

コンシューマ・システム論文

ユーザ端末を対象とした機器名特定システムの開発

美原 義行^{1,a)} 山本 隆二¹ 佐久間 聡¹ 山崎 毅文¹ 岡本 学¹ 佐藤 敦¹

受付日 2012年6月29日, 採録日 2012年12月7日

概要: 本稿では, ホームネットワークや小規模オフィスネットワークに接続された, ユーザ端末の機器名を特定するシステムについて述べる. 現状, 一部のプロトコル搭載ユーザ端末を除き, LAN内に接続されている多くのユーザ端末は, MAC・IP アドレスのペアのみネットワークから把握可能であり, ユーザ端末の区分や製造メーカー名, 型番等の機器名を把握することは不可能である. そこで, 各種プロトコルを用いて, ユーザ端末からの応答を受信し, その応答内容から, 機器名を特定するシステムの開発を行った. 本システムに用いた技術は, ユーザ端末で発生した不具合発生箇所の切り分けや資産管理の支援を通信事業者が行う通信回線の小規模オフィス向け付加サービスとして, 2010年6月から商用運用されている. 本システムは, OSGiを用いて開発したことにより, 新規プロトコルの追加や, 他社の機器名推定アルゴリズムの追加, 複数のOS上で利用が可能となった.

キーワード: ホームネットワーク, 障害管理, ネットワークプロトコル, 情報家電, Internet/LAN 運用管理技術

A Device Information Detecting System for End Devices Connected to a Local Area Network

YOSHIYUKI MIHARA^{1,a)} RYUJI YAMAMOTO¹ SATOSHI SAKUMA¹
TAKEFUMI YAMAZAKI¹ MANABU OKAMOTO¹ ATSUSHI SATO¹

Received: June 29, 2012, Accepted: December 7, 2012

Abstract: This document shows a system which detects device information of IP devices connected to small local area network (LAN), for example, small office and home network. Although we may acquire some information of the devices through their specific protocols, the acquired information is very limited such as a pair of MAC and IP address. If the system can identify device information including device category, manufacturer name information, model number, and so on, it will be very useful for various home network management applications. We have developed such a device information identifying system as receives reply packets using multiple protocols which have widely been used. This system is commercially applied to the troubleshoot service and the assets management service for IP devices from June 2010. This system is easily updated to add software modules for both new protocols and new detecting algorithms by using OSGi platform.

Keywords: home networks, fault management, network protocols, networked appliances, Internet/LAN operation and management technology

1. はじめに

昨今, 小規模なオフィスネットワークやホームネットワーク (SOHO ネットワーク) では, パーソナルコンピュー

タ (PC) だけでなく, ネットワークに接続可能な情報家電も接続されてきている. 図 1 [1] に, 情報家電等も含め, SOHO ネットワークに接続され, IP パケットを終端可能な IP 機器 (ユーザ端末) の出荷台数予測と, それらユーザ端末のネットワーク接続率の予測を示す. 図 1 のとおり, 今後さらに多くのユーザ端末が, SOHO ネットワークに接続され, ネットワークサービスの利用が拡大していくことが予想されている. このような状況下において, ネットワー

¹ 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所
NTT Service Evolution Laboratories, NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan

^{a)} y.mihara@rdc.west.ntt.co.jp

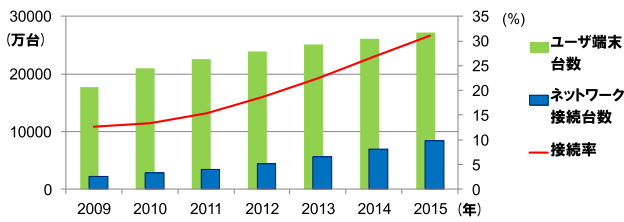


図 1 ユーザ端末の予想出荷台数とネット接続率 [1]

Fig. 1 The shipment and connecting rate of end devices.

クに接続可能なユーザ端末の普及にともない、ユーザが利用するネットワークサービスに発生する不具合も増加していくことが予想される。

インターネット接続ができなくなった等、あるユーザ端末においてネットワークサービスに不具合が発生した場合、不具合が発生したユーザ端末やインターネット上のサーバに対して ICMP [2] Echo request パケットを、Ping コマンドを利用して送信することにより、IP レイヤでの接続を確認できる。不具合が発生したユーザ端末やサーバから ICMP Echo request パケットの応答 (ICMP Echo reply) が返ってきた場合、ICMP Echo request パケットを送信したユーザ端末との間での接続を確認できる。一方、ある期間内に応答が返ってこない場合、ユーザ端末間の接続が不可能なことを確認できる。また、IP レイヤでの接続確認の結果から、IP パケット到達区間を把握でき、不具合の発生箇所を切り分けることが可能となる。たとえば、Ping を実行できる PC から、不具合が発生したユーザ端末に対して Ping を実行し、接続が確認できなかった場合は、SOHO ネットワーク内で不具合が発生していると判断できる。しかし、この接続確認を行うためには、不具合が発生したユーザ端末の IP アドレスの把握が必要であり、ネットワークに関する知識が少ないユーザ自身での不具合発生箇所の切り分けは困難といえる。

IP アドレスとユーザ端末の区分やメーカー名、型番等の機器名の対応がされていれば、不具合の発生したユーザ端末に対して接続確認を行うことが可能となり、不具合箇所の切り分けが容易となる。現状、ある端末から、その端末が保持している IP アドレスと同一サブネットマスクの、すべての IP アドレスに対して ARP [3] を実行することで、SOHO ネットワーク内に接続されている全 IP アドレスと MAC アドレスのペアを取得可能である。しかし、発見できた IP/MAC アドレスを保持するユーザ端末の機器名までは特定できず、結果、接続確認を行いたいユーザ端末の IP アドレスや MAC アドレスを把握できない。したがって、不具合が発生したユーザ端末に対し接続確認は不可能である。本課題に対応するため、SOHO ネットワークに接続されているユーザ端末の IP/MAC アドレスだけでなく、その機器名を特定することが必要である。

また、機器名の特定が可能となることにより、小規模オ

フィスネットワークにおけるユーザ端末の資産管理においても、効果が期待できる [4]。現状、小規模のオフィスネットワークでは、減価償却費用や固定資産税の支払いに向けた資産の現況調査に時間を要している。ユーザ端末がネットワークに接続された際、自動で機器名が特定されることで、現況調査時に機器名を調べ、機器名を手入力する作業者の手間を軽減することが期待できる。

我々は、ネットワーク内に接続されているユーザ端末の機器名を、複数のアプリケーションから利用可能にすることを目標とし、SOHO ネットワークに接続されたユーザ端末の機器名を特定するシステムの開発を行った。本システムに用いた技術は、SOHO ネットワーク向けに不具合発生箇所の切り分け支援と資産管理支援を行う通信回線の付加サービスとして導入された。このサービスは、小規模オフィスネットワークに接続された、PC やプリンタ、IP 電話機、その他の情報家電等に対して、地域通信事業者が遠隔からサポートを行うサービスであり、2010 年 6 月から商用運用されている。このサービスでは、ユーザの PC にソフトウェアをインストールすることで、ユーザの PC のデスクトップ画面を遠隔のオペレータと共有することが可能である。この機能により、本システムで特定した、ユーザの PC が設置されている LAN (Local Area Network) 内ユーザ端末の機器名情報を、ユーザに提示するだけでなく、遠隔のオペレータとも共有可能である。本稿では、このサービスに利用されているユーザ端末の機器名を特定するシステムの機能と効果について述べる。

本稿の構成は、以下のとおりである。まず 2 章で既存の方式をあげ、比較することで我々の開発方針を述べる。次に 3 章の前半でその方針から抽出した機能要件を列挙し、3 章後半では、その要件を満たすよう、設計したシステムについて述べる。4 章で、本システムが満たすべき性能要件をあげ、動作検証の結果、本システムがその性能値を満たしたことを述べる。5 章で今後の課題について述べる。

