

## 赤外線通信を用いたモバイルアドホックネットワークの実現とその応用

## デモ 3

河口 信夫

片桐 秀樹

内柴 道浩

外山 勝彦

稲垣 康善

名古屋大学大学院工学研究科

E-mail: mobile@inagaki.nuie.nagoya-u.ac.jp

## 1 はじめに

近年のハードウェア技術の進歩により、小型で高性能な携帯情報端末が普及しつつある。最近では、パーティや会議等の人が多く集まる場では同時に多数の携帯端末が集まることがある。これらの端末間で直接の情報交換・共有が可能になれば、名刺交換やスケジュール調整、議事録やメモの共有、資料の配布等の、これまで人が行ってきた協同作業の支援が可能になると考えられる(図1)。しかし、従来の携帯端末間の通信は可能であっても赤外線[9]を使った1対1通信や、特別な機器を必要とする無線通信[1][2]に限られているため、十分に活用されてこなかった。

この問題を解決するために、我々はすでに、出会ったその場で、いつでもどこでも誰とでも何台とでも手軽に通信を可能にする、携帯端末用の自律分散通信プロトコルを提案した[3][4]。このプロトコルでは、各端末は通信のために特別な設定を必要とせず、自律的に周囲の端末を認識し、アドホックにネットワークを構築する。さらに、端末の移動や障害物等により、ネットワークが動的に変化した場合にも対応している。直接通信が不可能な端末同士は、自律的に最適な通信路を選択し、中継を行って通信を行う。また、プロトコルとしては任意の通信媒体の利用が可能であるが、本研究では具体的な通信媒体として、小型で軽量、小電力であり、最も普及している赤外線通信を用いる。赤外線通信は指向性が高く到達距離が短いため、隠匿性が高く、名刺交換等のプライベートな情報通信に適している。

本稿では、モバイルアドホックネットワークの必要性、およびその有効性について述べ、我々が提案するプロトコルを用いて携帯端末上に実現した具体的なアプリケーションについて報告する。アプリケーションとしては、Windows 95/CE上で、URLを交換することにより様々な情報交換を行うシステムを構築した。本システムは会議の議録の共有や、プレゼンテーション等に利用でき、本プロトコルの有効性が確認できた。

## 2 モバイルアドホックネットワーク

モバイル環境下で、複数のユーザが互いの端末上の情報を交換・共有したい状況を考える。この場合、端末は他の端末に関する情報を持たないため、従来の通信方法では、ユーザが通信を行うための設定を行う必要がある。また、すべての端末が互いに通信可能であるとは限らないため、どのように中継を行うかという情報、すなわち、経路情報

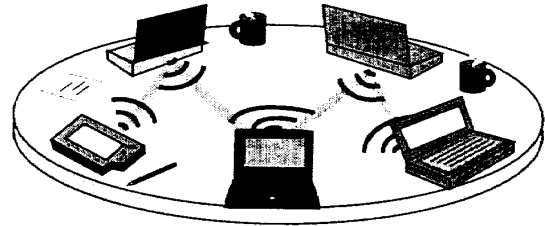


図1: 携帯端末によるネットワーク

の交換が必要となる。このような状況で、端末が互いを自律的に認識し、通信を可能にする通信ネットワークを、ここではアドホックネットワークと呼ぶ。

次に、通信ネットワークが構築できた場合、ユーザはどのようなアプリケーションを使って通信を行うかを指定する必要がある。これまで、IrDAを使ったファイル転送等の専用アプリケーションがあるが、汎用性は無く、ファイルの位置の指示等は複雑であった。理想的には、あるユーザが名刺の情報の送信を指示すれば、他のユーザの端末では、自動的に名刺管理ソフトが起動し、データが送られるべきであろう。このような処理を適切に行う事により、名刺交換、議事録、ノートの共有、資料の配布、スケジュール調整といった、これまで人と人が行ってきた協同作業の高度な支援が可能になる。

