

近距離無線 LAN と TCP/IP インターネット技術を用いた 分散型ホームネットワーク

東京電機大学 理工学部 情報システム工学科
高橋 将 古庄 亮一 桧垣 博章

E-mail: {susumu, furushou, hig}@higlab.k.dendai.ac.jp

一般家庭では様々な家電製品が使用されており、その多くがマイコンなどのコンピュータによって制御されている。これまで独立に制御されていたこれらの家電製品をネットワークで相互接続することによって、遠隔からの制御や管理を行ったり、協調動作によって効率的、統合的なサービスをユーザに提供することが可能となる。このような家電製品 (情報家電) や情報機器とこれらを制御するコンピュータからなるネットワークはホームネットワークと呼ばれ、家庭の情報化を実現するための技術として注目されている。本論文では、(1) ユーザと環境に関する情報を複数のセンサが獲得し、それらの総合としてユーザ要求を推測する能動的ユーザ要求獲得手法、(2) 推測したユーザ要求に基づいて、必要な情報家電を制御する複数のコントローラの協調によってサービスを提供する分散コントローラ手法、(3) センサ機能とコントローラ機能を統合したホームネットワークデバイスを分散配置するための近距離無線 LAN による通信手法、といった手法を基礎とした分散型ホームネットワークアーキテクチャを提案する。

Home-Network Architecture based on Cooperation among Multiple Sensing and Controlling Devices with Bluetooth Protocol

Susumu Takahashi, Ryouichi Furushou and Hiroaki Higaki
{susumu, furushou, hig}@higlab.k.dendai.ac.jp
Department of Computers and Systems Engineering
Tokyo Denki University

Many kinds of electrical devices are available at home and most of them are equipped with micro computers. These devices have been autonomously controlled. According to the highly advanced computer network technology, these devices are connected to a computer network. Here, these are controlled and managed through the network for supporting network services efficiently. Such kind of computer networks are named home networks. For providing services to home network users, it is critical to support the location information service, that is, the location of the users are required to be recognized by the system in real-time manner. This paper proposes a novel location information system for home networks by using speaker recognition, wireless LAN protocol, network management technique in TCP/IP networks.

1 背景と目的

一般家庭では様々な家電製品が使用されており、その多くがマイコンなどのコンピュータによって制御されている。これまで独立に制御されていたこれらの家電製品をネットワークで相互接続することによって、遠隔からの制御や管理を行ったり、協調動作によって効率的、統合的なサービスをユーザに提供することが可能となる。このような家電製品 (情報家電) や情報機器とこれらを制御するコンピュータからなるネットワークはホームネットワークと呼ばれ、家庭の情報化を実現するための技術として注目されている。ここでは、ユーザ要求を獲得するためのセンサ、獲得したユーザ要求に基づいて情報家電を制御するためのコントローラ、コントローラからの指示にしたがって機能する情報家電の3つが実現主体である。本論文では、ユーザの位置が提供するサービスの内容を決定する主たる要因の1つであり、また

ユーザと制御対象の情報家電が近接する機会が多いことに注目し、センサとコントローラを統合したホームネットワークデバイスおよびこれを近距離無線 LAN によって相互接続した分散型アーキテクチャを提案する。このデバイスは、ユーザからの明示的な要求を獲得するのではなく、ユーザの位置をユーザの音声を用いて取得し、これに基づいてユーザ要求を推測し、提供するサービスを決定する。

ユーザ位置の取得、推測したユーザ要求に基づく情報家電の制御、複数の情報家電の協調動作によるサービスの提供を実現するためには、デバイス間の通信が必要となる。容易で迅速な導入を可能とし、無線信号の競合や衝突の発生による遅延の増加のために適切なサービスの提供が妨げられることを回避するために、デバイス間あるいはデバイス-情報家電間の通信には、Bluetooth プロトコル [19] を用いる。また、情報家電の制御と管理には、TCP/IP ネットワーク管理技術である SNMP [3] を導入する。Bluetooth を家庭の環境で用いた場合の帯

域幅が SNMP のメッセージの配送に十分であることをプロトタイプによる実験結果として示す。

2 従来手法

これまでに提案されているホームネットワークの構成は、ユーザと制御対象の情報家電の位置関係によって、以下の2つに分類することができる。

[ユーザと情報家電との距離が大きい場合]

