

サマリの概念によるアドホックグループ上での コンテンツ多目的集約機構

近 藤 育 雄[†] 上 島 紳 一[‡]

本稿では、ピアツーピア通信プロトコルを基に生成されたアドホックグループ上での多目的コンテンツ集約機構を提案する。ここでは不特定の複数人がワイアレスデバイスを持ち寄ってマルチメディアコンテンツの共有を行うシナリオを想定している。このため、各ピアが持つコンテンツのメタ記述としてサマリの概念を導入し、各情報資源がサマリでラップされている状況を想定する。ここでは、拡張RSS書式によるサマリの記述形式またその出版機構、ピア間の問い合わせ機構などの仕様を与える。アドホックグループ生成に関しては、ワイアレス通信を基盤ネットワークとして用いて、その上にオーバーレイされたコンテンツベースのネットワークを動的に生成することができる。我々の環境では、各ノードは利用者、プロバイダの両方の役割を果たすという意味で対称的に稼働する。利用者は、アドホックグループ上で所望のコンテンツを問い合わせ、集約することができる。さらに、Bluetoothネットワーク上に動的に生成されたグループのプロトタイプシステムを示す。

Multi-purpose Summarizing Mechanism for Contents Spread over Ad Hoc Groups

IkuoKondo[†] andShinichiUeshima[‡]

In this paper, we propose a multi-purpose content-based navigation system over ad hoc networks generated by Peer-to-Peer communication protocols. We here employ a scenario for multimedia-contents sharing in a wireless environment at a meeting of unspecified and many users. For this purpose, we introduce concepts of summaries as meta description of the contents that each peer holds into our framework, and assume information resources are wrapped up with summaries. We give specification of the system, including description of summaries in the extended format of RSS(RDF Site Summary), their publishment mechanism, and inquiry mechanism among peers. As for ad hoc group generation, we employ for wireless communication as a base network. Users can generate content-based networks dynamically as overlaid network of Bluetooth. In our environments, each node works symmetrically in the sense that it plays roles of a user and a provider of contents. Users can inquire and aggregate desired contents over ad hoc group. We also show a prototype system over dynamically generated group over Bluetooth network.

1 まえがき

インターネット上の分散処理モデルのひとつであるピア・コンピューティング(以下、P2P)の

進展や、無線通信技術を利用したモバイル情報機器の発達が著しい。例えば、Bluetoothなどのワイアレスアダプタを搭載したデバイスを複数人が持ち寄って、互いにコンテンツを交換しあうようなシナリオを想定する。これは、一時的なデバイスの集合(アドホックなグループ)上へコンテンツベースのネットワークを構成することに相当し、実現すると情報獲得の可能性を

[†] 関西大学大学院総合情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kansai University

広げることができるようになると考えられる。
しかし、このようなシステムの実現を試みると、現状では次のような問題点がある。

- (i) Bluetooth や IP などのベースネットワークだけでは、誰がどのようなコンテンツを公開しているのかを知ることができない
- (ii) アドホックなグループの参加者数や組み合わせは不確定なので、個々のプロバイダが提供するコンテンツへのアクセス方法を確信的に予定することができない
- (iii) ネットワーク内の希望するコンテンツへ辿りつくまでの操作が煩雑になる

本稿では、一時的に作られたプロバイダの集合が提供するコンテンツのサマ리를 P2P 技術によって動的に作成し、コンテンツの検索やその閲覧を支援するシステムについて述べる。

具体的には、ワイアレスなアドホックグループ上へ P2P ネットワークをオーバーレイに構築して、各プロバイダが用意した提供コンテンツのサマ리를集約し仮想に統合したサマリ（スーパーサマリ）へのインタフェースを動的に生成する。エンドユーザは、仮想サマリへのフィルタ条件を P2P ネットワーク上へ伝播させてビューを定義し、これへ結果を表示する際のレイアウトルールを適用して出力を表示する。エンドユーザがこれら一連の手順をブラウザを介して対話的に繰り返して、最終的に希望するコンテンツへたどり着くことができる。

