

金属パッチを用いた Chipless RFID における受信波解析

千葉 恭平† Goutam Chakraborty‡ 馬淵 浩司‡ 松原 雅文‡

†岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

‡岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

近年、ID 情報を埋め込んだタグに対し、無線周波数から識別と情報交換を行う技術 RFID (Radio Frequency Identification) の普及が進んでいる。RFID には、個体識別に用いる IC チップのコストが高いなどの問題点がある。そのため、IC チップより安価な代替品を使用した Chipless RFID が提案されている。

本研究では、RFID の個体識別に金属パッチ (薄い金属の板) を重ねあわせて構成したパッチアンテナを使用する [1]。この RFID は、ニューラルネットワークを用いて受信波解析を行う [2]。

本稿では、測定距離を変化させて取得した受信波を解析し、解析精度から運用可能な距離を評価する。

2 Chipless RFID

本研究で用いる Chipless RFID の構造を図 1 に示す。この RFID では IC チップの代わりに、特定周波数で共鳴が発生する金属パッチと、土台となる金属板で誘電体を挟み込み、これを複数枚重ねあわせることで構成したパッチアンテナを使用する [1]。

まず、このパッチアンテナに対して、チャープ信号と呼ばれる一定範囲の周波数を同時に送信する信号を送信し、これを反射させる。反射の際、パッチごとの固有の共鳴周波数において、振幅と位相が変化する。この変化を分析することで情報を読み取る。

この Chipless RFID は、反射波を利用する性質上、動力源が不要である。さらに、電波強度を上げることで、長距離通信も可能である。

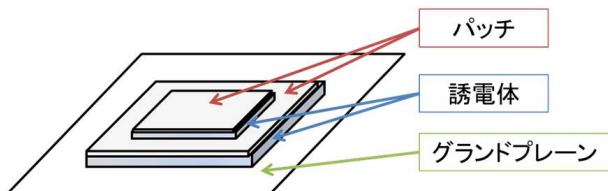


図 1: 本研究で使用する Chipless RFID

Analysis of Backscatter Signal from Chipless RFID Using Metal Patches
†Kyohei Chiba ‡Goutam Chakraborty ‡Hiroshi Mabuchi ‡Masafumi Matsuhara

†Graduate school of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

‡Factory of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

3 受信波解析における問題点

Chipless RFID の受信波の振幅と位相と、共鳴周波数の相関は非線形であるため、逆算は非常に困難である。更に、パッチの周辺に電波を反射する物体がある場合、この反射波がノイズとなり、受信波が乱れてしまう。

また、アンテナとパッチとの間の距離が開いた場合、周波数ごとの位相がずれ、受信波が本来のものから変化してしまう。本来、図 2 に示すような受信波であっても、実際に取得したデータでは、遅延とノイズによって図 3 に示すように乱雑な受信波となる。

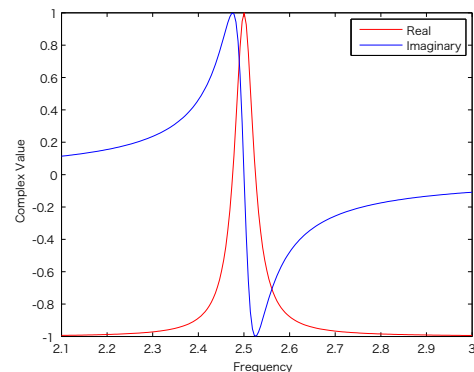


図 2: 遅延が存在しない本来の受信波

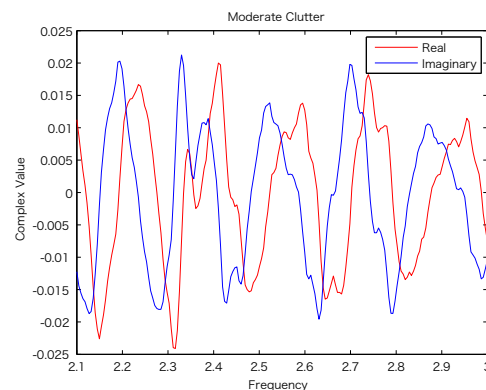


図 3: ノイズと遅延の影響を受けた受信波

4 提案手法

本研究では、ニューラルネットワークを用いて受信波解析を行う。学習により、高速な受信波解析を行うことが可能であるためである [2]。ニューラルネットワークへの入力の前に遅延の削除と、共鳴部分を抽出する前処理を行う。

測定距離に応じた周波数ごとの遅延の影響は定数 τ と定義できる。これは、図4に示すような、位相の周期から求めることができる。この定数を用いることで受信波の遅延の除去が可能である。