ここでは、図1左側のように、家庭内にホームゲートウェイと呼ばれるサーバコンピュータを設置する [10, 11, 14, 23, 24]。ホームゲートウェイとは、ホームネットワークとインターネットなどの外部ネットワークとのゲートウェイの役割を担うものである。ユーザは、宅外の遠隔地から携帯電話などを用いて、情報家電の駆動制御を行なうことで、サービスを受けることができる。例えば、宅外からのビデオ録画の予約 [23, 24] やドアの施錠を行なうことなどがあげられる。

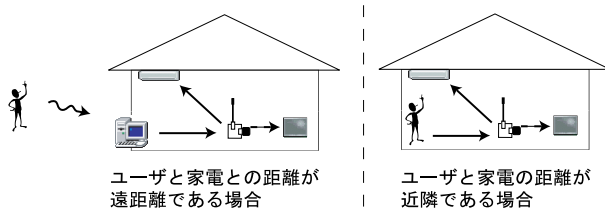


図1: ホームネットワークの構成

[ユーザと情報家電との距離が小さい場合]

ここでは、図1右側のように、ユーザは、Active Badge [18] や Active Bat [2]、CoBIT [13] などの装置を常時携帯する。この装置により、ユーザの位置情報が自動的に獲得される。ホームネットワークは、獲得したユーザの位置情報に基づいて提供するサービスを決定し、情報家電に駆動制御命令を送信し、ユーザにサービスを提供する。例えば、電灯やエアコンなどのオン/オフをユーザ位置の変化に合わせて自動で行なうサービスが考えられる。また、ユーザの嗜好に関する情報が格納されたエージェントを常時携帯することによって、移動先においても、ユーザ要求を充足するサービスを提供するシステム [9] も提案されている。

本論文では、ユーザと情報家電の距離が小さく、ユーザの位置とユーザの要求とが高い相関を持つサービスを対象とする。ただし、一般家庭環境においては、[2, 9, 13, 18] のように、ユーザの位置を獲得するための装置をユーザが常時携帯することは困難であることから、本論文では、これを必要としない方法を提案する。

3 分散コントローラ方式

ユーザの要求を獲得し、その要求を充足するように情報家電を制御するホームネットワークシステムを実現するために、本論文では、(1) ユーザ位置を獲得し、(2) 獲得した位置情報を互いに交換し、(3) その情報に基づいて情報家電を制御する、という3つの機能を有するホームネットワークデバイス（以下デバイスと略す）を複数設置する分散型アーキテクチャを提案する。

ホームネットワークシステムは、ユーザ要求を獲得するために必要となる諸情報を獲得するセンサ、センサ

が獲得した情報に基づいて情報家電の制御方法を決定するコントローラ、コントローラの指示に従って機能する情報家電から構成される。これらの構成要素を有機的に結合するためのアーキテクチャには、集中コントローラ方式と分散コントローラ方式の2つが考えられる。

[集中コントローラ方式]

図2左側のように、センササーバコンピュータ（コントローラ）情報家電の構成をなす。センサで得られたユーザ要求に関する諸情報は、1台のサーバコンピュータに集約され、それらの総合としてユーザに提供すべきサービス（アプリケーション）が決定される。そして、サーバコンピュータで情報家電制御アプリケーションが実行され、情報家電を駆動するための命令が発せられる。すべての情報がサーバコンピュータに集約され、すべてのアプリケーションがサーバで実行されることから、管理が容易であるという利点がある。一方、サーバにネットワークトラフィックおよびアプリケーション実行と資源管理の計算負荷が集中する欠点がある。また、サーバコンピュータや一部のネットワークの障害によってシステム全体の機能が停止する可能性もある。

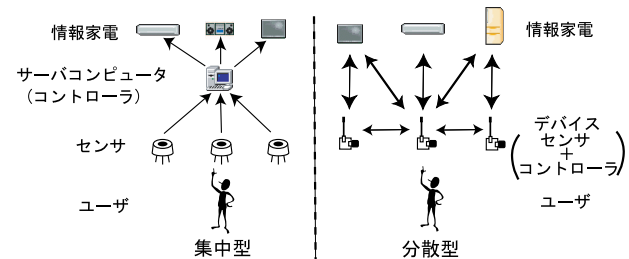


図2: ホームネットワークアーキテクチャ

[分散コントローラ方式]

