

# P2P エージェントプラットフォーム PIAX を利用した 研究の枠組み

植田 和憲\* 菅谷 和馬 富田 涼太 柳瀬 仁志

(受領日: 2015 年 5 月 11 日)

高知工科大学情報学群

〒 782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

\* E-mail: ueda.kazunori@kochi-tech.ac.jp

**要約:** これまで著者らは、P2P (Peer-to-peer, ピアツーピア) 型のネットワークモデルに関連した研究を行ってきた。P2P 型のネットワークモデルは、従来より用いられてきたクライアント・サーバ型のモデルとは異なり、サーバ、すなわちサービスの提供者が柔軟に変化する。その特性により、サービスの提供に至るまでに行うべき制御が多く、複雑な処理が求められる。このように、P2P ネットワーク上のコンピュータには備えるべき機能が多く、それらを共用化することによる利点は大きい。そのために用いることができるものとして P2P エージェントプラットフォームである PIAX がある。本報告では、PIAX の利用及びそれに基づく研究成果について紹介する。

## 1. はじめに

従来、インターネットをはじめとするネットワークにおいて提供されるサービスでは、その提供者および受領者が明確に区別され、特にサービス提供者には備えるべき要件があった。しかし、ネットワークおよびネットワークサービスの変容により、それらの区別を明確には行わず場合によって柔軟にそれらを選択できるネットワークモデルも広く用いられるようになった。このような、サービスの提供者と受領者を明確に区別せず、ネットワーク上のノード間に対等の関係を仮定するものを P2P (Peer-to-Peer) ネットワークモデルと呼ぶ。

P2P ネットワークモデルに基づくサービスおよびシステムとして、データファイルの共有を行うことができるもの、音声通話を行うことができるものなどがある。前者の例としてファイル共有アプリケーション Winny、後者の例として Skype が挙げられる。今日では、それらは一般的なものとして広く認知されている。

一部の P2P ネットワークモデルに基づくシステムでは、ネットワークに参加するノード群の管理や、求めるサービスを提供することができるピアや取

得するコンテンツの探索を行う必要がある。これらの処理は自律的に行われるものであるため、中央で集中的に管理を行う機構が存在するモデルと比較して複雑である。そこで、これらの処理を共用化して提供するライブラリが求められる。

そのようなライブラリとして用いることができるものとして P2P エージェントプラットフォーム PIAX がある。本報告では、PIAX および関連する実験環境について簡単に解説するとともに、提案システムあるいはアプリケーションを PIAX の提供機能を利用して検証した本研究グループの事例について紹介する。

## 2. P2P エージェントプラットフォーム PIAX

先にも述べたように、P2P ネットワークモデルに基づくシステムを構築する場合、参加や離脱、あるいは対象となるピアやコンテンツの検索といった処理が必要である。それらの処理を集中的に行う機構がない P2P ネットワークモデルを採用する場合は、各ピアを自律的に動作させる必要がある。さらに、実際にシステムを構築する際には、それらに伴うデータ管理やメッセージングなどの複数の機能を実

装する必要がある。これらの機能を共有化することは、同一の機能を繰り返し実装する必要がなくなるため有益である。

## 2.1 P2P ネットワークモデルの特性

P2P ネットワークとは、サーバやクライアントといったサービスの提供者および受領者を固定せず、各ノードが対等な関係を持つネットワークのことである。すなわち、データの転送やメッセージ交換などを中央のサーバなどを介さずに行う。このような特性から、対等な関係であることを意識して P2P ネットワークを構成するノードのことをピア (peer: 仲間) と呼ぶ<sup>1,2)</sup>。

P2P ネットワークモデルには、ピアや各ピアの保持するデータの所在などを中央の機構で管理するハイブリッド P2P 型と、管理を行わず各ピアが自律的にネットワークの構築やピア・コンテンツの検索を行うピア P2P 型とがある。前者では、参加、離脱、検索といった機能を中央の管理機構が担うため、管理コストは集中するものの確実に高速に行うことができる。後者では、各ピアが自律的に協調してそれらを行うため確実性という点で劣り、かつ検索などに時間を要する。しかし、中央に位置する機構が存在しないため、ピアやコンテンツの数に対するスケーラビリティや耐障害性などの点で優れる。

