

みかん - サーバ自動選択型 FTP サーバ の開発

仮想 FTP サーバとして動作するサーバ自動選択システムの開発

尾藤 正人 (masato@honest.godhand.com)

1 背景および目的

インターネットの爆発的な普及により、各家庭でインターネットが利用される時代になった。このような時代において最も多く利用されているインターネット上のサービスは、WWW(World Wide Web)である。WWW で用いられる HTTP(Hyper Text Transfer Protocol) は、HTML(Hyper Text Markup Language) で記述されたテキストと、それに伴うファイル群を転送するためのプロトコルであり、単純にファイルを転送する目的には向かない。FTP(File Transfer Protocol) は、ファイルの転送を主目的とするプロトコルであり、効率よくかつサーバに負担をかけずにファイルの転送を行うことができる。そのため、視覚的な情報の提供には WWW を用い、ファイルの配布には FTP を用いるのが一般的である。事実、数多くのオープンソースソフトウェアは情報の提供に WWW を用い、ソフトウェアの配布には FTP を用いている。

ここで FTP サーバが配布元 1 つだけ (マスターサーバ) である場合、すべてのユーザのアクセスがマスターサーバに集中してしまう。そこで通常はミラーサーバと呼ばれるマスターサーバと同一ツリーを提供するサーバを別に用意し、ユーザにミラーサーバの利用を促進している。ミラーサーバは通常ネットワーク的に離れた場所に数カ所設置される。このミラーサーバの利用により、マスターサーバへの負荷を軽減することができ、ユーザは自身のネットワークから近いサーバを選択することでより高速にデータを入手することが可能になる。

しかし、現実的にミラーサーバが好んで使用されることは少なく、マスターサーバに負荷が集中している。以下にその原因を述べる。

- ミラーサーバへの情報伝達の遅延

ミラーサーバは定期的にマスターサーバのツリーをチェックし、ディレクトリツリーの同期をとる。またすべてミラーサーバがマスターサーバをチェックするわけではなく、別のミラーサーバと同期をとるものも存在する。このように親子関係の存在するミラーサーバの中で、ユーザから見てそのミラーサーバが何代目のミラーかを判断する方法はない。また、そのミラーサーバが定期的に同期をとっているか確かめる手段もない。ミラーサーバの情報が最新かどうかを確かめる手段が FTP に存在しないのである。

- ネットワーク的な距離の判断基準が不明瞭

ネットワーク的な距離と地理的な距離は全く異なる。また、現在のように誰でも簡単にドメインが取得できる状態では、ドメイン名から判断することも不可能である。ping 等を使って目安とすることもできるが、手動で体系的に行うのは手間がかかる。たとえユーザがミラーサーバのリストを取得したとしても、どこのミラーサーバに近いのかを判断する方法がない。

- ミラーサーバの存在

ミラーサーバがどこに存在するかは、配布されている Web ページに記述されていることがほとんどである。しかしその情報の管理は人手を介して行われているため、人為的なミスによる情報の欠落が多い。ミラーサーバが存在していてもその存在が一般に広く知れ渡らないケースも多い。

上記の理由によりユーザはミラーサーバの利用を拒否し、マスターサーバを利用するようになり、マスターサーバに負荷が集中する現象が発生している。

提案者は以前 VineSeed という Vine Linux を開発するプロジェクトに携わったことがある。VineSeed は開発版でありその更新は著しく激しい。その時ミラーサーバのデータの遅延に頭を悩まされた。結局一番更新の早いミラーサーバを利用していたのだが、そのミラーサーバは負荷が高く効率良くデータを取得することができなかった。そのような経験を踏まえ、本ソフトウェアではデータの遅延を気にすることなく、最新のデータをなるべく近いミラーサーバから取得することを目的とする。

2 関連研究の問題点

ミラーサーバを用いて分散化されたサーバにアクセスする場合、サーバを選択する必要がある。この選択の実現方法は、既にいくつか提案されてきている。これらの関連研究は前提の違いにより大きく二つに分けることができる。

