

4Q-9

家庭における RFID の活用方式

荒井大輔[†] 河野真也[†] 井口誠[‡] 美尾治生[‡] 後藤滋樹[†]

[†] 早稲田大学大学院 理工学研究科 情報・ネットワーク専攻 [‡] フランステレコム (株) R&D 東京

概要

流通過程において製品や産物に RFID を付ける動きが広がっている [1][2]。家庭内にタグリーダーが存在すれば、RFID のコードを読み取ることができる。本論文では、消費者の家庭において RFID の情報を活用する方法を検討する。従来のデータベースによる管理方法 [3] に比べると、本論文で提案する方式は、インターネットの DNS を活用している点に特徴がある。

ここで提案する方式は、RFID から得られるコードに基づいて各家庭の IPv6 プレフィックスを用いたアドレスを付与する。IP アドレスだけでは管理が煩雑であるから、ドメイン名を付与する。このドメイン名は各家庭のドメイン名のサブドメインとなる。このように IP アドレスとドメイン名を付与すると、DNS をデータベースのように用いることができる。本論文では冷蔵庫にタグリーダーが装備された場合を想定して、上記の方法をプロトタイプにより実現して検証した。

1 提案する管理方式

本論文では、RFID の情報を活用するために家庭のドメイン名を利用するものである。ここでは、IPv6 ネットワークと、EPCglobals が推進する EPC ネットワークを使用する。ここで提案する方式では以下の 5 つのステップを行なう。

1. IPv6 アドレスの生成： 製品のタグ ID を読み取り、IPv6 アドレスを付与する。
2. ドメイン名の生成： 製品にドメイン名を付与する。
3. 製品情報の取得： 製品の情報を取得する。
4. DNS の更新： IPv6 アドレスと製品の情報を DNS に登録する。
5. 閲覧： IPv6 ネットワークを介して製品に接続する。

上のステップを、タグリーダーが装備された冷蔵庫内の製品（食品）管理の例題で説明する。

1.1 IPv6 アドレスの生成

冷蔵庫内に製品が入る。この際に製品のタグ ID である EPC (Electronic Product Code) を読み取り、IPv6 ア

ドレスを自動生成する。家庭のネットワークの IPv6 プレフィックス (64 bit) と、EPC (64 bit または 96 bit) のハッシュ値 (64 bit) を組み合わせたものを IPv6 アドレスとする。この IPv6 アドレスを冷蔵庫のネットワークインターフェースに付与する。

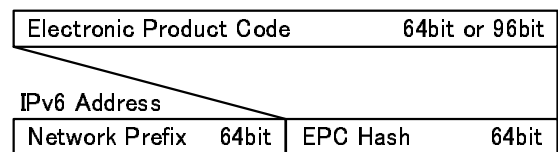


図 1: ハッシュ関数を用いた IPv6 アドレスの生成

1.2 ドメイン名の生成

ユーザが製品名を入力することもできるし、あるいは下の製品情報の取得ステップで得られる製品名を使う。以下ではここで beer を入力したものと仮定する。さらに既存の冷蔵庫のドメイン名を fridge.myhome.jp と仮定すれば、製品のドメイン名は beer.fridge.myhome.jp となる。

1.3 製品情報の取得

企業が公開する製品関連情報を ONS/EPCIS から取得する。さらに、ユーザが製品に対するコメントを入力することができる。例えば、製品名、製品の消費期限 (public information)、利用用途 (private information) が製品情報の例である。

1.4 DNS の更新

上のフェーズにおいて生成された情報を Dynamic DNS を用いて DNS に登録する。製品のドメイン名である beer.fridge.myhome.jp の AAAA レコードに IPv6 アドレスを追加する。DNS の TXT レコードに製品情報を追加する。このとき、製品情報の更新を即座に参照できるように、TTL はゼロにしておく。

1.5 閲覧

ブラウザを搭載した端末を想定する。一例は携帯電話である。端末は、製品に割り当てた IPv6 アドレスに接続する。このときに、ドメイン名を用いてもよい。URL の例は http://beer.fridge.myhome.jp/status/ である。

この要求に対して、冷蔵庫は DNS に登録されている製品情報を DNS サーバから得て、情報を提供する。

2 プロトタイプによる実証実験

上記の冷蔵庫のプロトタイプをパソコン上に実装した。ただし、携帯電話からは IPv6 ネットワークを使用できない。また、EPC ネットワークは仕様を検討中の段階である。したがって、プロトタイプの機能は自ずから限定される。今回の実証実験において実装できたのは以下の機能である。

