

**ユーザ主体のシームレスハンドオフを実現する  
モバイルネットワークプラットフォームの研究開発 (0211013)**  
Research and Development of Mobile Network Platform  
for User-centric Seamless Handover

青山友紀 東京大学大学院情報理工学系研究科  
Tomonori Aoyama Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

森川博之 東京大学大学院新領域創成科学研究科  
Hiroyuki Morikawa Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

**研究期間** 平成 14 年度～平成 16 年度

## 概要

本研究では、コンピューティングデバイスやコンテンツ、ネットワークリンクを含む、あらゆるネットワークリソースが多様化し遍在化したユビキタスネットワーク環境において、ユーザの移動に伴う利用リソースの変化に動的に対応するモバイルネットワークプラットフォームの構築を実現する。さらに、ユーザの周辺に遍在する多様なリソースをユーザに対して適応的に提供し、多様化するリソース間をシームレスに接続するような柔軟なアプリケーションを構築する。特に、パーソナル指向ネットワークの実現性、有効性を技術的側面、アプリケーションサービスとしての側面から確認し検証を行い、次世代のモバイルネットワークプラットフォームのプロトタイプを提示する。

## Abstract

In this paper, we present a system which enables users to choose between communication devices around the user according to their requests and switch the devices even when they have already started their communications. Specifically, our research and development contribute to making a prototype of this system and evaluate it from the application service viewpoint.

## 1. 研究の概要

本研究では、ユーザの意図や意志に基づく通信サービスのシームレスなハンドオフの実現を目的とし、これを可能にするモバイルネットワークプラットフォームの構築に取り組んできた。特に、本研究では、ユーザが利用可能な端末が複数存在する多端末環境を前提とし、ユーザのその場その時の嗜好や状況に応じてこれらの端末を切り替える技術の実現に注力してきた (図 1)。以上を踏まえ、本研究を以下の四つに大きく分類し、その研究成果について述べる。

- (1) ユーザの置かれている状況を把握する技術
- (2) ユーザの近くにある端末の発見、および端末とのインタラクション技術
- (3) ユーザの指示に基づき通信中であっても指定された端末に通信を切り替える技術
- (4) テストベッドネットワークの構築と研究開発したシステムの実証

以下では、それぞれの技術に関し、本研究で採用したアプローチと成果について述べる。

## 2. 研究の成果

### 2.1. ユーザの置かれている状況を把握する技術

ユーザの置かれている状況を把握することは、シームレスハンドオフを行う前段階の処理として必要不可欠である。本研究では、屋内に位置するユーザの位置を特定することが、ユーザの状況を把握する上で重要であり、またユーザの近隣の端末を発見する上でも必要不可欠であると考え、屋内位置測位システムを開発した。

本システムは、超音波の伝搬遅延差を使った測位システムであり、ユーザの保持する小型発信器が発する超音波が複数の基準局に異なる時間に到達することを利用して、測位演算を行っている。本システムの測位誤差は 10cm 程度であり、屋内での利用に十分な精度を実現している。

### 2.2. ユーザの近くにある端末の発見、および端末とのインタラクション技術

端末の発見技術、および端末とのインタラクション技術は、ユーザが複数の端末を扱うときに欠かせない技術である。端末の発見技術を実現するアプローチとして、2.1 で述べたユーザの位置情報を検知するシステムを用いてデータベースに登録してある端末の情報を位置から検索しユーザの近隣端末のリストを取得する方法とともに、ユーザが直接端末を発見する手法も望まれる。さらに、ユーザがユーザの携帯する端末から近隣端末を制御するための通信技術も必要である。

このような端末との直接のメッセージのやりとりを行うシステムとして U1 を開発した。本システムは、これまでの高帯域無線通信の実現を目的とするものではなく、高速な端末の発見機能を持ち、さらに制御メッセージのやりとりに必要なだけの無線通信を実現する MAC プロトコルである。



