

移動端末装着型アクティブRFIDリーダを用いた 情報提供サービスの実証実験

移動端末装着型アクティブRFIDリーダおよびタグを用いた情報提供システムを試作開発した。本システムにより「みまもるサービス」と「宝探しゲーム」の実証実験を実施し、サービス適用の可能性を確認した。

ほんだ やすひろ ほりぐち しょういち
 本田 康弘 堀口 賞一
 おおくぼ しんぞう
 大久保 信三

1. まえがき

物を監視して警告を出したり、現実
 に存在する物を発見して情報に結びつ
 けたりする技術が移動端末に搭載され
 はじめている。物を監視する技術の1
 つとして、P903iのあんしんキーがあ
 るが、これは移動端末のロック機能に
 限定されている。物を発見して情報に
 結びつける技術には、2次元コードや
 FeliCa^{®*1}などがある。これらの技術
 は、移動端末を情報源まで近接させる
 ことでユーザが能動的にネットワーク
 上の情報を取得することができる。

移動端末と物の間の距離がある程度
 離れていても、ユーザが意識して動作
 することなく、物を監視するサービス
 および物に関連付けられた情報を取得
 するサービスを実現する技術の1つとし
 て、アクティブRFID (Radio Frequency
 IDentification) がある。RFIDは、IDを
 送信するタグとそのIDを読み取るリー
 ダから構成され、アクティブRFIDは、
 タグ装置内に電池を内蔵してRF回路
 を駆動するタイプである。しかし、アク
 ティブRFIDリーダを内蔵した移動端

末はなく、実環境下にてこれら2つの
 サービスを並行させた検証例はない。

今回、移動端末に装着可能で、文献
 [1]の技術を利用し試作したアクティ
 ブRFIDタグとリーダ（以下、タグ・
 リーダ）を用いた情報提供システムを
 試作開発した。本システムは、あらか
 じめIDが指定されたタグがリーダの
 近傍にあるか否かを監視する機能によ
 り物の監視を実現し、タグIDを受信
 する機能により物に関連付けられた情
 報取得を実現する。そして、これら2
 つの機能が同時に並行して提供できる
 ことが特徴である。

本稿では、本システムの概要を述
 べ、2つの機能を利用して提供する
 「みまもるサービス（迷子防止サービ
 ス）」と「宝探しゲーム」のサービス
 内容を示し、これら2つのサービスの
 実証実験の結果を述べる。

2. 情報提供システムの 概要

本システムで提供する機能と、その
 機能を実現するシステム構成について
 以下に述べる。

2.1 提供機能

サービス提供に必要な本システムの
 機能を示す。

(1) 特定タグ監視機能

あらかじめタグのIDを指定してお
 き、そのタグIDをリーダがモニタリ
 ングすることで近傍にあるか否かを監
 視 (out監視) し、近傍にないときには
 移動端末に警告を発する機能である。
 この機能で利用されるタグを特定
 タグと呼び、物の監視サービスに適用
 される。

(2) 任意タグ発見機能

IDを指定していないタグIDを新た
 に受信 (into監視) したときに、移動
 端末が外部サーバにアクセスし、コン
 テンツを閲覧したり、鳴動などの動作
 をさせる機能である。この機能で利用
 されるタグを任意タグと呼び、物に関
 連付けられた情報取得サービスに適用
 される。

