

ユビキタスサービスネットワークに関する検討

松田 哲史, 清水 桂一

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1

E-mail: {tmatsuda, kei1}@isl.melco.co.jp

要約 ユビキタス時代のネットワーク(ユビキタスサービスネットワークと呼ぶ)に求められる機能について検討した結果を報告する。ユビキタス時代のサービスのカテゴリ分類を行い、カテゴリ毎にネットワークに求められる機能を定義した。一部の機能に関連する既存研究の概要を説明し、今後の検討課題を述べる。

A Study on Ubiquitous Service Network

Tetsushi Matsuda, Keiichi Shimizu

Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

5-1-1, Ofuna, Kamakura-shi, Kanagawa, 〒247-8501

E-mail: {tmatsuda, kei1}@isl.melco.co.jp

Abstract In this report, we describe the result of our study on the functionality which need be supported by communication network in ubiquitous society (we call the network ubiquitous service network). We first classify ubiquitous services into several categories and define a network function for each category. We briefly review related researches for some of the functions and describe the areas for further study.

1. はじめに

ユビキタス時代には、いつでも、どこでも、何でもつながることが求められるため、有線(ADSL, 光ファイバ等)、無線(携帯電話, 無線LAN, DSRC等)を含めたアクセスネットワークの多様化や、ネットワークのIPv6化による端末数増大への対応が進められている。社会のユビキタス化に対応するためには、こうしたIP通信が可能な範囲を拡大する技術だけでなく、ユビキタス時代のサービスをより良くサポートするために、ネットワークの機能の高度化が求められると考えられる。

以下では、ユビキタス時代のネットワーク(以下、ユビキタスサービスネットワークと呼ぶ)に求められる機能について検討した結果を報告する。2では、ユビキタス時代のサービスを挙げて、カテゴリ分けを行う。3では、各サービスカテゴリ毎に、ネットワークに求められる機能を定義する。4では、一部の機能に関連する既存研究の概要を説明し、5で今後の検討課題を述べる。

2. ユビキタス時代のサービスのカテゴリ分類

参考文献[1],[2]等に挙げられているユビキタス時代のサービスには、以下のものがある。

- (1) バーチャルオフィスサービス
個人認証情報さえあれば、世界中どこかの端末でも自分の端末として利用して、安全にいつも使用している(例 会社)ネットワーク環境に接続可能とするサービス。
- (2) 遠隔からのホームコントロール
携帯端末から、家庭内の家電製品等の制御、冷蔵庫内の在庫調査、部屋の監視を実現可能。個々の機器毎に、特定個人以外のユーザがアクセスする

ことができないようにアクセスコントロールをかけることが必要。

- (3) 端末間セッションハンドオーバー
例えば、ユーザが移動中に社内のTV会議に参加している場合に、タクシー下車時にタクシーに設置されるTV会議端末からPDAにTV会議セッションを移してカフェに移動し、カフェに着いたらPDAからカフェに設置される端末にTV会議セッションを移すことを可能とする。
- (4) インテリジェントメールサービス
ユーザが現在使用可能な端末に合わせて、テキストのみ、データファイル付き、音声読み上げ等適切なメディア変換を行ってメールを配信する。
- (5) センサーネットワークからの情報収集
例えば、ネットワークに接続されるセンサーの中から、「東京都千代田区の気温情報を測定しているセンサー」を探し出し、そのセンサーから気温情報を取得するという通信形態が考えられる。多数のセンサーの中から、条件(例 場所、センサーが管理する情報)を満たす情報を持っているセンサーを探して情報を収集することが必要になる。
- (6) ユーザの位置や嗜好に合った情報配信
例えば、CDショップの前を通りかかった人に、その人の嗜好に合った新曲の案内配信を行うというサービスが考えられる。
- (7) RF-IDを利用した人/モノ間の通信
冷蔵庫内のものの品質保持期限管理をRF-IDを利用して行う。
スーパーのレジで、買い物かごに入っているものに付いているRF-IDの情報を読み取り、購入品の合計金額計算と決裁を行う。

人に付いている RF-ID の情報から、その人が視覚障害者であることを路上の様々なモノが認識し、視覚障害者をサポートするためのサービス（例 信号の音声ガイダンス）を起動する。

(8) 実空間と仮想空間との融合

実空間に多数張り巡らされたセンサーネットワークから提供される情報や、人/モノがネットワーク経由で発信する情報を元に、必要であればデータベースから検索した付加情報追加等の情報処理を行った上で、ヘッドマウントディスプレイ等のマンマシンインタフェースデバイスを通じて、実空間からのインプット情報（視覚、聴覚、触覚、味覚等）に対する補強情報として人に提供する。センサーから得られる人が置かれている状況（コンテキスト）に関する情報から、どのようなサービスをその人に提供したらよいかを判断する情報システムも考えられる。