2. 開発方針

プロトコルを利用しネットワークに接続されたユーザ端末の機器名をユーザに提示するシステム [5], [6] が提案されている。UPnP [7] を用いるシステム [5] では、Basic Device Information の属性名と属性値がそのまま表示され、SNMP [8] を用いるシステム [6] では、MIB [9] の属性名と属性値がそのまま表示される。搭載プロトコルが異なる場合、属性名も異なるため、ネットワークに関する知識が少ないユーザが各プロトコルの属性名を把握することは困難である。また、市中の SNMP 搭載ユーザ端末や UPnP 搭載ユーザ端末から得られるプロトコル情報を調査したところ、プロトコル情報の中に含まれる情報 (たとえば、NIC (Network Interface Card) の MAC アドレスの OUI (Organization Unique Identifier) コードが示す企業

名)と、ユーザが把握できる情報(たとえば、ユーザ端末の筐体に記述された機器名)が異なるユーザ端末を複数種発見した。

本システムでは、プロトコルから取得した情報をそのまま提示するのではなく、ユーザ端末の区分やメーカー名、機種名、型番情報に整形してユーザに提示し、不具合発生箇所の切り分けや、資産管理の補助を行うことを目指す。この目標を実現するためには、機器名の把握がユーザに容易になるよう、ユーザ端末の筐体に記述されているとおりの機器名を特定し、提示することが必要である。

ユーザ端末から取得できるプロトコル情報から、機械学習を用いて機器名を推定する手法も提案されている [10]。しかしながら、推定結果が正解ではなく、その情報を提示してしまった場合、ユーザにおいて正しい機器名情報に修正する手間が発生してしまう。したがって、本システムでは、推定を用いない手法で機器名を特定することを目指した。

3. 機器名特定システムの要件および実装

我々は、LAN内ユーザ端末の機器名と接続状況を複数のアプリケーションから利用可能な機器名特定システムの設計を行った。

3.1 機器名の定義

本システムは、同一LAN内に接続されているユーザ端末の機器名を特定することを目標としている。本稿では、ユーザ端末に関する、“区分”、“メーカー名”、“機種名”、“型番”の4つの情報を機器名として定義し、これら全情報を把握することを特定と呼ぶこととする。

“区分”は、「PC」や「テレビ」等、ユーザ端末の種別を表す情報である。“メーカー名”は、そのユーザ端末を製造、もしくは販売した企業名情報である。“機種名”はそのユーザ端末のブランド名やシリーズ名にあたる情報であり、“型番”はユーザ端末の型を示す情報である。

機器名情報の項目は多いほど、種々のアプリケーションに対応できると考えられる。たとえば、製造年月日やシリアル番号等も、アプリケーションによっては重要である場合も考えられる。しかし、1章で記述したとおり、想定ユースケースにおいては、まずは資産管理や、不具合が発生しているユーザ端末の接続確認ができればよいため、ユーザ端末を特定するために必要最低限の情報として上記4つを選択した。

3.2 機器名特定アルゴリズム

ネットワークに接続されるユーザ端末の特徴として、複数のプロトコルスタックを搭載していることがあげられる。この特徴を利用して、種々のプロトコル信号を、SOHOネットワーク内に接続されているユーザ端末に対して送信

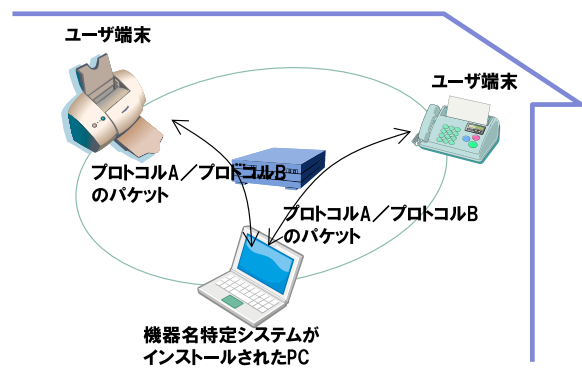


図2 機器名特定システムがユーザ端末に対して各種プロトコル信号を送信する処理の概念図

Fig. 2 A basic idea of process for detecting devices with each protocol.

し、その信号に対するユーザ端末からの応答を、各プロトコルへの応答と機器名が対になったデータベース(辞書)と照合することで、機器名を特定する。この処理の概要を以下に述べる。

0. (準備) プロトコル信号の応答であるプロトコル情報の特徴と、機器名が対になった辞書を作成する。
1. 機器名特定システムから、同一LAN内に接続されているIPアドレスとMACアドレスのペアを、ARPにより発見する。まず、機器名特定システムが搭載されたユーザ端末のIPアドレスと、そのIPアドレスのサブネットマスクから、同一LAN内に接続されているユーザ端末のIPアドレスの範囲を特定する。たとえば、機器名特定システムが搭載されたユーザ端末のIPアドレスが、192.168.1.35/24だった場合、同一LAN内に接続されているユーザ端末のIPアドレスの範囲は、192.168.1.1~192.168.1.254である。機器名特定システムは、この範囲のIPアドレスすべてに対してARP信号を送信し、MACアドレスが応答されてきた場合、そのIPアドレスとMACアドレスのペアを保持しておく。
2. 発見したIPアドレスとMACアドレスの全ペアに対して、種々のプロトコルの信号を送信する。図2はこの処理を示した概念図である。表1に利用したプロトコルを示す。
3. 2.で送信したプロトコル信号に対する各ユーザ端末からの応答内容(プロトコル情報)を、辞書と照合し、機器名を特定する。

以上のアルゴリズムにより、LAN内に接続されているユーザ端末を発見し、発見したユーザ端末の機器名を特定する。

3.3 機器名特定システムの機能要件

本節では、機器名特定システムに求められる機能要件を

表 1 機器名特定に利用したプロトコル

Table 1 Protocols which are used in our device information detecting system.

プロトコル名	特定できるユーザ端末の区分	機器名の特定に利用される文字列部分の概要
HTTP	PC, カメラ, TV	HTTP GET を送信し, その信号に対する応答メッセージにおける HTTP ボディ部 (HTML) の文字列
NetBIOS [11]	PC	NetBIOS 名と提供サービスタイプ
UPnP Device Architecture [7]	プリンタ, ハードディスクレコーダ, TV	DDD (Device Description Document) 内のデバイス基本情報内のエレメントに格納されている文字列 例. <deviceType>エレメント
SNMP [8]	SOHO 向け複合機	MIB における sysname, sysdescription に記述されている文字列
ユーザ端末固有プロトコル	監視カメラ	ユーザ端末独自のプロトコル

列挙する。

要件 1. 複数のオペレーティングシステム (OS) 上で動作すること

このシステムは、複数のアプリケーションから利用されることを目的としているため、複数の OS で動作することが望まれる。本システムは、まず LAN 内の PC にインストールされることを想定する。ただし、今後は Linux Box のような専用組み込み機器や、ホームゲートウェイ (HGW) への搭載も視野に入れている。HGW とは、WAN (Wide Area Network) と LAN の境界に位置するルータ機能を持った IP 機器である。特に、通信事業者やインターネットサービスプロバイダ (ISP) が接続可能な HGW で、本システムが動作することにより、通信事業者や ISP が SOHO ネットワーク内の機器名と IP アドレスを対応付けることが可能となり、遠隔から不具合発生箇所の切り分けを行うことが可能となる。PC だけでなく、HGW のような組み込み機器上でも利用できるよう、複数の OS 上で動作可能にすることが必要である。