本方式により獲得するビューは、次のような性質を持ったものとなる。

- (1) 質問発行時点の、情報鮮度が新しい結果を得ることができる
- (2) 利用者の問い合わせ定義とサマリによるメタデータ記述とをマッチングして、アドホックネットワークを整理体系化している
- (3) ノードをいつでも任意に追加することができるので、スケーラブルである

また、サマリの記述に様々な情報資源を記述することで、ファイルのアーカイブやビデオのストリーミングなど、様々な適用分野が想定できる。

本稿の構成は、2 で関連研究、3 でシステムの概要、4 で議論を述べる。

2 関連研究

本節では、本システムを構成する要素となる関連研究について述べる。

(P2P)

ピアに関するシステムは、Napster や Gnutella など楽曲の共有を目的として発展してきた経緯がある。その後、グループウェアへの拡張 (Groove [5]) や、通信の匿名化 (Freenet)、遊休 CPU の利用 (SETI@HOME)、Java によるプログラミング環境 (Jxta [4])、コラボレーションシステムでの利用 (croquet [6]) など、様々な適用分野で活発な研究開発が進められている。

(Bluetooth)

Bluetooth [2] [3] は、近距離のデバイス間における無線通信規格のひとつである。Bluetooth のプロトコルスタックは、データリンク層までのプロトコルであるコアと、コアの上位にて、適用領域毎に用意されたプロファイルからなる。プロファイルには File Transfer Profile ほか様々なものがある。このうち、Personal Area Networking (PAN) Profile では、至近距離のデバイス間における接続性について議論されている。本研究では、実コンテンツのサマ리를基にしたネットワークの構成に注目する。

(サマリ)

サマリは、RSS (RDF Site Summary) [7] の拡張形式で記述する。RSS は、Web ページのメタデータを記述するためのフォーマットであり、RDF (Resource Description Framework) [8] を基にした XML アプリケーションである。channel というコンテナ要素中へ、Web ページの URL など詳細を記述した item 要素を列挙することで、論理的な URL の集まりを表現し、(1) 構文がコンパクトであること、(2) XML 名前空間を利用した拡張を考慮している、などの利点を備えている。

(ミドルウェア／フレームワーク)

