

[特別招待論文]ユビキタス社会を実現する RFID の現状と課題について

清水 雅史

NTT 未来ねっと研究所 〒239-0847 横須賀市 光の丘 1-1

E-mail: shimizu.masashi@lab.ntt.co.jp

あらまし 「ユビキタス」、「AUTO ID」、「無線タグ」という言葉は、最近では一般の新聞に頻繁に取り上げられるほど流行語になっている。その反面、これらの言葉の定義が曖昧なため技術的に必要な機能と直接結びつけることは非常に難しい。この論文では現在提唱されている有望なサービスと、それらに共通な技術的課題と将来において進むべき方向について述べる。
キーワード RFID, ユビキタス, 無線タグ, 無線

Overview of RFID Technologies for Ubiquitous Services

Masashi Shimizu[†]

NTT Network Innovation Laboratories, 1-1 Hikarinooka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

E-mail: shimizu.masashi@lab.ntt.co.jp

Abstract The terms “Ubiquitous”, “Auto-ID,” and “wireless tag” have recently become very popular and frequently appear in the daily newspapers. Despite their popular use, it is very difficult to express their real functions because the definitions of these terms are not clear. This paper explains promising services that are currently proposed, technical problems common to these services, and the direction research should head in the future.

Keyword RFID, Ubiquitous, Wireless, Ubiquitous

1. はじめに

近年急速に話題を集めている無線タグ (RFID) はユビキタス社会のドアを開ける有力な手段として、技術分野を超えて、ビジネスの世界でも注目されている。その一方で、有力なアプリケーションは一部でしか実現しておらず、問題点に対する認識不足が懸念される。本稿では RFID の持つ特性について、その利点だけではなく問題点についても指摘し、今後の展望についても言及する。

1.1. バーコードから RFID へ

MIT AUTO ID Center は 2003 年からバーコードの発行団体である UCC/EAN が運営する EPCglobal[1] へ組織変更がなされた。ここではユビキタス社会ではすべてのものがネットワークにつながり物流の世界を革命的に飛躍させることを目標に活動が行われている。AUTO ID とはもの識別を自動的に行うことで、AUTO ID の一部はバーコードや OCR によって既に実現されている。バーコードシステムは物流システムを根本的に変えてしまった革命的なシステムであり、現在ではバーコードがない商品を探す方が難しい。バーコード

は印刷で作ることができ、コストはほとんど無視できる。バーコードリーダも単純な構造で実現できるため、非常に安く作ることができる。しかし、記憶容量に制限があるため、商品や製造工場の特定はできるが、商品のひとつひとつを区別できるほどの分解能は無い。これを改善しようとする試みが QR コードに代表される 2 次元バーコードである。現在の到達点はこのような大容量のバーコードリーダがネットワークにつながっている状態である。また、バーコードには簡単にコピーができること、見通しがないと読み取ができない等の短所がある。これらの短所を克服するために RFID を個々の商品につけ、ネットワークにつなげることによって物流の効率化や顧客情報の管理を行うことを目的とした新しい試みが検討されている。

1.2. パッシブタグ

もともと無線タグは、商品の管理用ではなく、万引き防止用に考案されたものである。単純な万引き防止システムは ID を持っていないため固体識別はできないが最近の無線タグは固体識別だけではなくデータ書き込みもできるタイプの製品が 1 個当たり数十円程度

で提供されている。タグを安価にするため電源はリーダーから供給される。このような外部給電によって動作する無線タグのことをパッシブタグと呼ぶ。図1にパッシブタグの動作原理を示す。電源の供給はトランスと同じ原理で行われる。タグを読み取るリーダーとタグのコイルの間の電磁誘導作用によって電力が供給される。リーダーからは給電の目的とコマンドを兼ねた高周波の変調波が送信され、タグはそれを受信すると同時に検波を行い、自らの電力として使用する。方式によって異なるが、典型的なタグは簡単なマイクロプロセッサと分周器を持っており、受信したコマンドを理解し、自分に割り当てられて ID を返信する。一般にパッシブタグは電池を持っていないため発振器を駆動することができない。しかし、強力な搬送波をリーダーから受信しているため、これを発振器の代わりに利用し、分周器で分周した信号を用いて周波数変換を行って返信している。電磁誘導式のタグは通信距離が 1m 程度までしか実現できないが、100~135KHz (LF) と 13.56MHz (HF) は既に周波数が規格化されているため、世界中で使うことができる。古典的なパッシブタグに関しては[2]を参照されたい。