要件 2. 新規プロトコルへの対応を容易にすること

機器名特定に利用するプロトコルとして、表 1 に示した SOHO 向けのユーザ端末に搭載されているプロトコルを想定しているが、今後さらに新たなプロトコルが追加されていくと考えられる。そのため、新たなプロトコルが追加されるごとに、システム全体の改造が必要であれば、開発コストが高くなる。したがって、新規プロトコルへの対応が必要になった際のシステムへの改造を容易にすることが必要である。

また、これら新たなプロトコルに対応するための改造は、

すでにインストールされたシステムに対してのアップデートもともなう。本システムのアップデートに OS の再起動が必要であれば、再起動のためにその他のアプリケーションを停止する必要がある。要件 1 で述べたとおり、システムを専用組み込み機器や HGW へ搭載する場合も考えられ、電話サービスを提供している HGW を再起動すると、再起動中電話サービスが停止してしまう。アップデートに際し、他サービスに影響を与えないよう OS の再起動を行わずに本システムをアップデート可能にすることも必要となる。

要件 3. 新規推定アルゴリズムの組み込みを容易にすること

我々のアルゴリズムは、辞書との照合により、機器名を特定することを目指している。しかし、2章で述べたとおり、機械学習を用いて、MAC アドレスからだけでも、機器名の推定を行うことは可能と考えられる。この場合、推定した結果は、必ずしも正解とは限らない。本システムは、ユーザ端末の備品管理の手間を軽減することを目的としたため、正解ではない可能性がある情報は表示せず、辞書との照合処理のみから特定を行うよう設計した。

ただし、用途によっては推定も有用と考えられる。必要性が出てきた際に、種々の推定アルゴリズムを用いて、機器名を推定できるよう、新たな推定アルゴリズムを組み込み可能とすることが必要となる。

要件 4. 機器名の特定を、即時的に行えること

機器名を特定するため、本システムでは上記 3.2 節で示したアルゴリズムどおり、同一 LAN 内に対して ARP により IP・MAC アドレスのペアの発見を行い、複数のプロトコルを用いてプロトコル情報を収集し、そのプロトコル情報を辞書と照合して機器名特定結果を返す。アプリケーションから機器名特定依頼を受信した後に、これらの処理を行い、機器名特定の結果を即時的に返すことは難しい。しかし、機器名特定依頼を受信した際、状況によっては、機器名特定の結果を即時的に回答可能にすることが必要となる場合も存在する。種々の状況に対応するため、機器名特定結果を即時的に回答することが必要となる。

要件 5. 1度発見したユーザ端末については、ある期間情報を蓄積し、管理すること

本システムの主要なアプリケーションとして、不具合が発生したユーザ端末に対して接続確認を行う不具合発生箇所の切り分け支援がある。不具合が発生したユーザ端末との間で接続を確認不可能な場合、そのユーザ端末に対してプロトコル信号を送信したとしても、そのユーザ端末からの応答を受信することは不可能である。不具合時に、接続確認できないユーザ端末についても機器名を取得したい場合もあるため、1度発見したユーザ端末の機器名については、ある期間情報を蓄積し、アプリケーションから問合せを受けた際に、蓄積していた機器名情報と、ユーザ端末の

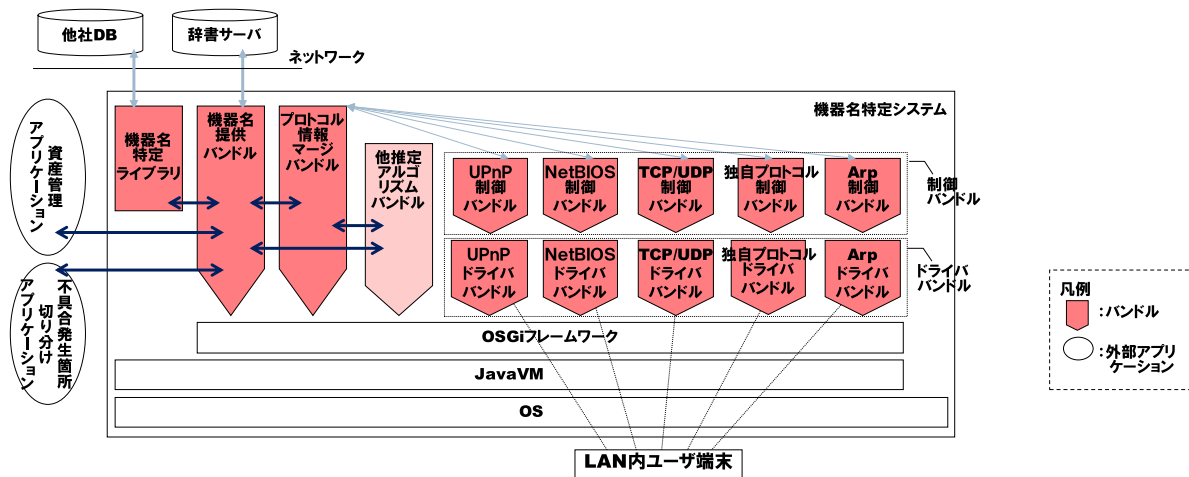


図 3 バンドル構成

Fig. 3 The bundle construction of the system.

接続確認結果を提供する機能が必要である。

3.4 機器名特定システムの設計

開発した機器名特定システムの構成を図 3 に示す。設計において 3.3 節で示した各機能要件を満たすための手法について述べる。

要件 1. 複数の OS 上で動作すること

本システムを複数の OS 上で動作させるため、システムの開発言語として、Java を採用した。Java は Java VM 上で動作するため、OS に依存せず、ソフトウェアを動作させることが可能である。これにより、Java VM を搭載した HGW や Linux Box のような組み込み機器においても、本システムを OS ごとに改造することなく流用することが可能となった。

要件 2. 新規プロトコルへの対応を容易にすること

情報家電等のユーザ端末に新規プロトコルが搭載された場合、そのプロトコルに対応するためのプログラムの開発を容易に行うためには、プログラムの部品化を行う必要がある。Java は、プログラムを部品化でき、機能ごとにプログラムを分離可能である。また、本システムでは OS や Java VM の再起動を行わず、ソフトウェアのアップデートを行うため OSGi [12], [13] を採用した。OSGi では、1 つのプログラムは、「バンドル」と表記される。Java と OSGi を利用することで、新規プロトコルに対応するための改造を容易に行うことが可能となり、かつ、他サービスの動作に影響を与えずに、アップデートすることが可能となった。

本システムでは、OSGi バンドルからプロトコル信号を送受信し、受信したプロトコル情報と辞書を照合する。その際、受信したプロトコル情報を、辞書と照合可能な形態に変換する。同じプロトコルにおいても、収集する項目の追加や変更が発生する場合があります。追加や変更の際の改造を最小限にするため、図 3 に示すとおりプロトコル信号を送信し、応答を受信するバンドル（ドライババンドル）と、

受信したプロトコル情報を辞書と照合可能な形態に変換するバンドル（制御バンドル）を分離した。また、ドライババンドルや制御バンドルと、変換したプロトコル情報を取りまとめるバンドル（プロトコル情報マージバンドル）と、変換したプロトコル情報を辞書と照合し、機器名を特定するバンドル（機器名提供バンドル）とも分離した。機能ごとにバンドルを作成することで、機能追加・削除を容易に行うことが可能となった。

要件 3. 新規推奨アルゴリズムの組み込みを容易にすること

今後機械学習を用いたアルゴリズム等の新たなアルゴリズムの追加が容易に行えるよう、プロトコル情報マージバンドルと、機器名特定部分（機器名提供バンドル）を分離する設計とした。また、他社が作成した機器名推定ソフトウェアが各種プロトコル情報を取得し利用できるよう、プロトコル情報マージバンドルに各種プロトコル情報を取得する API を用意した。

要件 4. 機器名の特定を、即時的に行えること

機器名の特定を行うためには、前述のとおり、同一セグメント内への ARP による IP・MAC アドレスのペアの発見、各種プロトコル情報の収集、辞書との照合を行う必要がある。アプリケーションから機器名特定依頼を受け取った後に、これらの処理を行い即時的に機器名を応答することは、現状不可能である。そのためアプリケーションの依頼に応じ、以下の 2 つの方法を提供するよう設計した。

