

## ネットワークアドレスを識別子として利用する効率的 無線タグID転送方式の提案

風穴 英俊<sup>\*1</sup>, 津村 重宏<sup>\*1</sup>, 栗林 伸一<sup>\*2</sup>

Efficient ID transfer method that uses network address of the processing  
server as the ID in RFID networks

Hidetoshi KAZAANA<sup>\*1</sup>, Shigehiro TSUMURA<sup>\*1</sup>, Shin-ichi KURIBAYASHI<sup>\*2</sup>

**ABSTRACT** : Radio Frequency Identification (RFID) is a technology that identifies objects using radio frequency technology. In RFID networks, the means of transmitting and processing an identifier (ID) of each object is extremely important. This paper proposes a new method of transmitting IDs efficiently that uses the network address of the processing server as a part of the ID, so allowing direct ID forwarding to the processing server and thus greatly reducing the processing time and processing load. It is also proposed to adopt a virtual address as network address, in order to allow flexible adaptation to a change in the location of the processing server. Moreover, this paper demonstrates how to implement the proposed method into a real network, assuming use of a wide-area Ether network.

**Keywords** : RFID, ID transfer, virtual address

(Received March 6, 2006)

### 1. まえがき

電波（電磁波）を用いて内蔵したメモリのデータを非接触で読み書きする情報媒体である無線タグ（ICタグ）を用いたRFID（Radio Frequency Identification）システムの実証実験や事業導入が近年盛んに進められている<sup>1)</sup>。RFIDとネットワークを連携させたRFIDネットワークでは、例えば無線タグをつけた商品やパレットなどをサプライチェーン全体で無線スキャナにより識別する。無線タグに書き込まれた当該商品の識別子をキーとしてネットワーク経由で関連データベースにアクセスし、その商品の属性情報を即時に取得することなどが可能となり、流通システムの飛躍的な効率化が期待できる。また、食も含む安心安全を実現するユビキタス社会の発展にもなくてはならないものと考えられる<sup>2)</sup>。

RFIDネットワークでは、あらゆるものに無線タグを付与し、無線タグ内に格納された識別子（ID）を読み取って必要な処理を行うことでサービスを実行する。

EPCglobal ネットワーク<sup>3)</sup>やユビキタスIDセンタ<sup>5)</sup>に代表されるRFIDネットワークでは、以下のような2ステップ処理が行われる。第1ステップでは、無線タグ内の識別子（EPCglobal のEPC<sup>4)</sup>、ユビキタスIDセンタのユビキタスID<sup>5)</sup>に対応)を読み取った端末は検索サーバ（EPCglobal ではONS、ユビキタスIDセンタではユビキタスID解決データベースに対応）にアクセスし、読み取った識別子を処理するサーバのネットワークアドレスを求める。第2ステップでは、第1ステップで取得したネットワークアドレスを用いて、識別子や読み取った時間・場所などの関連情報を処理サーバまで送る。

この2ステップ処理は、識別子の番号体系をネットワークとは独立に管理できるというメリットがある反面、処理サーバへの接続時間と接続負荷の増加という問題をもたらす。その改善策としては、検索サーバの高性能化や大容量化などが従来検討されてきた。しかし、検索サーバへの接続がどうしても残るため接続時間と接続負荷の大幅削減は困難と考えられる。また、検索結果のキャッシュ化という方法もあるが、扱う識別子の種別が非常に多くなるRFIDネットワークでは困難である。さら

\*1 : 成蹊大学工学部物理情報工学科 学生

\*2 : 成蹊大学理工学部情報科学科教授 (Professor, Dept. of  
Computer and Information Science, e-mail:  
kuribayashi@st.seikei.ac.jp)

に、識別子がリアルタイムな制御にも今後広く適用されていくことを想定すると、識別子に関連した処理時間ならびに処理負荷の削減も強く求められる。

本論文では、検索サーバへのアクセスを無くすことにより処理サーバへの接続時間ならびに接続負荷を大幅に削減できる新たな識別子転送方式を提案する。具体的には、その識別子を処理するサーバのネットワークアドレスを識別子の一部として利用する。なお、識別子としての柔軟性を確保するため、識別子の残り部分はネットワークアドレスとは独立に規定する。

ところで、識別子としてネットワークアドレスを利用すると、処理サーバの移動や分割などに伴い、識別子そのものを変更する必要がある。これを防ぐため、識別子の一部に用いるネットワークアドレスとして“仮想ネットワークアドレス”を採用する。処理サーバの物理的収容位置と仮想ネットワークアドレスの対応関係を変更することにより、処理サーバの移動や分割が発生してもネットワークアドレスの変更は必要とはならない。

