

ミラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバについての一考察

舟阪淳一¹ 尾藤正人² 石田賢治¹ 天野橘太郎¹

概要

インターネット上のファイル公開サーバの利用にあたっては、負荷の集中を緩和するためにミラーサーバが設置されることが多い。しかし従来の方式では、(1) 最新のファイルを取得すること、(2) 対象のファイルを最も近いサーバから取得すること、を同時に達成することができなかった。そこで本稿では、ミラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバを提案し、その効果をインターネット上の複数のサーバを用いて実験的に評価した。結果として、提案システムは実用上問題ない転送性能を持ち、可用性を向上させトラフィックを軽減する効果があることがわかった。

On An FTP Proxy Server with Mirror Selecting Features

Junichi Funasaka¹ Masato Bito² Kenji Ishida¹ Kitsutarō Amano¹

Abstract

A lot of mirror servers are operated and managed to reduce loads on popular file servers. Most of existing methods can not satisfy the following two conditions simultaneously: (1) getting the latest version of file and (2) retrieving the file from the nearest mirror server. We propose an FTP proxy server with mirror selecting features and evaluate it in detail. From our evaluations, it is confirmed that the proposed system has high forwarding performance, raises the availability of FTP service, and reduces the amount of traffic.

1 はじめに

ファイルを一般に配布する技術として、FTP (File Transfer Protocol) [1] が広く利用されている。また、トラフィックの集中を避けるため、マスターサーバと同一ツリーを提供するミラーサーバも広く利用されている。

このような複数のミラーサーバを選択する技術が既にいくつか提案されている。しかし、既存の技術では最新のファイルを提供するネット

ワーク的に近いミラーサーバを選択することが難しい。結果としてミラーサーバが十分利用されず、マスターサーバの負荷が増加してしまう現象が発生している。

そこで本稿では、ミラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバを提案する。提案システムを使用することで従来のクライアントを利用しつつ、最新ファイルを近傍のミラーサーバから取得することができるようになる。

以下、2章では研究背景について述べ、関連研究とその問題点を指摘する。3章では、ミラーサーバの更新状況についての調査結果を示す。4章では、従来方式の問題点を解決するために、ミ

¹ 広島市立大学情報科学部
Hiroshima City University

² 株式会社ホライズン・デジタル・エンタープライズ
Horizon Digital Enterprise, Inc.

ラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバを提案する。5章では、提案システムの評価結果を示す。その結果、提案システムの有用性を示すことができた。最後に、まとめと今後の課題を6章に示す。

2 背景

本章では、ユーザがミラーサーバを利用する際に生じる問題点と、その解決のための従来研究について述べる。

ミラーサーバの運用はそれぞれの管理者が独自に行うものであり、サーバにより提供される内容はまちまちである。また定期的に同期処理を行っているが、マスターサーバとの情報交換が密に行えないサーバでは、内容が古くなってしまっている可能性がある。ユーザに自動的にサービスの存在を知らせる手段が存在しないため、ユーザは自分で最新のファイルを取得するためのミラーサーバを探索する必要がある。

探索の際もできるだけ近くのサーバから短時間で取得を行いたいというユーザの要求がある。ある組織からある時間に、最も短時間でファイルを取得できるサーバを選択するのは難しい。またこの調査を多くのクライアントが独自に行えば、情報を共有できないのでトラフィックの無駄づかいである。

一方、マスターサーバにアクセスすれば、複雑な選択作業なしに確実に最新ファイルを入手することができる。そのためミラーサーバが利用されず、マスターサーバに負荷が集中する現象が発生している。

まず、前提として選択対象の全てのミラーサーバが同じディレクトリ構造を持つような管理ポリシーを考える。例えば RingServer Project¹ のような運用形態で、ミラーサーバ群を管理する共通の組織またはポリシーが存在する。この場合、ミラーサーバの保持している内容の相違は想定していないので、DNS を用いて複数のホストから最適なホストを選択する方法や IPv6 Anycast による方法が可能である。例として、Tenbin [2] [3], DNS Balance [4], DNS Trick [5] [6]

¹ <http://www.ring.gr.jp/>

が挙げられる。しかし実際にはミラーの更新には遅延が発生しており、ソフトウェアの発展に伴う配布ファイルの増加は、サーバ間の同期をますます悪化させていくと予想される。

