

ユービキタス店舗システムのための 無線携帯端末および商品 ID 収集方式

山中 克弘[†] 柏谷 篤[†] 兼吉 昭雄[†]

店舗の商品に取り付けた無線タグと店員が持つ無線携帯端末、それらと LAN などのネットワークをつなぐ無線基地局が連携することにより、店員が実物の前で商品説明や在庫確認を行える「ユービキタス店舗システム」の開発を進めている。本稿では、ユービキタス店舗システムの構成要素である無線携帯端末「モバイルコミュニケータ」および無線タグについて報告する。特に無線タグに関して、システム構成が変化した場合にも効率よくタグ ID を収集するために、一群の無線タグの中に親タグを設定するというコンピュータネットワークの技術に独自の改良を加えた ID 収集方式を提案する。

A Portable Wireless Terminal and a Method to Collect ID for Ubiquitous Store System

KATSUHIRO YAMANAKA,[†] ATSUSHI KASHITANI[†] and AKIO KANEYOSHI[†]

We have developed "Ubiquitous Store System" that a salesclerk can give customers the detail specifications and amount of stocks in front of goods by cooperative works of RF tags on goods, a portable wireless terminal for a salesclerk and a transceiver to connect them to a computer network such as LAN. This paper reports the portable wireless terminal "Mobile Communicator" and the RF tag constituting the system. Regarding the RF tag, to collect ID efficiently even if the system structure changes, we propose the ID collecting method improving on the computer network technique that is setting a master tag in a tag group.

1. はじめに

「時間」、「場所」、「ひと」、「もの」などの TPO に応じて最適な情報を提供するユービキタス情報サービスシステム^{1), 2)}の応用として「ユービキタス店舗システム」の開発を進めている。現状の店舗では、POS や POT の導入により在庫管理や発注業務の支援は進んでいるが、顧客から商品の細かい仕様や在庫状況について質問を受けたときには、売場に備え付けのカタログを参照したり、倉庫へ確認に走ることが多い。

ユービキタス店舗システムは、このような売場の接客業務を支援するシステムで、店舗内の展示品に無線タグを取り付け、そこから発信される ID をキーにデータベースより取り出した商品情報を店員

が持つ無線携帯端末へ表示する。この時、TPO に応じた情報提供ということで、現在店員がいる売場に展示されている商品のリストが最初に表示される。そのリストから参照したい商品を選択すると、詳細な情報が送られてくるため、実物を目の前にした商品説明や在庫確認が可能となる。

本稿では、ユービキタス店舗システムおよび、その専用ハードウェアである店員用無線携帯端末「モバイルコミュニケータ」と無線タグについて報告する。特に無線タグに関して、システム構成を変えざるを得ない場合にも効率よく ID を収集するために、ad hoc ネットワークの技術である一群の無線タグの中に代表となる親タグを設定する手法を採用入れることと、その親タグを自動的に設定する方式を提案する。

[†] NEC ヒューマンメディア研究所
Human Media Research Laboratories, NEC Corporation

2. ユービキタス店舗システム

2.1 システム構成

ユービキタス店舗システムの構成を図1に示す。各構成要素の概要は次の通りである。

(1) モバイルコミュニケーター

店員用の無線携帯端末。簡単な操作で、商品の詳細情報や在庫情報を参照することができる。

(2) 無線タグ

商品を識別するための小型無線端末で、それぞれが固有のIDを発信する。

(3) 無線基地局

バックに存在するネットワークとモバイルコミュニケーターや無線タグをつなぐアクセスポイント。商品情報の配信を行うだけでなく、タグやモバイルコミュニケーターが発信するIDを受信している無線基地局を調べることで、それらの所在検知ができることからセンサ的な役割も果たしている。基本的には各売場にひとつ設置する。

(4) 位置情報DB

無線タグやモバイルコミュニケーターの位置(すなわち商品や店員の位置)を記憶。より詳しくは、これらがどの無線基地局の周辺に存在するかを記憶。

(5) エージェント

ネットワーク中の至る所に存在し(厳密には、無線基地局を制御するPCやアプリケーションサーバに存在)、位置情報DBの更新や、ユーザの要求に対して適切な商品情報を配信する。