Mascolo らは、PDA をプラットフォームとしたデータ管理のためのミドルウェア XMIDDLE を提案している [10]。Kanter は、ワイヤレスネ

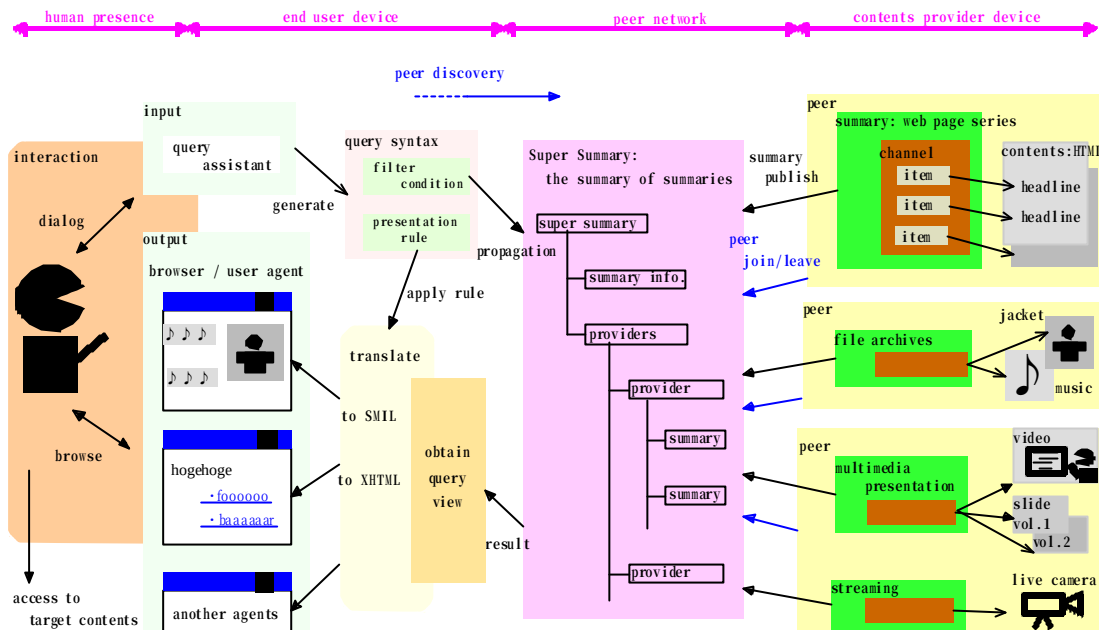


図1 システムの概要

ットワーク上でのパーソナルエージェント間のプロトコル(eXtensible Service Protocol)について述べている[11]。Lienhartらは、ワイヤレスP2Pフレームワークを提案し、ストリーミング時にメディアをトランスコードする例を示している[12]。これらと比較して、本研究では、アドホックなグループ上にあるコンテンツへサマリ形式のインタフェースから操作するシステムを構築し、そのviewについて論じている点が、これらのアプローチと異なる。特に、われわれのビューは、データベースのviewの概念から見ると、アドホックネットワークのインスタンスからのスキーマ生成技術であり、コンテンツ属性とネットワークトポロジーの双方の視点から柔軟性を与えている。

3 システムの構成と機能

3.1 システムの概要

図1に、システムの概要を、図2にプロトタイプシステムの画面を図示する。前述のシナリオから、まずBluetoothアダプタを搭載したホストノードが近くに集まった状況を想定する。各ノードは、自分の所有するコンテンツとそのサ

マリを公開しており、相互にこのサマリへ非同期にアクセスする。質問発行者は、フィルタ条件とレイアウトルールとを作成し、グループ上のコンテンツ群とのインタフェースであるスーパーサマリへ適用する。個々のエンドユーザにとっては、あたかもひとつのおおきなサマリが存在するかのように見える。

おのおののネットワークホストの役割は対称的であり、各ノードは、エンドユーザエージェントにも、プロバイダにもなりうる。最終的には、結果を質問発行時に示されたレイアウトルールで表示する。

3.2 コンテンツへのアクセス手順

図3に、2ノード間におけるユーザの問い合わせから実コンテンツの転送に至るまでの手順を示す。以下に、プロバイダエントリの獲得、スーパーサマリの生成および実コンテンツへのアクセス、の3フェーズに分けて述べる。

(Phase-1 プロバイダエントリの獲得)

ベースネットワーク（Bluetooth）単体では、誰がどのようなコンテンツを公開しているのか

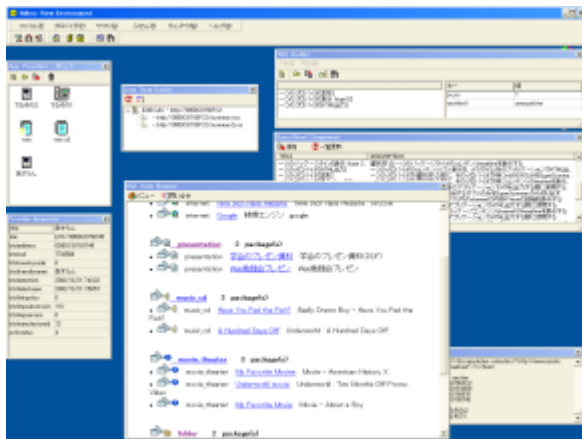


図2 プロトタイプシステム

を知ることができない。そこで、Bluetooth 仕様にある inquiry コマンドをベースにした、他ノードを発見して、それをピアとして識別する機能が必要となる。

加えて、このようにして発見したり、脱退要求を送信した他プロバイダの接続情報から、一時的に生成するアドホックグループへの参加や脱退を管理する仕組みも必要となる。新規ノードは、URI[9] で識別されるグループの要素として、その接続情報（主に inquiry 応答より得られる情報）を RSS ベースのデータ構造へ記録する。