次に、前提として選択対象のミラーサーバがそれぞれ独自のディレクトリ構造を持つことを考える。一般のサーバは自律的に管理されているため、管理ポリシーの異なるさまざまなサーバにまで選択対象を広げることができる。ただし DNS や IPv6 Anycast による方法は使えず、各ミラーサーバの内容の相違を確認して選択する方法が必要となる。サーバからファイルを選択する方法として、クライアントによる実装 [7] があるが同一 LAN 内のクライアントが共通の情報を別々に調査するのは無駄が多い。中間サーバにおける選択方式として、FTP Mirror Tracker [8] [9] が提案されている。FTP Mirror Tracker は FTP サーバのディレクトリツリーを解析し、完全に同一なファイルリストを持つ複数のディレクトリを返答することができる。しかし FTP Mirror Tracker はディレクトリごとの同一性しか判断できないため、ファイル単位で相違が生じているディレクトリはその一部すら利用できず非効率である。この問題の重要性については、次章ミラーサーバ更新状況の調査によって明らかにする。

3 ミラーサーバの更新状況

本研究では実際にインターネット上のミラーサーバの内容を比較し、一致の度合を調査した。

Linux ディストリビューションの1つである Vine Linux² のディレクトリツリーに対して、11台のミラーサーバ³ の更新状況を調査した。これらのミラーサーバは、Vine Linux の Web ページに掲載されているミラーサーバと RingServer Project のサーバの中から無作為に選択したものである。

² <http://vinelinux.org/>

³ ftp.jaist.ac.jp, ftp.nuie.nagoya-u.ac.jp,
ftp.ryukyu.ad.jp, ftp.ics.es.osaka-u.ac.jp,
ftp.kddlabs.co.jp, ftp.osn.u-ryukyu.ac.jp,
ftp.rpmlinux.com, ftp.riken.go.jp, SunSITE.sut.ac.jp,
ring.asahi-net.or.jp, ring.iwate-pu.ac.jp

表 1: 11 台のミラーサーバの更新状況 (2002/6/3 現在)

ディレクトリ	同一	差異あり	ミラーなし
TestPkg	4	3	4
Vine-1.0	2	2	7
Vine-1.1	2	2	7
Vine-2.0	2	3	6
Vine-2.1	2	9	0
Vine-2.1.5	3	7	1
Vine-2.5	7	1	3
VinePlus	4	6	1
VineSeed	2	8	1
apt	5	2	4

ftp コマンドとして “ls -lR” を入力して, Vine Linux のディレクトリツリーの情報を収集し, 比較を行なった. Vine Linux では, マスターサーバが非公開であるので, 同期が早く, 最も多くのファイルを保存している北陸先端科学技術大学院大学 (ftp.jaist.ac.jp) と比較した.

表 1 に 11 台のミラーサーバに対しての調査結果を示す. 表 1 中の各列で同一, 差異あり, ミラーなしは, それぞれディレクトリが完全に同一な状態, ディレクトリに差異が生じている状態, ミラーが行われていない状態のサーバ数を表す. 各行は Vine Linux のディレクトリツリーに存在するディレクトリを表している.

これらの差異が認められるディレクトリのうち, 多くは 95%以上のファイルが一致していた. しかし, FTP Mirror Tracker のようにディレクトリの単位でサーバ選択を行なった場合, 違うものと判断されてしまう. ファイル単位の細かい粒度で選択すれば, より多くのサーバを選択対象とすることができる.

4 ミラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバの提案

これまでに述べてきたように, 最新のファイルをネットワーク的に近いサーバから取得するという目的を達成しようとしても, 従来の実装には様々な問題があった. そこで本稿ではこれらの問題を解決するために, ミラーサーバの選択機能を持った代理 FTP サーバを提案する. 以

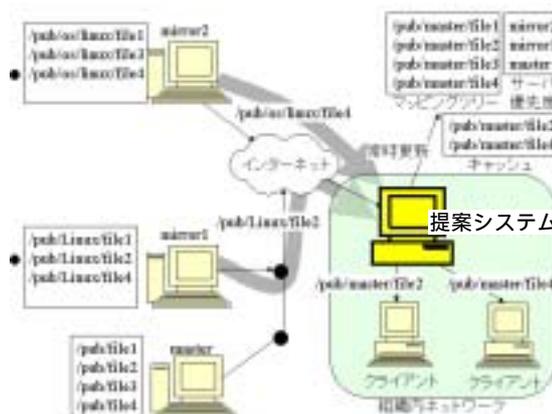


図 1: 提案システムの動作の仕組み

下では, その特徴について述べる.

