

## 1 はじめに

近年インターネットでは、電子商取引や音楽配信といったサービスが行われるようになってきた。一方、利用者の数も増加している。人気のあるサービスでは、利用者からの要求が集中することで、サービスを提供するサーバやネットワークの処理が追いつかず、サービスの提供が一時的に不可能になる事態も発生している。

この問題を解決する方法として、複数の計算機をネットワーク上で広域に分散配置したサーバを構築する方法がある。この方法によって、利用者からの要求を分散させることができる。この場合、どのようにして利用者にサーバを選択させるかの判断基準(サーバ選択)が問題となる。サーバ選択の判断基準を「選択ポリシー」と呼ぶことにする。本論文では、サービス提供者側でサーバ選択を行う場合について考え、その選択ポリシーについて検討する。

## 2 経路情報を用いたサーバ選択ポリシー

選択ポリシーに使う情報の例として、サーバと利用者間の往復時間や、経由するネットワークの数が挙げられる。しかし、これらの情報を集める場合、計測に伴ってサービスと無関係な通信量を増やしてしまうことになるので、サーバ選択を行う機構のボトルネックになりかねない。

そこで、本研究では経路情報を使った選択ポリシーを検討する。経路情報は、動的な経路制御に用いられ、経路を評価するための情報が含まれている。その情報を流用して評価することで、利用者からの要求の度に計測する必要がなくなる。

本論文ではBGP(Border Gateway Protocol)でやりとりされる経路情報を用いた選択ポリシーについて検討する。BGPは、自律システム(Autonomous System:以降ASと略す)間の経路制御に用いるプロトコルで、現在はBGP4[1]が広く使われている。ASとは、その内部で独立したポリシーを持って経路制御を行っているネットワークのことである。一般に各ISP(Internet Service Provider)が独立したASを構成する 경우가多いが、複数のISPがまとまって一つのASを構成することや、一つのISPが複数のASを構成することもある。

本論文では、BGPでやりとりされる経路情報の中でAS pathという属性情報を使ってサーバ選択を行うことについて検討する。AS pathとは、宛先に到達するまでに通過するAS番号のリストである。AS番号はIANA(Internet Assigned Number Authority)で管理され、AS毎に固有である。

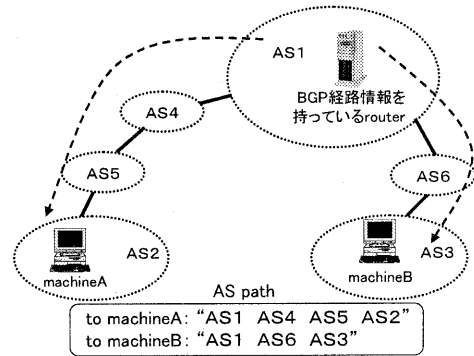


図1 AS path の例

例えば、AS1に、AS1から全世界に至るBGPの経路情報を持っているルータがあるとすると、この時、AS1からAS2のmachineAに至るAS pathは図1中に示すようなリストとして表す。このAS pathから、AS1は、machineA(AS2)に至る経路としてAS4, AS5を通る、という経路情報を持っていることが判る。AS pathで表示される目的ASまでの経路は、BGPに基づいて処理された最適な経路を示す。

AS pathを使って実現できる選択ポリシーとして2つ提案する。

1. クライアントとサーバのネットワーク的距離が最も近いサーバを選択
2. クライアントの場所を調べて、サーバを選択

1. の場合、AS pathの長さ(AS path長)で判断する。つまり、AS path長が短いほど、経由するASが少ない。各サーバが属するAS毎に経路情報を集め、AS path長が最も短い経路情報を持ったサーバをネットワーク的に最も近いものと判断する。但し、この選択ポリシーの場合、全てのサーバが属するASから外に至る経路情報をそれぞれ得ないと実現できない。

2. は、AS pathの末端のAS番号を参照することで実現できる。図1からも判る通り、宛先の属するAS番号がAS pathの末尾に入る。つまり、宛先にクライアントを指定して、それに対応するサーバの選択結果を予め指定すれば良い。例えば、同じAS内にサーバが存在した場合にそのサーバを選択する場合は、各サーバが属するAS番号をあらかじめ調べておき、AS pathより判ったクライアントのAS番号と比較して一致したときにその対応するサーバを選択するようにすればよい。この選択ポリシーは、BGPの全世界の経路情報をどこか1箇所から入手できれば実現できる。

本研究ではこのうち、2. についての実装と実験を行った。

## 3 実装

実装には、我々が開発しているサーバ選択機構TENBIN[2]を用いた。TENBINはDNSベースのサーバ選択を実現し、様々な選択ポリシーをモジュールとして柔軟に組み込むことができる。また、この機構では、リ

### Implementation and Evaluation of Server Selection using Routing Information.

Yuichi Koba, Toshihiko Shimokawa, and Kazuo Ushijima.

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University.