共鳴部分では、周波数ごとの τ が急激に変化する。そこで、図5に示す周波数ごとに変化する τ の傾きを算出する。傾きに対し閾値を設定し、閾値以上の傾きとなった部分の τ を用いて遅延の除去を行う。これにより、遅延の影響を最小限にすることが可能である。

この処理の後、傾きが閾値以上となった部分を共鳴部分として抽出する。受信波の特徴を示す共鳴部分ではノイズによる変化が少ないため、この部分を抽出することで、ノイズの影響を低減できるためである。

閾値を2に設定し、抽出を行った共鳴部分を図6に示す。ここで抽出した箇所を用いて解析を行うことで、ノイズと遅延の影響を大きく軽減することが可能である。

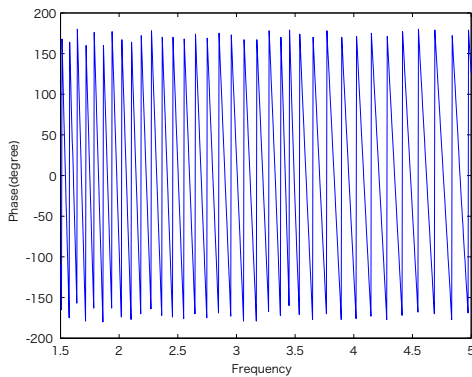


図4: 位相の周期

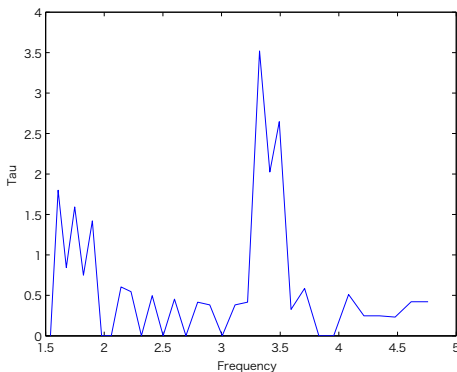


図5: 傾きの変化

5 評価実験と考察

先行研究 [2] では、実験に一定距離から測定したデータを用いたが、本研究では、距離を変化させたデータを用いた解析精度を比較し、有効範囲を評価する。

実験には共鳴周波数が 3.417GHz のパッチを使用し、障害物の少ない環境で、アンテナの測定距離を 10cm から 70cm まで 10cm ごとに変化させたデータを合計 7 件

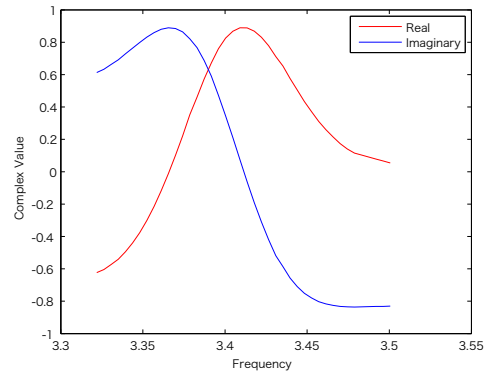


図6: 抽出した共鳴部分

を用いた。学習データとして人工的に生成したノイズと遅延の無い受信波データ 5,000 件を使用し、学習を 10,000 回行ったニューラルネットワークでの解析結果を表1に示す。

実験の結果、どの距離においても共鳴周波数に近い値が出力されており、標準偏差も低いいため、障害物の少ない場所では、70cm までの範囲での解析は正しく行えると考えられる。

表1: 評価実験結果

	10cm	20cm	30cm	40cm
出力値	3.422	3.424	3.409	3.398
	50cm	60cm	70cm	S.D.
出力値	3.449	3.461	3.444	0.0148

6 まとめ

本稿では、金属パッチを用いた Chipless RFID の受信派解析を行い、解析精度から運用可能な距離を評価した。実験により、測定距離が離れた場合においても解析が有効であることが示された。

今後は、パッチの増加とともに、様々な実験環境で得られたデータを用いた実験を行う予定である。

参考文献

- [1] Somnath Mukherjee, Goutam Chakraborty, : Chipless RFID using Stacked Multilayer Patches, IEEE Applied Electromagnetic Conference, Dec 14-16(2009). India.
- [2] Kyohei Chiba, Goutam Chakraborty, Somnath, Mukherjee, : Analysis of Backscatter from Chipless Metal Patch RFID Using Soft Computing Techniques, SICS-ISIS 2012, T1-45-2, pp.971-976, Kobe, Japan, November 20-24, 2012.