1. ドメイン名の生成

タグ ID を読み込み、ドメイン名を生成する。ドメイン名は冷蔵庫のドメイン名に製品名を付けた名前となる。製品名は EPC ネットワークから取得することを想定しているが、今回の実験ではタグ ID と製品名を対応させたテーブルを用意して参照することにした。

2. DNS の更新

製品情報としては、タグ ID をそのまま製品のドメイン名の TXT レコードに登録する。

3. 閲覧

IPv4 ネットワークを介して、携帯電話のブラウザから冷蔵庫に接続する。冷蔵庫は DNS に登録されている製品名の一覧を提供する。

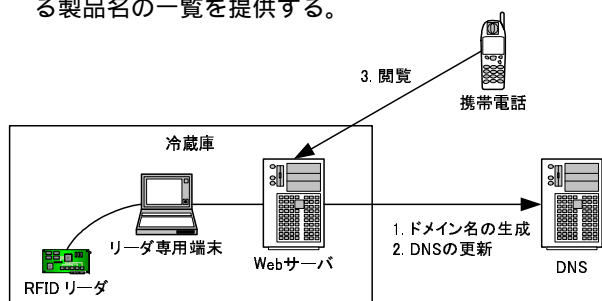


図 2: プロトタイプの構成図

タグ ID の検知時と、携帯電話との通信時に DNS との通信が発生する。このための所要時間は短く、実用上の問題はなかった。この実証実験により、DNS を情報家電のデータベースとして用いることができることを確かめることができた。DNS をデータベースとして使用すれば、情報家電にストレージを実装する必要がなくなるため、負荷の軽減につながる。また DNS はインターネットで標準的に用いられている技術であるから、一般性がある。

3 まとめと今後の課題

本論文では、RFID を用いた家庭における情報管理法を提案した。提案方式の IPv6 アドレスの生成フェーズで

は、EPC に基づいて IPv6 アドレスを生成する。このような方法で、EPC ネットワークを活用して、製品に IPv6 アドレスを付与できることが示された。また、製品にドメイン名を付与すれば、製品情報を DNS で管理できることが分った。製品に対する要求に回答するネットワークインターフェースを用意すれば、見かけ上は製品との通信が実現できる。

次の項目を今後の課題として取組む予定である。

IPv6 アドレスの重複

今回の方法では、図 1 に示したように、64 bit または 96 bit 長の EPC をハッシュ関数によって 64 bit 長に縮めてアドレス生成に利用している。家庭での利用という前提において、製品の数は多くて数百程度であり、EPC のハッシュ値が重複する可能性は極めて低い*が、ゼロではない。生成された IPv6 アドレスが重複した場合の処理法を検討する必要がある。

アドレスの推定とプライバシー

IPv6 アドレスの生成時に使用するハッシュ関数が一意的であれば、EPC から特定の家庭における IPv6 アドレスを推定することができる。その結果、IPv6 アドレスからの応答の有無により、特定の製品がどの家庭に存在するかを調べられる可能性がある。

同様に、ある家庭のドメイン名を知っている第 3 者ならば、製品のドメイン名をある程度推定できる。その結果、DNS レコードの有無により、製品の存在の可否を知られる可能性がある。

前者は、情報家電にアクセス制限を設ければ回避できる。これは、m2m-x に代表されるセキュリティインフラ [4] によって解決されることが期待される。後者は、公開性を前提とする DNS の特徴に起因するため、機構の改良が必要となる。例えば、DNS が特定端末にしか応答しないような機能を追加する必要がある。

参考文献

- [1] EPCglobal, <http://www.epcglobalinc.org/>
- [2] Auto-ID Labs. JAPAN, <http://www.auto-id.jp/>
- [3] 今野紋子, 増永良文, RFID を用いたインテリジェント冷蔵庫システムの構想, 日本データベース学会 Letters, Vol.4, No.2, pp.73-76, 2005 年 9 月.
- [4] UOPF, <http://uopf.org/>
- [5] P. Vixie (Editor), S. Thomson, Y. Rekhter, J. Bound, "Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)", RFC2136, April 1997.

* 2^m の入力に対して、ハッシュ値衝突の確率の最大値を $1/2^m$ にするためには、 $2(n+m)$ bit のハッシュ値を用いれば良い。仮に冷蔵庫に $2^{12} = 4096$ 個の製品が保管されているとした場合、これらの製品間で EPC Hash が衝突する確率は 2^{-20} とほぼゼロに近い数値になる。