

DHCP/DNS/HTTPの連携による家電機器の自動設定及び閲覧システムの試作

藤川 賢治[†]

岡部 寿男[†]

[†] 京都大学大学院情報学研究科

小山 洋一^{††}

^{††}(株)トランス・ニュー・テクノロジー

家電機器を家庭内ネットワークに接続することを想定し、DHCP/DNS/HTTPを連携させた家電機器の自動設定及び閲覧システムを設計し試作する。本システムは家庭内ネットワーク全体でブロードキャストが使えることを前提としていないため、様々な物理ネットワークがルータで接続された家庭内ネットワークに対応できる。また本システムはIPv4及びIPv6の両方に対応している。

Prototyping of an Autoconfiguration and Browsing System of Home Appliances by Combining DHCP/DNS/HTTP

FUJIKAWA KENJI[†]

OKABE YASUO[†]

[†]Graduate School of Informatics, Kyoto University

KOYAMA YOICHI^{††}

^{††}Trans New Technology Inc.

For the purpose of connecting home appliances to a home network, we design an autoconfiguration and browsing system of home appliances with combining DHCP/DNS/HTTP, and make a prototype system. Since this system does not assume broadcasting on the whole network, it can be applied to the home network where various physical networks are connected. This system also supports IPv4 and IPv6.

1. はじめに

家電機器をネットワークに接続し、家庭内ネットワークを構築することに関する研究が盛んに行われている。この際、ネットワークの専門知識を持たない一般利用者の利用を考えなければならない。また個々の機器を識別するアドレス体系としてIPv4を用いては空間が足りないことが確実であり、IPv6の利用も考える必要がある。

そこで次のような機能を実現することを考える。利用者が行うことは家電機器を家庭内ネットワークに接続するだけである。家電機器には適切なIPアドレス、ドメイン名(FQDN)、及びその他必要なネットワーク構成情報が自動設定される。ユーザはWWWを介したユーザインタフェースにより、家庭内に接続された家電機器の一覧を見るこ

とができ、操作できる。これらの機能はIPv6環境においても実現されなければならない。

また家庭内ネットワークは、一般的な10/100Baseネットワークの他に電灯線ネットワークや無線ネットワークが混在することが想定されるため、各種ネットワークをルータで接続した環境においても家電機器の自動設定が可能となることが望ましい。これによりスケラビリティが確保される。また同時にブロードキャストを頼らない自動設定を考慮する必要が生じる。

現在までに提案されているネットワーク自動設定手法としては、DHCP [Dr1997,Al1997] や DNS UPDATE [Vi1997], IPv6におけるステートレス自動設定 [Th1998] などがある。しかしこれらの手法をそのまま用いるのでは家電機器の自動設定には不十分である。

そこで本稿では DHCP/DNS/HTTP を連携させ、家電機器を自動設定し閲覧環境を提供するシステムを提案し、試作する。

2. 目的

本研究での目的は次のようなシステムを設計し試作することである。

- 家電機器が家庭内ネットワークに接続されると、自動的に適切な IP アドレス、ドメイン名、及びその他必要なネットワーク構成情報が設定される
- 利用者は WWW を介したユーザインタフェースにより、家庭内に接続された家電機器の一覧を見ることができ、操作できる (図 1)
- ブロードキャストを仮定しない

しかし一方、接続された家電機器同士がお互いの情報を互いに交換し、協調作業するといった高度な設定は研究の対象外とする。

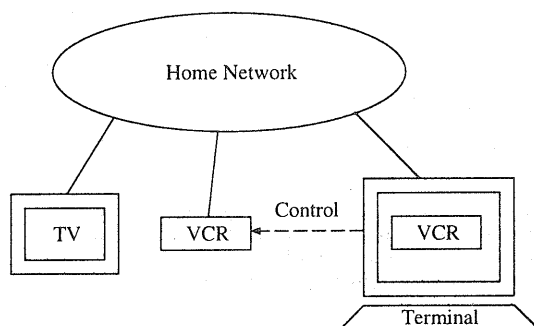


図 1 家庭内ネットワーク上の家電機器

そしてこの目的の実現のため、

- 既に存在するプロトコルは最大限活用する。
- しかしたとえ標準であっても利用するとかえってシステムが複雑になってしまうものは利用しない

こととする。

まずは関連する既存のプロトコルの利用できる点、問題点を明かにする。

3. 関連プロトコルと問題点

DHCP を用いることにより、IP アドレスやドメイン名、その他、デフォルトルートや DNS サーバなどのネットワーク構成情報を家電機器に設定で

きる。しかしこのときドメイン名として割り当てられる名前は、通常の DHCP 使用においては、家電機器の機能とは無関係に付けられることになり、どの家電機器にどのような名前が割り当てられているのかを知るのは容易ではない。例えば、テレビには dhcp01.home、ビデオには dhcp02.home という名前が割り当てられるということが起きる。