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 Project^{*1} のような運用形態である。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が可能である。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。この場合、必要な配布ファイルのみをミラーすることができ、同期のずれもあまり大きくならないことが期待される。また管理ポリシーの異なるサーバを含んでよいので、より多くのミラーサーバを選択の対象とすることができる。ただし DNS による方法は使えず、各ミラーサーバの内容を確認して選択する方法が必要となる。これは、同期のずれが発生していた場合にも有効である。

このような同一性の保証されないミラーサーバからファイルを選択する方法としては、まずクライアントにおける実装がある。各ユーザが各マスターサーバに対して、ミラーサーバ存在と更新状況を調査しておかなければならない。この情報を一元管理することができないため、各ユーザ毎に調査のためのトラフィックが発生してしまう。

また中間サーバにおいてファイルを選択する方法としては、FTP Mirror Tracker [1] [2] が挙げられる。FTP Mirror Tracker は FTP サーバのディレクトリツリーを解析し、各ディレクトリの内容を反映した一意の識別子 (MD5) を生成する。この識別子をもとに MySQL を用いてデータベースを構築する。ユーザから URL が入力されると、データベースを参照し、それと同じ中身を持つ複数の URL を返す。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丸ごと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。また、この複数の URL をクライアント側で選択を行う必要があり、従来からの問題が残っている。

3 みかん - サーバ自動選択型 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に対して、従来の実装には様々な問題があった。そこで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 サーバである「みかん」を提案する。以下では、「みかん」について詳しく述べ、その有用性を示す。

3.1 「みかん」の提案

以下に示す機能を持つ「みかん」を提案する。

- 中間サーバにおける実装
中間サーバを選んだ理由としては、DNS に

^{*1} <http://www.ring.gr.jp/>

おける実装のように管理ポリシーの一致したサーバだけでは選択肢に限界があることと、クライアントにおける実装と違い更新状況を一括管理できることを重視したからである。

- ファイル単位の細かい粒度によるサーバ選択
ファイル単位の細かい粒度でサーバ選択を行なうので、ディレクトリに僅かな差異が生じても的確にサーバ選択を行なうことができ、最新ファイルを取得することができる。
- 従来のクライアントでアクセス可能
クライアントとのやりとりを行なうためのプロトコルには、FTP を使用する。これにより、従来の FTP クライアントを使用することができ、ユーザが新たなソフトウェアを導入する必要がなくなる。
- 更新状況の収集機能
ディレクトリツリーを解析することにより、更新状況の把握を行なう。この情報をもとにサーバ選択が行なわれる。ディレクトリツリーの解析は定期的に行ったり動的に行うことができ、柔軟に対応することができる。
- マッピングツリー
「みかん」はクライアントとのやりとりを全て FTP で行なうので、自分自身が FTP サーバのように振るまわなければならない。そのために仮想的なディレクトリツリー (マッピングツリー) を生成する。マッピングツリーは収集した更新状況を基に生成される。マッピングツリー上のファイルへのアクセスは、「みかん」がミラーサーバへのアクセスに変換する。
- データベース構築機能
更新状況やネットワーク状況等の収集したデータを、次に使用するためにデータベース化しなければならない。
- FTP クライアント機能
「みかん」は、ユーザからの取得要求を受け取るとサーバ選択を行ない、代わりにファイルを取得する。
- キャッシング機能
ユーザの代わりに取得してきたファイルを保