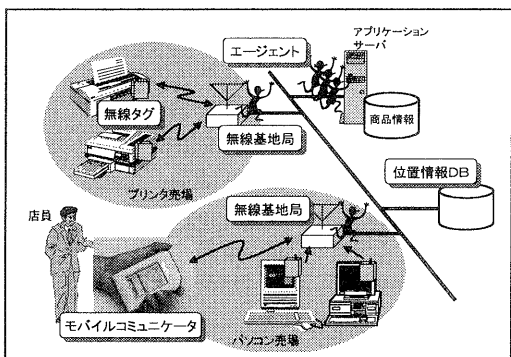


図1 ユービキタス店舗システムの構成
fig. 1 Structure of ubiquitous store system

2.2 微弱電波による無線通信

最初に述べたとおり、ユービキタス情報サービスシステムでは、TPOに応じた情報を提供すること

が特徴の一つである。このうち「場所」は重要な要素であり、その場で有益な情報をタイムリーに提供することが第一の目標である。我々は、場所に関する粒度として、屋内の場合であれば部屋単位または店舗の売場単位を識別したいと考えている。そのためには、通信半径3~5m程度の短距離通信手段が必要である。

また、現在普及しているモバイルコンピューティングでは、広範囲な情報へのアクセスが可能のため、必要な情報を意識的に探しに行くことになる。この点においても、ユービキタス情報サービスシステムでは、エージェントの働きにより必要な情報が無意識に(さりげなく)獲得できることを目指している。

以上を考慮して、モバイルコミュニケーター、無線タグ、無線基地局の三者間通信には無指向性の微弱電波を用いた。短距離の無線通信ということでは、赤外線も候補であったが、指向性が強く、情報を受け取るときにモバイルコミュニケーターを無線基地局の方に向ける必要があり、さりげない情報獲得が実現困難と判断した。

3. 無線タグの検討

3.1 想定する店舗

無線タグの開発に当たって、次のような条件の店舗を想定した。

想定1 扱う商品は比較的大型

想定2 各売場には最大50個程度の商品

想定3 商品の入れ替えは閉店後または開店前に実施

想定3に関しては、基本的に古い商品から新しい商品への入れ替えは閉店後や開店前に行うが、まれに営業中に商品が持ち出されることも考慮に入れておかなければならない(持ち込みは無いと想定)。

具体的なターゲットとしては、店員が顧客に対して商品説明をする機会が多いことなどを考え合わせて、家電量販店を考えている。

3.2 無線タグの要件

ユービキタス店舗システムで用いる無線タグに求められる要件は以下の3点である。

要件1 展示された状態でのID収集

要件2 ID収集時間が短い

要件3 無線基地局、無線タグ、モバイルコミュニケーターの構成の変化に柔軟に対応

要件 2 は、実際の ID 収集時間というよりも、店員が売場に入ってからモバイルコミュニケーターに情報が表示されるまでの時間が重要となる。すなわち、事前にバックグラウンドである程度の時間を掛けて ID 収集を行っておき、必要な時にすぐ情報が提供できるようにであれば問題はない。

また、要件 3 についても補足すると、基本的には図 1 に示したように、各売場に一台ずつ設置された無線基地局が無線タグの ID を収集し、モバイルコミュニケーターは商品情報を受け取るのみという形態を想定している。しかし、様々な制約により、図 2 (a) のように無線基地局が設置できず、店員が売場へ移動する度にモバイルコミュニケーターが直接 ID を収集するという構成や、図 2 (b) のように複数の売場を一つの無線基地局でカバーするという構成も考えられる。

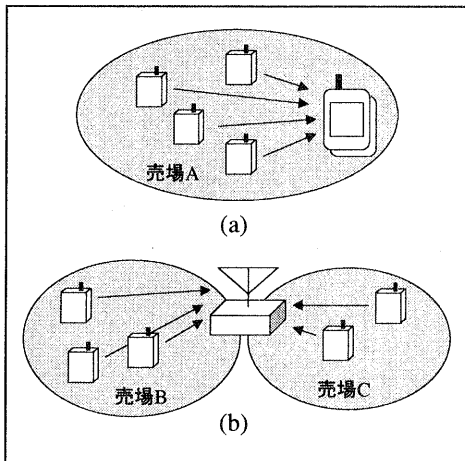


図 2 システム構成のバリエーション
fig. 2 Variation of system structure

微弱電波により、一般的なポーリングや二分探索的な方式で ID 収集を行うとした場合、これらの要件が満たせるかどうか検討した。

まず、要件 1 については、我々の無線タグは無指向性の電波を用いるため問題はない。

要件 2 は、現状では微弱電波の通信速度が 4800bps 程度と遅く、無線タグ同士の混信などを回避しながら 50 個の ID を収集するには数十秒単位の時間がかかってしまい、何らかの工夫が必要である。

