

(52) UHF帯RFIDによる 災害電子掲示板に関する検討

宮坂 隆平¹・武田 茂樹²・鹿子嶋 憲一³・梅比良 正弘⁴

¹非会員 茨城大学大学院理工学研究科博士前期課程 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

²会員 茨城大学教授 工学部メディア通信工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail: obote@mx.ibaraki.ac.jp

³非会員 茨城大学名誉教授 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail: kagosima@mx.ibaraki.ac.jp

⁴非会員 茨城大学教授 工学部メディア通信工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail: umehira@mx.ibaraki.ac.jp

本稿では、UHF帯RFIDを用いた災害電子掲示板と、その情報伝達手法について提案を行う。RFIDタグは内部電源を必要としないため、電源インフラを喪失した状況における情報通信手段に適している。本研究では、アレー化によるメモリの並列化によりメモリ容量拡大を図った。このとき、各タグに個別に情報を書き込むために、書き込みアプリケーションに対して、個々のRFIDタグを識別するためのコードを検出するマスク機能を組み込んだ。また同時にアレー化と反射板の利用により、通信距離が拡大できることを示す。

Key Words : UHF band, RFID, disaster, safety confirmation

1. まえがき

近年、UHF (Ultra High Frequency) 帯RFID (Radio Frequency Identification) は、流通、履歴管理、図書館での書籍管理等、幅広い分野で活用されはじめている。RFIDタグは、リーダ/ライタからの無線送信信号により電力を得て、内部の電子回路に電源を供給し、動作する。従って、内部電池を必要とせずに情報伝達が可能である点が最大の特徴である。

本研究では、大災害時のように、電源インフラを喪失し、通信インフラも利用不可能となる状況下においても、住民への情報伝達や住民の安否情報を収集・確認できる、RFIDタグを利用した電子掲示板について提案する。

これまでに、既存の自動販売機に電子掲示板を設置し、通信ネットワークにより送信される情報を表示し、住民に情報を伝達する手法が実用化されている¹⁾。これは、電源インフラや通信インフラが確保できる規模の災害時には有効な手法と考えられる。

また、災害対応にRFIDタグを活用する例として、RFIDタグを利用して災害後の復興支援を行うシステムが提案されている²⁾。

さらに、災害時における無線通信インフラに関して、フェムトセル基地局、耐災害無線ネットワーク、小型無人航空機による無線中継を利用した災害時の通信手段に関する実証実験が行われている³⁾。

このように、災害時には電源インフラや通信インフラの確保が困難な状況が想定される。従って、RFIDを利

用した情報伝達は有効な手段の一つと考えられる。そこで先に述べたように、本研究では、災害電子掲示板との情報伝達にRFIDを適用することを提案する。

しかし、RFIDタグには以下のような問題点がある。1つ目は、メモリ容量が少ないことである。例えば、RFIDタグとしては大容量のユーザーメモリを有するMonza X-8K Dura⁴⁾は、8192bitsのユーザーメモリを有している。しかし、このメモリ容量は全角512文字相当であり、住民への情報伝達や、住民の安否確認等にこのRFIDタグを利用する場合、容量拡大が必須である。2つ目は、自動車の車中からリーダ/ライタを用いてRFIDタグとの情報のやり取りを行う場合、読み取り距離と書き込み距離が拡大されることが望ましい点である。これは、市職員等が市民への情報伝達のために電子掲示板へ情報を書き込む場合、多数ある掲示板に迅速に情報を書き込む必要があるためである。特に、システム管理や導入後のメンテナンスを容易にするためには、免許申請が不要で利用エリアが特定されない特定小電力タイプのリーダ/ライタ⁵⁾の使用が有効と考えられる。この場合、この読み取り距離と書き込み距離の拡大は必須事項となると考えられる。

そこで本研究では、RFIDタグを複数並べるアレー化により上記2つの問題を解決する手法について検討する。検討においては、I²Cバス等、マイコンとの接続バスを持つRFIDタグIC (Integrated Circuit, 集積回路) を利用する⁴⁾。