図2左側のように、サーバコンピュータが存在せず、各コントローラが局所的な情報の管理と情報家電の制御を行ない、自律分散的にアプリケーションを実行する方式である。ユーザの近辺に位置するセンサが獲得したユーザ要求に関する情報に基づいて、提供すべきサービス内容が決定される。ここで一般にユーザの近辺にある情報家電を制御するサービスが多いと考えられる（異なる場所にある情報家電の制御が必要とするサービスもある。例えば、玄関で検出したユーザの個室のエアコンを駆動するサービスが考えられる。）ことから、センサと情報家電の位置に近接してコントローラを配置することで、ホームネットワークのトラフィックの減少とユーザ要求に対する情報家電駆動のレスポンスタイムの削減を実現することができると思われる。また、分散コントローラ方式では、ネットワークの一部に障害が発生してもサービスの提供を継続し、システム全体の停止を招くことがない。すなわち、可用性（アベイラビリティ）の高いシステムを提供することが可能となる。

以上により、本論文では分散コントローラ方式によるホームネットワークの実現技術について議論する。ここで、上記の考察に基づき、センサとコントローラを一体化したデバイスを導入することを提案する。次章以降では、このデバイスの機能について述べる。

4 能動的ユーザ要求獲得

情報家電制御に対するユーザ要求の獲得方法には、受動的ユーザ要求獲得と能動的ユーザ要求獲得の2種類が

あると考えられる。

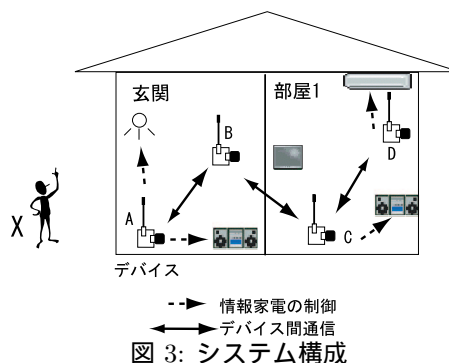
受動的ユーザ要求獲得とは、ユーザが情報家電に対する要求を明示的に提示することを必要とする方式である。例えば、ユーザが音声や身振りによって要求を明示的に表現するものや、直接的に情報家電の駆動命令を示すものが考えられる。コントローラでは、この要求提示に基づいて、提供するサービス内容が決定され、アプリケーションが情報家電に対する駆動命令群を生成する。本方式では、ユーザが要求するサービスを詳細に指定することが可能であり、誤ったサービスを提供することもない。ただし、本方式を使用するためには、ユーザの訓練が必要となる。

一方、能動的ユーザ要求獲得とは、ユーザが明示的に要求を提示するのではなく、ユーザとその環境に関する情報をセンサが獲得し、それに基づいてユーザの要求を推測する方式である。ユーザ要求の推測に対して有効な情報には、ユーザの識別子（誰であるのか）、位置、移動方向、移動速度、姿勢、動作、体温、心拍数、血圧、服装、移動履歴、行動履歴、行動予定、室内の温度、湿度、気圧、明暗、音響、ユーザ密度、現在時刻などが考えられる。これらの情報をセンサが得るためにはユーザが訓練を行なうことは必要とされない。しかし、これらの情報はあくまでユーザ要求を推測するためのものであることから、ユーザが望んでいないサービスが提供される可能性もある。

本論文では、ユーザがサービスを享受するために訓練を行なうことを必要としない能動的ユーザ要求獲得によってユーザ要求を推測し、情報家電を駆動するホームネットワークシステムの実現手法について議論する。ユーザ要求の獲得に用いることができる情報のうち、ユーザの位置に関する情報はユーザが要求するサービスを決定する主たる要因であると考えられる。そこで、デバイスが獲得する情報は、ユーザ識別子、ユーザ位置（とその変化履歴）、現在時刻の3つであるとする。例えば、図3において、ユーザXが戸外から玄関に移動した場合を考える。デバイスAはユーザXが入室したことを検出し、玄関の電灯をオンにする。デバイスAが入室したユーザを特定することができない場合でも、その存在を検出することによって玄関の電灯をオンにすることができる。ユーザXを識別できた場合には、ユーザXの部屋（部屋1）にあるエアコンをオンにするとともに、ユーザXの好みのBGMをスピーカから流す。ただし、ユーザXがあらかじめ要求しているのであれば、特定の時刻にはラジオ放送を流す。ここで、ユーザXが部屋1に移動すると、部屋1にあるデバイスCがユーザXの存在を検出する。デバイスCは、部屋1のスピーカの音量を大きく調整するとともに、ユーザXを検出したことを他のデバイスに通知する。これを受けたデバイスAは、ユーザXが玄関から部屋1へと移動したことを検出し、玄関の鍵の施錠と玄関の電灯のオフ操作を行なう。