近年、同じパッシブタグの中には、電磁誘導ではなく高周波をアンテナで電波を受信して同様にこれを検波して電源として用いるタイプのものが出現してきた。高周波を用いるためアンテナを小さくできることが特徴である。アンテナの構成によっては長距離に通信が可能になってくる。米国では 900MHz 帯において約 10m の通信距離を可能にしたものも登場している。しかし、登場してからまだ時間が経っていないことから、周波数の規格化が進んでおらず、世界中で使えるのは 2.45GHz のみで、許容出力が小さく米国の 900MHz 帯の無線タグよりは通信距離は短く、数 Cm~数十 Cm 程度である。しかし、周波数が高いためアンテナを小さくすることができ、2~3Cm 角の非常に小さいタグを作ることが可能である。電波式のタグおよび通信方式については文献[3]を参照されたい。パッシブタグの機能は単純なため、一度シングルチップ化してしまえば非常に安価にすることができる。チップの価格は生産する個数と面積で決まる。小さいチップを作ればそ

れだけ安く作ることができるため、現在では 300 μ 角程度のチップが実現している。しかし、前述のように受信のためのコイルまたはアンテナが必要であるためチップだけでは動作しない。

2. ePC タグ

EPCglobal はタグの価格を抑えることが普及のポイントであるという観点から、タグにはバーコードの体系を継承してシリアル番号を追加した 96 ビットの ePC コードの使用を提唱している。データの流れを図2に示す。すなわち、タグの容量を増やして履歴や詳細情報を書き込むことはせずに、これらの情報はネットワークを介して照合する方式を探ることにより、タグ容量を最小に抑えて低価格化できる。ONS (Object Naming Service) は ID と詳細情報の結合するサービスであり、ネットワークを介して高速に照合を行い、必要などころにこの情報を提供する。SAVANT と呼ばれるサーバがタグ ID と個々のアプリケーションからの問い合わせ要求に応える。これらの情報の流れを標準化することによってさらにタグおよびデータ流通の低価格化が可能になる。すなわち標準化すべきところはタグ ID、ONS、SAVANT 上の言語である PML (Physical Makeup Language) に絞り、その他はアプリケーションに応じた開発を行う方針である。

日本における無線タグの標準化団体であるユビキタス ID センターでもタグの機能を単純にして価格を抑えることを狙っている。彼らは 128 ビットの ID を提唱しているがデータの流れについても概ね EPCglobal と同様の方法を考えている。

3. 普及における問題点

CD やビデオ、DVD といった小型で単価が高く、万引きされやすい商品を扱っている店舗では万引き防止の目的ですでに、無線タグを利用しているケースも多い。しかし、タグの機能は会計時に破壊するか、タグを取ってしまうかのどちらかで、商品を買った後でもタグを機能させることはしていない。それには2つの大きな理由がある。

