

異種スマート環境間をセキュアに動的接続・構成する基盤技術 (061106004)

Secure and Dynamic Coordination of Heterogeneous Smart Spaces

研究代表者

河口信夫 名古屋大学大学院工学研究科

Nobuo Kawaguchi Graduate School of Engineering, Nagoya University

研究分担者

西尾 信彦[†] 新井イスマイル[†](平成 20 年)

田中宏一^{††}(平成 19 年~20 年) 藤原茂雄^{††}(平成 19 年~20 年) 岩崎陽平^{†††}

Nobuhiko Nishio[†] Ismail Arai[†]

Koichi Tanaka^{††} Shigeo Fujiwara^{††} Yohei Iwasaki^{†††}

[†]立命館大学総合理工学部情報理工学部 ^{††}株式会社内田洋行

^{†††}名古屋大学大学院工学研究科

[†]College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University ^{††}Uchida Yoko Co., Ltd.

^{†††}Graduate School of Engineering, Nagoya University

研究期間 平成 18 年度~平成 20 年度

概要

本研究では、多種多様なスマート環境が遍在するユビキタス社会において、多様な環境間の差異を乗り越えてセキュアな相互接続・サービス連携を可能にする基盤技術の構築と、サービス構築プラットフォームの開発を行った。特に、異種スマート環境間でのサービス連携を実現し、移動ユーザが異種のスマート環境を容易に渡り歩ける柔軟な環境を実現するため、セマンティックトンネルと呼ぶ技術を開発し、多様なスマート環境間のセキュアな動的構成法に関する研究開発を行った。その結果として、「世界のどんなスマート環境でも、簡単な操作でオーバーレイネットワークを利用して適切なサービスを即興的に構成し、自宅や自分のオフィスのように利用可能にするスマートホン」の要素技術を確認した。

Abstract

In this project, we focused on the development of a cooperative technology which enables secure interconnection among services in the heterogeneous smart environments. In order to realize a service composition among the smart environments, we have developed a technology named “semantic tunnel”. By using it, a mobile user can easily go from one smart environment to another. As a result, we finally obtain fundamental technologies for the implementation of “a smart phone which can easily compose a home-or-workplace-like environment at any smart environment by instantly connecting one’s own smart environments through overlay networks.”

1. まえがき

本研究では、多種多様なスマート環境が遍在するユビキタス社会において、多様な環境間の差異を乗り越えてセキュアな相互接続・サービス連携を可能にする基盤技術の構築と、サービス構築プラットフォームの開発を目指す。すなわち「世界のどんなスマート環境でも、簡単な操作でオーバーレイネットワークを利用して適切なサービスを即興的に構成し、自宅や自分のオフィスのように利用可能にするスマートホンの実現」を目指す。本研究では、相互にセキュアな接続を実現するための汎用通信プロトコルを開発し、ヘテロな環境間を即興的に接続した安全なオーバーレイネットワークを構成できることを示した。これにより個人に特化した異種環境連携サービスの構築が容易になり、またセキュアな連携サービスの実現により既存サービスを橋渡しするブローカビジネスの出現が期待できる。