まず前提として, ミラーサーバ間の内容の差異はクライアント側で吸収することとした. クライアント側からはユーザが実際に体感する往復時間の測定が容易である. そこで LAN の出入口に多数のクライアントに代わってミラーサーバの選択を行うシステムを導入することにした.

また, サーバのディレクトリ構造の違いを吸収することとした. 仮想的なディレクトリツリーを作成して, あるディレクトリへのアクセスはミラーサーバの対応するディレクトリへのアクセスに置換することとした. アクセスのためのプロトコルは FTP とし, 従来のクライアントでアクセスできるようにしている. ユーザからは仮想的なディレクトリツリーが実際に存在するようにみえるため, ユーザはミラーサーバと同様に利用できる. 一度取得したファイルはキャッシュとし, 複数回のアクセスに対してトラフィックの発生を抑える.

ファイルの選択単位は, 前述の理由からファイル単位とした. またマスターサーバのディレクトリツリーを監視し, 更新状況を把握する. 定期的にパケット往復時間 (RTT) を計測し, ネットワーク的距離の目安とする.

図 1 に提案システムの動作の仕組みを示す. 図 1 中の master, mirror1, mirror2 はそれぞれ FTP

サーバで、master がマスターサーバ、mirror1、mirror2 がミラーサーバである。それぞれのサーバの左枠には、サーバが所持しているファイルを示している。サーバ優先度は、高い方から順に mirror2, mirror1, master となっている。優先度は、例えばネットワーク往復時間 (RTT) の短い順に高くしておく。提案システムはマスターサーバのツリー構造をあらかじめマッピングしておく。サーバ優先度とマッピングツリーは、定期的なモニタリングにより、最新の情報に更新しておく。

例えば図 1 においてクライアントが提案システムに接続して、/pub/master/file2 を取得しようとしたとする。提案システムはミラーサーバの更新状況とサーバ優先度により、mirror1 から/pub/Linux/file2 を取得する。取得したファイルはキャッシュされ、クライアントに返される。

5 評価及び考察

提案したミラー選択機能付き代理 FTP サーバを実装し、そのプロトタイプ(「みかん」⁴と命名)について評価を行った。まず「みかん」を経由することによって生じると予想される転送処理性能について実測し、従来通りの FTP の利用に影響がないことを確かめる。次に、実際に「みかん」を運用したときにユーザが認識できるメリットについて調べる。最後に、ミラーサーバを運用し全てのファイルを取得する際に生じるトラフィックと「みかん」を運用する際に必要なトラフィックを比較する。

5.1 転送処理性能の評価

まず、「みかん」を経由した場合の転送処理性能の評価を行った。10 個のファイル(合計約 15MB)を、直接 FTP サーバから取得した場合と、「みかん」経由で取得した場合の時間を測定し、その差を転送処理に必要な時間と考える。測定の対象としたサーバは、ftp.jaist.ac.jp(以下 JAIST) と ring.atr.co.jp(以下 ATR) である。

⁴ <http://www.nets.ce.hiroshima-cu.ac.jp/~masato/mikan/>

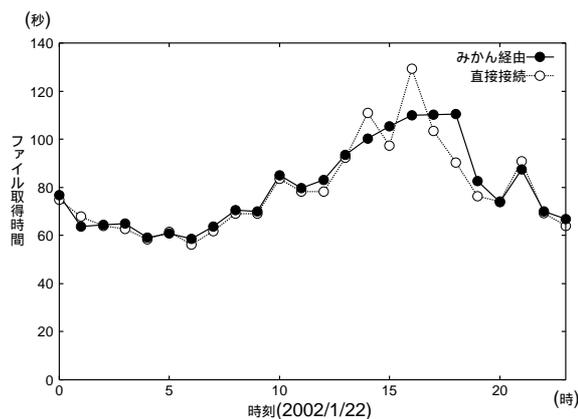


図 2: ATR からのファイル取得時間

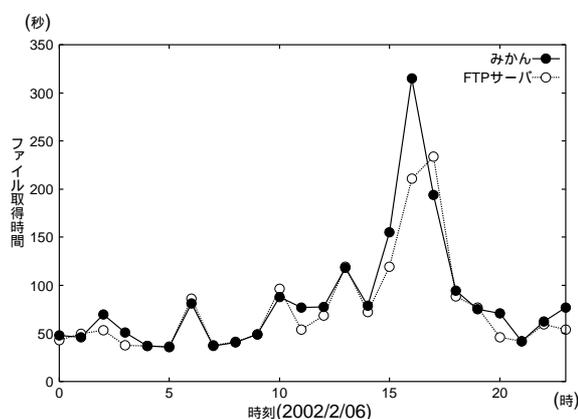


図 3: JAIST からのファイル取得時間

ftp コマンドに自動的に一定の処理を行うスクリプトを作成し、そのスクリプトの実行に要する時間を測定した。測定は 1 時間毎に 24 時間行い、各測定においては 10 回繰り返した。