- 定期的に、プロトコル情報を収集して、機器名を特定し、特定した機器名の情報を蓄積しておく。システムはアプリケーションから、機器名特定依頼を受けた際、蓄積していた情報の中で最も新しい機器名情報を応答することで、即座に機器名を応答する（以下、本方式を「蓄積情報応答方式」と記述する）。
- アプリケーションが新たにプロトコル情報を収集して、機器名を特定したい場合は、アプリケーションが、

応答を返してほしい時間を指定し、システムは、その時間内で収集できているプロトコル情報のみから、特定を行い、結果を返す（以下、本方式を「即時収集方式」と記述する）。

蓄積情報収集方式を利用する際、新たに接続されたユーザ端末の機器名情報は、機器名特定処理が行われるタイミングで更新される。新たなユーザ端末を接続してから、機器名情報が短い時間で更新されるよう、機器名特定処理の間隔を短くした場合、ネットワークや機器名特定システムだけでなく、プロトコル情報を収集されるユーザ端末側においても、負荷が高くなってしまふ。負荷を調整するため、機器名特定処理の間隔をアプリケーション側で設定できるよう、機器名提供バンドルに API を用意した。

要件 5. 1 度発見したユーザ端末については、ある期間情報を蓄積し、管理すること

定期的にプロトコル情報収集を行うことにより、あるユーザ端末からプロトコル情報を取得できなかったとしても、以前取得していた情報から、そのユーザ端末の機器名を把握することが可能となる。ただし、不具合発生箇所を切り分けるため、各ユーザ端末の接続状態は即時的に確認する必要がある。本課題に対応するため、機器名特定依頼を受信した際に、発見した各 MAC アドレスに対し ARP 信号を送信して接続状態を確認する設計とした。これにより、アプリケーションは、ユーザ端末の一覧と各ユーザ端末の現在の接続状態を確認することが可能となる。ある期間連続で接続を確認できなかった場合は、アプリケーションが管理情報から削除できるようにも設計した。

プロトコル情報の収集において、本システムでは、3.2 節で述べたとおり、ARP により IP/MAC アドレスのペアを発見し、発見した各 IP アドレスに対して、各種プロトコル信号を送信して、応答されるプロトコル情報を取得する。このとき、短期間でこの処理すべてを行うと、ネットワークに負荷がかかるだけでなく、本システムがインストールされた PC にも処理負荷がかかる。本課題に対応するため、ARP 信号と各種プロトコル信号を、それぞれタイミングを制御して送信する設計とした。具体的には、各種プロトコル信号の送信を逐次的に行い、かつ、1つのプロトコル信号を各 IP アドレスに対して送信する際に、間隔を調整して送信する設計とした。

3.5 機器名特定システムの処理フロー

機器名を特定する本システムでは OSGi プラットフォームを用い、図 3 のような構成とした。情報家電や、その他ユーザ端末が新たに販売されるたびに、辞書にそのユーザ端末の情報が加えられるため、更新が頻繁になる。辞書をシステム内部にのみ配置する場合、辞書の更新のたびにシステムをアップデートする必要がある。本課題に対応するため、辞書をサーバ側に設置した。クライアントにあたる

表 2 機器名特定システムの入出力情報

Table 2 The input and output information of the device information detecting system.

入力情報	説明
IP アドレス	取得したいユーザ端末の IP アドレス。指定されない場合、LAN 内で発見した全ての機器名と関連情報を返す。
プロトコル情報取得の有無	有に指定された場合、機器名に加え、プロトコル情報も返す。
特定方式を指定するフラグ (蓄積情報応答方式 / 即時収集方式)	蓄積情報応答方式が指定された場合、即座に蓄積情報を返す。即時収集方式を指定された場合、指定された時間内に特定を終わらせ、機器名と関連情報を返す。
特定時間	
出力情報	説明
基本情報	IP/MAC アドレス、最終特定日時
機器名 (特定結果)	区分、メーカー名、機種名、型番 ただし、特定できなかった場合は、特定不可として返す。 特定不可の場合、推定した機器名を返す。
機器名 (推定結果)	
(指定された場合のみ) プロトコル情報	各プロトコルドライババンドルで取得した文字列
接続履歴	現在の接続確認結果 (OK/NG) と、その状況が開始した日時。つまり、接続確認結果が OK から NG に、もしくは NG から OK に変化した日時。

機器名特定システムが、定期的にこのサーバから辞書をダウンロードして利用する。

3.5.1 機器名を特定する処理フロー

アプリケーションは機器名を特定するため、API を利用して表 2 のとおり IP アドレス、プロトコル情報取得の有無と、特定方式（蓄積情報応答方式か、即時収集方式）を指定するフラグ、即時収集方式の場合のみ特定時間を入力する。それに対し、システムは、その IP アドレスの機器名とそのユーザ端末に関する情報を返す。IP アドレスを入力しない場合は、ネットワークに接続されたことがある全ユーザ端末の機器名とユーザ端末ごとの情報を返す。したがって、入力情報として IP アドレスが指定された場合は、指定された IP アドレスに対してのみ機器名特定処理と接続確認を行い、指定されない場合は、蓄積していた全 IP アドレスに対して機器名特定処理と接続確認を行う。ユーザ端末の機器名以外の情報としては、IP/MAC アドレス等の基本情報、接続履歴、指定された場合はプロトコル情報を返す。接続履歴は、アプリケーションが機器名特定依頼を本システムに送信した時点での接続状態を含む。

機器名提供バンドルが、アプリケーションから蓄積情報応答方式での機器名特定依頼とともに IP アドレスを受信すると、プロトコル情報マージバンドルに、接続情報収集依頼と、指定された IP アドレスを渡す。プロトコル情報マージバンドルは、指定された IP アドレスに対して ARP

バンドルを利用して、接続状態を確認し、結果を返す。機器名提供バンドルは、このバンドル内で蓄積していた情報の中から、指定された IP アドレスのユーザ端末の機器名と、ARP により確認した接続状態を含んだ接続履歴情報等の出力情報を、アプリケーションに返す。指定された IP アドレスが、蓄積していた情報に含まれていなかった場合、機器名等の情報を返さない。

機器名提供バンドルが、IP アドレスが指定されない蓄積情報応答方式での機器名特定依頼を受信した際、プロトコル情報マージバンドルに対して、接続情報収集依頼と蓄積していた全 IP アドレスを渡す。プロトコル情報マージバンドルは、渡された全 IP アドレスに対して、ARP バンドルを利用して接続状態を確認し結果を返す。機器名提供バンドルは、各ユーザ端末の機器名と、ARP により確認した接続状態を含んだ接続履歴情報等の出力情報を、アプリケーションに対して返す。

一方、機器名提供バンドルが、ある IP アドレスとともに即時収集方式で依頼を受けた場合、機器名提供バンドルは、プロトコル情報マージバンドルにプロトコル情報収集依頼と、指定された IP アドレスを渡す。プロトコル情報マージバンドルは、各種プロトコルの制御バンドルに、プロトコル情報収集依頼と IP アドレスを渡し、制御バンドルは、各プロトコルのドライババンドルに対して、IP アドレスを渡す。ドライババンドルは、LAN 内ユーザ端末からプロトコル情報を収集し、収集したプロトコル情報を制御バンドルへ返す。制御バンドルは、渡されたプロトコル情報を辞書と照合可能な形態に変換し、プロトコル情報マージバンドルへ返す。プロトコル情報マージバンドルは、機器名提供バンドルへプロトコル情報を返す。特定時間が指定された場合、本システムは指定された時間内に、収集できたプロトコル情報のみから特定を行う。このとき、機器名提供バンドルは、接続情報収集依頼と IP アドレスも、プロトコル情報マージバンドルに渡し、各 IP アドレスにおける接続状態確認結果も受ける。