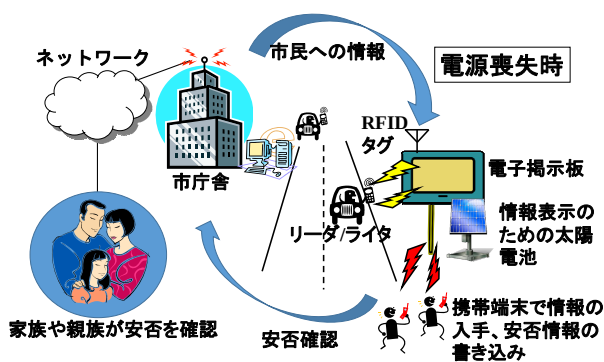


図-1 RFIDタグを用いた災害電子掲示板の概念図

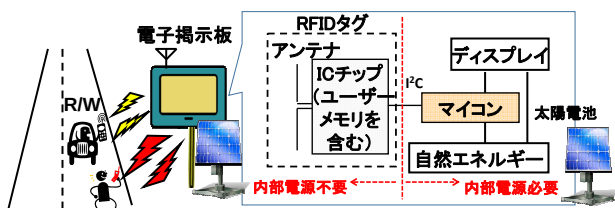
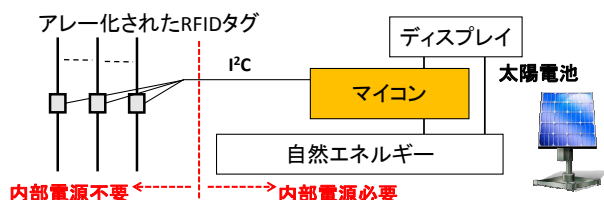
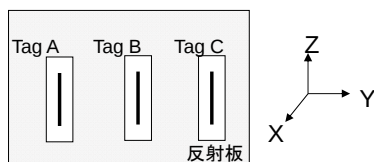


図-2 電子掲示板のシステム構成 (R/Wはリーダ/ライタ)



(a) RFIDタグのアレー化構造



(b) RFIDタグ配置と反射板 (3アレーの場合)

図-3 RFIDタグのアレー化構造



図-4 作成したデモ機

2. 電子掲示板への情報伝達とシステム構成

提案する電子掲示板への情報伝達の概略図を図-1に

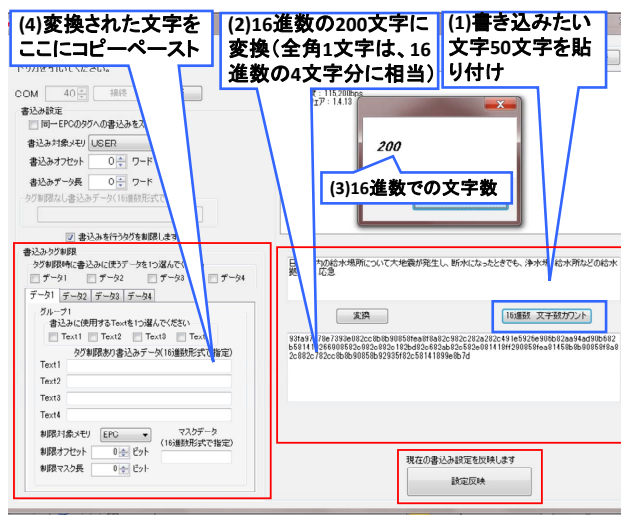
示す。ここでは、市庁舎は、通信ネットワークや電源を利用可能であると仮定する。電子掲示板にはRFIDタグ（内部電源不要、リーダ/ライタからの電磁波により電源を得る）が内蔵されているため、通信のために自然エネルギーを利用する場合や、直接、ケーブルで通信端末同士を接続する場合と異なり、電源喪失時においても、市役所からの情報を昼夜、天候を問わず、また迅速に電子掲示板に伝達することが可能となる。その後、RFIDタグのユーザーメモリに書き込まれた情報は、自然エネルギーから得られるエネルギーを利用して、表示装置に表示される。また、市民がリーダ/ライタ機能を有する充電された携帯端末を有する場合は、これを用いて情報を取得することも可能である。さらに、市役所からの情報の書き込みと共に、情報の読み取りを行うことで、安否確認機能を実現できる。住民は携帯端末により情報をRFIDタグに書き込むことで、自身や家族の状況を離れた場所に住む親戚や親類に知らせることが可能となる。

