

JXTA におけるランデブーピアの動的選択手法

Dynamic selection of rendezvous peers in JXTA

石澤 望夢†
Nozomu Ishizawa

高井 昌彰‡
Yoshiaki Takai

1. はじめに

近年、パーソナルコンピュータの著しい性能向上に伴い、PeerToPeer(P2P)というブローカレスのネットワーク利用形態に注目が集まっている[1]。この P2P ネットワークを利用したアプリケーションにおいて、ピアの発見方法には様々な手法が用いられている。JXTA[2]によって構築される P2P ネットワーク上では、ランデブーピア[3]と呼ばれるピア情報を提供するピアからの情報を取得することによってピアの探索が行なわれる。ランデブーピアは、ピアに関する情報をキャッシュしたり、発見要求を他のランデブーピアに転送したりすることにより、自身が持つピア情報を更新していく。エッジピア[3]はランデブーピアに接続することによって、他のピアに発見要求を送り情報を取得することができる。

現在の JXTA ネットワークではエッジピアはランデブーピアのリストを保持しており、新しいランデブーピアを動的に発見する。これによってなんらかの障害が起こった場合に代替となるランデブーピアに再接続することができる。しかしランデブーピアの動的な選択機能が実装されておらず、数個のランデブーピアに接続が集中している状況が見られ、特定のピアに負荷がかかってしまっている。これは JXTA ネットワークにおけるランデブーピア接続を可視化するアプリケーション JXTANetMap[4]の実行結果 (Fig. 1) にも顕著に現れる。また輻輳やスループットなどのネットワーク状況を考慮しない接続形態となっているために、時々刻々と変化するネットワーク状況を反映した情報取得手法とはいえない。

そこで本稿では、ネットワーク状況を考慮してランデブーピアを動的に選択することによって負荷分散を行い、P2P ネットワークのロバスト性を向上させる手法を提案する。

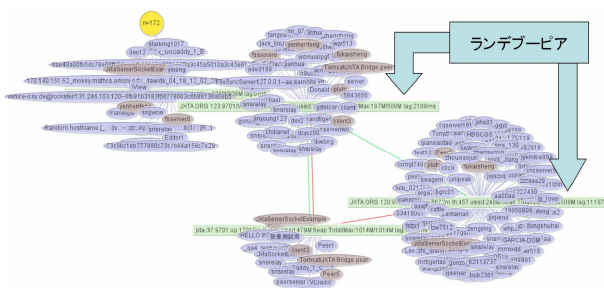


Fig. 1 JXTANetMap 実行結果

†北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

‡北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

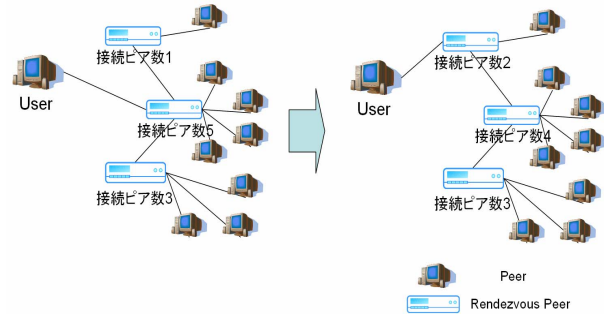


Fig. 2 ランデブーピア動的選択の概念図

2. ランデブーピアの動的選択

本提案手法は、始めに再接続するランデブーピアを選択する際に必要な情報を JXTA ネットワークから取得し、それらをもとにして、接続するランデブーピアを動的に変更していくものである。またこれらの仕組みは、ネットワーク上の全てのピアに組み込まれていることが望ましいと考える。Fig. 2 に概念図を示す。

2.1 情報取得

始めに、JXTA ネットワーク上から必要な情報を取得しなければならぬ。そのためにローカルホスト上にピアを作成する必要がある。これによって JXTA プロトコルによる情報探索サービスを利用することが可能となる。次に作成したピアをランデブーピアに接続する。情報を取得するために接続するランデブーピアは、任意のものでかまわない。取得する情報は、まずランデブーピア情報メッセージからランデブーピア ID を取得しキャッシュする。その ID を用いてそれぞれのランデブーピアに経路情報探索メッセージを送信することで、ピアに到るまでのメッセージ送受信経路情報を取得する[5]。経路情報から、対象ピアの IP アドレスを取得する。

2.2 ランデブーピアの選択

ランデブーピアの選択には三つの評価値を使う。一つ目は、対象ピアとランデブーピアとの RTT(Round Trip Time) である。二つ目は、ランデブーピアに接続しているピア数である。三つ目は、ランデブーピアの MTBF(Mean Time Between Failure) である。この場合の MTBF の算出においてはネットワークに接続している時間を正常に稼働している時間と考え、何らかの理由でネットワークから接続が切れてしまっている時間を故障時間と考える。それぞれのランデブーピアにおいて測定した三つの評価値を用いて適切なランデブーピアの選択を行い、選択されたピアへの再接続を行う。

2.2.1 Round Trip Time の測定

RTT の計測は、あらかじめ取得してあるランデブーピアの IP アドレスから ping 等を用いて行う。RTT を用いることにより輻輳を避けることができ、また通信時間を削減することにもつながると考える。