機器名提供バンドルは、以前ダウンロードした辞書の更新日時と、サーバ上の辞書の更新日時を比較し、サーバ上の辞書が新しい場合のみ、辞書をダウンロードする。機器名提供バンドルは、この辞書と変換後のプロトコル情報マージバンドルから渡されたプロトコル情報を機器名特定ライブラリに渡し、機器名特定ライブラリにて照合処理を行う。辞書内にそのプロトコル情報が登録されていれば、機器名を特定できる。機器名特定ライブラリは、特定結果を機器名提供バンドルに返し、機器名提供バンドルはアプリケーションに対して、特定結果等、表 2 の情報を返す。

機器名提供バンドルが、IP アドレスの指定を受けない、即時収集方式で依頼を受けた場合は、機器名提供バンドルから、プロトコル情報マージバンドルに対しては、プロトコル情報収集依頼のみ渡す。プロトコル情報マージバンドル

は、ARP バンドルを用いて、LAN 内全 IP/MAC アドレスのペアを発見し、発見した IP アドレスを 1 つずつ各プロトコルの制御バンドルに渡し、LAN 内全 IP アドレスのユーザ端末について、プロトコル情報を取得して、機器名提供バンドルに返す。

機器名提供バンドルは、MAC アドレスごとに機器名や基本情報、プロトコル情報をファイルとして保存する。機器名提供バンドルで、新たにユーザ端末の機器名を特定した場合は、ファイルの内容を更新する。

3.5.2 辞書とプロトコル情報の照合処理

図 4 は、機器名特定処理における照合処理のイメージ図である。図 4 の辞書データは、<Device> タグで 1 つのユーザ端末のプロトコル情報を表現し、<Regex> タグ内の正規表現に合致する文字列がプロトコル情報内に含まれていた場合（図 4 では HTTP を送信した返り値に「PR-A300SE」という文字列があった場合）、区分 (ProductClass) は「COM.IGD」、メーカー名 (ManufacturerName) は「Nippon.Telegraph.and.Telephone (NTT)」、機種名 (ModelName) は「HIKARI.DENWA.Router」、型番 (ModelNumber) は「PR-A300SE」というユーザ端末として特定する。区分に関しては、区分を表す文字列が JJ-300.01 [14] として TTC (The Telecommunication Technology Committee) で 2011 年に標準化されたため、その表記を用いた。

3.5.3 他推定アルゴリズム利用時の処理フロー

機器名提供バンドルは、辞書と照合しても特定できない場合、他推定アルゴリズムを利用して、推定結果をアプリケーションに返す。表 2 に示すとおり、本システムは辞書を用いて機器名を特定できない場合、「特定」不可であったことと、返す機器名が「推定」の結果であることを返す。他推定アルゴリズムを利用する場合は、機器名提供バンドルが、プロトコル情報マージバンドルに渡した情報のとおり、他推定アルゴリズムバンドルに対して、プロトコル情報収集依頼と、機器名を取得したいユーザ端末の IP アドレスを渡す。他推定アルゴリズムバンドルは、プロトコル情報マージバンドルから渡された IP アドレスを持つユーザ端末の特定に必要な情報を収集し、収集した情報にアルゴリズムを用いて処理を加える。推定処理に他社 DB へのアクセスが必要な場合、その他社 DB の URL とあわせて機器名提供バンドルに返す。機器名提供バンドルは、他推定アルゴリズムバンドルから取得した、加工されたプロトコル情報と他社 DB の URL を、機器名特定ライブラリに渡し、機器名特定ライブラリは、指定された URL の他社 DB に対して、加工されたプロトコル情報をクエリとして渡し、機器名推定結果を取得し、機器名提供バンドルに推定結果を返す。加工したプロトコル情報が暗号化された状態でも、他社 DB が、暗号化した文字列に対応するインタフェースを設計していることが前提のため、結果を取得可

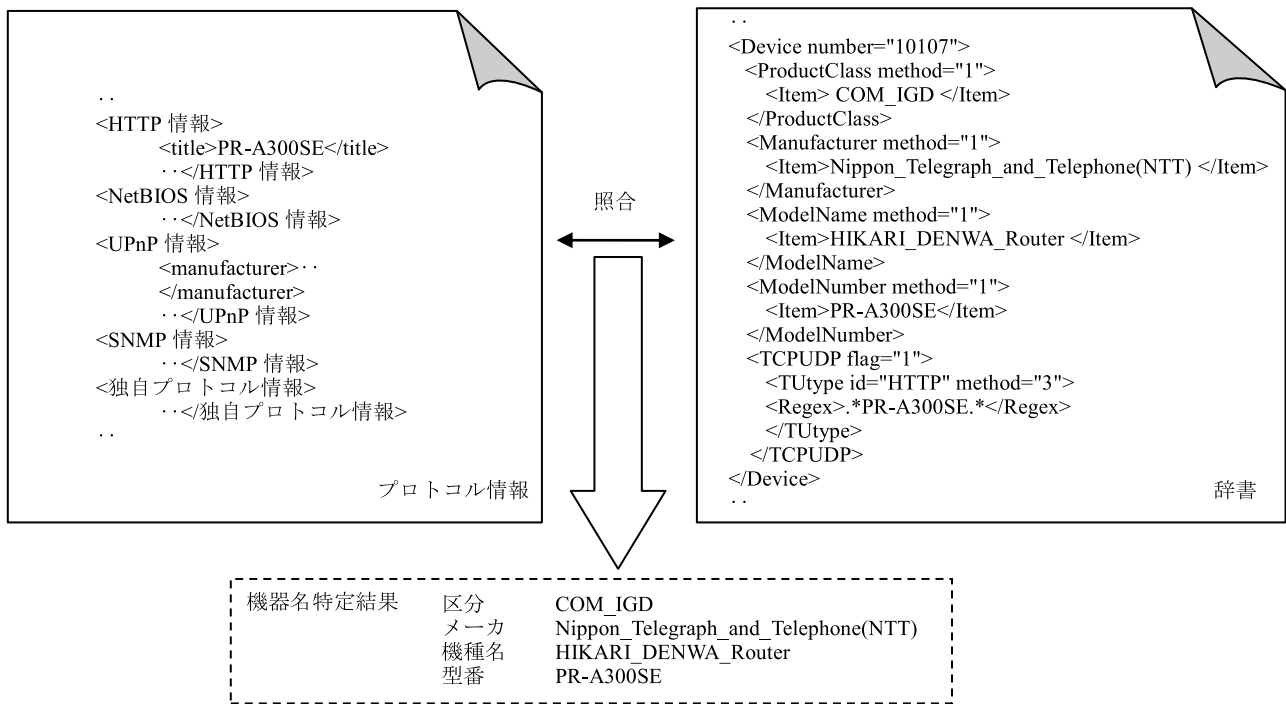


図 4 機器名特定処理のイメージ
 Fig. 4 The image of the process for detecting device information.

能である。機器名特定システムは、他推定アルゴリズムに特化した処理を行う必要がないため、他推定アルゴリズムの追加にともなう改造を行う必要がない。

4. 評価

本システムの評価として、あるネットワーク環境を想定してシステムが機器名を特定する時間を検証し、その際のユーザ端末に与える負荷（メモリ使用量）とネットワーク負荷も同時に検証することで、組み込み機器への搭載可能性と、ユーザネットワークへの適用可能性もあわせて検討する。また、システム停止率、機器名の特定率の検証も行う。

4.1 機器名特定時間とシステムが与える負荷の検証

本システムにおける、プロトコル情報収集時間、辞書との照合時間を含めた機器名特定時間を計測した。ただし、本システムは、パケットロス等のネットワークの不具合に起因する処理時間を考慮した検証は行わない。

検証環境としては、導入が予定される SOHO ネットワークを想定し、接続されるユーザ端末として 100 台を仮定し機器名特定時間を検証した。今回、100 台すべてが表 1 のプロトコルすべてを搭載するため、1 台から情報を収集する時間は最大になる。実験では、100 台のユーザ端末を仮想的に 1 台の PC で実現し、機器名特定システムをインストールしたユーザ端末として、さらに 1 台の PC を用意した。なお、特定処理は 1 台ごとに行うため、処理時間は特定されるユーザ端末の台数にほぼ比例すると考えられる。

表 3 100 台からの情報受信に必要な時間の理論計算結果
 Table 3 A theoretic calculation of time to acquire 100 end devices.

