DS-UWB を使用した RFID 複数認識手法の有効性

非会員 磯田 大輔* 非会員 小林 秀幸*
正 員 杉浦 彰彦*

The Evaluation of the Validity of RFID Multi-Access by using DS-UWB

Daisuke Isoda*, Non-member, Hideyuki Kobayashi*, Non-member, Akihiko Sugiura*, Member

本稿では、リーダ/ライタと RFID 間の無線通信方式として DS-UWB を採用し、複数の RFID の瞬時認識手法について提案する。更に、UHF 帯 RFID と提案方式の認識率特性を比較し、提案方式の有効性を検証する。

キーワード：RFID, DS-UWB, 複数認識, UHF 帯 RFID, パッシブタグ

Keywords: RFID, DS-UWB, UHF band RFID, passive tag

1. まえがき

近年、ユビキタス社会の実現を牽引するキーテクノロジーとして RFID(Radio Frequency Identification) が注目を集めている。現在広く普及する 13.56MHz 以下の電磁誘導方式は、通信距離が短く複数の RFID を瞬時に認識できない。一方、UHF 帯以上のマイクロ波方式では、リーダ/ライタの送信電波エネルギーを電力に変換するため通信距離を長くでき、UHF 帯 RFID では、～5m 程度の通信距離を実現する。

そこで本稿では、通信距離の延長と複数の RFID の瞬時認識を実現するために、リーダ/ライタと RFID 間の無線通信方式として DS-UWB(Direct Sequence Ultra Wide Band) を採用し、複数の RFID の瞬時認識手法を提案する。更に、UHF 帯 RFID と提案方式の認識率特性を比較し、提案方式の有効性を検証する。

2. 提案手法のシステム構成

図 1 に本方式概要を示し、以下に動作原理を示す⁽¹⁾。

〈2・1〉 DS-UWB 信号送信局から RFID への通信

DS-UWB 信号送信局は、2ch を用いて各 RFID へ DS-UWB 信号を発信する。なお、2つの DS-UWB 信号は、周波数、位相が各々異なる信号を用いる。これは、各 RFID 内で合成符号系列を生成するためである。合成符号系列を生成するためには、異なる 2 種類の PN 符号系列(Pseud Noise Sequence)を UWB 送信波から得る必要があり DS-UWB を採用した。

〈2・2〉 ID 情報生成手法 各 RFID を区別するために

図 1 提案システム概要図

Fig. 1. Overview of proposal system.

表 1 ID 情報と相関値

Table 1. ID information and correlation value.

合成符号系列	RFID ID 情報	相関値	RFID 相関値
符号 1(Delay=0)	RFID1 ID 情報	a_1	RFID1 相関値
符号 2(Delay=1)	RFID2 ID 情報	a_2	RFID2 相関値
符号 3(Delay=2)	RFID3 ID 情報	a_3	RFID3 相関値
...	...	...	...

は、RFID 固有の ID 情報が必要であり、本方式では RFID 内で生成する。具体的には、DS-UWB 信号送信局より受信した異なる 2 種類の PN 符号系列から、ビット毎に排他的論理和で合成して得られる合成符号系列を生成し、これを各 RFID 固有の ID 情報とする。このとき、各 RFID に固有の時間遅延量を持たせ、合成符号系列生成の際には、その遅延量だけシフトさせた受信 PN 符号系列と、もう一方の受信 PN 符号系列とから ID 情報を生成する(表 1 参照)。

〈2・3〉 RFID から DS-UWB 信号受信局への通信

DS-UWB 信号受信局では、各 RFID から ID 情報が付加された信号電波を受信する。そして、受信した ID 情報と、受信局が保持している各 ID 情報のテンプレート ID 情報との相関値を算出する。算出した値が設定した閾値を超えた場合、電力供給エリア内に存在する RFID だと判断、認識する。

3. システム特性評価

〈3・1〉 シミュレーション諸元及び評価基準の定義 表 2 にシミュレーション諸元を示す。評価には、存在する RFID

* 豊橋技術科学大学大学院工学研究科知識情報工学専攻
豊橋市
Department of Knowledge-based Information Engineering,
Toyohashi University of Technology
1-1 Hibarigaoka, Tempaku-cho, Toyohashi-shi, Aichi, 441-
8580

表 2 シミュレーション諸元
Table 2. Simulation Conditions.