2章では、RFIDネットワークにおいて、識別子の一部にそれを処理するサーバのネットワークアドレスを使用する新たな識別子転送方式の概要を説明する。3章では、処理サーバの移動や分割に対応するため、ネットワークアドレスの仮想化、ならびにモバイルIP<sup>6</sup>)にもとづくパケット転送処理方式、を提案する。4章は、広域イーサネットワークを前提に、2章ならびに3章で提案した方式の具体的な実現法を明らかにする。5章はむすびである。

## 2 .RFIDネットワークにおける新たな識別子転送方式の提案

無線タグ内に格納される識別子の一部に、それを処理するサーバのネットワークアドレスを割当てることが提案方式の最大の特徴である。これにより、処理サーバのアドレス検索のための検索サーバアクセスが不要となる。つまり、識別子の値をもとに直接処理サーバに接続することが可能となる。ネットワークアドレスとしては、IPネットワークを利用する場合はIPアドレス、イーサネットワークではMACアドレス、MPLSネットワークではMPLSタグ、ATMネットワークではVPI/VCI、などが対応する。

提案する識別子転送方式のイメージを図1に示す。図1は識別子の一部にIPv4アドレス(プライベートアドレス)を使用することを前提とする。まず、無線タグ内の識別子の一部には、処理サーバのネットワークアドレスである192.168.1.0を使用する。識別子の残り部分はネットワークアドレスとは独立に規定する。その識別子を読み取り端末で読み取り(図1),処理サーバのネットワークアドレスである192.168.1.0の部分を取り出しそれをIPパケットのアドレス部に格納して転送する(図1)。パケットのデータ部には、識別子全体と読み取り時間・場所などの制御情報が設定される。ネットワークノードはパケットのアドレス部に格納されたネットワークアドレスをもとに処理サーバ向けにパケットを送る(図1)。これは、通常のIPネットワークの経路選択機能で実現され、特別な機能をネットワークに付加する必要はない。パケットを受け取った処理サーバは、データ部から必要な情報を取り出し必要な処理を行う(図1)。なお、処理によっては識別子を送り出した読み取り端末に情報を返しそこで何らかの制御を行う形態もあり得るが、説明を簡単化するために図1には含めていない。

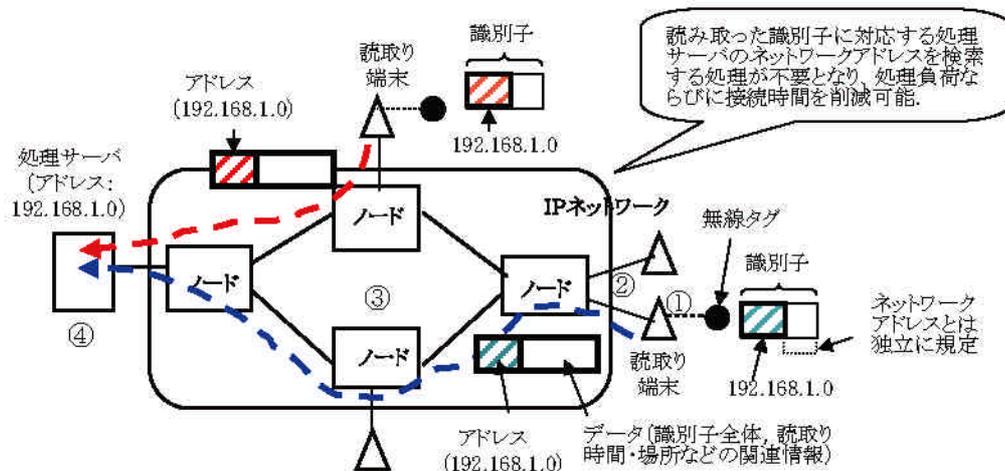


図1 .RFIDネットワークにおける新たな識別子転送方式の処理イメージ

### 3 仮想ネットワークアドレスとパケット転送機能

処理サーバの移動や分割は通常発生するものであり、従来はそれが発生すると処理サーバのネットワークアドレスが変更になる。このため、2章で提案した方式では、その変更される前のネットワークアドレスを含む全ての識別子を変更する必要があり、そのままでは実用的ではない。

