

## 移動端末を用いたパーソナルエリアネットワークの提案

移動端末を用いてユーザが移動しながら近くにあるさまざまなデバイスを利用するためのネットワークモデル「モバイルパーソナルエリアネットワーク」を提案している。移動端末とデバイスが直接通信するサービスシナリオを抽出し、その実現に向けて必要となる、アドレス解決やデバイス選択方法、認証/アクセス管理といった主要技術課題について研究を行った。なお、本研究は静岡大学 情報学部 情報科学科 水野研究室（水野 忠則教授）との共同研究により実施した。

たなか きよこ    すずき ひではる    いしかわ のりひろ  
田中 希世子    鈴木 偉元    石川 憲洋

### 1. まえがき

移動端末の加入者数は8,880万に達し（2005年8月末現在）、その普及率は70%に達する勢いである。i-modeをはじめとするモバイルインターネットの普及によって、Webやメールといったインターネット上に広がるさまざまな情報通信が可能となった。さらに第3世代に入ってネットワークの広帯域化だけでなく、IrDA（Infrared Data Association）、カメラやクレジット決済用ICなど、移動端末の付加機能が目覚しく拡大してきた。情報家電の操作やカメラ画像の印刷、レジでの決済処理など移動端末を使った周辺デバイスとのダイレクトな通信へのニーズが高まりつつある。

また、Bluetooth<sup>TM</sup>\*1やZigBee<sup>\*2</sup>などの短距離無線通信技術の進展によって、あちこちに遍在するデバイスを常にネットワークに接続できるユビキタスネットワーク環境が実現されつつある。デバイスはすべてが公衆網に接続されるとは限らず、アドホック的に存在するローカル通信ネットワークを構成するものも少なくない。このようなローカルに存在するデバイスを利用するためには、移動端末を持ったユーザがデバイスの近くへ移動しつつ、移動端末を用いてデバイスとの通信を実現するといった通信形態が考えられる。移動端末が短距離無線通信機能を搭載することで、移動端末の役割はデバイスとインターネットを結ぶゲートウェイへと拡大され、通信手段や接続対象となるデバイス

の多様化によって、移動端末の利用用途を拡大することが期待できる。

このような通信環境を実現する方法の1つとして、移動端末が目の前に存在するデバイスとの間でダイレクトにネットワークを構築し、ローカル通信ネットワークとセルラーネットワークを連携させたデバイスの操作や他の人の端末との情報通信を実現するネットワークモデルを提案している。本稿では、われわれの提案するネットワークモデルに関するサービスコンセプトを紹介し、主要な技術課題について述べる。

### 2. サービスコンセプト

PAN（Personal Area Network）は、0～10m程度の短距離エリアに閉じた範囲にあるデバイスを、短距離無線などを使ってダイレクトに接続する通信ネットワークであり、家庭内のテレビやエアコンなどの情報家電同士を接続する目的で使われる。一般にPANを構成するデバイスは固定されたものを想定している。また、既存の移動端末を用いた家電操作は外出先からの遠隔操作を目的としたものが多く、モバイルインターネットの利用形態の1つである、必要に応じてネットワークを介して接続するリモート通信にとどまっている。これに対し、移動端末が周辺に存在するデバイスとダイレクトにPANを構築した場合、インターネット上に存在する情報やサービスだけではなく、移動した先々でローカルにしか存在しない情報やサービスも利用することが可能となる。つまり、移動端末から利用できる情報やサービスが、インターネットを経由してアクセス可能なものから目の前にあるデバイスが提供する情報やサービスへと拡大できる。

図1にサービスシナリオ例を示す。ユーザが移動端末を携帯し、買い物に出かけるシーンを想定する。従来、欲しい商品に関する情報や店の特売情報、各種クーポンなどを取得する場合には、ユーザがインターネット上のサイトを

\*1 Bluetooth<sup>TM</sup>：米国Bluetooth SIG, Inc.の登録商標。

\*2 ZigBee：IEEE802.15.4として国際標準化が進められている無線通信規格。データ転送速度が低速であり伝送距離も短い、小型・低コスト・低消費電力といった利点を持つ。