さらに、単純な ID 収集方法では、構成の違いによって収集効率に差が現れて要件 3 を満たせない。

図 1 や図 2 (b) のように無線基地局が利用できる場合は、先ほど述べたように、バックグラウンドで時間を掛けて無線基地局に ID 収集をさせておくという手法が使える。しかし、図 2 (a) のモバイルコミュニケーターが直接 ID を収集するケースでは、情報が提示されるまでに確実に数十秒掛かってしまう。

次節では、要件 2, 3 を満たすような ID 収集方式について検討、提案を行う。

4. 無線タグの ID 収集方式の提案

4.1 仮親方式の導入

我々の無線タグは、ユービキタスコンピューティングのコンセプトから考えると、通信機能を持ったコンピュータが小さくなって「もの」に溶け込んだという位置づけである。そこで、上記要件を満たす ID 収集方法を、無線タグの技術ではなく、コンピュータの無線ネットワーク、特に ad hoc ネットワークの技術から採り入れることを試みた。

今回は、PHS や無線 LAN など本来は基地局を介した通信を行う装置において、子機だけで ad hoc ネットワークを構築したい場合に用いられる、特定の PHS に基地局の代わりをさせる仮親方式³⁾を導入する。

すなわち、無線タグの集まりの中に、代表となる親タグを設定し、親タグがグループ内の全タグの ID を管理しておく。この方法であれば、図 2 (a) の場合にも、モバイルコミュニケーターは親タグとだけ通信をすれば良く(混信を考えなくて良い)、しかも ID が整えられて送られてくるので、高々数ビットの ID であれば 50 個でも 1 秒以内で収集可能である。基地局が ID を収集する場合にも、ID 収集に要する時間が短くて済むため、モバイルコミュニケーターへの情報配信の増加などに対応できるというメリットがある。

ここで、親タグの設定に関して、次の項目を検討しなければならない。

- 項目 1 親タグの決め方(どれを親タグとするか)
- 項目 2 親タグの持ち出しへの対応
- 項目 3 上記の処理をできるだけ人手を介さずに行う

ところで、店舗の想定 3 から、展示品の入れ替えなどが起こるのは閉店後または開店前であり、入れ替えが終了してから実際のシステム運用が始まるま

にはある程度の時間がある。この時間を利用して、自動的にグループの中で最も ID の若いタグを親タグとすることを提案する。これを実現するためには、

- ・親タグの自動設定機能
- ・入れ替えに伴う親タグ不在の自動認識機能

が必要となる。これらを実現する具体的な手順を以下で説明する。

4.2 親タグの自動決定方法

親タグが不在の状態から親タグが決定されるまでの手順は次の通り。

- ①各タグはランダムな時間間隔で ID を送信
- ②自分より若い ID を受信すると子タグであると認識し、以後 ID の送信を停止
- ③自分だけが ID を送信し続けていると認識したタグが親となる

なお、手順③で自分だけが ID を送信していることは、自分が ID 送信を停止しておらず(=それまでに自分より若い ID を受信しておらず)、かつ一定時間他のタグからの ID を受信していないことで判断する。

4.3 親タグ不在の自動認識

親タグはグループ内の子タグの ID を管理しておくために、子タグに対して定期的に ID を要求している。当然この ID 要求は、モバイルコミュニケータと無線基地局の通信に影響を及ぼさないように、別の周波数を用いて行っている。子タグは、この要求が決められた時間内に来なければ親タグが不在になったと判断して、再び親タグの選定動作に移る。

これらの手法を用いた無線タグの基本動作を図3に示す。色つきの部分がここで提案した手法に当たる部分である。

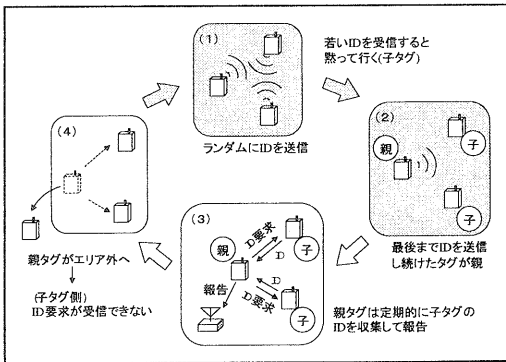


図3 無線タグの基本状態遷移

fig. 3 Basic state transition of RF tags

4.4 方式の拡張

親を自動的に設定するための基本的なアイデアを上で述べた。しかし、基本部分では、商品の入れ替え、および持ち出しは考慮しているが、移動や持ち込みを考慮していないため配置換えなどを行った場合に問題が起こる。