## 2.2 PIAX の詳細

P2P ネットワークモデルに基づくシステムの基盤として用いることができるものとして P2P エージェントプラットフォーム PIAX<sup>3,4)</sup> がある。PIAX は大阪大学を中心として開発され、フリーのソフトウェアとして配布されている。

PIAX の提供する機能として、マルチオーバーレイネットワーク、Discovery Messaging、P2P エージェント、が挙げられる。オーバーレイネットワークとは、物理ネットワークとは別に構築された論理ネットワークである。オーバーレイネットワークをその特性を考慮して切り替えることにより、ピアなどの検索を効率的に行うことができる。Discovery Messaging とは、通信を行う相手を探索によって発見するための手段である。探索においては、下位の階層であるオーバーレイネットワークの実装を隠ぺいすることができる。すなわち、該当するピアへのアクセスに際してはその方法について意識する必要がない。P2P エージェントは、ピア上で行われる処理の主体であり、自律的な動作および他のエージェントとの協調が可能である。

PIAX の提供する機能は階層構造を取っており、上位および下位の実装を意識する必要がないだけでなく、各機能のモジュール化による拡張性あるいは柔軟性が高いという利点がある。たとえば、構造化オーバーレイと呼ばれる高い検索効率を実現するオーバーレイネットワークについても、複数の実装を採用しそれらを切り替えることが可能である。

## 2.3 PIAX テストベッド

PIAX テストベッドとは、複数拠点間を結ぶ高速ネットワーク上で PIAX に基づいて構築されたシステムのエミュレーションを可能とする実験環境である<sup>5)</sup>。PIAX テストベッドでは、作成したプログラムのアップロード、プログラムの実行、実行結果のログのダウンロードなどの各種操作を Web インターフェースを介して行うため、特別なソフトウェアを必要としない。

PIAX テストベッドは、情報通信研究機構 (NICT: National Institute of Information and Communications Technology) の運用する高速実験ネットワークである JGN-X<sup>6)</sup> 上に構築されている。PIAX テストベッドで利用することができる拠点は、東京 (大手町、小金井)、大阪、京都、札幌の 5 か所である。それらの拠点で運用されている仮想マシン上にピアを生成して動作させることができ、また、拠点の異なるピア同士での通信も可能である。

## 3. PIAX を用いた研究

これまで、本研究グループでは P2P ネットワークモデルを前提とした研究をいくつか行ってきたが、それらの多くは PIAX が提供する機能を活用したものである。具体的なテーマとして、ピア検索に用いるオーバーレイネットワークに関する研究、モバイル環境における同一空間内での配信映像の協調ダウンロードに関する研究、災害時の避難経路提示システムに関する研究、がある。本章では、それらの研究の概要と、どの部分に PIAX が活用されているかについて説明する。なお、本報告では、本研究グループが行っている P2P ネットワークモデルに関連する研究のうち、PIAX を用いずに検証などを行ったものについての紹介は割愛する。

### 3.1 ピア検索に用いるオーバーレイネットワークに関する研究

まず、コンテンツ配布や他のアプリケーションで行われるピア・コンテンツ検索に用いるオーバーレイネットワークに関する研究がある<sup>7,8,9)</sup>。これは、物

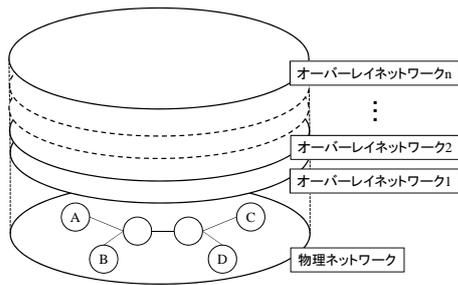


図 1. マルチオーバーレイネットワーク

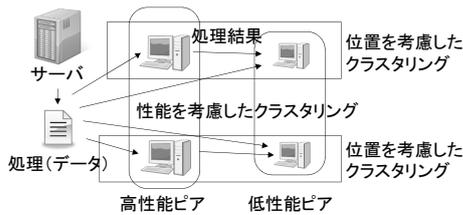


図 2. オーバレイネットワーク上での分散処理

理ネットワークの上位階層に複数のオーバーレイネットワークを構築し、それらを状況に合わせて切り替えて使用するものである。図 1 にその概念を示す。これらの研究では、まず、応答の受信までの時間である RTT (Round Trip Time) や経由するピア数の算出に用いられる TTL (Time To Live) などを指標とするネットワーク距離に対するクラスタリングの結果を反映したオーバーレイネットワークと、各ピアの持つコンテンツの傾向に対するクラスタリングの結果を反映したオーバーレイネットワークとを構築した。その上で、頻繁に取得されるコンテンツに対しては前者を、そうでないものは後者を用いることで、検索メッセージ数の抑制やコンテンツの転送の際のパス長を短くすることが可能であると示した。