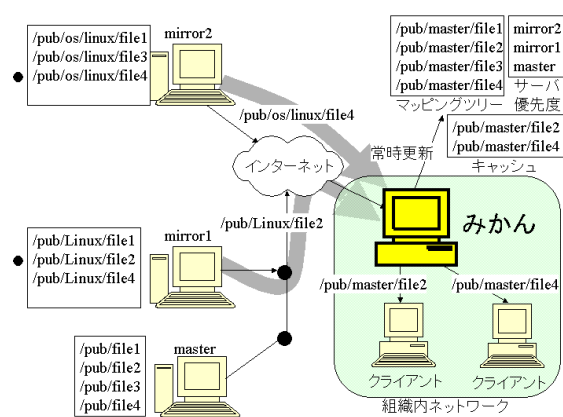


図 1: 「みかん」の動作の仕組

存しておくと、次回以降高速にファイルを転送することができる。また、インターネット上のトラフィックの減少にもなる。

- 並列ダウンロード
複数のミラーサーバからファイルを分割してダウンロードを行う。「みかん」はミラーサーバのディレクトリ構成が異なるミラーサーバからも並列ダウンロードが可能である。
- 更新情報の共有化
「みかん」同士が通信を行うことで更新情報の共有化を行う。これによりマスターサーバへの負荷を軽減することができ、ネットワークトラフィックも軽減することができる。
- ミラーサーバ情報の共有化
「みかん」同士が通信を行うことでミラーサーバの情報の共有化を行う。ミラーサーバの増加が発生しても設定ファイルを書き換えることなく、ミラーサーバの情報を変更することができる。

3.2 「みかん」の仕組

図 1 に「みかん」の動作の仕組を示す。ここで、「みかん」はある組織ネットワークの出入口に置き、マスターサーバに集中するアクセスをミラーサーバに振り分けるために用いる。

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。「みかん」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「みかん」に接続して、/pub/master/file2 を取得しようとしたとする。「みかん」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。

「みかん」とクライアント間のやり取りは、拡張のない FTP であるので、クライアントは従来の FTP クライアントでよい。また、クライアントには「みかん」がマッピングしているツリー構造しか見えないので、「みかん」からファイルを取得したようにしか見えない。よってクライアントはネットワーク状況を把握する必要が無く、「みかん」を最寄りのミラーサーバとみなして利用することができる。

4 「みかん」による社会的効果

提案するシステムは、従来のインターネットにおけるサービスで問題であった以下の点の解決を目指すものである。

1. ミラーサービスの展開はされているが、複数のミラーサービスの効率的利用を支援する仕組みが存在しないこと
2. ミラーサービスの内容はそれぞれ独自であり、ミラーサービスの間の関係機能が存在しないこと

本システムの導入により、ユーザは各組織内 LAN に存在するミラーサーバを利用しながら、意識しないうちに遠方のいくつかのミラーサービスを選択し

て用いることができるようになる。このため、本システムを採用した組織からマスターサーバへのアクセスの集中が緩和され、ネットワーク全体としての負荷分散が期待される。これは、従来のサービスには存在しなかった、複数のミラーサービスの同時利用法を提案するものである。また、こうした中間システム同士が関係することで、より綿密なサーバ選択が行えるようになると期待される。

将来展開されると考えられるユビキタスコンピューティングでは、さまざまな環境からさまざまな端末がネットワークサービスを受けることになる。この際、各端末がさまざまなサービスを検索し、最適なものを選択するのは複雑な作業である。このようにさまざまなサービスの中から、違いを吸収して一つのサービスとしてみせる技術は、将来のインターネットサービスの発展に貢献すると考えている。

社会的には、サービスの違いを吸収する中間システム技術を発展させる効果があると主張したい。

参考文献

- [1] M. Hamilton and A. Novikov, FTP Mirror Tracker: First Steps towards URN, Proc. 5th International Web Caching and Content Delivery Workshop, September 2000.
- [2] A. Novikov and M. Hamilton, FTP Mirror Tracker: A Few Steps towards URN, USENIX LISA 2000, 2000.
- [3] 尾藤正人, みかん, <http://www.nets.ce.hiroshima-cu.ac.jp/~masato/mikan/>
- [4] 舟阪淳一, 尾藤正人, 石田賢治, 天野橘太郎, 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.
- [5] 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.