または、実空間のセンサー等から得られる情報を、バーチャルリアリティ等のコンピュータ上に構築される仮想空間に適切な形（例 人をアバターとして仮想空間に表示）で射影することで、実空間での人/モノのアクションを仮想空間上に反映し、仮想空間上での人/モノの間のインタラクションを可能とする。

センサー等から得られる大量の情報のリアルタイム処理を行うデータ処理と、データ処理の入出力となる大量の情報のネットワーク上でのリアルタイム転送が必要となる。

これらのサービスをカテゴリ分けすると、表 1 に示すようになる。

表 1 ユビキタスサービスのカテゴリ分け

サービス名称	カテゴリ名称
バーチャルオフィスサービス	ユーザモビリティサポート
遠隔からのホームコントロール	
端末間セッションハンドオーバ	サービス指定通信
インテリジェントメールサービス	
センサーネットワークからの情報収集	属性指定情報配信
ユーザの位置や嗜好に合った情報配信	
RF-ID を利用した人/モノ間の通信	RF-ID 応用
実空間と仮想空間との融合	コンテキスト適応サービス

各サービスカテゴリの説明は、以下の通りである。以下のユーザは、サービスを受ける人やモノを表している。

(a) ユーザモビリティサポート

ユーザがどこにいても、どのネットワーク経由で接続してきても、安全にいつものネットワーク環境に接続できるサービス。

(b) サービス指定通信

ユーザが、どんな端末やネットワーク接続形態で通信しているかに関係なく、通信したい相手（= 人を含むサービス）と通信可能とするサービス。

(c) 属性指定情報配信

通信相手が満たすべき属性（例 位置や嗜好）を指定して通信を行うサービス。

(d) RF-ID 応用

RF-ID により人/モノを識別し、人/モノに対して管理されている情報を利用して行うサービス。

(e) コンテキスト適応サービス

センサー等から得られる情報を元にユーザが置かれている状況（コンテキスト）を判断し、ユーザのコンテキストに適した情報提供等のサービスを行う。

3 . ユビキタスネットワークに求められる機能

2 で検討したサービスカテゴリ毎に、その実現のためにユビキタスサービスネットワークに求められる機能が何かを検討した結果を、以下に示す。

(a) ユーザモビリティサポート

ユーザ認証と連携した動的に作成可能なグループ内に閉じた通信を実現するローカルグループ通信機能。

(b) サービス指定通信

ユーザの使用端末/端末能力/アクセス回線速度の変化を隠蔽する、サービス指向ルーティング制御機能。

(c) 属性指定情報配信

受信者が満たすべき条件を指定するコンテンツ識別情報や位置情報を宛先とした通信を可能とする、属性情報ベースルーティング機能。

(d) RF-ID 応用

RF-ID から読み取った識別情報を元に、識別情報が示す実体に関する情報を取得するための、膨大な数のマイクロトランザクションの効率的な転送を実現する通信機能。

狭いエリアの中での複数の人/モノ間のアドホック的通信ネットワークを実現する機能。

(e) コンテキスト適応サービス

計算能力が様々で、サポートする通信プロトコルも様々なセンサー類を IP ネットワークに接続するためのプロトコルゲートウェイ機能。

ネットワークに接続するユーザからセンサーに対する要求を解釈して、センサーが提供する機能の組み合わせに変換するアプリケーションゲートウ

エイ機能。
膨大な数のマイクロトランザクションの効率的な転送を実現する通信機能。

4 . 関連する既存研究の概要

3で定義した機能の中で、ローカルグループ通信機能、サービス指向ルーティング制御機能、属性情報ベースルーティング機能について、既存の関連研究について概要を述べる。

4 . 1 ローカルグループ通信機能

(1) レイヤ2 仮想網に関する研究[3], [4]

P2P 技術を用いて Ethernet フレーム転送を実現するレイヤ2VPN 技術。ある MAC アドレスが、どのノードに存在するかを、ネットワークを構成する全てのノードが転送テーブルとして管理する。

P2P を実現するオーバーレイネットワークポロジ構成に de Bruijn グラフを用いて、オーバーレイネットワーク上でのデータ転送効率を改善。

(2) ユビキタスゲートウェイ[5], [6]

ユビキタスゲートウェイというゲートウェイを介して PAN (Personal Area Network) を通常の IP ネットワークと接続することにより、ユーザと共に移動可能な PAN を実現する。PAN の中の一部の端末がユビキタスゲートウェイと共に移動しても、同じ PAN 環境を維持できることを特徴とする。

IETF で議論されている Mobile IPv6 や NEMO (Network Mobility) の方式を拡張することで、PAN の移動をサポートする。

4 . 2 サービス指向ルーティング制御機能

(1) SLSocket (Session Layer Socket)

IP 通信用の socket API の上に、アプリケーションの識別子 (ロケーションと呼ぶ) での通信相手識別を可能とするセッション層を実現する SLSocket API を構築。

End-End でのセッションモビリティを実現。

(2) Internet Indirection Infrastructure (i3)[7]