携帯端末のみでなく、固定設備にもこのような枠組を適用することにより、様々な応用が考えられる。例えば、固定ネットワークに接続された端末があれば、携帯端末からその端末を中継して固定ネットワークを利用できる。また、美術館や博物館等の部屋毎に、情報提供を行う固定端末が存在すれば、多数の人が同時に自分の端末で詳細な資料を確認することや、周囲の人との情報交換を行うことができる。

このように、アドホックネットワークの構築、経路制御、アプリケーション制御を統一的に扱うことは、携帯端末の高度な利用を可能にする。その実現には、以下の性質を持つ自律システムが必要となる。

1. 自律的動作により、アドホックネットワークを構築
2. ネットワークトポロジーの動的変化に対応
3. 状況依存のアプリケーション制御

この場合、ユーザは本当に望むことを指示するだけで良く、他の複雑な処理はすべて自律システムが行ってくれる。

## 3 アドホックネットワークの実現

アドホックネットワークを利用するアプリケーションをWindows 95/CEの端末上に実現した。ネットワーク構築アルゴリズム等の詳細については[4]を参照されたい。実際

Implementation and Application of Mobile Adhoc Network Using Infrared Data Communication

Nobuo Kawaguchi, Hideki Katagiri, Michihiro Uchishiba, Katsuhiko Toyama and Yasuyoshi Inagaki (Nagoya University)

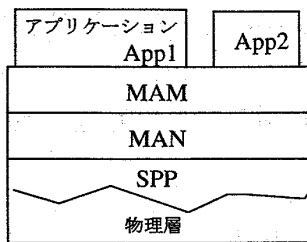


図 2: モジュールの階層構造

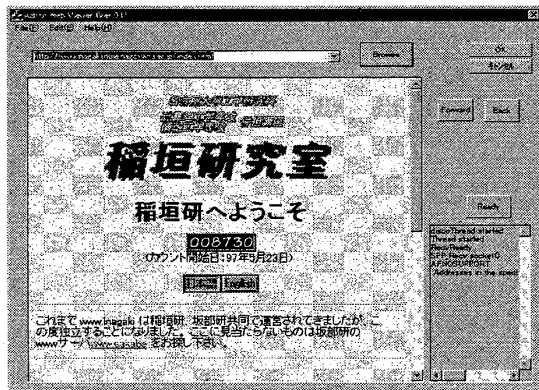


図 3: Web ブラウザ (Windows 95 上に実現)

に無線通信を用いたコーディング・デバッグ作業では、複数の端末を用い、プログラム更新の度に転送を行う必要があり、非常に複雑な作業となる。そこで、プロトコルを階層化し、無線通信をエミュレートするライブラリを構築して、コーディング・デバッグ作業を容易にした。

図 2 にモジュールの階層構造を示す。物理層は通信媒体であり、具体的にはアプリケーションの実現に IrDA、開発環境のために TCP/IP によるエミュレーション環境を用いた。SPP (Simple Point to Point) 層は物理層を隠蔽し、隣接ノードの発見、エラー処理を行い、高信頼の 1 対 1 通信を実現する。MAN (Mobile Ad-hoc Network) 層はアドホックネットワークの構築し、ルーティングにより、直接通信できないノード間での多対多通信を実現する。MAM (Mobile Application Manager) 層はネットワークの確立後、アプリケーションを動的に実行したり、種類の異なるアプリケーション間の通信を支援する。アプリケーション層は MAM により管理される多種多様なモバイルアプリケーション。本稿では Web ブラウザ、URL メモに相当する。

### 3.1 モバイルアプリケーション

モバイルアプリケーションとして、Web ブラウザ (図 3) 及び URL メモを開発した。

URL メモは、自分の持っている URL 情報を他の端末に送信したり、逆に他の端末の持っている URL を取得したりすることができる。Web ブラウザは、Web ページを表示し、かつ他の端末と URL や Web ページに関する通信を行うことができる。Web ブラウザ同士では、同期してページを表示したり、URL を送ることができる。また、URL メモとも通信し、URL メモによるリモートコントロールも可能である。これらのアプリケーションは MAM によって管理されており、各端末では登録されている Web 関連アプリケーションが自動的に起動する。