例えば、ひとつのタグを別のグループに移す場合を考える。仮に親タグを別のグループに移したとすると、現在の手法では、一旦親タグに設定されると電源が切られるまで親タグであるため、移動先のグループでも親タグとして動作する。しかし、はじめからそのグループに存在する子タグは、最初に ID 要求を送ってきた親以外からの ID 要求には応答しないので(応答すると同じ ID が何度も収集されるため)、グループ内に配下を持たない親タグが生まれる。これは子タグを移動させても同様に、移動先の親タグからの ID 要求には応えないので、そのうち親タグが不在であると判断し親タグの決定に移るが、ID を送信するのは自分だけであり結局自分が親タグになってしまう(やはり配下の子タグを持たない)。また、新しいタグを既に親タグが設定されているグループに追加しても同様のことが起こる。

これが繰り返されると、グループ内に無駄な親タグが増え、無線基地局やモバイルコミュニケータが ID を収集するときの通信量は増加する。最悪の場合は、すべての無線タグが配下を持たない親タグとなり、結局ポーリングなどの単純な方式となら変わらず、構成に関わらず効率の良い ID 収集を行うという要件3が満たされなくなる。

これを解決するために、

- ・親タグの不在を認識した子タグ
- ・配下を持たなくなった親タグ
- ・起動直後のタグ

に対して、親でも子でもない未所属の状態を新たに定義した。未所属のタグは、自分が未所属であることを通知する情報をランダムな時間間隔で送信する。そして、同じように未所属を通知しているタグに近づくと、そのタグとの間で親タグの決定を開始する。また、未所属の通知を別の親タグが受信すると、自分の配下に付け加え(すなわち、自分が管理している ID リストなどに追加する)、その旨を登録通知として未所属のタグに知らせる。当然、未所属のタグは、モバイルコミュニケータや無線基地局の ID 収集には反応するようになっていく。

このような改良を加えることで、タグが移動した

とき、および新たに起動されたときの状態遷移は図4のようになる。

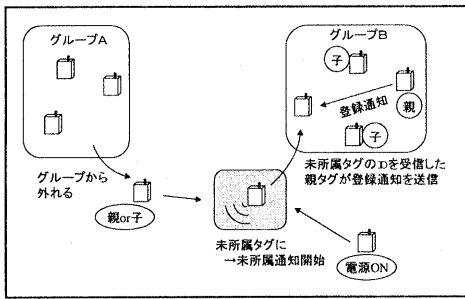


図4 タグが移動した場合の状態遷移
fig. 4 State transition of RF tag moved to other group

5. 考察

まず、既存の無線タグで前述の要件(3.2参照)を満たせるかどうかを検討する。

要件2については、ほとんどのタグで高速なID読み取りが可能である。例えば、Micron Communications社のマイクロスタンプ®ではカタログ値で10~20枚/秒となっている。この仕様であれば50個のタグから最大5秒でIDの収集が完了し、モバイルコミュニケーターで直接IDを収集しなければならない場合にも工夫次第で対応でき、要件3も満たせそうである。

しかし、実際には、要件3は要件1とからみ既存の無線タグの弱点となっている。既存の無線タグはバーコードの置き換えるもので、ゲートやレジなど決められたエリアを通過する際に情報を読み取ることが想定されている。そのため、IDの読み取り機には強い指向性がつけられていて要件1を満たしていない。また、タグの小型化と省電力化のために、読み取り機側からできるだけ大きな出力の電波を飛ばし、タグからの返信はその電波を反射させるという方法を採用している。これらを満たすには読み取り機のサイズが大きくなってしまいが、ゲートやレジに設置することを考えるとあまり大きさは問題にならない。しかし、要件3を満たすためには、モバイルコミュニケーターに読み取り機が内蔵できればならないが、現状ではサイズの不可能である。

すなわち、我々の無線タグでは、モバイルコミュニケーターや無線基地局と同じ無線モジュールを使用することで、非常に柔軟な運用を可能としていると言える。

また、今回提案した方式は、単に店員の手間が省けるだけでなく、手動で親タグの設定を行う場合よりもIDの収集漏れが起こりにくいというメリットを持っている。例えば、図5のように売場が横に広がっている場合に、売場全体をカバーできるように考えて中央付近にあるタグAを親タグに設定したとする。しかしながら、無線の通信範囲は目に見えるものではないので、実際にはタグBとタグCが親タグの通信範囲外という場合も起こりうる。すると、提案方式を用いない場合は、親タグからのID要求が来ない限りこれらのタグは黙ったままで、正しく売場内のタグIDが収集できない。

提案方式では、このような場合でも、タグBとタグCがいずれかを親タグとする一つのグループを形成し、モバイルコミュニケーターや無線基地局へのID送信が問題なく行われる。