提案方式		UHF 帯 RFID	
ID 情報 符号長	511	ID 情報 符号長	511
変調方式	BPSK	変調方式/変調度	ASK/100% (DSB)
RFID 数	8	RFID 数	8
出力レベル	UWB 規格準拠 (-41.3[dBm])	出力レベル	UWB 規格準拠, UHF 帯規格準拠 (30[dBm])
通信路	AWGN	通信路	AWGN
試行回数	10^3	試行回数	10^3
中心周波数	3.5GHz, 4.5GHz	搬送周波数	953MHz
伝送レート	100Mbps	伝送レート	70kbps

を正しく認識する確率である認識率と、存在する RFID を正しく認識できない確率である誤認識率、さらに、存在しない RFID を存在すると誤って認識する誤警報確率の 3 つを用いる。なお、シミュレーション中の S/N は、自由空間伝搬損失と白色ガウス雑音で減衰量が増減する空中線において、Reader 受信部での値を基に求めている。

本稿では、RFID はエリア内に既に存在し、自らの ID 情報を送信可能な状態にあるとする。なお提案方式と比較するために、UHF 帯 RFID には、UHF 帯 RFID 規格に加えて、より出力レベルの弱い UWB 規格も適用した^{(2)~(4)}。

〈3・2〉 認識率と誤認識率の評価 図 2 に提案方式、UHF 帯 RFID それぞれの認識率、誤認識率を示す。提案方式では閾値により認識するため、S/N の低い箇所において認識率・誤認識率は 0.5 を挟んで推移している。また、S/N=-60dB 付近を境に認識率の向上が見られ、誤認識率は減少している。UHF 帯 RFID では、出力レベルが変化しても認識率の向上が見られる点に大きな差はなく、S/N=-50~-45dB 付近を境に認識率は向上し、誤認識率は減少している。これより、提案方式の方が UHF 帯 RFID に比べ 10dB ほど特性が良いことがわかる。

〈3・3〉 認識率と誤警報確率の評価 図 3 に提案方式、UHF 帯 RFID それぞれの認識率、誤警報確率を示す。提案方式では、S/N=-60dB 付近を境に誤警報確率の減少が見られる。また、S/N が低下することで通信環境が悪化するため、誤警報確率が増えていくものと考えられる。UHF 帯 RFID では、認識率が向上するとともに誤警報確率も向上している。この理由は、ASK 変調信号を通信路へ送出する際、ユーザ数だけ振幅が重畳されるため、通信環境が改善されると ID 情報を乗せた電波の振幅が全て 0 以上となる可能性があり、全ての ID 情報パターンを受信局で生成可能となるためだと考えられる。よって ASK 変調を行う方式では多重化対策を採る必要があるが、提案方式ではその必要はなく有利な点といえる。

〈3・4〉 提案方式の可能性の検証 DS-UWB の送信電力は、UHF 帯 RFID に比べ小さいにも関わらず、同程度かそれ以上の通信距離を理論的には実現できる^{(4) (5)}。また、UHF 帯 RFID の方が同じ通信距離での自由空間伝播損失は理論上 10dB ほど少ないが、シミュレーション結果より DS-UWB を用いた場合、その差を補えることが分かった。故に DS-UWB を用いることで、問題であった通信距離延長が期待できる。また DS-UWB 信号の特徴を活かし、拡散

図 2 提案方式と UHF 帯 RFID による認識率の比較

Fig. 2. Comparison of recognition ratio about proposal system and UHFband RFID

図 3 提案方式と UHF 帯 RFID による誤警報確率の比較

Fig. 3. Comparison of false alarm ratio about proposal system and UHFband RFID

符号系列の演算により、複数 RFID の瞬時認識も期待できる。さらに DS-UWB を用いることで既存の RFID には無い距離測定も期待できる。

4. むすび

本稿では、リーダ/ライタと RFID 間の無線通信方式として DS-UWB を採用し、UHF 帯 RFID システムに比べ認識率、誤警報確率の両面を同時に改善できる事を示した。今後の課題としては、DS-UWB が実際にどれ程の通信距離で通信が可能なのかの検証や、ハードウェア実験による本方式の有効性の実証が挙げられる。

文科省科研費補助金・基盤研究 C の援助に感謝する。
(平成 18 年 5 月 25 日受付, 平成 18 年 10 月 30 日再受付)

文 献

- (1) A. Sugiura and Y. Yukizaki: "Investigation of Calculation/distance measurement method using spread-spectrum communications system", *IEEE Trans. ITS.*, Vol.3, No.2, pp.130-135 (2002-6)
- (2) M.Z. Win and R.A. Scholtz: "Ultra-wide bandwidth time-hopping spread-spectrum impulse radio for wireless multiple-access communications", *IEEE Trans. Commun.*, Vol.48, No.4, pp.679-691 (2000-4)
- (3) 総務省:「情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告」, <http://www.soumu.go.jp/>
- (4) 大谷俊朗・原田博司:「UHF(950MHz) 帯 RFID リーダの開発」, 信学技報, RCS2005-64~84 (2005-8)
- (5) 河野隆二:「Impulse Radio による Ultra Wideband(UWB) 無線通信の基礎と発展」, 信学技報, DSP2001-80, SST2001-40, pp.77-84 (2001-7)