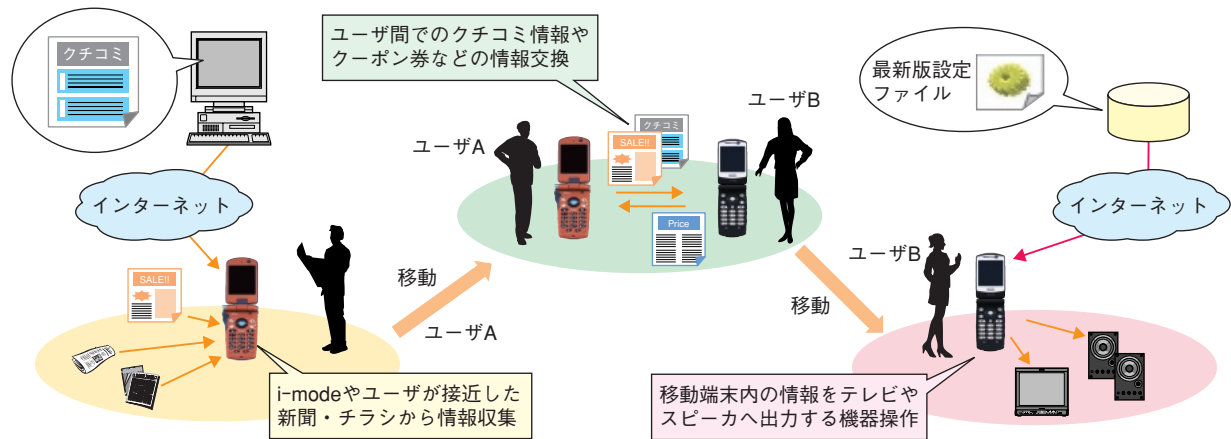


図1 サービスシナリオ例

閲覧したり、新聞の折込チラシを拾い読みしたりするなど、事前に参照することが主流であった。しかし、街中には、ポスターや街頭ディスプレイに映し出されるコマーシャル、道端で配られるチラシや店頭での呼びこみなど、さまざまな情報が存在する。このような情報を移動端末へ直接取り込むことで、その場にしかない情報をWebやメールなどのモバイルインターネットサービスへ応用することができるようになる。

また、店内やその周辺に同じような目的で買い物に来ているお客様が多数いる場合、目の前の商品に対する意見や他店での価格情報といったような、その場でしか得られず、かつ有益な情報が潜在的に存在すると考えられる。このようなユーザ間で移動端末を用いた直接通信を行うことで、商品に対する口コミ情報や他店との価格比較、別の場所で取得したクーポン券などが、移動端末を介して交換可能になる。

さらに、インターネット上の成果報酬型広告モデルを、移動端末を介した直接通信で実現することも考えられる。ユーザが移動しながら移動端末を介して口コミ情報やクーポン券をさまざまな人に配布することで、広告主は少ない手間ですべての情報を拡散させることが可能となり、ユーザにとっても客層や地域の特徴をしばった情報交換と報酬の取得が可能となる。

また、移動端末内にある情報を周辺にある大きなディスプレイやスピーカへ出力するというような、周辺デバイスの操作も考えられる。移動端末で再生している映像を、電車の中ではヘッドセットで視聴していたが自宅では高精細ディスプレイと高音質スピーカを利用して出力するといったように、ユーザの目的や状況、その場で利用可能なデバイスの種類に合わせて変更するといった使い方ができる。あるいは、例えばインターネットに接続されていないデバ

イスであっても、移動端末のセルラーネットワークを利用することでインターネット上の最新のファームウェアをダウンロードしたり、新しい機能を追加するなど、専門店に持ちこまないと行えなかった処理をその場で随時実行することもできる。

以上のようなサービスを実現するためには、以下に述べる要求条件が考えられる。

#### ① デバイスとの接続

自宅や会社のように、ユーザが普段からデバイスを利用しているような環境だけではなく、外出先などでその場にあって初めて見るデバイスを利用するような場合であっても、目の前に存在するデバイスを移動端末が認識し簡単に接続を行う仕組みが必要である。また、周辺に多くのデバイスが存在する場合でも、ユーザが接続したいデバイスを簡単かつ的確に選択する仕組みが必要となる。

#### ② デバイスの個人利用

移動した先々に存在するさまざまなデバイスを、ユーザの目的に応じて個人利用するためには、安心かつ安全な通信処理を行う仕組みが必要不可欠である。移動端末とデバイスが相互に認証する仕組みや、正当な権利を持ったユーザだけに接続やサービスの実行を許可するアクセス管理の仕組み、利用内容に応じてサービス提供者が課金できる仕組みが必要となる。