ホームネットワークシステムのサービス提供においては、ユーザの識別子と位置情報の獲得がとりわけ重要である。これまでに様々なユーザ位置情報の獲得手法が提案されているが、これらは大きく以下の2種類に分類することができる。

- 識別用デバイス携帯型：各ユーザが固有の識別用デバイスを常時身に付けることによって、ユーザの位置情報を獲得する手法である。GPSやPHSを用い



るシステム [8,20]、Active Badge [18] や Active Bat [2]、CoBIT [13]、ミュッチップ [25] などがある。

- 環境発見型：ユーザは固有のデバイスを携帯しない。音声、映像、体温などを手がかりとして、環境に設置したセンサがユーザを検出する手法である [5,7,15-17]。

ここで、ユーザに対して固有のデバイスを常に携帯し続けることを一般家庭において要求することは困難であると考えられる。そのため、ホームネットワークにおける位置情報獲得システムでは、環境発見型のユーザ位置獲得手法を用いることが望ましいと考えられる。これまでに提案されている環境発見型のユーザ位置獲得手法では、複雑な装置を用いた高度な手法によって高いユーザ認識率や細粒度の位置情報の獲得を実現している。例えば [17] では、部屋の天井に設置した複数台のカメラによって得られた動画像を用いており、[15] では超音波、画像、音声の3つの情報からユーザ位置を特定している。しかし一般家庭においては、駆動対象となり得る情報家電に対して粒度の細かい位置情報は必ずしも要求されない。また、このような装置を導入することは、コストの面からも困難である。したがって、設置と利用に高度な技術を必要としない簡易な装置で実現されることが求められる。

さらに、画像を用いる方法 [5,7,15-17] では、カメラの位置から見通すことができるユーザしか検出することができないという問題がある。そこで、本論文ではユーザの音声情報を使用し、話者認識技術によってユーザ位置を獲得する手法 [12] を利用する。音声を用いた検出では、ユーザの位置を細粒度で特定することはできないが、情報家電の駆動においては部屋を単位とする位置識別程度で十分な場合が多く、問題とはならない。ここで必要なハードウェアはマイクロフォンであり、家具等によって見通すことができない場合にも検出することが可能であることから、カメラを用いる場合のように死角を減少させるために多数の装置を要する（あるいは室内の家具等の設置位置を制約する）こともない。さらに、夜間に照明が使われていない場合にも適用可能である。ただし、以下に挙げる問題点がある。

- (1) ユーザが常に音声を発するとは限らない。
- (2) 家庭内には様々な雑音（ノイズ）がある。
- (3) 話者認識の成功確率は必ずしも高くない。
- (4) 音声を取得したデバイス（センサ）の位置とユーザの位置が必ずしも一致しない。

これらの問題を解決するために、[12] では、複数のデバ

イスが獲得したユーザ音声情報を互いに交換することによってユーザ位置を特定する方法を提案している。ここでは、部屋のレイアウト（間取り）情報を活用することによって、サービスの提供率を高めている。さらに、ユーザを識別できず、存在のみが確認されている場合のサービスを定義することも考えられている。

5 デバイス間通信

一般に、ユーザ要求を充足するためには、そのユーザの位置に近い情報家電を制御することが必要となる。ところが、必ずしもこれだけでは十分ではなく、ユーザの位置から離れた情報家電を制御する必要が生じる場合もある。図3の例で述べたように、玄関にあるデバイスAがユーザXを検出し、部屋1の情報家電を制御するような場合がこれにあたる。また、ユーザの位置変化の履歴に基づいて、情報家電を制御するサービスも考えられる。例えば、ユーザXが玄関から部屋1へ移動する場合を考える。部屋1にあるデバイスCは、部屋1にある情報家電の電源をオンとするが、玄関にある情報家電の電源をオフにするために、玄関にあるデバイスBと通信する必要がある。このとき、もし部屋1にあるデバイスCがユーザXであることを識別できない場合でも、玄関にいたユーザXが移動したことをデバイスどうしの情報交換によって認識することができれば、部屋1にいる識別不能なユーザはユーザXであると推測することができ、ユーザXのためのサービスを部屋1において提供することが可能である。さらに、前節で述べたように、より正確な位置獲得を実現するためには、ひとつのデバイスが獲得したユーザの位置推測情報を他のデバイスと交換し、それらの情報を用いてユーザ位置を推測することが必要である。以上により、本論文で提案するデバイスには、通信により相互に情報を交換する機能を持つことが求められる。