また、ピアの性能や状況を考慮してクラスタリングを行い、行いたいジョブを分散して処理させる機構についての研究も行った<sup>10)</sup>。図 2 に概念図を示す。この研究では、処理性能やネットワークのスループットを考慮してジョブを割り当てることにより、すべての処理にかかる時間を短縮できることが示された。

これらの研究においては、オーバーレイネットワークを構築する段階でのピアの探索、メッセージングなどのために PIAX を用いている。また、コンテンツ配布などで使用されるオーバーレイネットワークの構築に際しては、先に述べたネットワーク距離を推定した上でクラスタリングを行うが、実ネットワークでの挙動の検証のために、PIAX テストベッド上で動作するクラスタリング機構についても試作した<sup>11,12)</sup>。

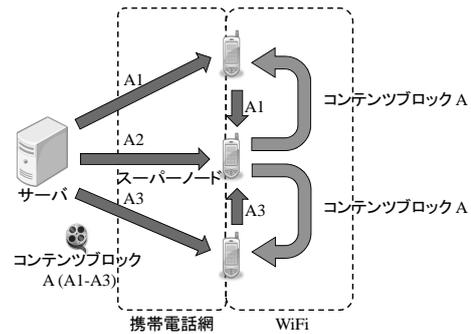


図 3. 同一空間内での協調ダウンロード

### 3.2 モバイル環境における同一空間内での配信映像の協調ダウンロードに関する研究

次に、モバイル環境における同一空間内での配信映像の協調ダウンロードに関する研究がある<sup>13,14)</sup>。これは、同一空間内に携帯電話網を利用する複数のモバイルデバイスが存在する場合の転送速度の低下に対し、協調して動画をダウンロードすることで画質の向上を目指すものである。具体的には、各モバイルデバイスが携帯電話網を介してコンテンツブロックを分割ダウンロードし、同一空間内で WiFi によるネットワークを介してスーパーノードとなるピアがそれらを集めて結合し再配分するものである。図 3 に概念図を示す。検証では、大きな遅延なくコンテンツの利用が可能であるとの試算を得た。

この研究では、モバイルデバイスをピアとしたときのピア管理や P2P ネットワークを形成するために必要なメッセージングのために PIAX を用いた。なお、ピア間通信に関する検証に際してはローカルコンピュータ上の仮想ネットワークを利用したが、PIAX テストベッド上での動作が可能であるように検証プログラムを作成しているため、実ネットワーク上での検証も可能である。

### 3.3 災害時の避難経路提示システムに関する研究

また、災害時の避難経路を避難者のモバイルデバイスへ提示するための研究も行った<sup>15)</sup>。この研究では、建物などに設置されたセンサノード群に対して複数の種類のセンシング情報を想定し、それらのデータから避難経路を導出する。図 4 に概念図を示す。具体的に作成したデモシステムでは、温度センサと煙センサを想定し、それらのセンサデータの値と危険性とのマッピング方法を提案するとともに、それに基づく避難経路の導出を行った。

この研究では、PIAX の提供機能を用いてピアおよびピア上のエージェントにセンシングおよびその

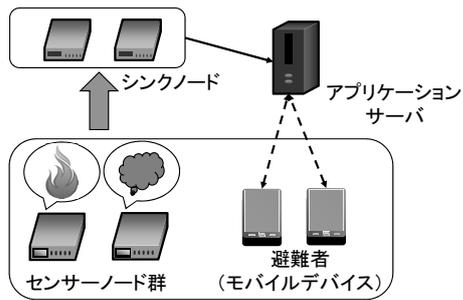


図4. 複数要素を考慮した避難経路提示システム

データの配送機能を持たせた。また、自律的なメッセージの交換についても行わせた。ただし、これらはこの研究の独自性ではなくあくまで提案するシステムあるいはアプリケーションの基盤として用いたものである。

