

DNS ラウンドロビンの動的レコード更新によるサーバ負荷分散法

Server load balancing by dynamic updating of DNS-round-robin records

岸本 和之 後藤 滋樹

早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 情報理工学専攻

これまでにサーバの負荷分散を実現するための幾つもの技術が提案されている。既存技術の中でも導入が容易な DNS ラウンドロビンでは、サービスの種類によってサーバごとの接続数に偏りが出やすいという問題がある。本論文では、DNS ラウンドロビンを利用して、低コストで精度の高い負荷分散を実現するための手法を提案する。さらに、評価のために、提案手法を実際のサービスに適用した例を報告する。

1 既存の負荷分散手法

1.1 DNS ラウンドロビン

DNS ラウンドロビンは、DNS の仕組みを利用してクライアントからのリクエストを複数台のバックエンドサーバに負荷分散する手法である。これは、一つのホスト名 (FQDN) に対してバックエンドサーバ群の IP アドレスを登録することによって実現される。ネームサーバはクライアントが DNS の問い合わせを行うたびに、あらかじめ登録された IP アドレスを順番に回答していく。この手法は、ネームサーバの設定変更のみで容易に負荷分散を実現できるというメリットがある。その一方、バックエンドサーバ間にクライアント接続数の偏りが生じやすいことや、バックエンドサーバに障害が発生した場合でもそのサーバの IP アドレスをクライアントに回答してしまうということがデメリットとして挙げられる。

1.2 ロードバランサ

ロードバランサはクライアントからの要求をフロントエンドで受け取り、バックエンドのサーバへと振り分けを行う装置である。精度の高い負荷分散を実現できることや、障害が発生したバックエンドサーバを負荷分散対象から動的に外すことができることがメリットとして挙げられる。しかし、導入に際してのコストが高いという問題がある。

2 本論文の提案

2.1 提案の概要

提案手法では、既存手法の DNS ラウンドロビンに対して、バックエンドサーバ群の監視機能と、DNS レコードの動的更新機能を追加する。さらに、ラウンドロビンさせる DNS レコードのキャッシュ時間を 1 秒と短く設定する。これにより、各バックエンドサーバのクライアント接続数を SNMP を使ってリアルタイムに取得し、その情報を元にラウンドロビンする DNS レコードを動的に更新することが可能となる。例えば、取得した接続数に差が出た場合には、接続数が多いバックエンドサーバ

の IP アドレスをラウンドロビンの対象から外す処理を行う。また、障害が起きたバックエンドサーバの IP アドレスをラウンドロビンから外すことによって、クライアントに対してバックエンドサーバの障害を隠蔽できる。

2.2 実証実験

既存手法の DNS ラウンドロビンを利用して負荷分散を行った例として、早稲田祭ストリーミング配信プロジェクトがある。システム構成図を図 1 に示す。このシステムは、ビデオカメラで撮影した映像をデジタル変換し、各配信サーバへと送出する。クライアントは、名前解決によって取得した IP アドレスの配信サーバへと接続する。ここで受け取る IP アドレスは DNS ラウンドロビンにより割り当てられるものである。本研究では、このプロジェクトのアクセスログを解析するとともに、同じログデータに対して、負荷分散に提案手法のシステムを適用した場合のシミュレーションを行った。さらに、提案手法の有効性を示すために、ストリーミングとは異なるファイル転送型のビデオ配信サービスを想定したシミュレーションを行った。

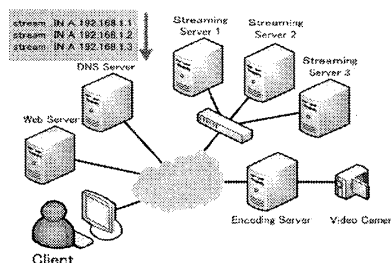


図 1: 早稲田祭ストリーミング配信システム構成図

2.3 実験の結果

早稲田祭ストリーミング配信の接続数の分布を図 2 に示す。ストリーミング配信の実測結果を図 3、シミュレーション結果を図 4 に、ビデオ配信のシミュレーション結果を図 5、図 6 に示す。

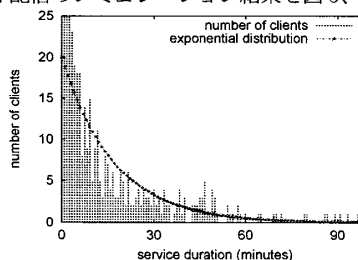


図 2: ストリーミング配信におけるクライアント接続数の分布

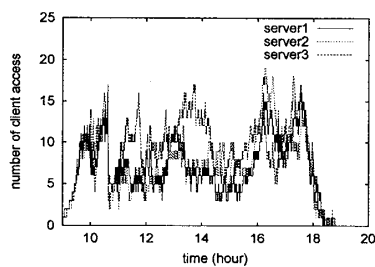


図 3: ストリーミング配信の接続数推移 (既存手法)