このように、ガソリンと自動車を電源、リーダ/ライタを情報機器、道路を情報を運ぶネットワークとすることで、大災害時の円滑な双方向情報伝達を実現できる。

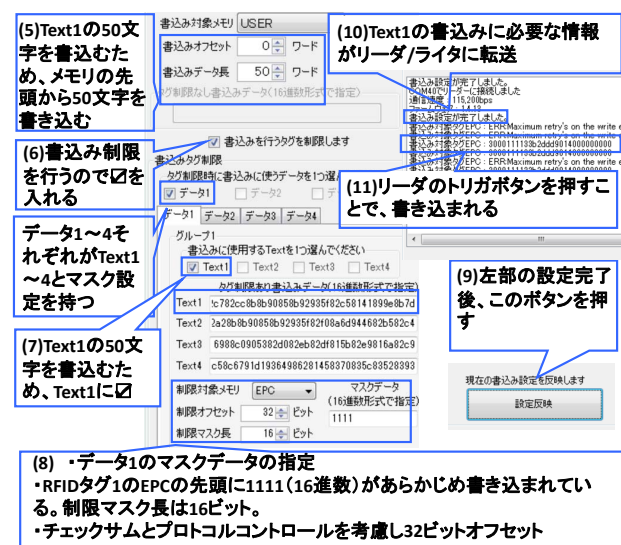
図-2に電子掲示板のシステム構成を示す。I²Cバスを備えたRFIDタグICを利用することで、RFIDタグ内部の情報をマイコン等により取り出し、これを表示装置に出力することができる。Monza X-8K Duraは、ユーザーメモリ容量が8192bits⁴⁾であるため、RFIDタグ1つで全角512文字の文字データを取り扱うことができる。

また、内部メモリ容量を増加させ、通信距離の拡大を図るためのアレー化構造を図-3 (a) に示す。Monza X-8K Duraは、4つのI²Cアドレスを扱える⁴⁾ため、現状では最大で4つのアレー化が可能である。さらに、このRFIDタグのアレー間隔の調整と、金属の反射板の併用効果により、読み取り距離を拡大させることが可能である(図-3 (b))。反射板としては、電子掲示板そのものを板状金属として利用可能と考えられる。

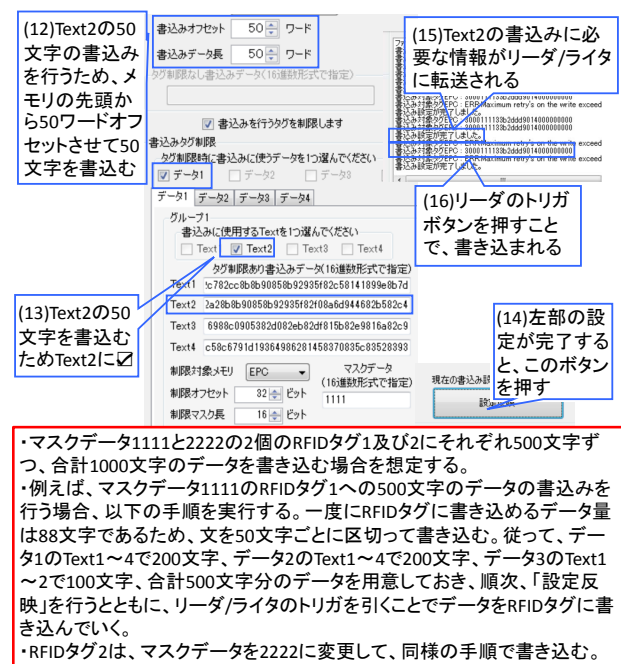
図-4に構築したデモ機を示す。ここでは、Monza X-8K Dura development boardを2個アレー化してメモリ量の拡大を図る場合の外観を示している。反射板には銅板を用い、大きさは455mm×910mmである。接続ボードは、I²CマスタのAardvark I2C/SPI Host AdapterとMonza X-8K DuraとをI²Cバスで並列に分岐させるために製作したボードである。リボンケーブルとソケットにより製作している。リーダ/ライタは、東北システムズ・サポートのDOTR-910J⁶⁾を使用した。データの読み書きに用いるアプリケーションは、同社のSDK (Software Development Kit) を利用した。I²Cバスを用いた情報の読み出しには、ノートパソコン (パナソニックLet's Note CF-F9) を用いた。ソーラーパネルには、太陽電池モジュール (50W SUNYOOO solar Limited. SY-M50W-12) を用いた。



