

5W-8

異種ネットワーク混在環境におけるデバイス連携システム

田中 剛[†] 伊藤 崇洋^{††} 加藤 悠一郎^{††} 峰野 博史[†] 水野 忠則^{†††}

[†] 静岡大学情報学部 ^{††} 静岡大学院情報学研究科 ^{†††} 静岡大学創造科学技術大学院

1 はじめに

近年、通信技術の発展に伴い、Bluetooth, Zigbee, IrDA などの様々な通信規格が登場してきた。それに伴い、携帯電話やスマートフォン、PC はもちろん、様々な規格に準じた情報家電と呼ばれるネットワーク機能搭載のデバイスも続々と発売され、異なるネットワークが同一環境に混在するようになった。しかし、異なるネットワークでは通信プロトコルの違いから、同一環境においても各デバイスが互いに通信することができないことが多い。

センサ技術においても同様である。一般的に個々のセンサが無線技術を使いネットワークを形成するが、それぞれが独自の通信・制御プロトコルを使っているため、ある用途のために設置されたセンサはその用途以外での利用が難しくなっている。

もし、それぞれのネットワークを統一的に扱うことができれば、設置された様々なセンサを別の用途にも利用でき、また扱えるセンサの数も増えるため、信頼性の向上、応用アプリケーションの開発等により、質の高い柔軟なサービスが可能になると考える。

そこで、我々は携帯端末を用いて異種ネットワークの機器間の連携を設定できるシステムの開発を行った。我々のシステムでは、PUC(P2P Universal Computing Consortium)[1] プロトコルを利用して、異種ネットワークの統合を行っている。PUC プロトコルは、P2P ネットワークを利用して効率的なノード探索、サービス探索が可能な拡張性の高いプロトコルである。

本論文は、全5章で構成される。次の第2章では、関連研究とその課題について述べる。第3章では、システムの提案を行う。第4章では、実装の詳細について述べる。最後に第5章にて結論と今後の課題についてまとめる。

2 関連研究

様々なデバイスを接続可能とする技術として、UPnP(Universal Plug and Play)[2] がある。UPnP では、パソコンとその周辺機器を始めとして、AV 機器や電話などの家電製品と情報機器をネットワークを通じて接続し、連携して相互に機能を提供することが可能である。しかし、UPnP では相互に通信する際に HTTP と IP が必要となるため、その点が汎用的ではないと言える。

3 設計

ここでは、本システムの構成要素と要素技術について述べる。本システムは複数の異種ネットワークが混在している環境を想定している。そういった環境の中、PUC プロトコルを利用してそれらが提供する技術の上で様々な機能を構成することにより、異種ネットワークに接続されたデバイスを連携させる。

3.1 PUC

現在の情報家電やモバイルネットワークなどは Bluetooth や WiFi などの共通の物理層プロトコルを利用していても、上位層のプロトコルの違いから、相互に通信を行うことはできない。このような問題を解決するために、PUC では、DLNA や ECHONET などの既存ネットワークの上に、オーバーレイネットワーク(図1)を形成することで、様々なネットワークに存在する機器を相互接続・運用可能にしている。

また、PUC のプロトコルスタックは図2のようになっており、IP や Bluetooth(IP 以外のプロトコル) など下位の通信プロ

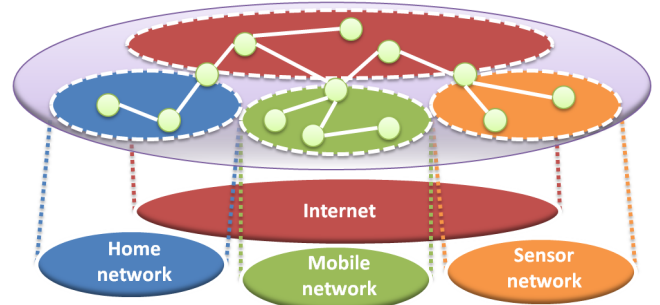


図1: PUC P2P オーバーレイネットワーク

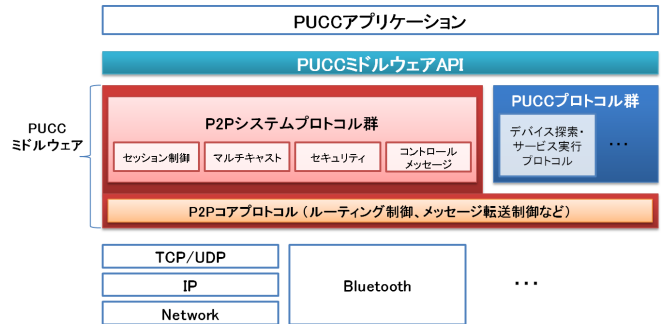


図2: PUC プロトコルスタック

トコルの上に、経路制御やメッセージ制御を行う PUC プロトコルを実装している。これらは PUC ミドルウェアとして提供されており、このミドルウェアを搭載したノードは PUC ノードと呼ばれ、PUC プロトコルを用いてオーバーレイネットワークに参加できる。オーバーレイネットワークに参加する限り、ユーザデバイスは IP ネットワークなどの下位リンクを左右されず、どこに移動してもサービスが利用可能である。