#### ③ デバイスの操作

移動端末という1つのコントローラを通じてさまざまな場所で異なるデバイスを操作する場合に、アプリケーションがその違いを意識することなく柔軟に動作するためには、デバイスコントロールインタフェースを共通化するなど、デバイス間の機能や特性、制御インタフェースの違いを吸収する機構が必要である。ま

た、より能力の高いデバイスへと随時処理を切り替え、効率的なサービスを実現するためには、移動端末が実行しているアプリケーションを適切なデバイスへと割り振るといったセッション管理のための仕組みが必要となる。

### 3. モバイルパーソナルエリアネットワークの提案

以上のようなサービスシナリオを実現するために、われわれはモバイルパーソナルエリアネットワーク（mPAN：mobile Personal Area Network）を提案している。mPANとは、移動端末を用いて、ユーザが移動しながら近くに存在するデバイスをモバイルインターネットと連携して使うためのネットワークモデルである。mPANのシステム構成例を図2に示す。移動端末はデバイスとの間でPANを構築するためのコントロールポイントとなって、以下のような機能を提供する。

移動端末はユーザの周辺に存在するデバイスを認識して、デバイスと移動端末を接続するためにデバイスに対してPANに閉じたローカルなアドレス解決を行う。mPANでは、ユーザが移動した先々で、その場に存在するデバイスと移動端末が随時PANを構築する。接続対象となるデバイスを特定するため、インターネットのようなIP（Internet Protocol）アドレスやホスト名を用いるだけでなく、ユーザが直接的にデバイスを選択するためのアクションなどを利用してデバイスを認識する。

移動端末はmPANとモバイルインターネットを結ぶゲートウェイとして動作し、デバイスに対して移動端末の通信インタフェースを介してインターネットへのアクセス機能を提供する。デバイスは移動端末を介してインターネット上の認証

サーバと通信することによって、証明書などのセキュリティ情報を取り交わすことができる。

以上のように、インターネットなどの公衆網に接続されていないローカルなデバイスに対して、移動端末を介したインターネットアクセスを適用することによって、移動端末とデバイスとの間の認証やアクセス制御、インターネット上のコンテンツと連携したデバイス操作、他のPANを構成する移動端末やデバイスとの情報交換を実現する。また、距離の離れたデバイス間でデータをやり取りする場合には、複数のPANでデータを共有するためのセッション管理を実現する。

### 4. 主要技術課題およびアプローチ

上述したような、mPANでのサービスにおける機能要件を実現するための技術課題およびアプローチについて述べる。

#### 4.1 アドレス解決

ネットワークに接続された各デバイスがお互いに通信を行うためには、それらのデバイスがネットワーク内において一意のIPアドレスやIDなどの識別子を持たなければならない。イントラネットでは、デバイスのアドレス割当にDHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）サーバなどを用いるが、mPANが想定するローカルな環境では、必ずしもDHCPサーバが存在するとは限らないため、移動端末と周辺デバイスが協調し合ってPAN内におけるアドレスを割り当てる必要がある。さらに、アドホックな無線ネットワーク環境では、各デバイスの通信可能な範囲の違いにより、2つの端末間で直接通信はできないが、間にある1端末を介して相互に通信が可能となるような隠れ端末が生じることから、隠れ端末を考慮したアドレス衝突の確認が求め