2.2 システム構成

本システムの構成を図1に示す。

(1) タグ・リーダ

タグ・リーダの基本仕様を表1に示

*1 FeliCa[®]: ソニー(株)が開発した非接触型IC
 カードの技術方式で、同社の登録商標。

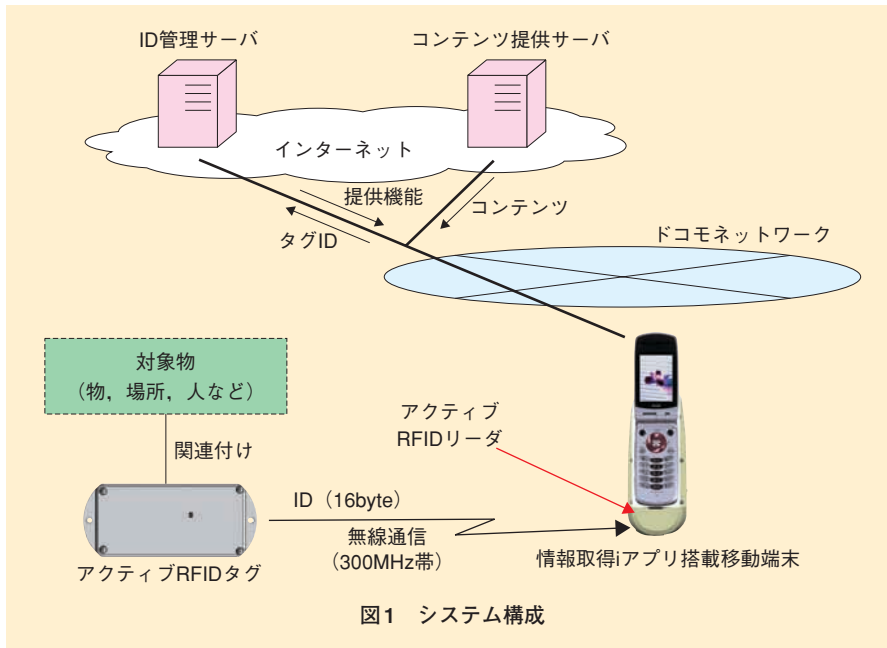


表1 タグ・リーダの基本仕様
【タグ】

サイズ (mm)	D90×W45×H10
重量	約60g
連続稼働時間	約4週間 (1秒間隔で送信の場合)
到達距離	約5～6m
周波数	300MHz帯

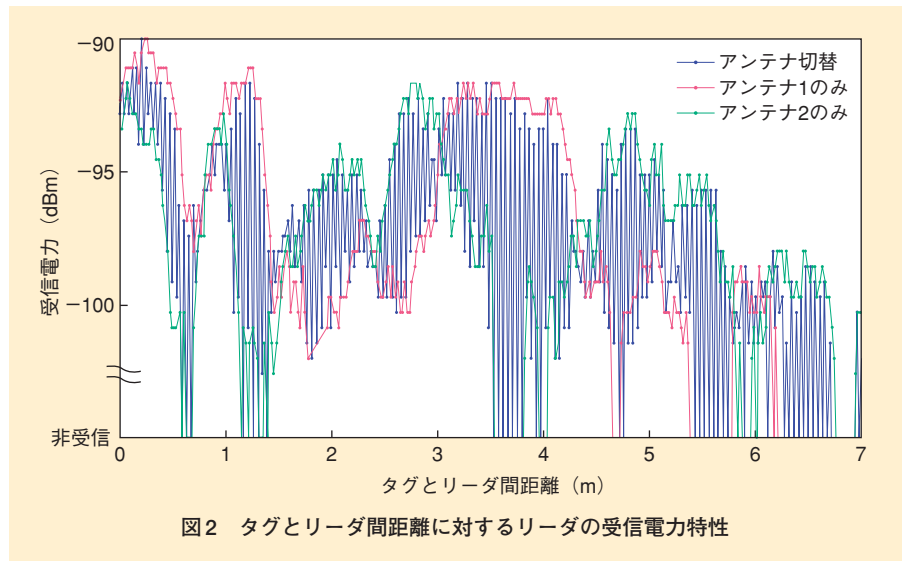
【リーダ】

サイズ (mm)	D150×W55×H16
重量	約80g
連続稼働時間	約12時間
対応移動端末	N902i

す。本システムでは機能ごとに異なる2つの周波数のタグを利用し、リーダは特定タグと任意タグの受信時間にしたがって受信する周波数を切り替える。

タグ・リーダは文献[1]の技術を利用するが、アンテナは以下のとおりである。

- ①タグは、人が保持したり壁に配置するため、タグのアンテナは、利得は低いものの無指向性で配置物材質の影響を受けにくい小形ループアンテナとしている。タグは、電波法第4条第1号に適合する微弱無線局なので、小形ループアンテナの利得で十分である。
- ②ユーザの移動がなく、伝搬路変動がほとんどないために連続した非受信発生も想定されるので、タグのアンテナは、偏波面^{*2}が異なるように配置した2つのアンテナを交互に切り替えてIDを送信する送信ダイバーシチを用いている。



送信ダイバーシチの効果の一例として、タグとリーダとの距離を変えたときのリーダの受信電力特性を図2に示す。タグは、幅が2.5m程度の通路の壁に配置し、タグの送信アンテナをどちらか1つのみとした場合と、送信ダイバーシチを適用した場合の3通りについて低速度で移動して測定した結

果である。送信アンテナがどちらか1つのみの場合、マルチパスにより受信電力が小さい場所が部分的に存在することが分かる。ユーザがこのような場所に留まっている場合、連続したIDの非受信発生の頻度が高くなり、特定タグ監視機能に対してはタグが近くにあるにもかかわらず、ないとユーザ