そこで DNS UPDATE を用いれば名前の登録に関して解決する、と考えるのは早計である。何故なら、DNS UPDATE を用いるためには各家電機器にあらかじめ独立なドメイン名が設定されている必要があるからである。これを利用者が設定するようでは家電ネットワークの自動設定には利用できない。だからといって、家電機器の出荷時に家電機器の各種類ごとに別のドメイン名が割り当てられている程度では、同じ種類の家電機器をネットワークに接続したときにドメイン名の衝突が起こってしまう。以上により [St2000] に示される、DHCP と DNS UPDATE を併用する方法は利用できない。

また IPv6 にはステートレス自動設定により IP アドレスを自動設定する機能があるが、これも本研究の目的には利用できない。家電機器を指定して操作するためには、その IP アドレスもしくはドメイン名が分からなければならない。各家電機器にステートレス自動設定で設定された IPv6 アドレスを知るのは容易ではない。それらを知るためにブロードキャストを用いる方法は、既に述べたように、同一ブロードキャストメディア上に家電機器がすべて存在することを要求し、スケーラビリティの面で問題がある。またブロードキャストメディアには QoS 保証が困難であるという問題もある。ステートレス自動設定後、一旦何らかのサーバに IP アドレス情報を集約するという方法も考えられるが、ステートレス自動設定のサーバを必要としないという点が利点とならず、それならば始めから DHCP サーバを利用しておけばよい。DHCP を使用するのであれば、IP アドレスのドメイン名の両方を家電機器に割り当てることができる。

4. 基本設計

以上の考察より、

- 家電機器は IP アドレスとドメイン名を DHCP サーバから取得すればよく、IPv6 においても Stateless 自動設定にこだわる必要はなく、
- ドメイン名として、どの家電かが推測でき、かつ名前競争を回避できる名前の割り当て方法が必要である

ことが分かる。

そこで DHCP のメッセージが、サーバとクライアントで同じフォーマットであり、かつサーバのメッセージがクライアントの要求を上書きしてもよいことを利用した、次のような自動設定の方法が考えられる。

- (1) 家電機器は自分のドメイン名の希望をメッセージに入れ、DHCP によるネットワーク構成情報の要求を行う。
- (2) DHCP サーバは家電機器のドメイン名の希望をなるべく満たすようにドメイン名を決定し、応答を返す。この際、異なる家電機器から同じドメイン名の希望があった場合には、サーバが適宜ドメイン名を変更して割り当ててよいこととする。

例えば、二つのビデオ機器があり、双方とも VCR という名前を要求したとする。すると DHCP サーバは双方に異なる IP アドレスを与える一方で、片方には VCR.home、もう片方には VCR-2.home というドメイン名を与える。

DHCP サーバが決定した IP アドレスとドメイン名の情報を DNS サーバに反映させる方法として、今回は DHCP サーバと DNS サーバを同一ホスト上で起動し、DHCP サーバが特定の Zone ファイルを操作することとした。この方法の他に、二つのサーバが別ホストで起動できるように、DNS UPDATE を使って DHCP サーバと DNS サーバを連携させるという方法も考えられるが、手順が複雑になるので採用しなかった。

最後に WWW ブラウザで接続機器一覧を見られるようにするため、HTTP サーバが DNS サーバから DNS の Zone Transfer の機能 [Mo1987] を利用して、Zone データを転送し、編集して Web ページとして表示することとした。

4.1 プロトコル

プロトコルの流れを例を上げて説明する。

まず家電機器は、自分の要求する名前をメッセー

ジに含めて、DHCP を用いて IP アドレス、ドメイン名、その他のネットワーク構成情報を要求する。(図 2) 図 2 では 2 台のビデオが双方とも VCR という名前を要求している。

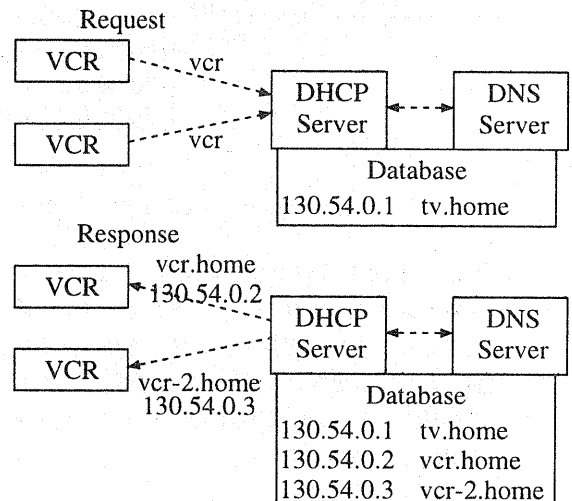


図 2 IP アドレスとドメイン名の割り当て

その結果として、それぞれが個別の IP アドレスと、一方は VCR.home というドメイン名、もう一方は VCR-2.home というドメイン名を取得している。