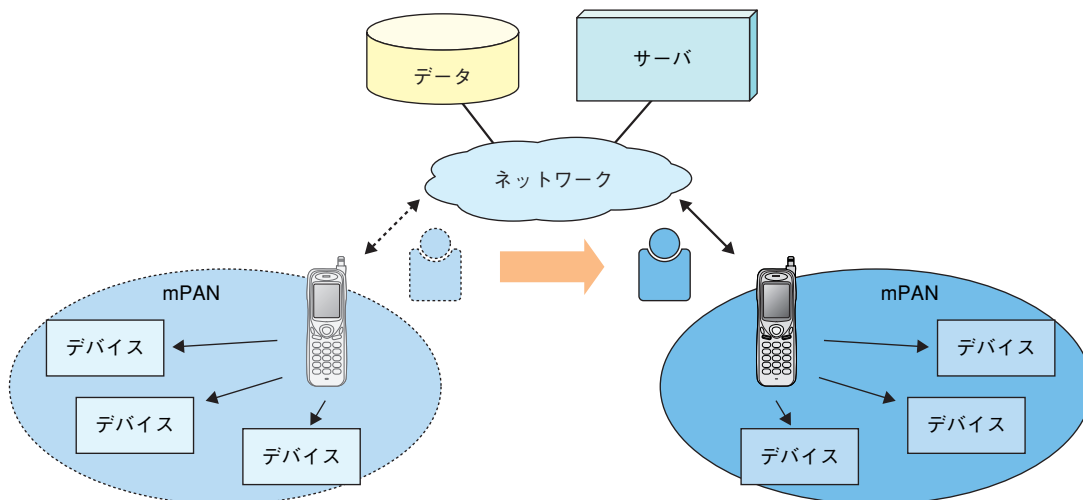


図2 mPANシステム構成例



られる。アドレス割当方法としてIPv6 (Internet Protocol version6) Stateless Address AutoconfigurationやAutoIP, MANETconf[1]などの手法があるが、現行インターネットとの親和性や効率化の点で課題が残っているため、われわれはアドレス衝突検出のためのプロトコルについて検討を行っている。

## 4.2 デバイス選択

従来の通信では、通信を行うためにはまず接続相手のIPアドレスやホスト名などの識別子に関する情報を事前に取得する必要があった。このような方法は、随時、動的にPANを構築することを特徴とするmPANへの適用は難しい。また、インターネットのWWWサーバとの接続とは異なりmPANでは目の前にあるデバイスを選択して接続できるという特徴があることから、ユーザにとって直感的に操作するための新たなデバイス指定方法が望まれる。われわれは、通信を行うために必要となる識別子の取得を、指し示す、触る、といったユーザの直接的な選択操作を基に自動的に端末とデバイスの間で行い、通信を開始する仕組みを検討している。

## 4.3 認証／アクセス管理

アドホックに構成されるmPANでは、移動端末にとって正しいデバイスであることや、デバイスにとって正当な利用者の移動端末であることを確認する必要があるため、相互認証とアクセス制御は重要な課題の1つである。アクセス管理は、規制内容が記述されたACL (Access Control List) を参照して行われる。ACLはアクセス履歴を反映して更新され、移動端末が移動し得る広域なエリアから参照する必要がある。相互認証を実現するためには、デバイスはその証明書を発行する認証サーバにアクセスするために公衆網と接続する必要がある。しかし、ほとんどのデバイスは必ずしも公衆網との通信インタフェースを持っているとは限らないため、デバイスが公衆網へアクセスする方法が課題である。デバイスを認証する認証サーバはローカル通信ネットワークに配置する方法が現実的である一方、移動端末は公衆網への通信インタフェースを持つため、移動端末の秘密鍵を管理するには認証サーバを公衆網に配置することは好都合である。大規模な分散システムでの認証について、証明書の管理機能を階層化するコンセプトについて述べられている[2]。mPANでは、前述したように異なる特徴を持った移動端末とデバイスが混在することから、認証サーバを分割して配置する方法を検討している。

## 5. あとがき

本稿では、移動端末を中心としてユーザが移動した先々で周辺に存在するデバイスとPANを構築し、ローカル通信ネットワークとセルラーネットワークが連携したデバイス操作を実現するためのネットワークモデルを提案した。さらに、提案のサービスコンセプトや実現のための技術課題について述べた。今後は提案モデルやプロトコルの詳細検討とサービスシナリオの実証検証を進めるとともに、移動端末を用いた新たなローカル通信サービスを提案する予定である。

### 文献

- [1] S. Nesargi and R. Prakash: "MANETconf: Configuration of Hosts in a Mobile Ad Hoc Network," IEEE INFOCOM (INFOCOM 2002), 2002.
- [2] A. D. Birrell, B. W. Lampson, R. M. Needham and M. D. Schroeder: "A Global Authentication Service without Global Trust," Proc. IEEE Symposium on Security and Privacy, No. 716, pp. 223-230, Apr. 1986.

### 用語一覧

ACL : Access Control List  
 DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol  
 IP : Internet Protocol  
 IPv6 : Internet Protocol version6  
 IrDA : Infrared Data Association  
 mPAN : mobile Personal Area Network  
 (モバイルパーソナルエリアネットワーク)  
 PAN : Personal Area Network