*2 偏波面：電磁波の伝搬方向と電界の方向によって定まる面。

に通知する誤通知が発生しやすくなる。一方、送信ダイバーシチを適用した場合、2つのアンテナから交互に送信されるIDが共に受信電力が小さくなる頻度は低くなるので、連続したIDの非受信発生の頻度は抑えられる。

③リーダのアンテナは、利得を重視してモノポールアンテナに近い構成とし、移動端末を装着して手に持った状態で特性を調整している。

(2)サーバ

サーバは、ID管理サーバとコンテンツ提供サーバがある。ID管理サーバはデータベースであり、表2に示した情報を保持し、情報取得iアプリに提供する。本システムにおいてID管理サーバは必須である。一方、コンテンツ提供サーバは、コンテンツを保持し、移動端末に提供する機能を持ち、提供サービスに応じて構築する。

(3)情報取得iアプリ

情報取得iアプリは、リーダが装着された移動端末上で動作するiアプリであり、2.1節で説明した2つの提供機能を実現している。タグIDと提供機能の関連付けは、(2)で説明したID管理サーバで保持している情報のうち、表2③を参照して行う。

3. サービス適用実証実験

本システムの2つの機能を利用して提供するサービスの内容と、その実証実験結果を以下に述べる。

3.1 サービス内容

2006年7月下旬から8月上旬に2つのショッピングセンタで各5日間、親子連れを対象に、1日2回、各回とも最大25組、合計366組に対して、本システムにて以下の2つのサービスを並行して提供した。

(1)みまもるサービス

移動端末とタグ・リーダを利用して子供が迷子にならないよう防止するサービスである。特定タグ監視機能を利用して、保護者からタグを持たせた子供がタグの電波到達距離以上離れると、5～10秒以内にリーダを装着した移動端末から警告を出すことで迷子を防止する。

(2)宝探しゲーム

子供と保護者が一組となって実施するイベント型サービスである。参加者はリーダを装着した移動端末を持ち、ショッピングセンタ内の5カ所に設置された宝物を探す。宝物の付近にはタグを設置し、任意タグ発見機能を利用して、リーダがタグエリア内に入ると即

座に移動端末にメッセージを出すことで、宝物の近くにいることを知らせる。

3.2 実験結果

実証実験の結果を以下に示す。

(1)パラメータの決定

前節で示した2つのサービスを並行して提供する場合、表1に示した情報のうち、タグのID平均送信間隔、リーダの任意タグと特定タグの受信時間、into/outしきい値のパラメータの調整が必要である。特に、リーダは任意タグと特定タグの受信時間の和を1周期とし、この周期を繰り返すことで2つのサービスを並行提供しているため、この2つの受信時間の長短が、2つのサービスのそれぞれの反応時間に影響を及ぼす。

①みまもるサービスに関するパラメータ

パラメータの決定手順は、反応時間の条件により特定タグのID平均送信間隔と特定タグ受信時間、Outしきい値のそれぞれの想定値を定めて反応時間の理論計算値を求め、警告の発生状況を現地にて確認して決定することとした。

特定タグのID平均送信間隔は、短くすることで反応時間が短くなるが連続稼働時間も短くなるというトレードオフの関係があり、反応時間の条件から0.5秒、1秒、1.5秒を想定値とした。

特定タグ受信時間は、長くすることでタグ未受信率は低くなるが、反応時間が長くなるというトレードオフの関係がある。また、ID平均送信間隔(0.5秒)の2倍以上の値に3/16秒を加えたとき

表2 ID管理サーバが保持する主な情報

項番	項目	内容
①	タグID	タグに一意に割り当てられたID
②	タグID受信強度しきい値	リーダがタグIDを検出したとみなすタグ電波強度のしきい値
③	タグIDと機能の関連付け	タグIDを受信したときの、特定タグ監視機能/任意タグ発見機能との関連付け
④	out/intoしきい値	out監視時のタグID連続未受信回数/into監視時のタグID連続受信回数
⑤	タグID平均送信間隔	特定タグ/任意タグごとに1/16秒単位で指定
⑥	特定タグ/任意タグ受信時間	それぞれ1/16秒単位で指定

にタグ未受信率が低くなるのが事前に分かっている。このためID平均送信間隔の2倍、4倍に3/16 (=0.1875) 秒を加えた値(すなわち、1.1875秒あるいは2.1875秒)を想定値とした。

