

ホストの相対的位置情報を利用したコンテンツ配信に関する検討

A Study on Content Distribution Using Relative Position Information of Each Host

清水 直人 *¹ 亀山 渉 *¹ 渡辺 裕 *¹
Naoto SHIMIZU *¹ Wataru KAMEYAMA *¹ Hiroshi WATANABE *¹*¹ 早稲田大学大学院国際情報通信研究科
Graduate School of Global Info. and Tele. Study, WASEDA Univ.

1 はじめに

近年、コンテンツ配信のためのアーキテクチャとして、Contents Delivery/Distributed Network (CDN)[1]、Peer-to-Peer network (P2P) が注目されている。また、CDN と P2P を組み合わせた Hybrid 型 [2] も提案されている。我々は、これらのアーキテクチャにおいて、1) サービス利用者の要求コンテンツを保持しているホスト (CDN では、サロゲートサーバあるいはエッジサーバにあたる) の発見手法 (コンテンツ発見)、2) 要求されたコンテンツを複数のホストが保持していた際の最適ホスト選択手法 (最適ホスト選択) が重要であると考えている。本稿では、これらのサービスがインターネット上で展開されるものと仮定し、各ホストのネットワーク上での位置を考慮した最適ホスト選択手法を提案する。

2 最適ホスト選択手法

要求ホストと end-to-end の遅延が最小のホストを最適ホストと仮定する。end-to-end の遅延を予測するメトリックとして、Round Trip Time (RTT) を用いる。これは、RTT と end-to-end の遅延の相関が強いことに依る [3]。しかし、RTT を測定するためには、各ホスト間でプローブパケットを送信する必要がある。これにより、大量のプローブパケットが発生する。そこで、少量のプローブパケットでホスト間の RTT を予測する手法が必要となる。

2.1 従来手法

RTT の予測手法として、Global Network Positioning (GNP) と呼ばれる手法が提案されている [4]。この手法では、インターネットを幾何学空間と仮定し、各ホストの位置をその空間上の座標としてマッピングする。この座標を用いて、各ホスト間の RTT を予測する。手法の有効性は、シミュレーションにより示されている。しかし、次の 2 点の理由よりこの手法を最適ホスト選択に用いた場合、スケーラビリティに欠ける。それは、1) 幾何学空間上における各ホストの座標を計算するために中央サーバが必要となる点、2) 座標決定のための多大な計算コストが必要となる点である。上記 2 点の問題は正確な RTT 予測の実現に起因する。しかし、最適ホスト選択で重要なのは、正確な RTT 予測のような絶対的な予測ではなく、どのホストが RTT の面で最適であるかといった相対的な予測手法である。

2.2 提案手法

そこで、本稿では GNP の手法を応用した最適ホスト選択手法を提案する。提案手法の手順は以下の通りである。

1. 各ホストは、数台の Landmark と呼ばれる特定のホストに対して、プローブパケットを送信する。
2. 各ホストは、位置ベクトルと呼ぶ各 Landmark に対しての RTT を得る。
3. 各ホストは、自分の管理するコンテンツ情報の中に 2. で得た位置ベクトルを付加する。
4. 目的のコンテンツを複数のホストが保持していることが分かった場合、要求ホストは自分の位置ベクトルとコンテンツを保持しているホストの位置ベクトルを比較し、最適ホストを決定する。
4. での位置ベクトル比較においては式 (1) より導出される α が 0 に最も近いホストを最適ホストとする。A, B は、それぞれ比較する各ホストの位置ベクトルである。

$$\alpha = \arccos\left(\frac{AB}{|A||B|}\right) \quad (1)$$

3 提案手法評価

3.1 評価手法

評価は以下の 2 点について、1) ランダムにホストを最適ホストとして選択した場合、2) 提案手法を用いて選択した場合について、NS[5] を用いてシミュレーションを行った。

評価 1 あるホストが決められたコンテンツ群を全てダウンロードするのに要する時間。

評価 2 ネットワーク上に流れる全トラフィック量。

評価 1 は利用者側、評価 2 はサービスプロバイダ側の観点からの評価である。

各パラメータは次の通りである。ホスト数が 1000、Landmark 数が 10、Landmark の配置はランダム、コンテンツ数が 100、コンテンツのサイズは全て 10Mbyte、それぞれのコンテンツを保持しているホスト数は 5 とした。トポロジの作成には Waxman 法 [6] を用い、各ホスト間の帯域は 1-10Mbps の一様分布で割り当てた。トポロジジェネレータとして BRITTE[7] を用いた。

3.2 評価結果

評価結果を次に示す。

表 1 評価 1 [sec] 表 2 評価 2 [Mbyte]

| ランダム | 提案手法 | ランダム | 提案手法 |
|------|------|------|------|
| 5471 | 5151 | 4565 | 4451 |

結果より、提案手法の有効性があまり高いとは言えないことが分かる。その理由として、1) Waxman 法により生成されるフラットなランダムトポロジと提案手法の相性が悪い可能性がある、2) 各ホスト間のリンクの帯域、遅延割り当てが十分に検討されていない、3) Landmark 数が十分ではないことなどが挙げられる。

4 まとめ

本稿では、RTT を利用したホストの相対的位置情報を用いた最適ホスト選択手法を提案し、シミュレーションを行った。提案手法は、各ホスト間の RTT 予測を行うことで実現される。これにより各ホスト間でプローブパケットを送信し、実際に RTT を測定する手法に比べて、スケーラビリティの面で優れている。今後の課題として、シミュレーションパラメータの検討、特にシミュレーションにおけるトポロジの見直し、提案手法の有効性の再検討を行う。

参考文献

- [1] I.Lazar and W. Terrill, "Exploring Content Delivery Networking," IT Professional vol.3 No.4, pp.47-49, 2002.
- [2] D. Xu, H. Chai, C. Rosenberg, and S. Kulkarni, "Analysis of a Hybrid Architecture for Cost-Effective Streaming Media Distribution," to appear in Proc. of SPIE/ACM Conference on Multimedia Computing and Networking (MMCN 2003), Jan. 2003.
- [3] B. Huffaker, M. Fomenkov, D. J. Plummer, D. Moore and k. claffy, "Distance Metrics in the Internet," IEEE International Telecommunication Symposium (ITS2002), Sep. 2002.
- [4] T. S. E. Ng and H. Zhang, "Predicting Internet Network Distance with Coordinates-Based Approaches," Proceedings of IEEE INFOCOM'02, Jun. 2002.
- [5] "The Network Simulator - ns-2," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [6] B. Waxman, "Routing of Multipoint Connections," IEEE J. Select. Areas Commun., Dec. 1988.
- [7] "BRITTE," <http://www.cs.bu.edu/brite/>