(a) 書き込み手順の詳細説明(1)



(b) 書き込み手順の詳細説明(2)



(c) 書き込み手順の詳細説明(3)

図-5 書き込みアプリケーション

3. 情報書き込みアプリケーション

RFIDタグを複数並べるアレー化によりメモリ容量を拡大する場合、各RFIDタグと個別に通信を行う必要がある。このRFIDタグの個別指定は、リーダ/ライタのアプリケーションにより各RFIDタグのメモリ内の個別識別データに対してマスクをかけることにより行う。この機能を追加した書き込みアプリケーションのキャプチャを図-5 (a) に示す。左下の“書き込みタグ制限”部分が、追加した書き込み制限機能である。なお、リーダ/ライタでは、パソコンとBluetoothで接続することで設定が行われる。

マスク情報はRFIDタグのEPC(Electronic Product Code)メモリ内の情報を使用する。

使用した書き込みアプリケーションのSDKとリーダ/ライタでは、最大1408bits=88ワードを一度に書き込み可能であるが、Monza X-8K Duraのユーザーメモリは8192bits=512ワードである。よって、1度に通信する情報を1408bits(88文字)以下に分割して情報を送信できるように、データごとに複数のテキストボックスを設置し、送信する情報を切り替えて書き込みを行う。なお、リーダ/ライタからRFIDタグに書き込む情報は、16進数で出力をするため、まずは文字から日本語シフトJISの16進数に変換しなければならない。書き込みアプリケーション上で文字から16進数に変換する機能と、文字数カウントをする機能を追加することで、書き込みに必要な情報をすべて取得できる機能を追加した(図-5 (a) 右下部分)。

図-5 (a), (b) 及び (c) に処理手順を示す。これはRFIDタグ1と2にそれぞれ500文字、合計全角1000文字⁷⁾を書き込む場合を想定した処理手順の一例である。RFIDタグ1及び2のEPCには、それぞれ16進数の1111と2222というマスク用のデータが予め書き込まれている。なお、このプログラムは、プロトタイプであるため、各手順を個別に指定できるように作成されている。図-5 (c) の下部に、処理手順の流れをまとめて示している。

4. 情報表示アプリケーション

RFIDタグMonza X-8K Dura development board上のICチップのユーザーメモリに書き込まれた情報を、I²Cバスにより読み出し、表示させるために、ボードに付属のアプリケーションに修正を加えて作成したものを利用する。図-6に情報表示画面を示す。具体的には、図-4中の読み取りPC(掲示板としての処理装置を想定して使用)内にデータを保存する機能と、最大4つのI²Cアドレスを有するRFIDタグから情報を順次、読み出す機能を加えた。これは、“dump file” ボタンをクリックことで実行され

る。次に、抽出された16進数表示の文字情報を全角文字に変換するために、“情報表示”ボタンをクリックする。

5. アレー化と反射板の利用による通信距離の拡大

RFIDタグが自由空間に存在する場合の通信距離 R_0 と、RFIDタグ3つをアレー状に配置した場合⁸⁾、また反射板を用いた場合の各RFIDタグの通信距離 R_m の測定を行った。測定環境を図-7に示す。使用したRFIDタグにおいて、 $R_0=0.6m$ である。

読み取り距離に関する測定結果を図-8示す。縦軸は距離比であり、 R_m/R_0 である。

まず、3つのRFIDタグをアレー状に配置した場合（反射板なし）の測定結果より、RFIDタグ3つ（A～C）について、RFIDタグ1つの場合に比べ、通信距離が最大で1.3倍に増加している。このときRFIDタグ間隔は 0.7λ （ $\lambda=32.6cm@920MHz$ ）である。これは通信距離として18cm程度の増加であるが、近距離における携帯端末との通信においては有効性はあると考えられる。

次に、金属板（455mm×910mm）をRFIDタグ背面に $d=82mm$ 離れた位置に配置した場合について考察する。RFIDタグから $\lambda/4$ 離れたRFIDタグ背面に反射板を置いている⁹⁾。図-8より、RFIDタグA、Cは約3.0倍、特にRFIDタグBは約3.2倍に増加した。このとき、RFIDタグ間隔Sは 0.9λ である。