Outしきい値は、反応時間をできるだけ短くするには小さい値がよいが、あまり小さい値をとるとタグ未受信率が高くなるため、1～5回を想定値とした。

以上の想定値に対する反応時間の理論計算値のうち、ID平均送信間隔を0.5秒とした場合を表3に示す。理論計算上、反応時間が5～10秒の場合を黄色で、それ以外の場合を水色で示している。例えば、特定タグ受信時間が1.1875秒でOutしきい値が1回のときは、1.1875秒に後述の②で示す任意タグ受信時間(0.4375秒)を加えた1.625秒で理論計算上反応し、Outしきい値が2回であれば、1回のときの2倍の時間(3.25秒)で反応する。

現地確認では、表3において水色で示された場合に対応する想定

値は3.1節(1)項の前提条件と異なるため確認対象から除いた。特定タグ受信時間が1.1875秒かつOutしきい値が4回あるいは5回の場合、理論計算上反応時間は5～10秒以内だが、現地確認では10秒以上であったので、提供パラメータとしないこととした。また、特定タグ受信時間が2.1875秒かつOutしきい値が2回の場合、現地確認では頻繁に警告が発生したため、提供パラメータとして採用しないこととした。

以上のことから、ID平均送信間隔が0.5秒の場合、特定タグ受信時間は2.1875秒、Outしきい値は3回を提供パラメータとした。

残る想定値である特定タグのID平均送信間隔が1秒および1.5秒の場合、理論計算上5～10秒以内に反応する場合でも現地確認では警告が頻繁に発生したため、提供パラメータとして採用しないこととした。

以上のことから、ID平均送信間隔0.5秒、特定タグ受信時間2.1875秒、Outしきい値3回をサ

ービス提供におけるパラメータとして決定した。

②宝探しゲームに関するパラメータ

任意タグのID平均送信間隔は、タグは設置場所の制約で設置後は実施期間終了まで取り外して充電する運用ができないため、5日間連続稼働させる必要があることと、リーダがエリア内に入ったときに即座に反応できるようにするためにできるだけ短い周期でタグがIDを送信することという条件により、仕様上の連続稼働時間(表1)から、3/16 (=0.1875) 秒とした。

リーダの任意タグ受信時間は、本システムにおいてはID平均送信間隔(0.1875秒)の2倍に1/16 (=0.0625) 秒を加えたときにタグ未受信率が低くなるのが事前に分かっているため、0.4375秒とした。

Intoしきい値は宝探しゲームにおいて即座に反応させる必要があるため、1回とした。

(2) サービス提供の結果

アンケート結果から、59%の人が宝探しゲーム中にみまもるサービスも同時に体験していた。残り41%の人は常に参加者親子が近くにおいて警報が出なかった場合と、ユーザインタフェースが原因でみまもるサービスを体験できなかった場合の2つに分類された。後者の結果から、2つのサービスを並行させるときに、より使いやすいユーザインタフェースへの改良が今後の課題であることが分かった。みまもるサービスは参加者全体の79%の人が役立つ(普通という回答も含む)サービスであると答えた。一方、宝探しゲームでは、参加者全体の87%の人が、サ

表3 みまもるサービスにおける反応時間の理論計算結果

		Outしきい値(回)				
		1	2	採用したOutしきい値 3	4	5
特定タグ (みまもる サービス 用タグ) 受信時間	1.1875秒	1.625秒 (0.4375 + 1.1875)	3.25秒	4.875秒	実測では10秒以上で反応 6.5秒 8.125秒	
	2.1875秒 採用した特定 タグ受信時間	2.625秒 (0.4375 + 2.1875)	実測では頻繁に警告発生 5.25秒	7.875秒 実測でもサービス 提供内容を満たす	10.5秒	13.125秒

理論計算上、反応時間が5～10秒以内

理論計算上、反応時間が5秒未満あるいは10秒以上

ービスが役立った（普通という回答も含む）と感じている。以上のことから、この個々のサービスはユーザの満足度の観点から有効であると考えられる。

4. あとがき

本稿では、アクティブRFIDタグ・リーダを用いた情報提供システムの概要と実証実験について述べた。また、

「みまもるサービス」と「宝探しゲーム」の実証実験を通じて本システムのサービス適用の可能性を確認した。

任意タグ発見機能・特定タグ監視機能は多方面での利用が見出されると考えられる。今後は、さまざまなサービスに適用するための各種要求条件下での適用可能性を確認することが課題である。

文 献

- [1] 大久保, ほか: “アクティブ型RFIDリーダの低消費電力化技術,” 本誌, Vol.14, No.1, pp.32-38, Apr.2006.