#### 4. おわりに

著者らは、P2P エージェントプラットフォームPIAX を用いてピアの備えるべき機能をライブラリを介して利用することで、P2P ネットワークモデルに基づくシステムなどの構築を行ってきた。また、それらのPIAX をベースに実装されたシステムやPIAX テストベッド上で動作するシステムを用いて、P2P ネットワークモデルに基づくシステムやモバイル環境を想定した各種システムやアプリケーションの提案およびその有効性の検証を行った。本稿では、それらを含む全体的な枠組みについて述べるとともに、研究内容やその結果について報告した。

#### 文献

- 1) 江崎 浩 (監修), “P2P 教科書.” インプレス R&D, 2005.
- 2) 金子 勇, “Winny の技術.” アスキー, 2005.
- 3) “PIAX.” URL = <http://sourceforge.net/projects/piax/>.
- 4) 吉田 幹, 奥田 剛, 寺西 裕一, 春本 要, 下條 真司, “マルチオーバレイと分散エージェントの機構を統合した P2P プラットフォーム PIAX.” 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 1, pp. 402–413, 2008.
- 5) 独立行政法人情報通信研究機構, “PIAX テストベッド.” URL = <http://piax.jgn-x.jp/index.jp.html>.
- 6) 独立行政法人情報通信研究機構, “JGN-X ウェブサイト.” URL = <http://www.jgn.nict.go.jp/>.
- 7) K. Ueda, J. Akase, and T. Okubo, “Analysis of peer cluster layers selection criteria for P2P contents distribution systems.” Proceedings of 15th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), pp. 1–6, 2013.
- 8) K. Ueda and T. Okubo, “Peer-to-Peer contents distribution system using multiple clusters.” Proceedings of 14th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), pp. 1–6, 2012.
- 9) T. Okubo and K. Ueda, “Peer-to-Peer contents delivery system considering network distance.” Proceedings of 13th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), pp. 1–4, 2011.
- 10) S. Yanase and K. Ueda, “Proposal of load balancing system by sharing of processing results in hybrid P2P network.” Proceedings of International Symposium on Interaction Design and Human Factors (IDHF 2014), 2014.
- 11) 山本 真吾, 植田 和憲, “P2P モデルにおけるネットワーク距離を考慮したクラスタリング機構の試作.” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, pp. 47–50, 2014.
- 12) K. Ueda and S. Yamamoto, “Prototype of peer-to-peer clustering system based on network distance.” Proceedings of 16th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), pp. 1–14, 2014.
- 13) K. Sugatani and K. Ueda, “Proposal of video distribution system using P2P in mobile streaming.” Proceedings of International Symposium on Interaction Design and Human Factors (IDHF 2014), 2014.
- 14) 菅谷 和馬, 植田 和憲, “モバイルストリーミングにおける P2P を利用した映像配信システムの提案.” 平成 26 年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p. 176, 2014.
- 15) R. Tomita and K. Ueda, “Proposal of disaster evacuation guidance system conspiring multiple sensing information.” Proceedings of International Symposium on Interaction Design and Human Factors (IDHF 2014), 2014.

# Introduction of Peer-to-Peer Agent Platform PIAX and Research Based on PIAX-based Systems

**Kazunori Ueda\***   **Kazuma Sugatani**  
**Ryota Tomita**   **Satoshi Yanase**

(Received: May 11th, 2015)

School of Information, Kochi University of Technology  
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782–8502, JAPAN

\* E-mail: [ueda.kazunori@kochi-tech.ac.jp](mailto:ueda.kazunori@kochi-tech.ac.jp)

**Abstract:** The authors have researched methods and systems based on the peer-to-peer (P2P) networking model. Different from the conventional server-client model, each peer plays a role as a server in systems based on the P2P networking model. With this characteristic of the P2P networking model, there are many functions that each peer needs to have and it is valuable to provide the functions as common libraries. We can adopt P2P agent platform “PIAX” as the common libraries for the functions. In this report, we introduce PIAX and research results that are based on PIAX-based systems.