ATR, JAIST での結果をそれぞれ図 2, 図 3 に示す。それぞれ全ての時刻で取得に成功した一日を選んで示している。ここで、縦軸はファイル取得時間、横軸は 1 日での時間帯、各点は 10 回の平均値である。平均取得時間差(転送処理時間)、直接 FTP サーバから取得した場合の平均と標準偏差をまとめたものを、表 2 に示す。

ファイルの取得時間の平均、標準偏差とオー

表 2: 平均オーバーヘッドと平均取得時間と標準偏差

	ATR	JAIST
平均取得時間差 (秒)	4.93	8.64
取得時間 (秒)	78.9	75.5
標準偏差 (秒)	34.1	50.4

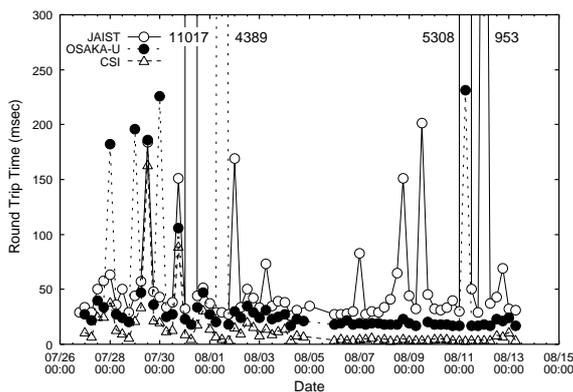


図 4: ネットワーク状況の調査結果

オーバーヘッドの平均と比較すると、オーバーヘッドは実用上ほぼ支障がないといえる [10] [11].

5.2 可用性の評価

「みかん」を運用した場合の効果について調べる。まず広島市立大学内で「みかん」を動作させ、3つのミラーサーバ (ring.csi.ad.jp(以下 CSI), ftp.ics.es.osaka-u.ac.jp(以下 OSAKA-U), ftp.jaist.ac.jp(以下 JAIST)) を選択するようにした。

各ミラーサーバへの RTT を ping により計測した結果が図 4 である。この図をみると同一 AS 内の CSI への RTT が常に最短であり、このミラーサーバが常に選択されることがわかる。

動作させた「みかん」に対し、6時間おきに10個のファイル(約7MByte)の取得に要する時間を計測した。結果を図5に示す。また同時に直接 JAIST から取得した場合の所要時間も

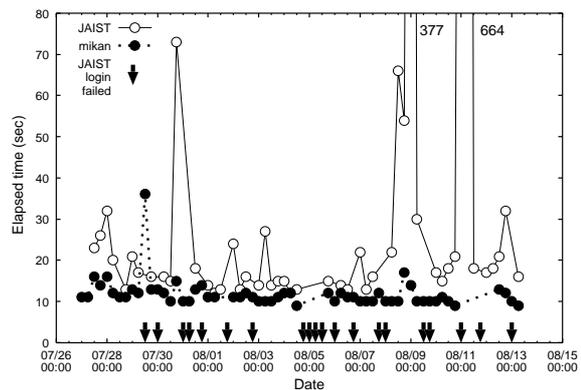


図 5: FTP サーバから直接取得した場合と「みかん」を経由した場合のファイル取得時間

示した。この図をみると、「みかん」を経由して CSI から取得する時間が常に JAIST から取得するより短いことがわかり、ミラーサーバ選択の有効性が確認できる。この場合、提案システムを利用することは、常に CSI に接続することとほとんど相違ないが、存在しないファイルを他のサーバへ探しに行く機能がある分、有利である。

また図 5 中の矢印は、JAIST における最大利用クライアント数の制限によりログインできなかった時刻を示す。「みかん」への接続では常にファイルが取得できたことを考慮すると、このシステムの利用により可用性が大きく向上できたといえる。

5.3 ミラーサーバとの比較

ミラーサーバはミラーの更新を行う際に、トラフィックを生じさせる。1日にどの程度のトラフィックが発生するのかを測定し、提案システムと比較する。

実験では ftp.jaist.ac.jp における Vine Linux のディレクトリ (VineSeed; 開発版) のファイルリストを、1日おきに取得した。それらの差から容量を計算し、1日に更新されるファイルの総容量とした。結果を図 6 に示す。