3.1.1 メタデータ

メタデータは、デバイスの名称、種類、提供するサービスなどの PUC ノードに関する各種情報を記載した XML ファイルである。デバイスの名称や位置、製造番号などのデバイス自体に関する情報を記載した Specification 要素。電源や動作モードなどデバイスの状態情報を記載した StateVariable 要素。デバイスが提供可能なサービスの内容をリスト上に記載した ServiceList 要素などがある。PUC ミドルウェアではメタデータの送信・受信および解析をすることによって、デバイスやサービスの探索を行い、サービス実行のための API が用意されている。

3.1.2 PUC ミドルウェアの提供する機能

PUC ミドルウェアを搭載し、提供される API を利用することで以下の機能が実現できる。

デバイス探索機能 DeviceDiscovery メソッドによって、探索条件を指定することで検索条件にあったデバイスを探索することができる。デバイス探索を行うノードは、PUC ネットワーク全体にメッセージを送信する。メッセージを受けた PUC ノードは、自分が検索条件に合う端末であった場合にメタデータを返す。

イベント購読機能 Subscribe メソッドによって、PUC ノードに対してイベント購読を行える。

イベント通知機能 Notify メソッドによって、イベントの通知を行う。実際に設定されているイベントが起こった時に、ユーザや他の端末にイベントの通知を行う。

The device cooperating system in different kind network coexistence

Go Tanaka[†], Takahiro Ito^{††}, Yuichiro Kato^{††}, Hiroshi Mineno[†], Tadanori Mizuno^{†††}

[†]Faculty of Informatics, Shizuoka University,

^{††}Graduate School of Informatics, Shizuoka University,

^{†††}Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

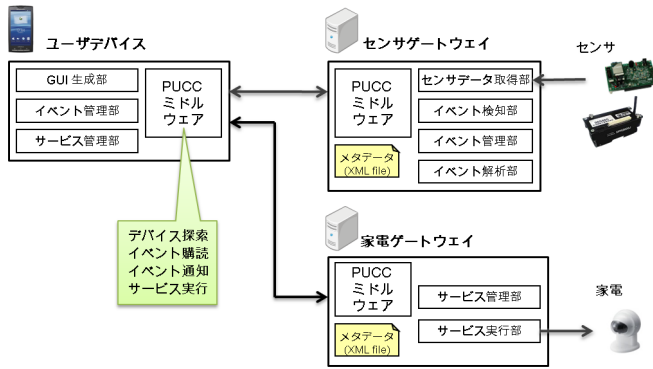


図 3: 実装システム

サービス実行機能 Invoke メソッドによって、PUCC ノードが持つサービスを実行することができる。

3.2 システム構成要素

センサゲートウェイ 超小型センサノードは処理能力が低く、PUCC プラットフォームの実装が困難であるため、センサネットワークの統合にはセンサゲートウェイを用いることで、様々なセンサの処理を行う。センサゲートウェイは PUCC ノードであり、ユーザデバイスから送られてくるメッセージや様々なセンサから送られてくるデータを利用してイベントの検知を行う。

家電ゲートウェイ 家電の管理とサービスの提供が役割である。家電ゲートウェイは PUCC ノードであり、ビデオの録画・再生や電源の ON/OFF などの、ゲートウェイが管理する家電のサービスを提供する。

ユーザデバイス センサや家電などのデバイス情報の参照や、センサイベントと家電のアクションの関係を設定するための端末である。ユーザデバイスは PUCC ノードであり、API の提供する各種メソッドを利用して任意の場所からセンサデバイス発見、イベント検知、家電の操作などが実行可能である。

また、我々のシステムではユーザインタフェースは、動的に GUI を生成することでネットワーク上のデバイス情報を更新している。まず PUCC ミドルウェアが提供する機能を用いてネットワーク上のデバイスにメッセージを送信する。メッセージを受け取ったデバイスは、自分の情報を記載したメタデータをユーザデバイスに返信する。その後、ユーザデバイスはそのメタデータを解析し、デバイスに合わせて GUI を生成する。