（Phase-2 スーパーサマリの生成）

グループ上のノードから、RSS をベースに拡張した書式で記述されたサマリを収集する。サマリの転送には、URI スキーム btftp を定義して用いた。

1 対 1 のサマリ収集操作は、問い合わせタスク全体から見ると過渡的である。そこで、取得したサマリをサマリの書式にて蓄積しておき、各タスクと対応付けるようにした。

サマリの取得方法には、コンテンツのメタデータを含む通常のサマリ取得操作に加えて、そのプロバイダが出版しているサマリを一覧するサマリ(index summary)の取得メソッドも加えた。

収集したサマリから、各プロバイダの接続情報、サマリの内容、およびそれ自身のメタデータを RSS に格納することで、各プロバイダからのサマリを仮想に集約したサマリ（スーパーサマリ）を生成しする。これが、インスタンスのスキーマとなる。

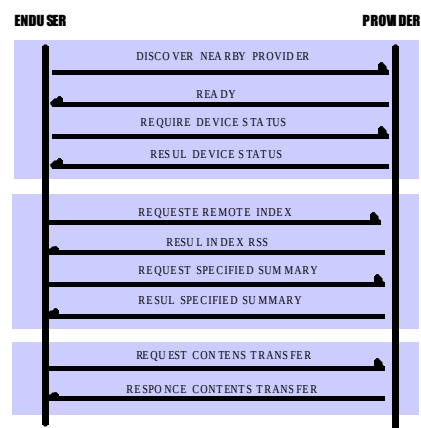


図3 コンテンツへのアクセス手順

（Phase-3 実コンテンツへのアクセス）

最後に、集約したサマリを対話的に操作して決定されたコンテンツを実際に転送する。転送プロトコルとしては、前述の btftp を使うことができる。

3.3 問い合わせと表示

サマリの操作や、プログラムとユーザとのインタラクションを記述する言語として、サマリ操作言語 RQL(RSS Query Language)を定義し、その解釈ならびに実行環境を作成した。

RQL は、ソースドキュメントに対して部品ドキュメントをシーケンシャルに適用して結果出力を得る言語である。静的な XML 文書の構造変換機能の他に、Bluetooth デバイスの操作や、アプリケーションインタフェースを介した実行時情報の挿入などが可能となる。

RQL を使ってサマリの生成を行うことにより、(1)RSS インスタンスの要素に、外部プログラムの実行結果を含めることができる、(2)プロバイダは、RQL の実行結果をサマリとして出版することで、出版するサマリを動的に生成できるようになる、といった機能を実現できる。

また、各プロバイダから返された問い合わせ結果を纏めた後に、これをユーザフレンドリな形式に変換して表示する必要がある。これは、獲得したビューへ、RQL を適用して変換し、データタイプ毎に関連づけられたソフトウェアで表示することで行う。

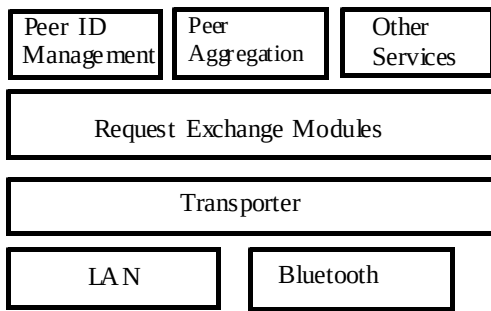


図4 プロトコルスタック

各プロバイダから逐次取得したサマリをまとめて、スーパーサマリを獲得することができる。このスーパーサマリを各種 XML アプリケーション（XHTML, SMIL など）向けへ変換し、汎用 Web ブラウザやメディアプレーヤーで表示することができる。但し、既存の XML アプリケーションだけでは、ノード間の時間同期を実現できない点がある。

3.4 プロトコルスタック

図 5 に、本システムのプロトコルスタックを示す。Bluetooth などネットワークインタフェース経由で、他ノードから逐次に到着する到着したデータは、一定のフォーマット（リクエスト）に揃えられる。このリクエストを解析し、ローカルでの処理や再転送先の決定が行われる。ローカルでの処理が必要なならば、上位のモジュールに処理が渡される。