Web ビューア、URL メモにより、簡単な会議を行うことができる (図 4 参照)。

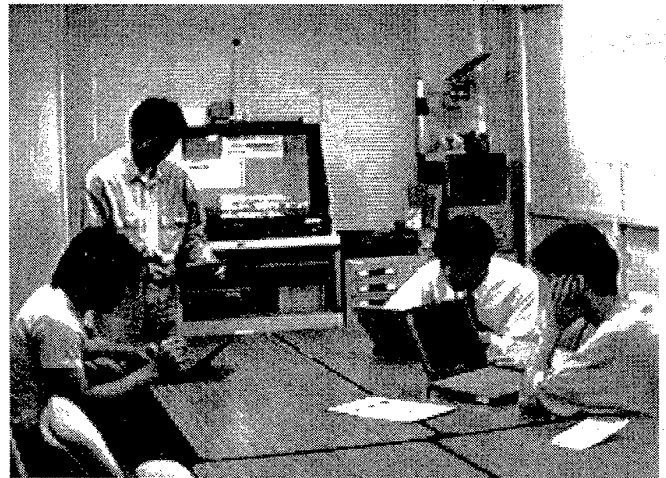


図 4: アドホックネットワークによる会議

## 4 まとめ

本稿では、ユーザの持つ携帯情報機器や固定機器の間で、適切な情報交換を容易に行うために、各端末が自律的にアドホックネットワークを構築し、適切なデータを交換する手法を提案した。また、プロトコルを階層化し、開発効率を高め、具体的な URL を自由に交換するアプリケーションを実現した。

今後の課題としては、アドホックネットワークの構築に関しては、ネットワーク構築のアルゴリズムをエラー等に対し頑健にすることや、効率化、スケーラビリティへの対処等が考えられる。また、ユーザのコミュニケーション支援の立場からは、モバイル環境下のユーザ同士の振る舞いの調査から、アドホックな会議や情報交換に対する計算機支援の方法論を確立することなどが考えられる。

## 参考文献

- [1] 倉島顕尚, 市村重博, 田頭繁, 前野和俊, 武次将徳, 永田善紀: 集まったその場での協同作業を支援するモバイルグループウェアシステム「なかよし」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルワークショップ論文集 (DiCoMo97), pp.233-238(1997).
- [2] 多鹿陽介, 岩村和昭, 池上史彦, 中村誠: 携帯情報機器の通信に適した自律無線ネットワーク WirelessDAN の提案, 信学技報, IN 94-161(1995).
- [3] 片桐秀樹, 河口信夫, 稲垣康善: モバイル環境下における赤外線を用いた自律分散通信プロトコル, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルワークショップ論文集 (DiCoMo97), pp.67-72(1997).
- [4] 河口信夫, 片桐秀樹, 内柴道浩, 外山勝彦, 稲垣康善: モバイル環境下の自律分散通信の実現とその応用, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルワークショップ論文集 (DiCoMo98), pp.619-626(1998).
- [5] Bill N. Schilit, Norman I. Adams, and Roy Want: Context-Aware Computing Applications, In *Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, Santa Cruz, CA, pp.85-90(1994).
- [6] Roy Want, Bill N. Schilit, Norman I. Adams, Rich Gold, Karin Petersen, David Goldberg, John R. Ellis and Mark Weiser: The PARCTAB Ubiquitous Computing Experiment, Technical Report CSL-95-1, Xerox Palo Alto Research Center(1995).
- [7] Charles E. Perkins: Mobile-IP, Ad-Hoc Networking, and Nomadicity, Compsac'96 (1996).
- [8] Charles E. Perkins: Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing, Internet Draft, draft-ietf-manet-aodv-00.txt (1997).
- [9] Infrared Data Association: Serial Infrared Link Access Protocol, Version 1.1(1996). (<http://www.irda.org>)