プロトコル	設定	100 台からの情報受信に必要な時間
ARP 送信	1 秒に 2IP アドレスに対して送信。応答がない機器に対しては 2 回再送。	100 / 2 = 50s
		(253-100) / 2 × 2 (回) = 153s
UPnP M-SEARCH	1 秒に 1 回送信。120 秒以内にランダムに応答される。	120s
UPnP DDD	1 秒に 1 回送信	100 / 1 = 100s
NetBIOS	1 秒に 50 回送信	100 / 50 = 2s
ユーザ端末固有プロトコル	1 秒に 2 回送信	100 / 2 = 50s
HTTP		100 / 2 = 50s
SNMP		100 / 2 = 50s
計		575s

実機ユーザ端末と仮想機器で反応速度の違いがある可能性があるため、表 3 に示すとおり各種プロトコル信号の送信間隔を調整することで、反応速度の違いの影響を少なくした。ARP は 1 秒間に 2 つの IP アドレスに対して送信し、UPnP の M-SEARCH 信号の送信は 1 秒につき 1 台に対して行い、UPnP DDD 情報の取得は 1 秒につき 2 台に対して行うよう設定した。また、NetBIOS の送信は、1 秒につき 50 台に対して行い、ユーザ端末固有プロトコルの送信は、1 秒につき 2 台に対して行い、HTTP・SNMP は 1 秒につき 2 台に対して行うよう設定した。本システムでは、こ

表 4 実験環境

Table 4 An experimental environment.

OS	Windows XP
物理メモリ	1 GB
CPU	AMD AthlonTM Neo MV-40 (1.6GHz)
JDK	jdk1.5.0_22
JavaVM	CDC (Connected Device Configuration) PF1.1

れらプロトコルの収集を逐次的に行う。ARPによるIP・MACアドレスのペアの発見では、SOHOネットワーク内に存在しないIPアドレスからは応答がないため、約1秒のタイムアウトを設け、タイムアウトしたときは、2回再送を行う設定としていた。100台を仮想的に収容したPC、機器名特定システムをインストールしたPCともに、どちらも、表4の性能のPCにシステムをインストールした。また、SOHOネットワークはネットマスク24ビットのサブネットと想定した。

照合を行う辞書として、1,350機種分の架空の機器名とプロトコル情報が格納された辞書を用意した。これは、開発時(2010年3月ごろ)に、ユーザ端末の価格比較を行うインターネットサイトや、自社の販売したユーザ端末の調査を行った結果、IP接続可能なユーザ端末(プリンタ/FAX/ストレージ/スキャナ/ルータ/電話)として、約1,350機種が市中に存在するという結果を得たためである。今後、新たなユーザ端末が販売された場合においても、新たなユーザ端末の情報を辞書に追加可能である。1,350機種分の辞書のファイルサイズは1.0MBであった。仮想的に用意したユーザ端末100台すべては辞書により特定できるとし、推定処理は用いなかった。

これら仮想機器に対して、ARPによりIPアドレスとMACアドレスのペアを発見し、発見したIPアドレスに対して各プロトコルのパケットを送信し、取得したプロトコル情報を辞書と照合して、機器名特定を行う時間を計測したところ、結果は10分01秒であった。プロトコル信号の送信間隔は表3に示すとおりであり、プロトコル信号の送受信で理論上最低575秒かかっている。システムの機器名特定処理はパケット送受信処理が約96%を占め、パケット送受信処理時間は台数とともに大きくなるため、特定時間はほぼ台数に比例するといえる。通常、サポートセンタがユーザからの不具合の問合せを電話で受けた際、1度電話を切り、不具合の対応方法を調査して対応方法をユーザに折り返し連絡する。ユーザからの問合せから、その折り返し連絡までの時間として、ユーザ満足度が低下しない15分以内に連絡をすることが求められた[15], [16]。本システムは、自社の専属のネットワーク管理担当者が割り当てられない小規模なSOHOネットワークに対して遠隔から支援することを目的としており、概して接続ユーザ端末100台

以内の規模のSOHOネットワークを対象としている。接続台数が100台の環境においても、15分以内に応答を返すことが可能であり、実運用上問題ないという判断を行った。

本検証におけるOSGiフレームワークとJRE(Java Runtime Environment)、機器名特定に用いるバンドル含めた機器名特定システム全体で使用したヒープメモリの最大値は、7.9MBであった。一方、OSGiフレームワークとJREのみを動作させたときのヒープメモリの使用量は、最大1.9MBであった。OSGiフレームワークとJREでの使用量を除くことで、機器名特定システムのヒープメモリ使用量を算出すると、最大6.0MBと推定できる。今後、機器名特定システムの搭載が想定される組み込み機器(HGWやLinux Box等)には、最低64MBのRAMが搭載されているため、本システムは、これらの組み込み機器で動作可能といえる。以上より、本機器名特定システムは、HGWやLinux Box等の組み込み機器に搭載が可能であると判断できる。

また、本システムが与えるネットワークへの負荷として、本システムが、送受信するプロトコルのスループットを、机上検討した。3.4節で述べたとおり、本システムでは、各種プロトコルの信号を逐次的に送信し、ネットワーク負荷を抑える制御を行う。表5は、本システムで送受信するプロトコルと、各種プロトコルが送信するスループットを示した表である。各IPアドレスに対するプロトコル信号の送信においても、間隔を開けて送信するよう設計を行ったが、ARPのみは、接続状態確認に用いられるため、1秒以内に送受信を行うことを想定した。

表5で示したとおり、ARP情報送信時に一番大きな負荷が発生することが分かった。もし、1秒以内に想定台数である100台のユーザ端末からの応答を受信したとしても、133kbps程度(=85kbps+48kbps)である。LAN内の通信では、無線区間でも最低1Mbpsの帯域は確保できると考えられるため、本システムが与えるネットワークへの負荷は、低いと判断できる。

4.2 システムの停止率

ある一定期間において本システムを連続動作させることで、システムの停止率(=システム停止時間/システム運転時間)を算出した。システム停止率を求めることにより、本システムの動作の安定性を評価する。

機器名推定システムに対し、一定の負荷を与えた状態で、48時間の連続運転を行い、システム停止や致命的なエラーが発生しないことを検査した。本システムは、ネットワーク管理者がいないSOHOネットワークの備品管理の手間を半減することを目的に作成し、サーバ機器ではなく、クライアントPCへのインストールを想定し設計してきた。導入が想定されていたSOHOネットワークにおけるPCは、24時間以上の連続運転させる状況はめったに発生せず、平

表 5 利用したプロトコルと各プロトコルにおけるスループット
Table 5 Protocols which this module uses and their throughputs.