ノード間でリクエストをやり取りする際に、各ノード（ピア）へ一意に識別するための PeerID を付与する。この ID は、ピアをエンティティとするネットワーク上での識別子となるため、データリンク層や、IP などのネットワーク層とは別のしくみで与える必要がある。また、任意のピアが寄り添って集団をつくるというシナリオから、この ID 付与のしくみは、ボトムアップに行われるべきである。そこで、試しにランダムな ID を生成し、ネットワーク上で衝突が発生しなければそれを採用する方法を用いた。具体的には、次のような手順で決定される。

- (1) 試しに、適当な Peer ID を生成する。
- (2) 他ノードに、一時的な ID の重複を確認するリクエストを発行する
- (3) 他ノードは、重複があれば、その旨返事をする。その結果、他ノードと重複がなければ、先の PeerID を採用する。
- (4) 再度、一時的な Peer ID を生成する
- (5) 再度、重複の確認を行う
- (6) 前項を繰り返し、PeerID を決定する

また、伝播経路やホップ数といった項目ではなく、処理の内容によって再転送ノードを決定することができる。この処理は、ベースネットワークとは独立して行えるので、アプリケーションレベルでのルーティングとみなすことができる。

4 議論

本提案の新規性を、次の 4 つの視点から議論する。

スケーラブルなコンテンツベースのネットワークの動的生成

本システムは、P2P ネットワークのスケーラブルな特長を利用することで、あらかじめノード間の合意なしに、スケーラブルなコンテンツベースのネットワークを動的に生成することができる。

現状の P2P システムの特徴は、Napster や Gnutella 等の出現の経緯から、P2P のスケーラブルな点を、ストレージや演算能力など、リソースの量へそのまま適用することが多い。開発システムでは、スケーラブルな利点を以下のように活用する。

- (1) プロバイダから見ると、無線到達距離内に様々なノードが入れ替わることがあっても、それに対応することができる、
- (2) 利用者側から見ると、利用可能な情報プロバイダが変わっても、定義済みのテンプレートに従って、プロバイダの提供するコンテンツに応じたサービスを受けることができる。

無線環境でのコンテンツ検索サービス

本システムは、各プロバイダの提供するサマリを利用者の問い合わせ定義に従って集約・再構成することでネットワークヘトポロジを与え、無線通信環境にて共有資源の所在を検索するサービスを提供する。

Bluetooth では、SDP(Service Discovery Protocol)と呼ばれる2つのBluetooth 機器間で相互に実行可能なサービスを照会する機構がある。本システムは、コンテンツやサービスアプリケーションといったより高レベルの情報資源の検索機構として設計され、そのプロトコルはベースネットワークである無線通信の仕様とは別に規定される。また、実際のコンテンツ転送へ他のプロトコル／システムを導入することで、インターネット上の様々なサービスと組み合わせでゆく発展も可能である。

仮想なサマリ空間のブラウジング

本システムは、メタデータ記述と P2P 技術を用いて、ベースとなる無線ネットワーク上に仮想なサマリ情報の空間を生成し、エンドユーザ出力としてユーザ定義のビューヘレイアウトルールを適用したものを得る。実際の問い合わせ要求は各ノードへ到達し処理が行われるが、各ノードはスーパーサマリをインタフェースとして操作を行うため、不特定多数のサマリに対して、あたかもひとつのサマリが存在しているかのように見える。

通常、インターネット上のコンテンツの閲覧には、コンテンツを受信するエンドユーザによってサーバアドレスの明示的な入力が必要とする。

しかし本システムでは、エンドユーザはコンテンツのベースネットワーク上におけるアドレスを知らなくても、サマリ空間を問い合わせ定義に従って切り取って自在な表示方式へ変換して閲覧できる。また、プロバイダ側もサマリを出版するだけで、論理的なコンテンツの集合をエンドユーザに伝えることができる。

コンテンツの多目的集約と多重ビュー

プロバイダが出版しているサマリは、RSS をベースにした RDF アプリケーションである。そのため、各プロバイダの提供するサマリを、エンドユーザの問い合わせ定義に従って再構築することができれば、コンテンツをセマンティックなパスに従ってブラウズすることができることとなる。

