

投機的キャッシュ法における複数サーバ連携方式の検討*

5 F-6

藤浦 豊徳†

内藤 昭三‡

NTT ソフトウェア研究所

1. はじめに近年、インターネットにおけるトラフィックの増大がいわれている。光通信技術の発達、ルータ処理能力の向上が盛んに行われている。そのため、インターネットのバックボーンにおいて、従来の1.5Mbpsから、45Mbps,155Mbpsへと二桁の速度の向上がみられる。また、今後、WDM等の新技術の普及により、さらなる速度の向上が想定される。

一方、ユーザとインターネットプロバイダの間の回線速度はアナログ回線からデジタル回線への変化があったものの、従来の28Kbpsから、64Kbpsへと、2倍程度の変化しか見られない。また、現在NTTでは、128Kbpsを越える速度のサービスは、原則光ファイバを用いて行っているが、光ファイバを各戸に引き込むためには工事が必要であり、時間がかかることになる。

そのため、これまでインターネットにおいて問題となっていたバックボーンのトラフィックボトルネックは解消され、今後はサーバとバックボーンとの間のネットワークのボトルネックが問題になりつつある。

そこで、現在提案されている解決方法として、サーバをプロバイダに設置し、サーバとバックボーンの間がボトルネックにならないようにする方法が検討されている。しかし、従来に比べて、プロバイダにサーバを設置した場合は、サーバに置いてある情報をメンテナンスするのに手間が掛かる。そこで、ここでは、キャッシュサーバだけをプロバイダに設置をし、サーバは情報提供者の手元に置くことにより、この問題を解決することを考える。

また、同様の考え方から、手元の計算機のミラーをプロバイダに設置する方式も検討されている。この場合、手元の計算機にあるデータ全てをプロバイダ設置のサーバにコピーしておくことになる。この場合、データ全てをプロバイダ設置のサーバに転送する。具体的に、大手プロバイダでは自社敷地内に客のサーバを設置し、客のサーバの高速化を支援する、サーバコロケーションサービスを始める所もある。しかし、サーバコロケーションでは、提供する情報をプロバイダに置かないといけなため、メンテナンス上問題がある。そこで、データは自分の手元に置き、プロバイダにはそのミラーを置く方法が考えられる。しかし、ミラーの場合、データ全てを保持しないと行けない上、使うかどうか分からないデータまでもミラーするために、加入者線を真っ黒にしてしまう可能性がある。そこで、プロバイダには、ミラーではなく、キャッシュを置く方法を検討する。その場合に、キャッシュのデータ消去方式として、従来より提案している投機的キャッシュを

用い、これをどのように複数サーバに適応するかを検討する。

また、従来のWWWキャッシュサーバにおいて、分散キャッシュは検討されている。squidは、ツリー構造を取り、ツリーの頂上をバックボーンに、末端をクライアントのそばに配置する事により、効率的に動作するように設計されている。しかし、キャッシュサーバはWWWサーバに比べて処理量が多く、キャッシュサーバを導入することにより、スループットが減少してしまうことが考えられる。そこで、キャッシュサーバを複数設置し、それらを連携させることが必要である。また、キャッシュサーバの高速化のために、キャッシュ手法についても高速なものを用いる必要がある。

今回は、プロキシサーバが複数、連携して存在する場合、それぞれがどのような振舞をするのが良いか検討するものである。

2. 提案方式

2.1. サーバキャッシュ法の提案

トラフィックが集中する場所において、トラフィック量を減少させるための方法として、ここでは、ユーザとサーバの間にトラフィックを束ねるものを設置し、ユーザのトラフィックが直接ボトルネック(図1)となっているネットワークを通過しないようにすることを考える。このときトラフィックを束ねるものとしてここではサーバ代理サーバを用いることを考える。