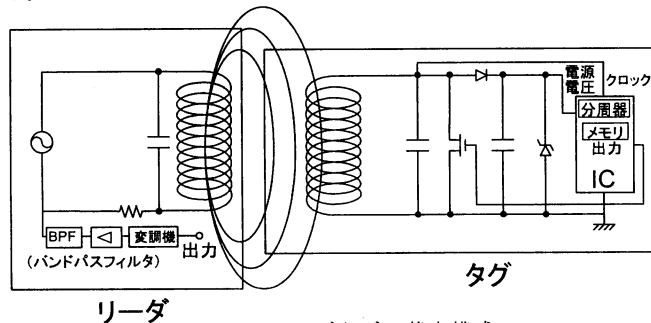


図1 パッシブタグの基本構成

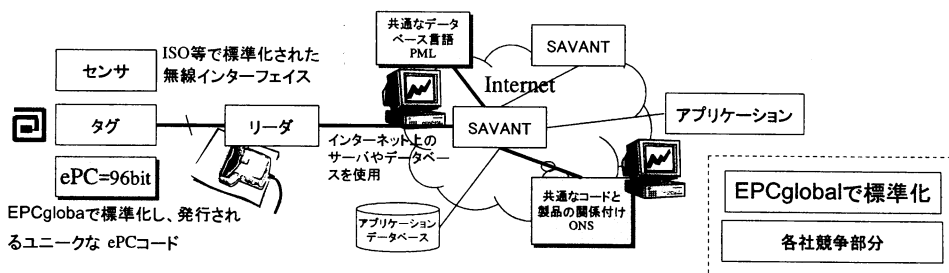


図2 EPCglobalが提唱する標準化戦略

3. 1 万引き防止機能の確保

会計時にタグの機能を停止させないと、その商品を持って同じ万引き防止システムが導入されている店に入ると、万引きをしていないのにも関わらず、警報装置が作動してしまうことになる。現在は KILL コマンドを持って会計したことになっているため、このような現象がおり、本来の万引き防止の機能が著しく低下することになる。これを防ぐためにはいくつかの方法があるが、最も有望な方法は仕入れ時に全ての商品の ID を読み取っておき、会計時に会計済みという情報をデータベースに書き込んでおく。これにより再入場と万引きの識別が可能になる。また、他の店で買った商品を持ち込んだ場合も自分が仕入れていない商品であることが認識できることから、万引きとでないことがわかる。しかし、現状の装置をそのままにして仕入れ時の読み取りをしなければ、違う店で買った商品を持った客が来店するたびに警報機が作動してしまう。すなわち既存システムとの共存性が取れなくなるという問題点がある。

3. 2 プライバシー問題

EPCglobal の有カスポンサーである、ウォルマートやベネトンはこの問題にいち早く反応した。全てのものにタグがつき、その機能が店の外でも有効になると、当然であるがリーダを近づけると何を持っているかが全てわかってしまう。これはプライバシーと大きく関わるため、顧客を重視する小売業では技術的な問題ではなく、社会的な問題として対処する必要がある。そもそも、無線タグの導入は小売や製造業の効率化を図るためであり、この影響で顧客のプライバシーを侵害されることに対しては大きな抵抗が予想される。顧客に対して容易に実感できる大きな優位性が無ければ理解が得られない可能性がある。技術的には無線タグに暗号用のビットを用意すれば、ID を読まれてもそれが何かを判定することは難しいため、3. 1 で触れた共存問題よりは解決が容易であるが、プライバシー問題は感情的な部分も含むため解決には時間が必要であると予測される。事実、米国の消費者団体、CASPIAN (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering) はスーパーマーケットでの RFID の使用に

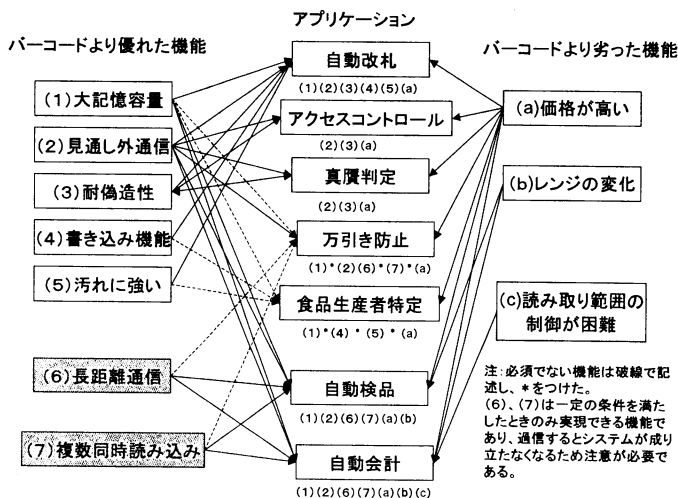


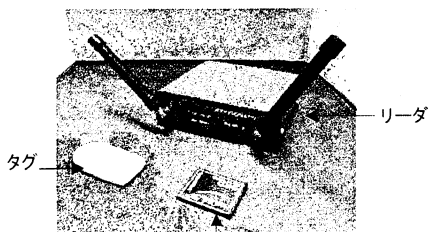
図3 RFIDアプリケーションと必要な機能 (パッシュタグ)