図 1. 研究開発の概要

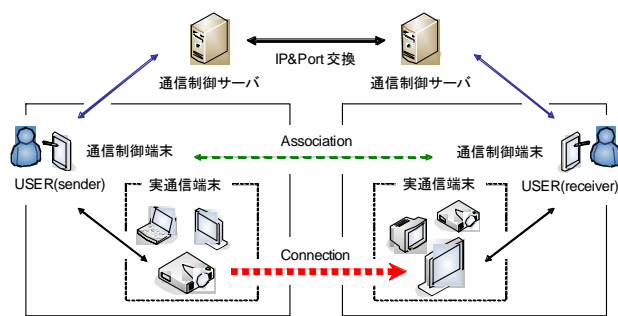


図 2. セッション層モビリティサポート技術

### 2.3. ユーザの指示に基づき通信中であっても指定された端末に通信を切り替える技術

通信中に端末を切り替えるハンドオフ技術は、本研究のもっとも核となる技術である。本研究では、端末における通信状態の管理が簡単であることから、セッション層におけるモビリティサポート技術を採用し検討を行った。

初年度は、理論的な観点から検討を進めたが、2.4 に述べるテストベッドネットワークでの実証実験の結果、ユーザビリティに難がありユーザが利用端末を直接制御する方式は実用的ではないことが分かったため、ユーザが常に持ち歩く端末からすべての制御を行う方式に変更し再設計を行った(図2)。具体的には、通信制御サーバを新しく導入し、通信制御サーバにおいてユーザがどのデバイス(実通信端末)で通信を行いたいかを把握し、この情報を通信相手の通信制御サーバと共有することでモビリティをサポートしている。本モビリティサポートでは、ユーザが利用したいデバイスを指定するのに常にユーザが携帯する通信制御端末を用いる。再設計によって得られたこの方式は、携帯電話が普及した今日のネットワークとの親和性が高いだけでなく、セキュリティ面の向上など付加的な機能をも有している。

### 2.4. テストベッドネットワークの構築と研究開発したシステムの実証

テストベッドネットワークの構築、およびテストベッドネットワーク上での動作確認は、ユーザ主体のモバイルネットワークプラットフォームの実現にあたり、2.1 から 2.3 のそれぞれの研究開発を有機的に結びつけることを可能にした。本テストベッド環境は、システムの単なる動作確認にとどまらず、実際に開発者がシステムを利用することでシステムへのフィードバックとなり、それぞれの研究開発の問題点を明らかにすることができた。

## 3. 研究実績に関するまとめ

本研究では、シームレスハンドオフを実現する上で必要不可欠な上記の三つの技術に関して検討を行い、テストベッドネットワーク上で動作するシステムを構築し検証を行った。特に、テストベッドネットワーク上での動作検証は、本研究が志向するユーザ主体のモバイルネットワークプラットフォームの構築にあたり、ユーザ主体の通信サービスの実現にあたって真に必要な技術の開発を促進したと考えられる。

たとえば、2.3 で述べた通信の切り替え技術は、初年度に理論的な考察に基づいてのみ設計を行い実装したが、テストベッドネットワーク上で動作させることでユーザビリティの重要性を痛感し、二年度目に再設計をするに至った。これは、ユーザ主体のネットワークプラットフォームの実現がシームレスハンドオフ機構の実現一つをとっても非常に難しい課題であることを示している。

このような中で、本研究は、シームレスハンドオフを実現するために必要な三つのコアとなる技術を開発し、実際にテストベッド上での動作を確認しており、ユーザ主体のシームレスハンドオフを実現するネットワークプラットフォームの構築という研究開発の目的は十分に達せられたと言える。

## 誌上发表リスト

[1]今井尚樹、中川智尋、森川博之、青山友紀、"片方向リンクが存在するアドホックネットワークにおける安定ルート構築機構"、電子情報通信学会論文誌, vol. J85-B, no. 12, pp. 2097-2107, December 2002.

## 受賞リスト

[1]南正輝、杉田馨、森川博之、青山友紀、電子情報通信学会 2003 年度論文賞、“ユビキタス環境に向けたインターネットアプリケーションプラットフォーム”、2004 年 5 月 29 日

[2]ダムラクスタナブーム、グエンホアイソン、金子晋丈、森川博之、青山友紀、MBL 優秀論文賞、“IEEE802.11 省電力端末の TCP プロキシ搭載 AP 間ハンドオフ機構”、2004 年 9 月 17 日