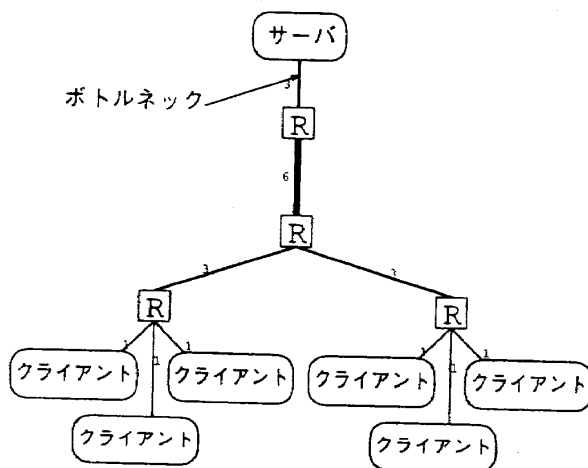


図1:ボトルネック

サーバ代理サーバはサーバに対する要求を、サーバに代わって処理する装置である。クライアントからの要求は、蓄積されたデータをもと全てサーバ代理サーバに行われる。サーバ代理サーバは、従来のミラーサーバと異なり、要求のうち、頻度の少ないものは、サーバのデータを蓄積するかわりに、

*On the cooperation of multiple servers using speculative cache method

†Toyonori FUJIURA, NTT Software Laboratories.

‡Shozo NAITO, NTT Software Laboratories.

サーバ代理サーバがクライアントに替わってサーバをアクセスする。つまり、クライアントからのアクセス要求のうちの一部だけをサーバに要求するため、トラフィック量を削減することができる。また、データアクセス時の応答時間も短くなる。

2.3. 投機的キャッシュ法従来の研究においては、WWWのデータのキャッシュを行う場合、一時記憶内のデータの削除方式としてLRU方式(図2左)が用いられてきた。今回は、LRU法のようなオンラインアルゴリズムではなく、過去のデータのアクセス履歴をもとにした、投機的キャッシュ法を提案する(図2右)。投機的キャッシュ法は、従来のアルゴリズムのように、キャッシュの対象が時間とともに変化していく方式とは異なり、一定の単位時間毎(例えば一日)にキャッシュの対象を変化させていく。このようにすることによって、同じデータが何度もサーバから取り出されることを防ぐことができる。LRU法の場合、キャッシュの内容がいっぱいになった場合、直近のアクセスが最も古いものを削除することにより、キャッシュの効率を向上しようとしている。

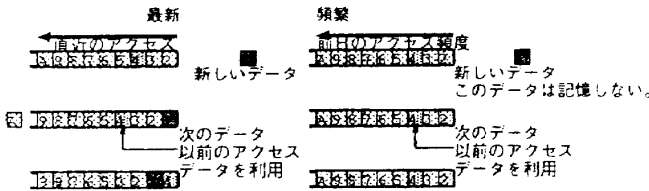


図2:LRU(左)と投機的キャッシュ法(右)

投機的キャッシュ方式の場合は、キャッシュの内容がいっぱいにならないように、あらかじめ、キャッシュすべきデータを一単位時間前のアクセス履歴をもとにして決定しておく。例えば、昨日のデータのうち、頻繁にアクセスのあったものについては本日のキャッシュの対象と決め、一日そのデータを保持しておくことにする。

今回は、この方式をキャッシュに採用した。

3. 性能評価複数プロキシサーバが存在した場合、それぞれが独立にキャッシュすべきものを決める場合と、連携した場合での結果の違いについて検討する。

3.1. 評価環境アルゴリズムの評価を行うために、NTT Home Page (www.ntt.co.jp) のアクセス履歴を用いた。サーバにあるファイルの総量は、928MBytesである。キャッシュ置換アルゴリズムとしては投機的キャッシュ法を用いた。