本論文で提案するデバイスは、数 cm 立方で実現するものとする。既設の一般家庭で使用することを想定し、電源コンセントに直接挿入して使用することが可能であるものとする。このとき、デバイス間通信の実現手段としては、無線 LAN が適当であると考えられる。無線 LAN を用いることで、配線の困難さの問題が解決され、容易で迅速な導入が可能となるからである。IEEE802.11a/b/g [1] や Bluetooth といった無線 LAN を用いる場合、送信元のデバイスからの無線信号が到達するすべてのデバイスによって信号が受信されるブロードキャストベースの通信となる。ここで、デバイスはユーザの音声による位置情報の獲得に用いられることから、各部屋に数個程度が設置されると考えられる。また、後述するように、デバイスによる情報家電の制御と状態情報の獲得においても無線 LAN を用いることが考えられる。このとき、無線信号を用いた通信要求の競合によって生じるパフォーマンスの低下や無線信号の衝突による情報の粉失による影響を小さくすることが求められる。本論文では、無線 LAN プロトコルに Bluetooth を用いることとする。Bluetooth は、無線信号の到達距離が 10m 程度であり、100m 程度の IEEE802.11a/b/g に比べて短いという特徴がある。ホームネットワークのデバイス間通信に Bluetooth を導入することは、通信要求の競合や無線信号の衝突を減少させるための有効な手段となり得る。さらに、デバイス間で送受信される無線信号を宅外で第三者に傍受されることを防ぐためにも

有効である。

デバイス間の通信では、各デバイスが獲得した音声情報を交換し、その情報に基づくユーザ位置の推測、ユーザ移動履歴の計算、およびこれらを用いた情報家電の制御は、各デバイスによって行なわれる。そこで、ユーザの音声情報の伝達にはフラッディング [6] を用いることとする。デバイス間で交換されるユーザ音声情報パケットの構成を、図4に示す。ユーザ識別子、取得時刻、音量、デバイスIDの4つのフィールドから構成される。デバイスは、マイクロフォンから取得した音声から、話者認識によって、ユーザ識別子を獲得する。ユーザを特定できない音声を取得した場合は、匿名ユーザであることを示す識別子とする。一般に音声は継続的に取得されるため、定められた一定時間内で、最大音量を記録した時刻とその音量をパケットに格納するものとする。各デバイスには、IDが与えられているものとし、音声を取得したデバイスのIDをパケットに含むこととする。IDには、デバイスのIPアドレス(128ビットのIPv6アドレス)を用いる。

ユーザ 識別子	取得時刻	音量	デバイスID
(4Bytes)	(4Bytes)	(4Bytes)	(128Bytes)

図4: パケットのデータ部の構成

6 情報家電制御

ホームネットワークシステムでは、ユーザ位置情報獲得デバイスがアプリケーションを実行し、情報家電の駆動制御を行なうことで、ユーザの生活を支援する。情報家電の駆動制御においては、情報家電の制御管理方法が重要となる。このとき、情報家電が様々なベンダによって開発されていることから、その制御管理には十分な汎用性を持つものを使用するべきである。一方、32ビットのアドレス空間の不十分性が問題となっていたIPv4に代わって、128ビットのアドレス空間を持つIPv6 [4] を導入することにより、すべての情報家電にIPアドレスを与えることが可能となった。そこで、ホームネットワークにおいてもその通信をTCP/IPを用いて実現することが適当である。TCP/IPにおいて、ネットワークおよびそれに接続されたデバイスを管理するための技術としてSNMP(Simple Network Management Protocol) [3] が広く利用されている。そこで、提案デバイスと情報家電との間の通信には、SNMPを用いることとする。SNMPのMIB(Management Information Base)には、ユーザが自由に拡張できる拡張MIBが用意されている。そこで、情報家電制御用の拡張MIBを作成することとする。この拡張MIB情報を情報家電で保持し、情報家電と直接通信可能な(すなわち互いの信号到達範囲内にある)デバイスとSNMPのメッセージを交換することによって、情報家電の駆動を行ったり(set request と reply の交換)、情報家電の状態情報を獲得したり(get request と reply の交換)することが可能となる。デバイスと情報家電の間のSNMPメッセージの交換には、デバイス間の通信同様Bluetoothプロトコルを用いる。Bluetoothによるネットワークでは、ピコネットと呼ばれる1つのノードを中心としたスター型のネットワークが構成の最小単位である。本論文で提案するホームネットワークは、1つのデバイスが直接通信可能な複数の情報家電とSNMPメッセージを交換する。ま

