松原正文 金属パッチを用いた Chipless RFID における受信波解析 情報処理学会第75回全国大会講演論文集(2) 2013年03月01日~2013年03月01日 岩手県立大学滝沢キャンパス

Sarayoot Tanessakulwattana, Chotipat Pornavalai and* Goutam Chakraborty, Adaptive Multi-hop Routing for Wireless Sensor Networks International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering(JCSSE2013), 2013年05月30日~2013年05月31日 Thailand

Goutam Chakraborty, Daigo Kikuchi, Jun Sawamoto and Hikaru Yokoha Perception Delay and its Estimation Analyzing EEG Signal IEEE International Conference Cybernetics(IEEE CYBCONF 2013) 2013年06月13日~2013年06月15日 Lausanne, Switzerland

Goutam Chakraborty, A Novel Realization of Chipless RFID The Sixth International Conference on the Frontiers of Information Technology The Sixth International Conference on the Frontiers of Information Technology Application and Tools FITAT 2013(招待講演) 2013年09月25日~2013年09月28日 Korea

Goutam Chakraborty, Basabi Chakraborty Multi-objective Optimization Using Pareto GA for Gene-Selection from Microarray Data for Disease Classification IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE SMC 2013) 2013年10月13日~2013年10月16日 Manchester, England(accepted)

Basabi Chakraborty Goutam Chakraborty, Fuzzy Consistency Measure with Particle Swarm Optimization for Feature Selection IEEE International Conference on systems, Man and Cybernetics(IEEE SMC 2013) 2013年10月13日~2013年10月16日 Manchester, England(accepted)

[図書](計件)

Masafumi Matsuhara, Miki Itoh, Goutam Chakraborty, Hiroshi Mabuxhi An Efficient Pressure-Aware Character Input Algorithm for Mobile Phones International Conference on Awareness Science and

Technology 2013(iCAST 2013) 2013年11月02日～2013年11月04日 Aizu Wakamatu, Japan.

Satoko kikuti, Goutam Chakraborty, Jun Sawamoto, Hikaru Yokoha Analysis of EEG Signal to Investigate Influence of Intoxication in Perception Delay Internatynal Conference on Awareness Science and Technology 2013(iCAST 2013) 2013年11月02日～2013年11月04日 Aizu Wakamatu, Japan.

Tetsuhiro Dendou, Goutam Chakraborty, Real-time Mobility Aware Shoe-Analyzing Dynamics of Pressure Variations at Important Foot Points? Internatynal Conference on Awareness Science and Technology 2013(iCAST 2013) 2013年11月02日～2013年11月04日 Aizu Wakamatu, Japan.

ZhangWei, Goutam Chakraborty, Construction of an Intelligent Intrusion Detection System Based on KINECT Conference on Awareness Science and Technology 2013(iCAST 2013) 2013年11月02日～2013年11月04日 Aizu Wakamatu, Japan.

Goutam Chakraborty, Proposal of a sub-cent RFID using metal-patch-Problems and ways to overcome them IEEE international Conference on Sensor Technology(招待講演) 2013年12月03日～2013年12月05日 NZ

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

Chakraborty Goutam

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授

研究者番号：50250840

(2) 研究分担者

松原雅文(MATSUHARA, Masafumi)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：70363728

(3) 連携研究者

()

研究者番号：