アドホックグループにおいて、プロバイダとエンドユーザの組み合わせや提供コンテンツの種類は本質的に不確定である。そのため、ある任意の時点でエンドユーザが自律的にビューを定義することを可能にするシステムでは、あらかじめ定義されている大域的で完全なスキーマを準備することができない。

しかし、本システムでは、参加ノードの同等性や非同期性を考慮した P2P ネットワーク上にて、柔らかなフォーマットにて記述された提供コンテンツのメタデータを取得できる。これは、データベースの view の概念から見ると、アドホックネットワークのインスタンスからのスキーマ生成技術であるし、オブジェクト指向の観点からは、URI で指し示されるコンテンツを、ボトムアップに意味づけできることに他ならない。

5 おわりに

本稿では、不特定の複数人がワイアレスデバイスを持ち寄ってマルチメディアコンテンツの共有を行うシナリオにて、ピアツーピア通信プロトコルを基に生成されたアドホックグループ上での多目的コンテンツ集約機構を提案した。各ピアが持つコンテンツのメタ記述としてサマリの概念を導入した。各情報資源がサマリでラップされている状況を想定し、拡張RSS書式によるサマリの記述形式またその出版機構、ピア間の問い合わせ機構などの仕様を与えた。利用者は、アドホックグループ上で所望のコンテンツを問い合わせ、集約することができる。Bluetoothネットワーク上に動的に生成されたグループのプロトタイプシステムを示した。

本プロジェクトは、P2P に関する研究をベース

としており、ここで得た知見はそのまま P2P や分散コンピューティングなどの分野へつなげることができる。例えば、ピア・コンピューティングによる高い自律性をもつエンドノードを、無線 (Bluetooth) デバイスによるアドホックな環境で動作させる応用は新規性が高い。

本システムは、ファイル共有などの特定のソリューションを対象としたものではなく、広範な用途の利用を目的としている。今後の適用可能性としては、次のようなものが考えられる。

- (a) 情報の蓄積と活用：技術的にはファイルサーバ、匿名 FTP サーバなどと呼ばれるものへ提案システムを適用する。もしくは、図書館や博物館、美術館など社会的な情報リポジトリをメタファとしたシステムの創造。
- (b) 双方向型マルチメディア・ブロードキャスト：インターネット放送やテレビと Web の融合において、提案システムのスケラビリティという利点を生かした双方向性の導入、遠隔会議 / e-learning (例えば [13] など) への展開など。
- (c) アドホック Web データベース
Polymorphic View を Web 上で実現するデータベースシステムの開発。

参考文献

- [1] Ikuo Kondo, Shinichi Ueshima, "Peer Alliance: Probing the Internet for World Wide Web -Framework of Resource Sharing via QUILT Queries", IEICE APSITT2001, Tribhuvan University, Nepal. pp. 269-273, Nov. 2001.
- [2] Specification of Bluetooth System: Core specification, <http://www.bluetooth.com/>
- [3] Specification of Bluetooth System: Profile specification, <http://www.bluetooth.com/>
- [4] Project Jxta, <http://www.jxta.org/>
- [5] Groove, <http://www.groove.net/>
- [6] Croquet, <http://www.opencroquet.org/>
- [7] RDF Site Summary (RSS) 1.0, <http://groups.yahoo.com/group/rss-dev/files/specification.html>
- [8] RDF Resource Description Framework, <http://www.w3.org/RDF/>
- [9] T. Berners-Lee et. al., "RFC2396 Uniform Resource Identifiers (URI) Generic Syntax", <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt?number=2396>, Aug. 1998.
- [10] C. Mascolo, et. al, "An XML-based Middleware for Peer-to-Peer Computing", Proc. 1st International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P '01), 2001.
- [11] T. Kanter, "An eXtensible Service Protocol for Adaptive Personal Mobile Communication", Proc. 21st ICDCSW, 2001.
- [12] R. Lienhart, et. al, "Improving Media Services on P2P Networks", IEEE Internet Computing, Vol. 5, No. 1, 2002 January/February 2002.
- [13] IEEE Distance Learning, <http://www.computer.org/distancelearning/>