2. 研究内容及び成果

本研究では、以下の 5 項目を推進した。順に説明する。

1. IPv6 拡張ネットワーク構成基盤技術の開発
2. 異種スマート環境の相互接続基盤技術の開発
3. セキュリティ機構の導入
4. 連携サービスのためのオーバーレイネットワーク
5. テスト環境とアプリケーションの構築

2.1 IPv6 拡張ネットワーク構成基盤技術の開発

本研究では「IPv6 Everywhere:IPv6 接続のための適応的トンネル構成機構」により、どのような場所においても、

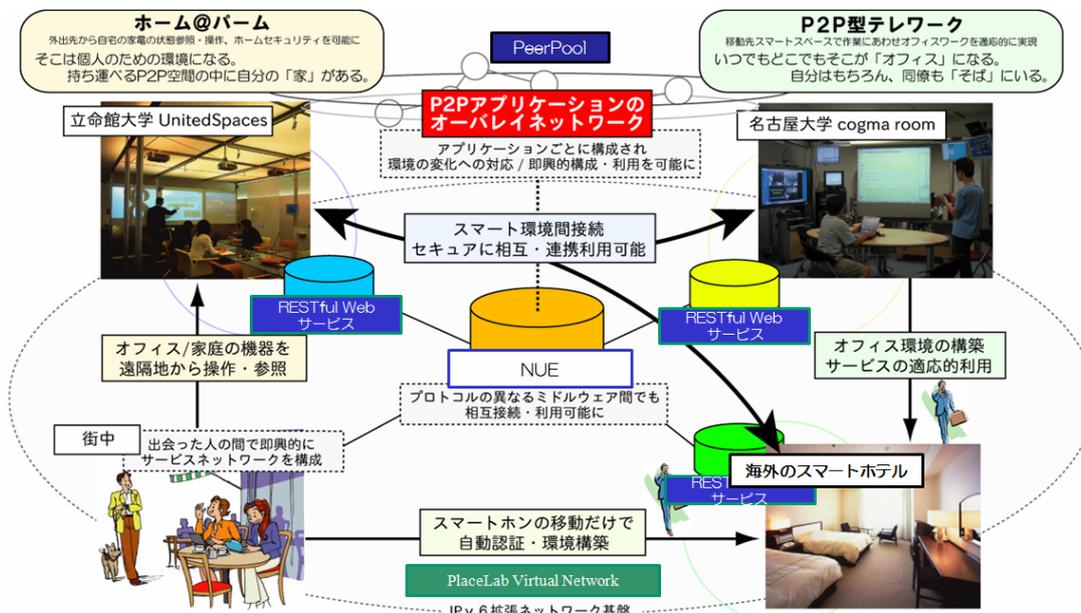
IPv6 の接続性を実現した。さらに、ノードの設定に DNS を用いる PeerPool を提案した。また、インターネット上の大規模な実験環境である PlanetLab 上において、XCAST6 と呼ぶ IPv6 上の多地点間接続プロトコルを動作させ、IPv4 しか対応していなかった PlanetLab を変更せずに、IPv6 オーバレイネットワークを実現した。この成果は、「PlanetLab を用いた IPv6 オーバレイネットワークの構築」として論文掲載されている。

2.2 異種スマート環境の相互接続基盤技術の開発

異種プロトコル間連携の実現例として我々は、DLNA 対応の DiXiM という市販ソフトウェアから Bonjour を通じて iTunes 上の楽曲の選択および再生制御を行なうプロトコル変換機構と Polycom の H323/SIP を Skype からアクセスし音声接続する変換機構を実現した。仮想化技術を用い、世界中の任意の場所に存在するスマート環境で各自が日常的に利用しているソフトウェアを稼働可能にする rdev を提案した。例えば、普段、家庭で利用しているエアコン制御ソフトウェアを、rdev が搭載されたスマートルーム完備のホテルに持ち運び、普段利用しているエアコンとは異なる機種での制御が可能になる。

2.3 セキュリティ機構の導入

「Secure Semantic Tunneling」というスケーラブルなメディア・プロトコル変換とセキュアな通信の提供を可能にする概念を提案し、複数の特許出願を行った。異種スマート環境間でのユーザ認証やデバイスやサービスへのアク



本研究の全体コンセプト図

セス制御のため、サービスやデバイスの使用権限をチケットに記載し、ユーザ認証をその配布により行う簡易で軽量の認証の仕組みを提案した。チケットを用いた認証方式では、遠隔ユーザに対してスケーラブルな権限管理を行うことができ、セキュリティ機構の異なる異種のスマート環境においても容易に導入することができる。このソフトウェアは RESTful Web サービスとして公開予定である。

2.4 連携サービスのためのオーバレイネットワーク

Peer Pool が実現する異種スマート環境間の柔軟な接続環境の実現について、実証評価した。PeerPool では 30 を超えるノード間で特定の選択ノードを「仮想ローカルノード化」という操作で、遠隔のユーザからあたかもローカルネットワークに存在するようにアクセス可能にできる。