3.2. キャッシュ置換アルゴリズム

NTT ホームページには3つのWWWサーバが存在し、DNSラウンドロビンでそれぞれのサーバにアクセスが行われるようになっている。これらのWWWサーバのアクセスログを用い、あたかも、それらが全て投機的キャッシュ法を用いたキャッシュサーバであるかのように仮定し、ログファイルを利用する。

ここでは、サーバが動いている日の前日から七日前までの履歴が利用可能であるとした。その時に、自分自身の過去の履歴を用いた場合と、他のサーバの履歴を用いた場合でトラフィック削減の効果を比較し、評価する。

3.3. 前提サーバを動かしている日を98年4月10日から4月21日、アクセス頻度を学習する日をその一日から七日前とした。同一日に三つのサーバが動いているが、その中から、

キャッシュ効率の最も良い(トラフィック削減率の最も高い)アクセス頻度情報を用い、キャッシュを構成した。一日は0:00-24:00の24時間とした。また、キャッシュは空から開始した。キャッシュ容量は1MBytesであり、トラフィック総量は一日一サーバあたり平均392.19MBytes、標準偏差132.75MBytesであった。このときの学習日毎のトラフィック削減率を計算する。その上で、前日から一週間前までのキャッシュ構成を用いた場合のトラフィック削減効率の高い順に1から7までの順位をつける。

4. 結果

実行日	キャッシュ構成日(n日前)							ミスヒットレート	
	1	2	3	4	5	6	7	最小	最大
4/10	6	1	2	7	5	3	4	0.11	0.17
4/11	3	6	1	2	7	5	4	0.16	0.21
4/12	3	4	6	1	2	7	5	0.15	0.23
4/13	5	3	4	6	1	2	7	0.14	0.17
4/14	5	6	3	4	7	1	2	0.15	0.18
4/15	3	5	6	1	4	7	2	0.14	0.16
4/16	2	3	5	6	1	4	7	0.18	0.21
4/17	3	2	4	5	7	1	6	0.19	0.21
4/18	6	3	2	4	5	7	1	0.17	0.18
4/19	1	6	3	2	4	5	7	0.28	0.28
4/20	1	2	7	4	3	5	6	0.19	0.21
4/21	2	1	3	7	5	4	6	0.13	0.15

表1:サーバ動作日とキャッシュ構成日がミスヒットレートへ及ぼす影響

表1は、縦軸にサーバを動作させた日、横軸にキャッシュ構成日何日前のものであるかを示している。例えば、縦軸10、横軸3は、4月7日の履歴をもとにして、キャッシュを構成したとき、4月10日のアクセスに対するキャッシュ効率が、4月3日から9日までの履歴をもとにし、キャッシュを構成するとする。全7種類のうちで、何番目に優れた結果であるか(この場合は2番目)を示している。

この表から、前日の順位が高いもの程、翌日の順位が高くなること分かる。具体的には、表より、4月10日から14日においては、4月8日のキャッシュ構成を用いるのが最適であることが分かる。15日においても11日のキャッシュ構成の次に最適である。このことから、前日の順位が高い日のキャッシュ構成を用いて、翌日もキャッシュを行うことによって、効率的なキャッシュが行われる可能性が高いことが分かる。

5. むすび本稿では、複数のキャッシュサーバが投機的キャッシュ法で動作している場合の、連携方式について検討した。その結果、前日、優れたキャッシュ効率を示したキャッシュ構成を翌日も利用することによって、優れたキャッシュ効率を得ることができた。

今後の課題としては、キャッシュ効率の異なる複数のキャッシュ構成がある場合、それらには、どのような違いがあるか検討し、最適なキャッシュ構成の作成方法について検討を行っていくことがあげられる。

参考文献

[1] 藤浦豊徳, 内藤昭三. "アクセス履歴を用いたWWWサーバキャッシュ法の提案と評価". 信学会総合大会, March 1997.
 [2] 藤浦豊徳, 内藤昭三. "トラフィック適応型ネットワーク資源最適配置法の提案". 情処学会全国大会, Sep. 1997.