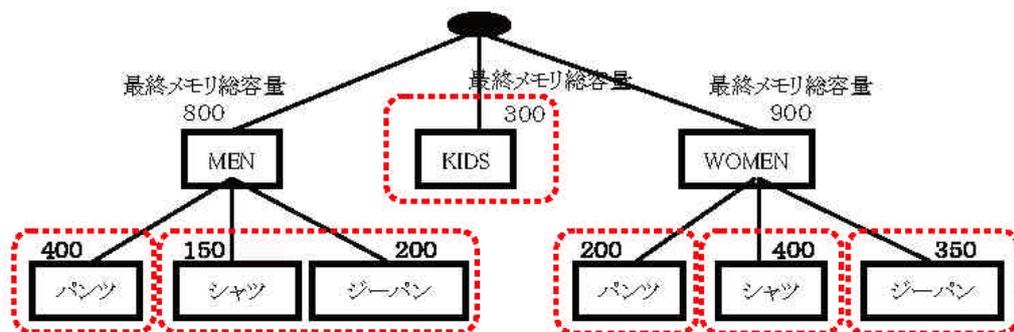
処理サーバの分割や移動に伴う識別子の変更をなくすため、ネットワークアドレスの仮想化とパケット転送方式の2つの方策を提案する。

#### (1) ネットワークアドレスの仮想化

識別子が処理される処理サーバのネットワークアドレスを仮想化する(以後、これを‘仮想ネットワークアドレス’と呼ぶ)。1つの物理サーバには1つまたは複数の仮想ネットワークアドレスが対応し、その対応関係はネットワークノードで管理する。本論文では、仮想ネットワークアドレスと物理サーバを収容するネットワークノードの対応関係は、保守運用システムにより各ノードに設定・変更されるものとする。サーバが移動または分割されても、仮想ネットワークアドレスと物理サーバの対応関係を変えるだけで、識別子自体は仮想ネットワークアドレスのまま変更する必要がないことがわかる。

次に、仮想ネットワークアドレスの付与指針を以下に提案する。1つ目の指針は、その製品に必要となる最終処理能力(またはメモリ量)がサーバの最大処理能力(またはメモリ量)以下となるようにする。2つ目の指針は、管理の容易性の観点から、異なったカテゴリの製品に対して1つのネットワークアドレスを付与しない。

アパレル製品を例に、これら指針に従った仮想ネットワークアドレスの付与の具体例を図2に示す。この例では、6つの仮想ネットワークアドレスを割り当てることになる。



□ : 仮想ネットワークアドレスの付与単位  
1つの物理処理サーバの最大メモリ量: 500

図2 . 割当て指針に従った仮想ネットワークアドレスの付与例

#### (2) パケット転送機能

処理サーバの移動毎に全ノードの対応データを変更するのは運用上大変である。このため、モバイルIPを参考にしたパケット転送機能を提案する。図3に処理イメージを示す。送信元端末からパケットを受け取ったノード1は、処理サーバが移動する前にそれを収容していたノード2に向けてパケットを送出する。ノード2は受信したパケットを移動した処理サーバを現在収容しているノード3に転送する。これにより、移動した処理サーバの仮想ネットワークアドレス(M)を持つ識別子を変更する必要がない。

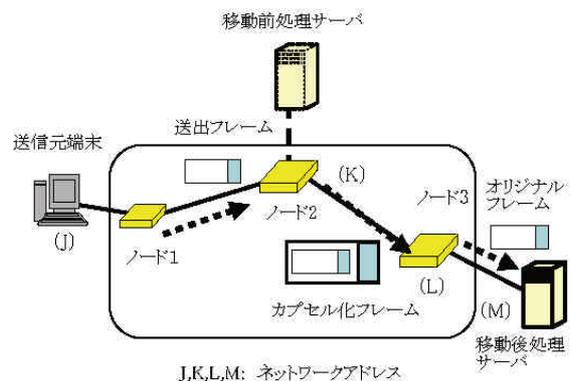


図3 . RFIDネットワークにおけるフレーム転送イメージ

### 4 広域イーサネットワークを前提とした提案方式の具体的実現法

本章では、広域イーサネットワークを前提に、2章ならびに3章で提案した方式の具体的な実現法を明らかにする。

#### 4.1 使用するネットワークアドレスと識別子体系

広域イーサネットワークではIEEEで管理された物理MACアドレスが通常使用される。仮想ネットワークアドレスとして使用するため、ここでは網で一元的に管

理する‘仮想MACアドレス’(以後、VMACアドレス)を使用する。VMACアドレスの長さは、既存イーサネットの流用を考慮し、実MACアドレスと同じ48ビット、フレームフォーマットはIEEE802.1Qに準拠する。また、企業を識別するためにVLAN-ID(12ビット)を使用する。VMACアドレスの値はVLAN-ID毎に独立に付与するものとする。

EPCglobalでサポートする識別子体系の1つであるsGTIN(Serialized Global Trade Item Number)-96のEPC<sup>4)</sup>を前提とする。VMACアドレスのsGTIN規定IDへの格納イメージを図4に示す。VLAN-IDは、企業または同一企業のサーバ群などに対応させ網で一元的に管理する。