図 6 をみると、毎日更新が行われていること

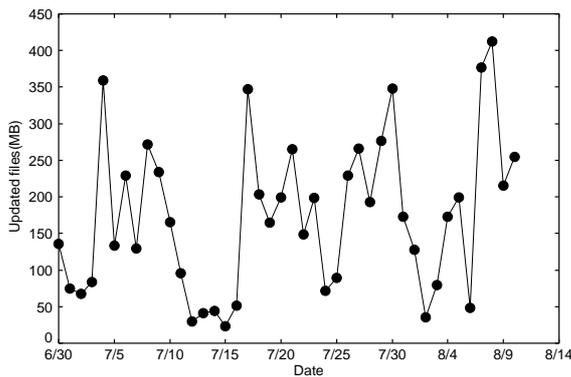


図 6: FTP サーバの更新状況

が分かる。Vine Linux は開発が活発に行われているディストリビューションの 1 つであり、ほぼ毎日開発が行われているためである。

1 日平均の更新量は、約 172MB であった。ミラーサーバを設置した場合は、毎日この程度のトラフィックが発生することになる。これに対し、ファイルリストの転送量は約 5.4MB であった。提案システムはファイルの更新を行わずファイルリストの取得のみを行うので、ミラーサーバと比較してネットワークトラフィックを大幅に減らすことができることが分かる。

6 おわりに

本稿では、最新のファイルをできるだけ近いミラーサーバから取得するために、ミラーサーバ選択機能付き代理 FTP サーバを提案した。本システムを用いることにより、従来のクライアントに手を加えずに、最新ファイルをできるだけ近いサーバから取得可能になることを示した。また、提案システムを「みかん」として実装し、実ネットワークで評価を行った。提案システムを経由することによるオーバーヘッドは実用上問題なく、可用性が向上し、実際にミラーサーバを設置するよりもトラフィックを大幅に減らせることを示した。

今後の課題として、ファイル取得要求を提案システム向けの誘導方法の考案がある。またミラーサーバの同期状況をモニタリングする頻

度については、サーバの更新頻度とユーザのアクセス頻度を考慮に入れて決める必要がある。

謝辞 本研究の一部は広島市立大学特定研究費 (0092, 2106) の助成により行われた。

参考文献

- [1] J. Postel and J. Reynolds, File transfer protocol (FTP), RFC 959, October 1985.
- [2] 下川俊彦, 吉田紀彦, 牛島和夫, ネームサーバを用いた柔軟な負荷分散, インターネットコンファレンス '99, pp.107-116, December 1999.
- [3] T. Shimokawa, N. Yoshida, and K. Ushijima, DNS-based Mechanism for Policy-added Server Selection, SSGRR2000, 2000.
- [4] 横田 裕思, DNS Balance, http://openlab.ring.gr.jp/dns_balance/dns_balance.html.
- [5] 横田 裕思, DNS Trick, http://openlab.ring.gr.jp/dns_balance/dns_trick.html.
- [6] 横田 裕思, 木村 成伴, 海老原 義彦, DNS フィルタ方式によるミラーサーバ選択法の提案と実装, インターネットコンファレンス 2001 論文集, pp.121-130, 2001.
- [7] C. Yoshikawa, B. Chun, P. Eastham, A. Vahdat, T. Anderson, and D. Culler, Using Smart Clients to Build Scalable Services, USENIX Annual Technical Conference, 1997.
- [8] M. Hamilton and A. Novikov, FTP Mirror Tracker: First Steps towards URN, Proc. 5th International Web Caching and Content Delivery Workshop, September 2000.
- [9] A. Novikov and M. Hamilton, FTP Mirror Tracker: A Few Steps towards URN, USENIX LISA 2000, 2000.
- [10] 舟阪淳一, 尾藤正人, 石田賢治, 天野橋太郎, 最新ファイルの提供を保証する FTP 代理サーバの開発, 2002 年電子情報通信学会総合大会, SB-4-5(pp.768-769), 2002.
- [11] Junichi Funasaka, Masato Bito, Kenji Ishida, and Kitsutaro Amano, PFTPD: An FTP Proxy System to Assure the Freshness of Files, Proc. 22nd ICDCS Workshops (1st International Workshop on Assurance in Distributed Systems and Networks), pp.57-62, 2002.