2.2.2 接続ピア数の測定

それぞれのランデブーピアにおいて接続ピア数を同程度に保つことは、ネットワーク全体のロバスト性を向上させるもの考える。また JXTA における情報照会手法の特徴により、接続ピア数に比例してメッセージの処理量も増加してしまう。したがって、特定のピアに対する集中を防ぐことで、負荷を分散させることができると考える。

2.2.3 MTBF の測定

MTBF は初めてローカルホスト上にピアを生成したときから計測を開始する。そのときの測定結果はキャッシュしておき、次のピア生成時に流用するものとする。ランデブーピアはエッジピアほど過渡的なものではなく、一旦ネットワークに接続されると、そのまま接続し続けているものと期待される。そのため、ランデブーピアとの接続が切れたことによる新たな情報探索コストを考えた場合に、MTBF が大きいほどよいと考える。

2.2.4 ランデブーピアの選択

算出した RTT を T 、接続ピア数を C 、MTBF を M とし、式(1)を用いて発見した全てのランデブーピアに対して指数 P を求める。

$$P_i = \alpha T_i^{-1} + \beta C_i^{-1} + \gamma M_i \quad (1)$$

ここで α 、 β 、 γ は各評価値の重み係数である。このようにして求められた P_i の中で最大の P をもつランデブーピアを新しく接続するピアとする。このとき、 P の分散 $V[P]$ を求め、 $V[P]$ が閾値を越えない場合は負荷が適切に分散されており、ロバストなネットワークが構築されていると考えてランデブーピアを更新しない。以上のランデブーピア選択を適当な時間間隔で繰り返し行うことによって、ネットワークの時間変化にも適応することができる。これら一連の処理をフローチャートとして Fig. 3 に示す。

3. 性能予測と性能評価方法

本手法の有効性を、JXTA におけるピア発見アルゴリズムの点から考察する。JXTA 第二版では分散ハッシュ技術である SRDI (Shared Resource Distributed Index) 方式を採用している [6]。この方式の長所の一つとして、接続しているランデブーピアに対する探索のみで目的のピアを発見することが可能な点が挙げられる。そのためピアの接続先を分散させることによって、ピアの発見が困難になりトラヒック量が増加することがない。しかし、発見要求が接続しているランデブーピアを必ず経由することから接続しているピアが増加すれば、それに比例してメッセージ処理量が多くなり応答遅延を引き起こすと考えられる。この理由から、

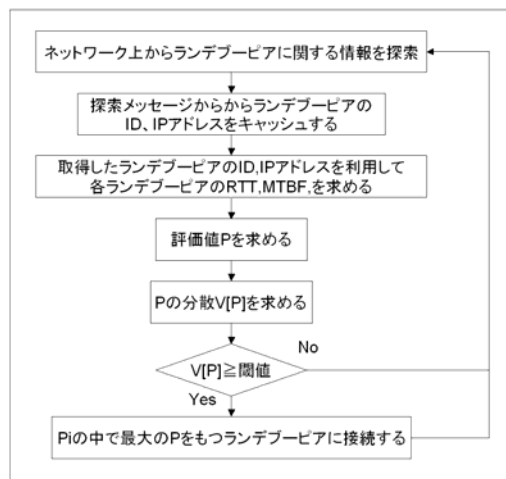


Fig. 3 ランデブーピア動的選択アルゴリズム

本手法における性能評価は各ランデブーピアにおけるメッセージ処理量の分散と応答遅延時間の分散によって評価を行なう予定である。

4. まとめと今後の課題

本稿では、ネットワーク状況を観測してランデブーピアを動的に選択することによって、負荷分散を行う手法を提案した。今後は、提案手法の実装を行い、有効性を検証するとともに、式(1)において最適な重み係数を求めることが課題となる。接続するランデブーピアをどの程度の頻度で更新するか、 $V[P]$ の閾値をどのように設定するかも今後の課題として挙げられる。

また将来的に JXTA のユーザが増加した場合、存在する全てのランデブーピアに対し、本手法によって評価値を求め再接続することは、情報探索コストの面からリアルタイム性を欠くことになるなどの理由から現実的ではない。従って、今後はランデブーピアに対する評価値の算出をエッジピアが行なうのではなく、ランデブーピアごとに算出し、そのアドバタイズされた情報をエッジピアが参照することによって再接続を行なう手法も検討する必要がある。

参考文献

- [1] 星合隆成: P2P 総論 [I] -ブローカレスモデルの挑戦-, 電子情報通信学会誌, Vol. 87, No. 9, pp. 804-811, 2004.
- [2] JXTA. <http://www.jxta.org/>, 2001.
- [3] Brendon J. Wilson, JXTA, New Riders, 倉骨彰訳・佐野元之訳. JXTA のすべて -P2P Java プログラミング. 日経 BP 社, 2002.
- [4] JXTA NetMap. <http://jxtanetmap.jxta.org/>, 2001.
- [5] 石澤望夢, 高井昌彰 “JXTA における P2P ネットワークの可視化”, FIT2005 一般講演論文集 III, pp. 545-546, 2005.
- [6] 星合隆成: ブローカレス型ネットワーク構成技術の性能評価, 電子情報通信学会誌, Vol. 88, No. 11, pp. 1608-1621, 2005.