クエスト毎に選択ポリシーを変えることも可能である。経路情報を使ったサーバ選択ポリシーを、TENBIN の選択モジュールの 1 つとして実装する。

また、経路情報の収集にあたっては、外部プログラムとして RADIX [3] を用いた。RADIX は経路サーバの機能を持ち、外部プログラムとの通信インターフェイスも備えている。RADIX が経路情報を収集する相手は、RADIX に限らず、例えば gated のような他の経路制御ソフトウェアや、CISCO のような専用ルータ機でも良い。

今回実装した選択ポリシーは、次の手順で動作を行う。

1. 要求元の AS 番号と、それに対応するサーバの IP アドレスとの対応表をあらかじめ保持しておく。
2. DNS に対する名前解決要求をクライアントから受ける。
3. RADIX と通信し、クライアントの IP アドレスを引数に AS path を検索。
4. AS path よりクライアントの AS 番号を特定、対応表に該当する AS 番号が載っていれば、それに対応するサーバの IP アドレスを選択結果として返す。該当 AS 番号がない場合はラウンドロビン選択で処理する。

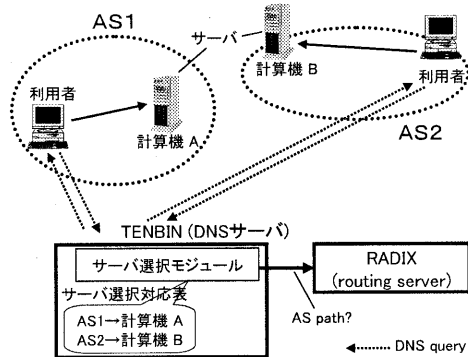


図 2 実装モデル

#### 4 実験と評価

LIVE!ECLIPSE 実行委員会 [4] が主催した、2001 年 1 月 10 日の早朝 3 時 30 分から 6 時 30 にかけて行われた月食中継の DNS サーバに TENBIN を用いて、サーバ選択を提供する実験を行った。

名前解決を行うサーバ名は全部で 4 つ用意した (サーバ A,B,C,D と表記する)。これらの各サーバの実体は広域に分散した計算機であり、それぞれ異なる IP アドレスを持つ。

AS 情報に基づく選択の適用範囲は以下のようにした。

- サーバ A, B, C は、サーバと同一 AS のクライアントに対して、該当サーバの IP アドレスを返答する。それ以外には、ラウンドロビンで返答。
- サーバ D は、サーバと同一 AS または隣接 AS のクライアントに対して、該当サーバの IP アドレスを返答する。それ以外にはラウンドロビンで返答。

提案した選択ポリシーで、AS 情報に基づく選択が、全体の処理数に対し、どの程度適用されているか調べた。

表 1 実験結果

サーバ名	総処理数	AS 情報に基づく選択	総処理数に占める割合 [%]
サーバ A	3618	179	4.95
サーバ B	5393	93	1.72
サーバ C	7298	88	1.21
サーバ D	8246	1651	20.02

表 1 の解析期間は 2001 年 1 月 10 日の早朝 3 時 30 分から同 6 時 45 分である。TENBIN が処理した総数は 24555 だった。

サーバ A, B, C の結果より、多いところで約 5% が同じ AS 内のサーバを選択結果として返せていた。

一方、サーバ D の結果では、AS 情報に基づく選択処理数が総処理数の約 20% に達した。

クライアントと同じ AS 内のサーバを選択する方法は、利用者の多い AS では効果が期待できる。しかし、利用者が少ない AS ではこの選択はあまり機能しない。しかし、隣接する AS 情報を使うことによって、更に多くのクライアントを意図的に近傍のサーバへ誘導できることがわかった。そのため、隣接する AS の情報もサーバが持っていることで、提案した選択ポリシーの適用範囲を広げることができ、サーバ管理者の意図した選択をより実現できると推測する。

#### 5 おわりに

我々は様々なサービス選択ポリシーを柔軟に利用することができるサーバ選択機構の研究を行っている。本研究ではサーバ側でのサーバ選択に主眼を置き、経路情報を用いたサーバ選択の実装と評価を行った。その結果、AS 情報を使ってサーバ管理者の意図した選択ができることが確認できた。

今後は、今回得た実験データのより詳細な解析を進め、今回提案したポリシーの検証を行う予定である。

#### 謝辞

本研究を行う機会を与えてくださったインテック・システム研究所の中川郁夫さん、並びに LIVE! ECLIPSE 実行委員会の皆さんに感謝致します。

#### 参考文献

- [1] Y. Rekhter, "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)," RFC1771, March 1995.
- [2] Toshihiko Shimokawa, Norihiko Yoshida, and Kazuo Ushijima, "Flexible server selection using DNS," International Workshop on Internet 2000, pp.A76-A81, April 2000.
- [3] RADIX - a new route server implementation, <http://www.noc.intec.co.jp/%7Eeikuo/radix/>
- [4] LIVE! ECLIPSE 実行委員会, <http://www.live-eclipse.org/>