収集情報の種類	送信	受信
Arp 情報	ARP リクエスト(42byte)の送信 42(byte)×253 (IP)×8(bit)=85.0Kbps 応答がない IP アドレスへの再送分 42(byte)×(253-100)(IP)×2(回)=102.8Kbps	Arp リプライ(60byte)の受信 (*1) 60(byte)×100(台)×8(bit)=48.0Kbps
UPnP 情報	M-SEARCH (143byte)の送信 (*2) 143(byte)×2(回)×8(bit)=2.3Kbps DDD (400byte)の取得 (*4) 400(byte)×8(bit)=3.2Kbps	M-SEARCH のレスポンス (*3) 500(byte)×1(台)×8(bit)=4.0Kbps DDD の取得 (*4) 1500(byte)×8(bit)=12.0Kbps
NetBIOS 情報	Name Query (92byte)の送出 (*5) 92(byte)×50(スレッド)×8(bit)=0.7Kbps	Name Query のレスポンス (*5) 250(byte)×50(スレッド)×8(bit)=100.0Kbps
ユーザ端末固有 プロトコル情報	ユーザ端末固有プロトコルのパケット(100byte)送信 (*6) 100(byte)×2(スレッド)×8(bit)=1.6Kbps	ユーザ端末固有プロトコルの応答パケット(512byte)受 信 (*6) 512(byte)×2(スレッド)×8(bit)=8Kbps
HTTP・SNMP	TCP/UDP 送信 (*7) 100(byte)×2(スレッド)×8(bit)=1.6Kbps	TCP/UDP 受信 (*7) 5000(byte)×2(スレッド)×8(bit)=80.0Kbps
<p>*1. 全てのユーザ端末の応答を 1 秒間に受信することを想定。 *2. M-SEARCH 信号は 1 秒間に 2 回送信するよう設定されている。ブロードキャストパケット。 *3. M-SEARCH のレスポンスは、送信時に指定した MX 値（設定は 120 秒）の間でランダムに応答することが仕様で決められている。一様分布に従うとして、1 秒の間に全 100 台中 1 台が応答する計算とした。 *4. 1 回の送受信（1 秒間に 1 回）は、設定ファイルにて、1 スレッド（台）に設定されている。（*8） *5. 1 回の送受信（1 秒間に 1 回）は、設定ファイルにて、50 スレッド（台）に設定されている。（*8） *6. 1 回の送受信（1 秒間に 1 回）は、設定ファイルにて、2 スレッド（台）に設定されている。（*8） *7. 1 回の送受信（1 秒間に 1 回）は、設定ファイルにて、2 スレッド（台）に設定されている。（*8） *8. 設定したスレッド数で全ユーザ端末の情報を取得できない場合、送信後 1 秒間隔を開けて、設定した数のスレッドを再度作成し、パケットを送信する。</p>		

均して 5 時間程度の連続運転で、長くとも 12 時間程度で、1 度は電源が切られることを想定していた。そのため、長期安定性能検証試験として厳しい条件を設定するため、48 時間の連続運転試験を行った。PC や LAN 内ユーザ端末の台数や、PC の性能は、4.1 節の実験と同じである。この連続運転で、以下の負荷を与えた。

- プロトコル情報マージバンドルへのプロトコル情報収集依頼（即時収集方式、IP アドレス指定なし）を 30 分間隔で実施。
- プロトコル情報マージバンドルへのプロトコル情報収集依頼（蓄積情報応答方式、IP アドレス指定なし）を 3 分間隔で実施。これにより、接続状態の確認が実施される。

負荷を与えて、48 時間の連続運転を行ったところ、システムの停止時間は 0 であった。48 時間中に 1 度も停止せずに運転し続けたことから、想定した平均 5 時間程度の連続運転を行う状況において、システムは停止せずに運転でき、安定的に動作すると判断できる。

4.3 本システムにおける機器名特定率

実機を用い、本システムにおける特定率（= 正しい機器

名を特定できた機種数/検証に用いた機種数）の検証を行った。実際のオフィス環境を利用して、IP で接続されている複合機（電話とプリンタの複合機等）とプリンタについて、本システムを適用し、その際の特定率を検証した。検証したユーザ端末の中には、システムで利用するプロトコル信号（ARP 以外）にまったく応答しないユーザ端末も含まれる。この検証においては、辞書を用いた特定処理のみを行い、他推定アルゴリズムを用いた推定処理は行わなかった。検証時点（2011 年 3 月ごろ）では、161 機種のデータの収集が完了しており、161 機種のデータが含まれた辞書を用いた。辞書作成にあたり、機種ごとのシェアを調査し、多く販売されている機種から辞書の作成を行った。その結果、83.9%（31 機種中 26 機種を特定）の複合機に対して機器名を特定でき、70.6%（51 機種中 36 機種を特定）のプリンタに対して、機器名の特定ができた。

特定できなかった 20 機種の 80%は、辞書に存在しなかったユーザ端末であり、5%の機種は、OEM（Original Equipment Manufacturer）製品であったため、筐体に記述されている販売元の企業名が特定結果のメーカー名情報に含まれていなかった。また、15%の機種は、各種プロトコル信号に回答しないユーザ端末であった。上記 80%の機種

については、新たにプロトコルの応答情報を辞書に追加することにより、それ以降特定可能となった。OEM 製品は、同じ型だとしても製造メーカー名だけが筐体に記述される場合と、製造メーカーとは異なる販売元企業名と合わせて筐体に記述される場合がある。したがって、OEM 製品については、製造元メーカー名に加え、販売元企業名をスラッシュで区切って追加し、1つのメーカー名として登録した。この対応により、OEM 製品に関しても特定可能となった。

各種プロトコル信号に応答しないユーザ端末の特定は不可能であるが、各種プロトコル信号に応答しないユーザ端末が今後とも増えないよう機器名情報を送信する標準プロトコル「HTIP」(Home network Topology Identifying Protocol) [17], [18], [19] の搭載をユーザ端末メーカー等に働きかけ普及させることで、特定できないユーザ端末の割合を減らしていく。

5. 将来課題

以下に、本システムでは実現できなかった機能をあげ、今後の方向性を述べる。

(1) 他セグメントに接続されたユーザ端末の機器名特定

本稿で述べた機器名特定システムは、IPv4 を利用し、IPv4 のブロードキャストパケットが届く範囲内からのみ、情報を収集可能である。しかし、SOHO ネットワーク内に、HGW 以外にルータが接続される場合があり、そのルータ配下に異なる IP セグメントのネットワークが存在する環境も存在する。これは、ユーザが無線ネットワークを利用するために、無線ネットワークのアクセスポイントとなるルータを設置してしまうためである。無線ネットワークの普及により、SOHO ネットワーク内に複数の IP セグメントが存在する接続事例は無視できない接続形態となっている。本課題に対応するため、現状はセグメントごとに機器名特定システムをインストールする必要がある。この作業は、ネットワークに関する知識が少ない低いユーザにとっては、ネットワーク構成を把握していなければならず、困難な操作といえる。

SOHO ネットワーク内全体のユーザ端末の機器名を1つの機器名特定システムで特定することは、ユーザの利便性の向上にもつながるといえる。今後は1つの機器名システムで異なるセグメントに接続されているユーザ端末の機器名特定を可能にする方式 [20] を検討していく。

(2) ネットワーク機器を含めた IP 機器全般の特定

～HTIP [17], [18], [19] の利用～

本稿で記述したシステムは、同一 LAN 内に接続されたユーザ端末の機器名を特定することを目的とした。しかし、web ブラウザのみ搭載しているような組み込み機器では、4.3 節で述べたとおり、ARP 以外の本システムからのプロトコル信号に応答せず、本システムから MAC/IP アドレス以外の情報を把握できないユーザ端末も存在する。

一方で、システムからのプロトコル信号に応答するが、機器名に関する情報を何も返さない機器も存在する。また、スイッチングハブや、無線 AP のとおり、パケットを終端せず、転送のみ行うネットワーク機器は、IP レイヤより上位のプロトコル信号に応答しないため、発見することすらできない。