4 実装

実装システムの概要を図 3 に示す。ここで実際に利用したデバイスの紹介と、センサゲートウェイ及びユーザデバイスのモジュール構成について述べる。

4.1 利用デバイス

センサゲートウェイ	Windows XP 搭載のノート PC
センサ	Renesas Solutions 製の センサボード
家電ゲートウェイ	Windows XP 搭載のノート PC
家電	Sony 製の SNC-P5 ネットワークカメラ
ユーザデバイス	Android 搭載の Nexus One

今回センサは、温度、照度、モーションを検知できるものを利用し、実装の簡便さから、センサ・ネットワークカメラ連携環境の構築を行った。

4.2 PUCC ミドルウェア

PUCC ミドルウェアにはメッセージ処理部があり、他の PUCC ノードと通信する際のメッセージ処理を行う。送られてくるメッセージに応じて必要な処理を行い、デバイスの情報を要求したり、サービス実行時のメッセージの送信などにおいてもここで処理を行う。

4.3 センサゲートウェイ

センサゲートウェイは様々なセンサネットワークから収集したデータを統合し、他のデバイスにセンサデータを送信する。それぞれセンサゲートウェイの構成部について説明する。

センサデータ取得部 複数の異種センサデバイスに対応したインタフェースを用意し、様々なセンシングデータをここで取得する。得られたセンシングデータは、イベント検知部に送られて条件判定される。センサゲートウェイで対応していないインタフェースを用いたセンサデバイスからデータが送られてくる場合は、専用のインタフェースを開発し、センサデバイスの情報をメタデータに記載する必要がある。

イベント検知部 ユーザデバイスによって指定されたセンサデバイスを監視し、イベント管理部で管理されているイベント発生条件に合致するかどうか判定を行う。センサの値が条件を満たした場合はその内容をユーザデバイスに伝える。また、異なるセンサゲートウェイに属する複数のセンサデバイスを用いた複合イベントの検知も可能とする。

イベント管理部 ユーザデバイスからのイベント購読要求を受けた際に、イベント管理部でそのイベントに ID を振り分けてユーザデバイスに返す。購読されたイベントはここで管理され、イベント検知の条件判定の際に使われる。

イベント解析部 ユーザデバイスからのイベント購読要求は、センサゲートウェイの PUCC ライブラリに送られる。PUCC ライブラリがデータを受け取ったらイベント解析部でそのデータを解析し、そこで得たイベントはイベント管理部で管理される。

4.4 家電ゲートウェイ

家電機器とユーザデバイスとの仲介をなす家電ゲートウェイには、ネットワークカメラ用に開発したゲートウェイを利用する。このゲートウェイにより、インターネットに接続可能なネットワークカメラを操作することが可能となる。また、このゲートウェイはネットワークカメラ用に開発したため、DLNA をサポートした AV 機器や ECHONET に準拠した白物家電などを操作する際には、それに応じてゲートウェイを開発すれば操作可能となる。

4.5 ユーザデバイス

ユーザデバイスでは、PUCC ノード情報の参照及びメタデータを利用した動的な GUI 生成と、それを利用してノード間の連携設定を行うことが可能である。

GUI 生成部 取得したメタデータを解析し、それに従って GUI を生成する。ユーザは生成されたインタフェースを利用して、イベントやサービスの設定を行う。

イベント・サービス管理部 購読したイベント発生時に実行するサービスの管理を行う。センサゲートウェイから受けたメッセージにより、どのイベントが検知されたかを判断し、そのイベントに対応したサービスの ID を家電ゲートウェイに送る。

5 おわりに

本論文では、PUCC の技術を利用しユーザが携帯端末を用いて自由にセンサと家電製品を絡めた連携動作を設定することのできる環境の構築について述べた。本論文においては家電製品としてネットワークカメラを用いたが、PUCC の他の WG にて開発中のゲートウェイとも通信を行うことによって、本システムの大きな変更なく他の機器でもセンサと連携環境を組むことが可能である。今後は、センサの種類を増やすことでより汎用的なシステムを目指すと共に、位置情報を考慮したデバイス探索やサービス定義の拡張などを進めていきたい。

参考文献

- [1] PUCC <http://www.pucc.jp/>
- [2] UPnP <http://upnp.org/>
- [3] 加藤悠一郎, 峰野博史, 角野宏光, 石川憲洋, 水野忠則: 携帯電話を用いた異種ネットワークデバイス連携システムの開発, 情報処理学会研究報告 (ユビキタスコンピューティングシステム), 2010-UBI-25, Vol.2010, No.22, pp.1-6(2010.3).
- [4] 高山洋史, 小坂隆浩, 佐藤健哉: 機器連携におけるネットワークミドルウェア統合システムの提案 (ネットワーク), 情報処理学会研究報告, 2008-EMB-10, Vol.2008, pp.59-65(2008.11).