また、多地点間通信を手軽に実現するためのミドルウェア「SAMTK: Scalable Adaptive Multicast Toolkit」の開発を行った。SAMTK は Windows, MacOS X, Linux, FreeBSD 等の OS 上で動作する。この技術を多地点間通信の基盤技術とするため、インターネットの標準化会議 IETF に参加し、SAM(Scalable Adaptive Multicast)-RG で発表した。

2.5 テスト環境とアプリケーションの構築

テスト環境とアプリケーションの構築については、様々なシナリオを検討した。特に内田洋行では、オフィス事業者、教育事業者としての知見を活用し、遠隔地とコミュニケーションする場合に一般的に利用される映像・音声によるコミュニケーション、PC 画面共有、ファイル共有、共同編集作業のシナリオを検討した結果を用い、P2P 型テレワークアプリケーションを構築した。本アプリケーションは、スマート環境にあるデバイス・サービスを連携して、遠隔地とコミュニケーションする手段を提供する。(1) ユーザの特定、(2) プレゼンス交換、(3) サービス情報の交換、(4) サービス提示、(5) ネットワークの接続、(6) サービス実行、という一連の手順を定義し、実装を行った。

3. むすび

本研究では、異種スマート環境間の連携手法について多様なアプローチから様々な上記のような研究成果を得ることができた。PeerPool といったオーバレイネットワークや REST に基づく異種環境間連携システム、P2P 型テレワーク、ホーム@バームのプロトタイプを実現した。ま

た、これらの成果を米国 Google 本社にて、国際ワークショップを主催することによって発表し、高く評価された。

公開予定のソフトウェアは、他研究の基盤として容易に利用可能であるため、スマート環境間接続に関する研究コミュニティの醸成が可能になる。また SAMTK もオープンソースであり多地点間コミュニケーション用途で広範な応用が期待できる。

【参加国際標準会議リスト】

- [1] IETF69, Chicago, IL, USA, 2007/7/22-27
- [2] IETF71, Philadelphia, PA, USA, 2008/3/9-14
- [3] IETF74, San Francisco, CA, USA, 2009/3/22-27

【誌上発表リスト】

- [1] 櫻井寛、管文鋭、松井大輔、今井祐二、村本衛一、河口信夫、“PlanetLab を用いた IPv6 オーバレイネットワークの構築”、情報処理学会論文誌、Vol.49、No.9、pp.3234-3244(2008/9)
- [2] 伊藤誠悟、河口信夫、“アクセスポイントの選択を考慮したバイズ推定による無線 LAN ハイブリッド位置推定手法とその応用”、電気学会論文誌 Vol.26-C No.10 pp1212-1220 (2006/10)
- [3] 榎堀優、西尾信彦、“動的に構成を変更可能な仮想スマート環境の構築”、情報処理学会論文誌、Vol.49 No.1 pp58-68 (2008/1)

【申請特許リスト】

- [1] 西尾信彦、認証システム、認証方法、及び端末、日本、2006/9/12
- [2] 河口信夫、西尾信彦、田中 宏一、藤原 茂雄、複数のスマート環境間をつなぐトンネルとしての P2P ネットワーク、日本、2007/5/8
- [3] 西尾信彦、河口信夫、田中宏一、藤原茂雄、岩崎陽平、榎堀優、異種スマート環境制御方法、日本、2008/7/1

【受賞リスト】

- [1] 中野悦史、河口 信夫、西尾 信彦、IC2006 研究奨励賞、“IPv6 Everywhere: IPv6 接続のための適応的トンネル構成機構”、2006/10/24
- [2] 春原 雅志、河口 信夫、情報処理学会 DICOMO シンポジウム、優秀論文、プレゼン賞、“多様な機器を赤外線制御可能な Web サービスの構築”、2008/7/10
- [3] 岩崎陽平、情報処理学 DICOMO2008 シンポジウム、優秀論文、プレゼン賞、“REST に基づく異種スマート環境間のセキュアな連携基盤”、2008/7/10

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://www.ubi.cs.ritsumei.ac.jp/scoop/>、SCOOP プロジェクト成果物の概要(立命館大学)、2009/4/1
- [2] <http://www.ucl.nuee.nagoya-u.ac.jp/scoop/>、SCOOP プロジェクト成果物の概要(名古屋大学)、2009/4/1