6. むすび

本稿では、UHF帯RFIDを用いた災害電子掲示板と、その情報伝達手法について提案を行った。そしてメモリ量の増加と通信距離の拡大のために、RFIDタグのアレー化と反射板の利用を検討した。その結果、総メモリ量が拡大された。また通信距離がRFIDタグ3つをアレー化する場合、最大1.3倍、さらに反射板を利用することで最大約3.2倍に向上した。RFIDタグ単体の読み取り距離が60cmであるため、それぞれ、通信距離が78cm、及び192cmに拡大された。

参考文献

- 1) 日本コカ・コーラ株式会社：災害支援型自動販売機、<<http://www.cocacola.co.jp/vending-machine/emergency-support/#TCCC>>、(入手 2015.6.7)。
- 2) 柴山明寛，滝澤修，細川直史，市居之，久田嘉章，村上正浩：平常時から災害時におけるRFID「無線タグ」を活用した情報共有化システムの研究，地域安全学会論文集，No.8，pp.135-144，2006。

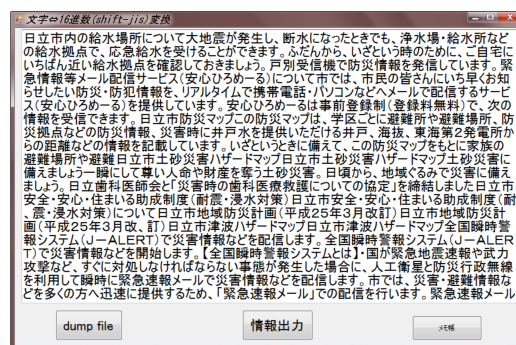


図-6 情報表示アプリケーション

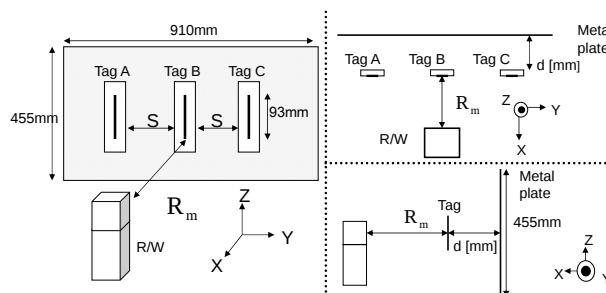


図-7 3素子アレー状構造と反射板を用いた場合
(R/Wはリーダー/ライタの意)

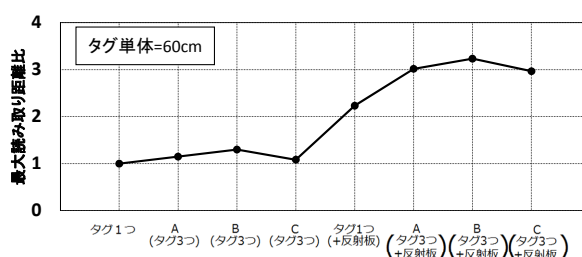


図-8 最大読み取り距離比の比較

- 3) 総務省：災害時を想定した携帯電話の応急復旧に向けた公開実験を実施、<<http://www.soumu.go.jp/soutsu/shikoku/press/2015020302.html>>、(入手 2015.6.7)。
- 4) Impinj：Monza X Software API and Application Note，<<http://support.impinj.com/hc/en-us/articles/202756838-Monza-X-Software-API-and-Application-Note>>、(入手 2015.6.7)。
- 5) 東北システムズ・サポート：DOTR-900J シリーズの魅力、<https://www.tss21.co.jp/product/mobile/rfid/concept.html#_1w250mw>、(入手 2015.6.7)。
- 6) 東北システムズ・サポート：UHF 帯 RFID ハンディリーダーライタ、<<https://www.tss21.co.jp/product/mobile/rfid/>>、(入手 2015.6.7)。
- 7) 日立市：日立市 | 防災、<<http://www.city.hitachi.lg.jp/moshimo/002/index.html>>、(入手 2015.6.7)。
- 8) 山田祥，荒木大二郎，王鵬，尾保手茂樹，鹿子嶋憲一，松本典剛，荒木憲司：RFIDにおける素子間相互結合と最大読み取り距離に関する検討，電子情報通信学会ソサイエティ大会，BS-1-5，2007。
- 9) Kraus, J. D. and Marhefka, R. J. : *Antennas : for all applications, Third edition*, pp.349-351, 2003。