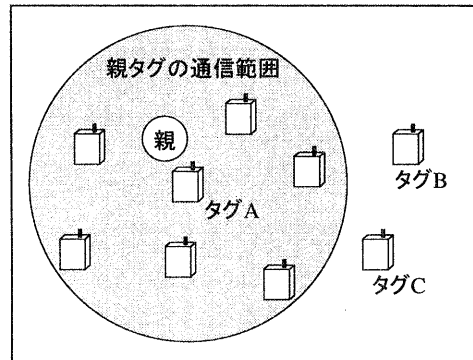


図5 IDの収集漏れが起こる例
fig. 5 Example of missing to collect ID

6. モバイルコミュニケーター

最後に、店員が使用する無線携帯端末「モバイルコミュニケーター」について簡単に紹介する。

この無線携帯端末は、ユービキタス情報サービスシステムの専用端末として開発した小型軽量のテキストビューアである。移動しながらの利用を考慮して、片手で保持・操作できるサイズとボタン配置になっている⁴⁾。3つのボタンによるリストやメニューの選択および画面の切り替えが主要な操作で⁵⁾、現在のところデータ入力やタッチパネルはサポートしていない。ユービキタス店舗システムでは、顧客の前で端末操作に手間取ることは許されないので、この簡単操作も重要な要素である。モバイルコミュ

ニケータの外観を図6に、仕様の一覧を表1に示す。

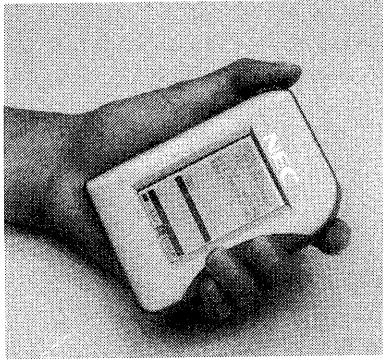


図6 モバイルコミュニケータ
fig.6 "Mobile Communicator"

table.1 Specifications of "Mobile Communicator"
表1 モバイルコミュニケータの仕様一覧

CPU	16ビットCPU, 12MHz 駆動
表示部	モノクロ, 12文字×15行
無線通信	微弱無線による双方向通信 4800bps
ボタン 入力	4入力(うち2入力はシーソー スイッチとして一体化)
電源	DC3.6V, 約10時間使用可能
サイズ	75mm×110mm×18mm 約150g

なお、無線モジュールは現状では1チャンネルのものを使用しているが、マルチチャンネルの無線モジュールへの変更を実施中である。無線タグにもこのモジュールを使用することで、前述の別周波数による親タグのID収集が可能となる。

7. おわりに

店舗での接客業務を支援する「ユービキタス店舗システム」の構成要素である無線タグと店員用無線携帯端末「モバイルコミュニケータ」について報告した。その中で、無線タグに関し、ad hoc ネットワークの技術に独自の改良を加え、システム構成を変えざるを得ない場合にも効率よくIDが収集できる方式の提案を行った。

今回提案した方式には検討すべき課題も幾つか残っている。まず一つは、先ほど述べた横に広がった売場などで無線タグが複数のグループに分かれるケ

ースで、それぞれの親タグが収集したIDをどのようにして統合するのか、もしくは統合する必要があるのかという検討である。もう一つは、特定のタグのバッテリー消費量が多くなることへの対応である。これは、ad hoc ネットワークにおける仮親方式でも課題とされている。

また、実際に提案した方式を実施するには、例えば、どれだけの間親タグからID要求が無ければ親タグが不在と判断するかなど、細かな検討も必要である。現在、提案したID収集方式を実装した無線タグを試作中であり、完成後に、これらの細かな検討も含めた動作検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 兼吉 他, "TPO に応じたユービキタス情報サービスシステム(1) -システムコンセプト-", 信学会ソサエティ大会, D-9-12, 1998
- 2) 石黒 他, "TPO に応じたユービキタス情報サービスシステム(2) -環境情報サービス基盤-", 信学会ソサエティ大会, D-9-13, 1998
- 3) 武次 他, "移動パケットデータ通信システムにおける網構成の自由度の拡大 -PHS packet 通信システムの検討-", 信学会論文誌, Vol.J80-B-I, No.9, pp.1-11, 1997
- 4) 山中 他, "ユビキタス環境向け携帯情報端末の開発", 信学会総大, D-9-33, 1998
- 5) 芦田 他, "TPO に応じたユービキタス情報サービスシステム(3) -携帯情報端末「モバイルコミュニケータ」-", 信学会ソサエティ大会, D-9-14, 1998