本課題に対応するため、2011年12月に、ネットワーク機器を含めすべての IP 機器を発見し、その IP 機器の機器名を特定できるプロトコル HTIP [17], [18], [19] が ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) で、G.9973 [18] として勧告化された。これは、IP を終端するユーザ端末が、UPnP [7] で機器名情報を送信し、ネットワーク機器が LLDP [21] を用いて、機器名情報と、MAC アドレステーブル情報を送信する方式を規定したプロトコルである。IP 機器が HTIP に対応することで、辞書との照合を行わなくても、機器名を特定することが可能となる。HTIP は今後様々な IP 機器に普及していくことが予想されるため、HTIP バンドルを開発し、本システムに組み入れていく予定である。

6. まとめ

本稿では、SOHO ネットワーク内に接続されたユーザ端末の機器名特定機能を、複数のアプリケーションから利用可能なシステムの設計について述べた。本システムは、ユーザ端末の筐体に記述されているような、ユーザが把握可能な機器名を特定し、ユーザには4つの情報(区分、メーカー名、機種名、型番)に整形して提示する。また、本システムは、機械学習を用いて正解ではない可能性がある機器名を推定することは行わず、辞書との照合処理のみにより特定を行った。本システムでは、Java ベースの OSGi を用いることにより、新規プロトコルへの対応が容易になるだけでなく、複数の OS 上で動作することが可能となった。本システムに用いた技術は、通信事業者が小規模オフィス向けに、ユーザ端末の不具合発生箇所の切り分け、資産管理の支援を行う通信回線の付加サービスとして 2010年6月から商用運用されている。システムの設計において列挙した機能要件に関する不具合は、いまだ発生していない。

ネットワークに接続されているユーザ端末の機器名の特定が可能になったことにより、そのユーザ端末のマニュアルをインターネットから検索して提示するサービスも可能になる。したがって、本システムは種々の SOHO 向けサービスの展開が期待できるシステムであるといえる。今後は、機器名を利用するアプリケーションの開発も行っていきたい。

参考文献

- [1] 株式会社富士キメラ総研：2011 次世代ホームネットワーク/エネルギー管理市場の展望 (May 2011).

- [2] Postel, J.: RFC 792, INTERNET CONTROL MESSAGE PROTOCOL, Internet Engineering Task Force (IETF) (Sep. 1981).
- [3] Plummer, D.C.: RFC 826, An Ethernet Address Resolution Protocol, IETF (Nov. 1982).
- [4] 大村弘之ほか：やさしいホーム ICT, 電気通信協会 (2011). ISBN-10: 4885490545, ISBN-13: 978-4885490545.
- [5] ACCESS: MediaPilot, available from <http://mediapilot.access-company.com> (accessed 2012-05-23).
- [6] HP: OpenView, available from <http://support.openview.hp.com> (accessed 2012-05-23).
- [7] ISO/IEC 29341-1: Information technology – UPnP Device Architecture – Part 1: UPnP Device Architecture Version 1.0, Edition 1.0 (Dec. 2008).
- [8] Case, J., Fedor, M., Schoffstall, M. and Davin, J.: RFC 1157, Simple Network Management Protocol, IETF (Sep. 1990).
- [9] McCloghrie, K. and Rose, M.: RFC 1213, Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II, IETF (Mar. 1991).
- [10] 佐藤さわ子, 梁田龍治, 前大道浩之：ホームネットワーク内機器同定方式の検討, 信学技報, Vol.110, No.466, ICM2010-69, pp.87-92 (2011).
- [11] Microsoft: NetBIOS over TCP/IP Name Resolution and WINS, available from <http://support.microsoft.com/kb/119493/en-us?fr=1> (accessed 2012-05-23).
- [12] 川村龍太郎, 前大道浩之, 山崎育夫, 森 航哉：OSGi (Open Service Gateway Initiative) の標準化動向について, NTT 技術ジャーナル, Vol.19, No.11, pp.94-98 (2007).
- [13] 山崎毅文, 山崎育夫, 近藤重邦, 美原義行：ホーム ICT 関連技術の標準化動向, NTT 技術ジャーナル, Vol.22, No.9, pp.49-53 (2010).
- [14] TTC 次世代ホームネットワークシステム専門委員会：JJ-300.01：端末区分情報リスト (Feb. 2011), 入手先 http://www.ttc.or.jp/jp/document_list/pdf/j/STD/JJ-300.00v1.1.pdf (参照 2012-05-23).
- [15] 年金事務所・年金相談センター：お客様満足度アンケート (6月21日公表) の追加的分析 (June 2010).
- [16] 厚生労働省：受療行動調査の概要 (確定) (2005).
- [17] TTC 次世代ホームネットワークシステム専門委員会：JJ-300.00：ホーム NW 接続構成特定プロトコル (Sep. 2011).
- [18] ITU-T Rec: G.9973, Protocol for identifying home network topology (Oct. 2011), available from <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.9973-201110-P> (accessed 2012-05-23).
- [19] Mihara, Y., Yamazaki, T. and Akama, T.: Designing HTIP: Home Network Topology Identifying Protocol, IEEE International Conference on Communications (ICC), pp.1-6, DOI: 10.1109/icc.2011.5962662 (2011).
- [20] 美原義行, 佐久間聡, 箕浦大祐, 山崎毅文, 佐藤 敦, 市森峰樹：複数セグメント上でのホームネットワーク構成特定手法の検討, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-8-37, p.195 (2011).
- [21] IEEE Computer Society: 802.1AB-2009: Local and Metropolitan Area Networks – Station and Media Access Control Connectivity Discovery (Sep. 2009).



美原 義行 (正会員)

NTT サービスエボリューション研究所。2004年東京工業大学理学部卒業。2006年同大学大学院情報理工学研究科数理・計算科学専攻修了。2006年NTT入社。以来、ホームネットワーク管理サービスの技術設計等の研究開発、プロトコルの標準化に従事。現在、NTT西日本研究開発センタ勤務。



山本 隆二

NTT サービスエボリューション研究所。1996年九州工業大学情報工学部卒業。1998年同大学大学院・情報工学研究科・情報科学専攻修士課程修了。1998年NTT入社。以来、映像認識、動物体計測、カラーマネージメント、著作権管理システム、およびホーム ICT サービスの研究開発に従事。現在、NTTドコモ研究開発推進部担当課長。



佐久間 聡

NTT サービスエボリューション研究所。1993年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1995年同大学大学院理工学研究科計測工学専攻修士課程修了。1995年NTT入社。以来、医療画像処理、景観画像処理、およびホーム ICT サービスの研究開発に従事。現在、NTT サービスエボリューション研究所主任研究員。電子情報通信学会会員。



山崎 毅文 (正会員)

NTT サービスエボリューション研究所。1986年東京大学工学部物理工学科卒業。1986年NTT入社。以来、知識処理・自然言語処理の研究開発、映像通信サービスの開発企画、およびホーム ICT サービスのシステム設計、標準化活動に従事。現在、NTT サービスエボリューション研究所主幹研究員。電子情報通信学会会員。



岡本 学

NTT サービスエボリューション研究所。1989年九州芸術工科大学芸術工学部音響設計学科卒業。1991年同大学大学院情報伝達専攻修了。2007年九州大学大学院芸術工学専攻博士課程後期単位取得退学。1991年NTT入社。

以来、通信システム音響系の構築技術・再生方式、およびホームICTサービスのシステム設計等の研究開発に従事。現在、NTT サービスエボリューション研究所主幹研究員。日本音響学会、電子情報通信学会各会員。博士（芸術工学）。



佐藤 敦

NTT サービスエボリューション研究所。1987年東京工業大学工学部機械物理工学科卒業。1989年同大学大学院物理情報工学専攻修士課程修了。1989年日本電信電話株式会社NTTヒューマンインタフェース研究所入社。以来、映像認識、医用画像システム等の研究開発、および映像通信システム、ホームICTサービスの研究開発に従事。現在、NTT サービスエボリューション研究所ネットワークアプライアンスプロジェクト主幹研究員・グループリーダー。