た、情報家電間の通信は存在しないことから、デバイスを中心としたピコネットを形成するのが適切である。また、ピコネット間のメッセージ交換はスキャタネットを構成することで実現されるが、これは、デバイス間の通信路を用いることによって実現される。IEEE802.11シリーズのプロトコルは、最初の1Mbps、2Mbpsから5.5Mbps、11Mbps、54Mbpsとその帯域幅を拡大している。本論文の提案では、無線LANを通して配送されるメッセージは、5章で定義されたユーザの位置情報のための音声情報メッセージとSNMPメッセージである。これらの配送のパフォーマンスについては8章で議論する。

一方、従来型の家電製品では赤外線リモコンが広く使用されている。赤外線通信を実現するための赤外線発光ダイオードやフォトダイオードは安価で入手可能であることから、コストのメリットが大きい。そこで、情報家電MIBをデバイスに格納し、デバイスが情報家電に制御命令を赤外線通信を用いて伝達するとともに、MIB情報を更新する手段が考えられる。これを実現するためには、デバイスから送出された制御命令が情報家電に受理されたことをデバイスが確認するための手段、情報家電の状態変化をMIBに反映させるためにデバイスに伝達するための手段が必要である。これを実現する方法には、情報家電からデバイスへの通信にも赤外線通信を使用する方法(見通しであることが条件であるが、情報家電からデバイスへの通信も見通しであることから適用可能性はある。ただし、複数のデバイスとの通信には対応できない)や高周波音を使用する方法(見通しでなくてもよい)などが考えられる。

7 システムアーキテクチャ

(1) システム全体の構成

システム全体の構成を図5に示す。ユーザの音声を取得したデバイスは、ユーザの位置を推測し、サービスを提供する。サービスを行なうために、デバイスはBluetooth、赤外線通信のいずれかを使用する。情報家電にMIBが格納されている場合にはSNMPメッセージ-Bluetoothを用いて配送し、格納されていない場合には、デバイスに格納されているMIBを使用する。

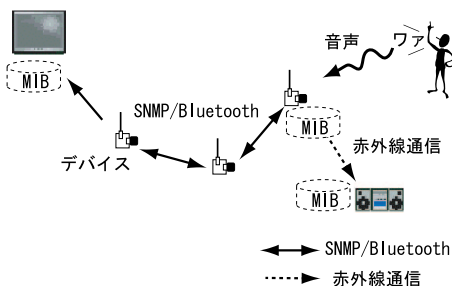


図5: システム全体の構成図

(2) ハードウェア構成

ユーザ位置情報システムを構成し、情報家電を制御する提案デバイスは、以下のモジュールより構成される。

- (a) マイクロホン
- (b) 通信モジュール (Bluetoothと赤外線通信の混在方式)

- (c) FPGA(書き換え可能なハードウェア)
- (d) 電源アダプタ

マイクロホンはユーザ音声取得用であり、通信モジュールはデバイス間およびデバイス-情報家電間の通信を支援する。デバイス間、デバイス-情報家電間の通信には赤外線通信とBluetoothを用いる。また、アプリケーションを柔軟に更新するとともに、パフォーマンスの向上を図るため、書き換え可能なハードウェアであるFPGA (Feild Programmable Gate Array)を導入する。最後に、電力供給のための電源アダプタが必要である。これらを小型に実装することで一般家庭への容易な導入が可能となる。