ランデブ通信モデル (受信者が指定した宛先アドレスを持つパケットが、その受信者へ転送される) がベース。受信者が、自分が受信したいパケットの宛先識別子と転送先を組にした情報 (Trigger と呼ぶ) をネットワークに登録。

ネットワークは、パケットの宛先識別子と Trigger のマッチングを行い、マッチした Trigger に記述される宛先へパケットを転送する。

ユーザモビリティ、マルチキャスト、エニキャスト、受信者側からのパケット転送経路指定によるサービス合成実現が可能。

4 . 3 属性情報ベースルーティング制御機能

(1) SIONet (Semantic Information-Oriented Network Architecture) [8]

配信データの属性は、イベントタイプとイベントに付随するアトリビュートで定義。イベントタイプはオブジェクト指向のクラスに該当し、イベントタイプ間に継承関係を定義可能。イベントタイプのアトリビュートには値を指定可能。

受信者は、自分が受信したいデータが満たすべきイベントタイプとイベントタイプのアトリビュートの値に関する条件 (範囲指定可) をフィルタとして登録し、受信データをネットワークに絞り込ませる。

(2) INS/Twine (Intentional Naming System/Twine) [9]

P2P 技術を用いて効率的に属性条件を満たすリソースを探す。

リソースには、アトリビュート名をエッジとしてアトリビュート値をノードとするツリー構造の属性を指定可能。例えば XML で記述可能。

リソースを検索する端末は、複数のアトリビュート名とアトリビュート値を条件として指定し、条件を満たすリソースを検索することが可能。指定条件が、リソースのアトリビュート名とアトリビュート値の全てを網羅していなくても検索可能。

リソースに指定されるツリー構造の属性に対して、ツリーの部分系列全てをキーとして、INS/Twine のネットワークに属性とリソース保持者の情報を登録する。検索時には、検索条件を表すツリー構造の中の最も長い部分列をキーとして、キーに一致する属性情報を保持するノードに検索要求を転送し、転送先のノードで検索条件と属性情報の正確な比較を行う。複数のアトリビュート名とアトリビュート値を条件として指定し、条件を満たす受信者にデータを配信することが可能。

5 . 今後の検討課題

ローカルグループ通信機能、サービス指向ルーティング制御機能、属性情報ベースルーティング機能について、今後の検討課題を述べる。

5 . 1 ローカルグループ通信機能

- (1) 通信グループ(VPN)に参加しているメンバーの中の一部が、別の通信グループを動的に作成してその中で閉じた通信を行うことをサポートする機能。
- (2) データの送信元ユーザの詐称を防ぐことを可能にすると同時に、匿名通信も実現する方式。

5.2 サービス指向ルーティング制御機能

- (1) ソースルーティング拡張とランデブ通信モデル拡張による、セッション単位等より細かいマイクロフローレベルでのパケット転送経路制御。
- (2) ランデブ通信モデルの通信効率改善。
- (3) ランデブ通信モデルでの QoS 制御。
- (4) 端末間セッションモビリティのための権限委譲認証技術。

5.3 属性情報ベースルーティング機能

- (1) 複数属性条件が指定される場合のパケット転送効率化。
- (2) 属性条件指定に範囲指定や文字列の正規表現が用いられる場合のパケット転送効率化。

6. 謝辞

本報告の元となる内容について御指導頂いた IP 通信システム部 伊藤部長、及び、本報告の元となる内容について議論頂いた IP 通信システム部の皆様に感謝致します。

参考文献

- [1] 総務省によるユビキタスネットワークフォーラム・ユビキタス戦略シンポジウム講演資料, <http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/index.html>
- [2] 総務省 ICT 政策大綱, http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040827_7.html
- [3] P2P 型レイヤ 2 仮想網におけるトポロジ構成手法の提案, 小出, 藤田, 石川, 塚本, 電子情報通信学会ソサイティ大会, 2004
- [4] ピアツーピア型レイヤ 2 仮想ネットワークの提案, 小出, 藤田, 石川, 塚本, 電子情報通信学会ソサイティ大会, 2004
- [5] ユビキタスゲートウェイによる移動環境の実現方式, 加藤, 豊野, 藤崎, 情報処理学会 66 回全国大会
- [6] ユビキタスゲートウェイによる個人向けネット

ワーク環境の構築, 藤崎, 加藤, 豊野, 情報処理学会 66 回全国大会

- [7] Internet Indirection Infrastructure, I. Stoica, D. Adkins, S. Zhuang, S. Shenker and S. Surana, IEEE/ACM Trans. On Networking, Vol.12, No.2, April, 2004
- [8] 意味情報ネットワークアーキテクチャ, 星合, 小柳, スクバタール, 久保田, 柴田, 酒井, 信学論 B Vol.J84-B, No.3, pp411-424, March, 2003
- [9] INS/Twine: A Scalable Peer to Peer Architecture for Intentional Resource Discovery, M. Balazinska, H. Balakrishnan and D. Karger, International Conference on Pervasive Conference, Aug. 2002