#### 4.2 フレーム転送処理概要

送信元ノードは、読み取った識別子に含まれる情報をもとにVLAN-IDとVMACを転送イーサフレームに設定する。そして、広域イーサネットワークが持つ経

路選択機能により対応する処理サーバまでイーサフレームを転送する。受信ネットワークノード内の処理イメージを図5に示す。送信元のノード1から送出されたイーサフレームを受信したノード2(移動前の処理サーバを収容していたノード)は、VLAN-ID対応の出回線選択表を検索する。処理サーバが移動していることが分かれば、移動先ノードのVMACアドレス(L)を取得する。そして、受信フレームをカプセル化し、移動先処理サーバを収容するノード3にイーサフレームを転送する。カプセル化されたイーサフレームの宛先VMACアドレスにはL、送信元VMACアドレスにはK、をそれぞれ設定する。

カプセル化されたイーサフレームを受信したノード3はカプセルを解き、イーサフレームを移動サーバへ送出する。なお、誤配を防ぐため、ノード3では送信VMACアドレスが該当VLANに属するかどうかチェックする。

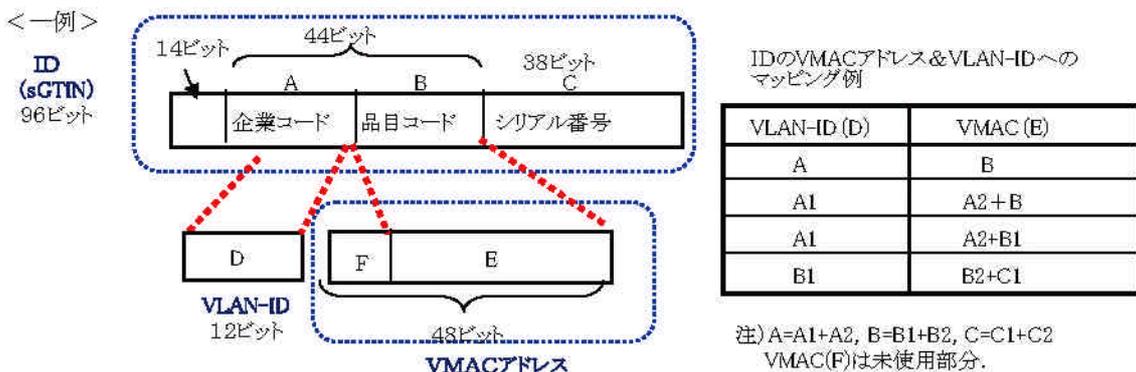


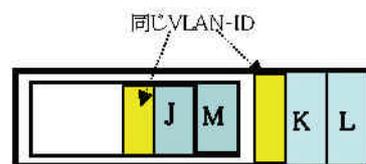
図4. 識別子IDのVMACアドレスとVLAN-IDへのマッピング例

VLAN毎の出回線選択テーブル

処理サーバのVMACアドレス	移動先ノードのVMACアドレス	出回線番号
N	—	#1
M	L	#10
P	—	#3
⋮	⋮	⋮

K: 移動前の処理サーバを収容していたノードのVMACアドレス  
L: 移動後の処理サーバを収容するノードのVMACアドレス  
M: 処理サーバのVMACアドレス  
J: 送信元端末のVMACアドレス  
注) 出回線番号は一例。

(1) ノード内の出回線選択イメージ



(2) 移動前収容ノード(VMAC:K)から移動先ノード(VMAC:L)へ転送されるカプセル化フレーム構造

図5. 移動前の処理サーバを収容していたノードの処理イメージ

## 5 . むすび

本論文は、RFIDネットワークにおいて、識別子の一部にそれを処理するサーバのネットワークアドレスを使用する新たな識別子転送方式を提案した。この方式は、検索サーバへのアクセスを無くすことにより処理サーバへの接続時間ならびに接続負荷を従来 of 半以下に削減することを可能とする。また、処理サーバの移動や分割に対応するため、ネットワークアドレスの仮想化とモバイルIPにもとづくパケット転送処理方式を提案した。さらに広域イーサネットワークを前提に、提案方式の具体的な実現法を明らかにした。

### 参考文献

- [1] 経済産業省情報経済課，電子タグ（ICタグ）の普及に向けた日本の戦略,2004.7
- [2] T-Engine フォーラムの「ユビキタス食品情報基盤システム実証実事業」など  
<http://www.t-engine.org/japanese.html>
- [3] EPCglobal,“The EPC global architecture framework Ver.1”
- [4] EPC global,“EPC Tag DataStandards Ver.1.1, Rev.1.27”
- [5] ユビキタスIDセンタ  
<http://www.uidcenter.org/japanese.html>
- [6] IETF RFC3344,“IP Mobility Support for IPv4”