(3) ソフトウェア構成

提案するホームネットワークシステムのソフトウェア構成を図6に示す。



図6: ソフトウェア構成

8 プロトタイプの実験および評価

提案手法のプロトタイプを作成するために、Red Hat Linux 9(kernel-2.4.21)を搭載したノート型パーソナルコンピュータ(以下ノート型PC)を2台用意した。プロトタイプの構成図は図7のようになる。

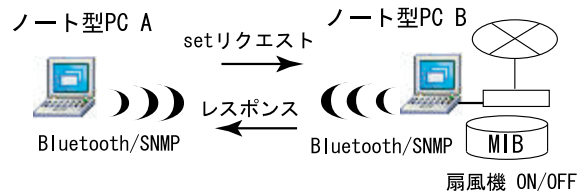


図7: プロトタイプ

今回、BluetoothアダプタとしてPlanex社製GW-BH02Uを、Linuxで動作するBluetoothのプロトコルスタックとしてBluez [21]を用いた。Bluezは、BluezpanとしてTCP/IPをサポートしている。これにより、ノート型PC Aとノート型PC Bとの間で、TCP/IPを用いた通信を行なうことができる。また、SNMPとしてはLinuxで動作するnet-snmp [22]を用いた。ノート型PC Bには拡張MIBとして、扇風機の電源のON/OFFを行なうためのMIBを搭載した。ノート型PC Aでは、ノート型PC BへSNMPのsetリクエストメッセージを送信する。ノート型PC Bでは、ノート型PC AからのSNMPメッセージに基づいてMIBの値を変更するとともに、扇風機の電源のON/OFFを制御する。ここで、ノート型PC Bによる扇風機のON/OFF制御は、パラレルポートから信号を送信し、リレー回路を介して扇風機の電源回路を制御することで実現されている。

ここで、本手法の通信メディアとして、Bluetoothを用いることが適切かどうかを検証するため、図7の環境において、ネットワークの帯域幅の測定を行なった。帯域幅の測定には、netperfを用いた。その測定結果を図

8に示す。ここで、SNMPのメッセージ構成を図9に

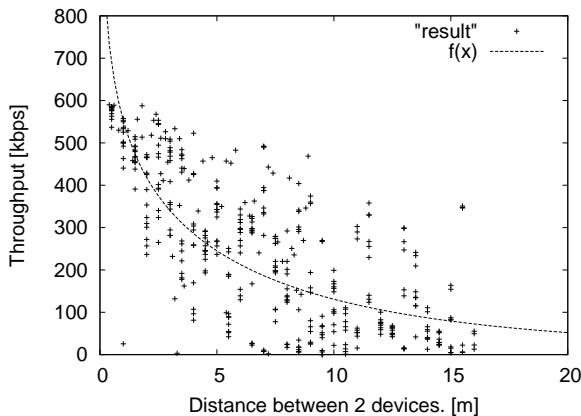


図 8: Bluetooth の通信距離とスループットの関係

示す。SNMPメッセージは、TLV(Type-Length-Value)

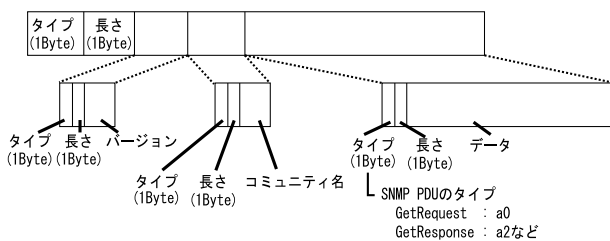


図 9: SNMP のパケット構成

型式の可変長フィールドの集合となっている。配送にはさらに、IPヘッダ、UDPデータグラムを含み、全体では数100バイト長となる(図7の場合、SNMPメッセージはおよそ100バイト長である)。一方、Bluetoothデバイス間の通信帯域幅は図8で示されるようにその距離に依存している。例えば、約15m離れたデバイス間であっても伝送時間は数10msec程度となり、情報家電駆動制御のためには十分に短い時間でSNMPメッセージを配送できることが確認された。

以上より、デバイス間通信にBluetoothを用いて家電製品を制御することは十分に実用的である。

9 まとめと今後の課題

本論文では、ホームネットワークにおいて環境発見型の手法によってユーザ位置情報を獲得する簡易デバイスについて述べた。ここでは、複数のデバイスによる協調型話者認識を行ない、デバイス間の通信にはBluetoothおよび赤外線通信を使いわけた。また、ホームネットワークのプロトタイプを作成し、デバイス間通信にBluetoothを用いることの有効性を明らかにした。今後は、実際にデバイスを作成することで有効性、有用性を検証する。

参考文献

[1] "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications" Standard IEEE802.11(1997).
 [2] Addlesee, M., Curwen, R., Hodges, S, Newman, J., Steggles, P., Ward, A. and Hopper, A., "Implementing a sentiment computing system.," IEEE Computer Magazine, Vol. 34, No. 8, pp.50-56(2001).