DHCP サーバは DNS データベースとして Zone ファイルを管理しており^{*}、これら二つのエントリをデータベースに加えている。そして新たにデータベースにエントリが加わったことを DNS サーバに対して通知する。^{**}

HTTP サーバは家庭内ネットワーク一覧を作成するため、DNS Zone Transfer を用いて登録されているドメイン名の一覧を手に入れる。(図 3) DNS Zone Transfer はユーザが WWW ページを閲覧する時点で行っている。WWW ページには接続されている家電機器一覧が表示される。図 3 では二つのビデオには WWW ページからハイパーリンクが張られており、それらを辿ることでビデオを操作することができる。

なお図では IPv4 のアドレス体系を用いて説明

^{*} 正確には正引きと逆引きの二つの Zone ファイルを管理している。

^{**} 今回の実装では、HUP シグナルを送ることとした。

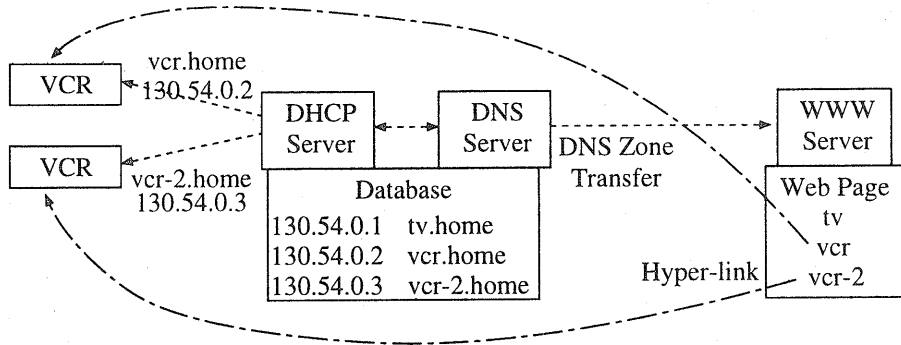


図3 DNS Zone TransferによるDNSサーバからWWWサーバへの接続機器一覧転送

したが、IPv6の場合でも手順は全く同じである。また本システムはブロードキャストメディアに限定していないため、複数ネットワークがルータで接続されている場合でも問題なく動作する。(ただしその場合、ルータにDHCPリレーエージェントを設定する必要がある)

5. 実装

提案するシステムをFreeBSD 3.4上に実装した。IPv6プロトコルスタックにはKAMEを使用している。本システムの中核となるDHCPサーバとしてはWIDE版DHCPバージョン1.4.0に必要な改変を加える形で実装し、またDNSサーバやHTTPサーバとしてはBIND named 8.2.2およびapache 1.3.12を改変なく利用した。その結果、IPv4及びIPv6ともに提案方式に基づいて正常に動作することを確認した。

6. おわりに

本稿では、家電機器を家庭内ネットワークに接続することを想定し、DHCP/DNS/HTTPを連携させた家電機器の自動設定及び閲覧システムを設計し、その試作を行った。本システムは家庭内ネットワーク全体でブロードキャストが使えることを前提としていないため、様々な物理ネットワークがルータで接続された家庭内ネットワークに対応できる。またIPv4及びIPv6の両方に対応している。

今後の課題として、本システムのクライアントの機能を実際の家電機器に組込み、有効性を実証することが挙げられる。

7. 謝辞

本研究は日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「自己組織型ネットワークインフラストラクチャ」の支援を受けている。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [Al1997] Alexander, S., and Droms, R., "DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions," RFC 2132, March 1997.
- [Dr1997] Droms, R., "Dynamic Host Configuration Protocol," RFC 2131, March 1997.
- [Mo1987] Mockapetris, P., "DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION," November 1987.
- [St2000] Stapp, M., and Rekhter, Y., "Interaction between DHCP and DNS," Internet Draft (work in progress), draft-ietf-dhc-dhcp-dns-12.txt, March 2000.
- [Th1998] Thomson, S., and Narten, T., "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," RFC 2462, December 1998.
- [Vi1997] Vixie, P., Thomson, S., Rekhter, Y., and Bound, J., "Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)," RFC 2136, April 1997.