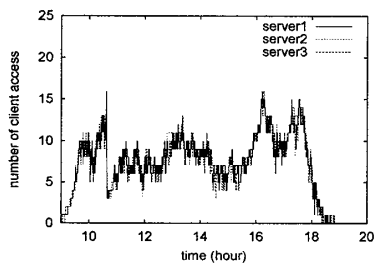


図 4: ストリーミング配信の接続数推移 (提案手法)

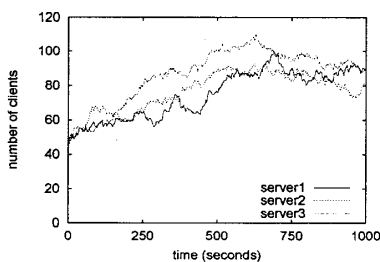


図 5: ビデオ配信の接続数推移 (既存手法)

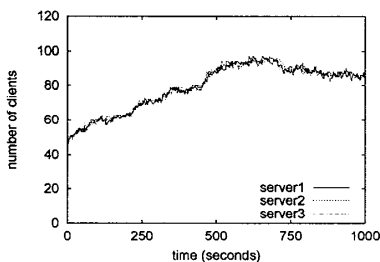


図 6: ビデオ配信の接続数推移 (提案手法)

2.4 考察

ストリーミング配信におけるクライアントごとの接続時間の分布を見ると、ほぼ指数分布に従うことが読み取れる。このように、一般的なサービスでは指数分布に従ってクライアントがサービスを受けるため、一部のクライアントは他のクライアントと比べてサービスの接続時間が長くなる。このようなクライアントの分布が偏りを発生させる原因となる。ストリーミング配信サービスの実験結果のグラフ図 3 では、既存手法の DNS ラウンドロビンにおいて、サービス全体を通してクライアントの接続数に偏りが発生していることが確認できる。これは、クライアントによってサービス接続時間に違いがあるため、時間の

経過とともに接続数の偏りが蓄積していくためである。それに対して、図 4 の提案手法のシミュレーションでは、接続数に大きな偏りは見られない。これは、バックエンドサーバの接続数を定期的に監視し、接続数の多いバックエンドサーバの IP アドレスを DNS レコードから一時的に外すことによって、偏りを補正することができるためである。また、ビデオ配信サービスのシミュレーションでは、平均接続時間が 5 分間の指数分布という条件でシミュレーションを行った。ビデオ配信サービスについても提案手法のシステムが高い精度の負荷分散を実現できていることが確認できる。以上より、提案手法は様々なサービスの負荷分散に適用できることが示された。

3 まとめ

本研究では、まず、実際のストリーミング配信サービスのアクセスログを解析することにより、既存手法である DNS ラウンドロビンはストリーミング配信のように、クライアントの平均サービス接続時間が長いサービスにおいては、クライアント振り分けの精度が低くなる場合があることを示した。次に、この問題の解決策として、DNS レコードのキャッシュ時間を短く設定し、バックエンドサーバの接続数情報を DNS レコードにリアルタイムに反映させる方法を提案した。実験の結果、提案手法は既存手法と比較して、高い負荷分散の性能を発揮することが分かった。また、提案手法をストリーミング配信サービス以外に適用した場合を想定したシミュレーションを行った。その結果、サービス持続時間が長いビデオ配信サービスでは、既存手法に比べて提案手法の方が高い負荷分散の性能となった。以上より、提案手法のシステムは、サービスに依存せずに低コストで精度の高い負荷分散を実現できることを示した。

4 今後の課題

本研究では、シミュレーションにより提案手法のシステムの評価を行った。実際のネットワーク環境においては、今回のシミュレーションでは考慮しなかった要素が負荷分散性能に影響を及ぼす可能性がある。例えば、コンテンツネームサーバにおいて設定されたリソースレコードのキャッシュ時間を無視するキャッシュネームサーバがわずかながら存在することが知られている。名前解決にこれらのネームサーバを利用するクライアントは最新の DNS 情報を受け取ることができないために、負荷分散性能が低下するおそれがある。このような問題を検証するために、実環境で大規模な実験を行うことが望ましい。

謝辞

本研究は情報通信研究機構の委託研究新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発の一環として行われた。

参考文献

- [1] P.Vixie, S.Thomson, Y.Rekhter, J.Bound, Dynamic Updates in the DNS, RFC 2136
- [2] T.Brisco, DNS Support for Load Balancing, RFC 1794