[3] Case, J., Fedor, M., Schoffstall, M. and Davin, J., "A Simple Network Management Protocol (SNMP)," RFC1157 (1990).
 [4] Deering, S. and Hinden, R., "Internet Protocol, Version 6 (IPv6)," RFC 2460 (1998).
 [5] Kusumoto, A., Nakazawa, J., Tobe, Y. and Tokuda, H., "A Location-Adaptive Virtual Networked Appliance," Proc. of the 21st IEEE ICDCS Workshops, pp. 214-219 (2001).
 [6] Sagawa, Y., Asano, T. and Higaki, H., "Loop-Based Source Routing Protocol for Mobile Ad-hoc Networks," Proceedings of the 17th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2003), pp.834-837 (2003).
 [7] Shih, S., Minami, M., Morikawa, H. and Aoyama, T., "An Implementation and Evaluation of Indoor Ultrasonic Tracking System," 情報研報, Vol. 2001, No. 17, pp.1-8 (2001).
 [8] 加藤, 酒井, "インターネット上の3次元上智大学キャンパス案内システム 3D Walk Navi," 情報処理学会第54回全国大会論文集, No. 4, pp. 397-398 (1997).
 [9] 加藤, 船山, 森, ヘンドロ, 高汐, "情報家電機器の制御を目的とした移動エージェントフレームワーク," コンピュータシステム・シンポジウム, Vol. 2001, No. 16, pp. 41-48 (2001).
 [10] 新谷, 村上, 相津, "Echonet/AV ゲートウェイ," コンピュータシステム・シンポジウム, Vol. 2001, No. 16, pp. 33-40(2001).
 [11] 寺本, 斉藤, "携帯インターネット対応ホームゲートウェイ," 情報処理学会第62回全国大会論文集, 特別トラック4J-01, CD-ROM (2001).
 [12] 中村, 梅島, 高橋, 桧垣, 横山, 花崎, "ホームネットワークにおける音声を利用した位置情報システム," 信学技報, Vol. 101, No. 639, pp. 39-44 (2001).
 [13] 中村, 伊藤, 西村, 山本, 中島, "無電源小型通信端末 CoBITによる近距離情報支援の実現," 第3回知的都市基盤研究グループ研究報告, pp. 1-7 (2002).
 [14] 吉原, 茂木, 堀内, "コピキタス・ネットワークング実現に向けたサービスゲートウェイの実装と評価," 情報家電コンピューティング, pp. 45-52 (2002).
 [15] 渡辺, 松尾, 野田, 村瀬, 渡辺, 長田, 森田, "超音波, 画像, 音声を用いたマルチモーダルインターフェース," 情報処理学会第62回全国大会論文集, 6J-07, CD-ROM (2001).
 [16] "cooltown / cooltown home," <http://www.cooltown.hp.com/> (2000).
 [17] "Microsoft Easy Living," <http://research.microsoft.com/easyliving/> (2000).
 [18] "The Active Badge System," <http://www.cam-orl.co.uk/ab.html>.
 [19] "The Official Bluetooth Wireless Info Site," <http://www.bluetooth.com>.
 [20] "PHS 位置情報システム," http://www.eva.hi-ho.ne.jp/mobile/phs_navi.html.
 [21] "Official Linux Bluetooth protocol stack," <http://bluez.sourceforge.net/>.
 [22] "NET-SNMP Project Home Page," <http://net-snmp.sourceforge.net/>.
 [23] "CoCoon Official Homepage," <http://www.sony.jp/products/Consumer/cocoon/>.
 [24] "日本デジタル家電 (NYX)," <http://www.nihondc.co.jp/>.
 [25] "日立製作所 ニュースレター," <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/030902a.html>.