対して強行に反対を唱えている。

これまでになかったアプリケーションをパッシブタグで実現するときには、パッシブタグはバーコードよりも劣っていることを理解していなければならない。まず簡単に理解できることは、価格が高いということである。仮に EPCglobal が主張しているように、価格が 5 セントになっても、バーコードよりはるかに高いわけで、バーコードの置き換えだけではメリットは生まれない。また、長距離通信が可能であるという利点は、ある条件を満たしたときだけであるため、これを過信すると著しい読み取り率の低下を招くことになる。図 3 に提唱されているアプリケーションと RFID の得失について示したので参考にされたい。

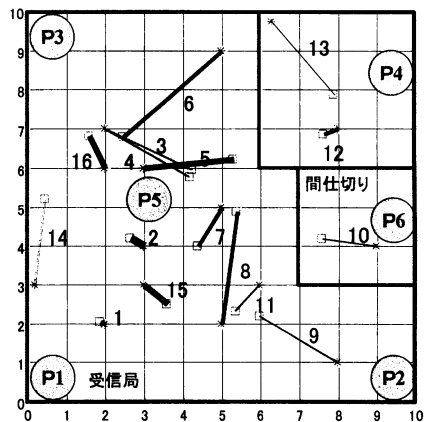
4. 新たな付加価値をもたらす高機能タグ

いままで述べてきたように、すべてのものに RFID を付与するにはまだ相当時間がかかることが予想される。我々は、このような状況を予測して、アクティブタグの研究を進めている [4]。アクティブタグとは、電池を搭載している無線タグのことである。電池があるために、センサの搭載が可能である。したがって、温度や振動といった小電力で計測できる物理量を無線で配信することができる。また、通信距離が長く取れるため、読み取り率の点でもパッシブタグよりも有利である。しかし、価格はまだ高価であり、1 個当たり 2000 円程度のもが最も低価格なタグといえる。この価格では、到底すべてのものにつけることはできないため、ロット単位で使用するごととなる。これは逆説的に考えると、個品に付けるわけにはいかないの、タグが顧客に渡ることはなく、プライバシー問題に抵触しないで済むというメリットにもなる。また、電波を自ら発しているアクティブタグは、リーダで受信した電波の強度を用いての測位が可能になる。モノの位置は最も重要なコンテンツとなる可能性がある。我々は図 4 に示すような微弱電波を用いたアクティブタグを用いて、屋内での測位を実現するシステムを考案した。研究所の居室で実際にタグを貼付した物品の位置を計測した結果を図 5 に示す。タグの寿命はポ



コンパクトフラッシュカード(サイズの比較)

図 4 単純なアクティブタグとリーダ



□は測定値 * は実際の位置
1マスは1.35m
最大誤差約4.5m
最小誤差13.5cm
無作為抽出の16点の自乗誤差平均は2.3m
但し、実際の位置は目分量であるため1マス程度の誤差を含んでいる。
線の太さは電波状況を表している。太いものほど電波状況が良く、細くなるほど悪い。
タグ14番はキャビネットの中である。
P1-6は受信局の位置。

図 5 アクティブタグを用いた測位結果

タン型コイン電池 1 個を使用し約 5 年である。図 5 の P1~P6 は受信局の位置である。この居室には上方部だけガラスでその他は金属製の間仕切りで仕切られている。測位精度は平均で約 2.5m 程度であり、物品を見つけるには十分な精度が実現できている。

5. まとめ

これまで述べてきたように、RFID はその得失を見極めたいうえで使用することが必要である。UHF950MHz 帯の開放が検討されているが、リーダが放射する電力レベルは 1 W 級であるため、不要放射を抑えるための工夫が必要である。特に日本を含む第 3 地域では、すでに携帯電話がこの帯域を使用しているため、許容できる干渉レベルは欧米よりはるかに厳しく設定する必要がある。不要放射対策の優劣は、日本における UHF タグの命運を決めるといっても過言ではないことを付け加えておく。

文 献

- [1] <http://www.epcglobalinc.org/>
- [2] Klaus Finkenzeller, “RFID ハンドブック”, 日刊工業新聞社, ISBN4-526-04701-5, 2001
- [3] 根日屋 英之, 植竹 古都美, “ユビキタス無線工学と微細 RFID”, 東京電機大学出版局, ISBN4-501-32280-2, 2003
- [4] 椿 俊光, 林 等, 清水 雅史, “無線タグを利用したトラッキングシステム”, 2003 信学総大, B-15-11, pp822