

## サーバ間 P2P 通信を用いた web コンテンツ分散機構の実現

陳 超† 植 崎 修 二†

長崎大学 工学部 情報システム工学科

### 1. はじめに

現在インターネット上でもっとも広く使われているプロトコルは http すなわち web である。しかし http ではコンテンツの特定に用いる URL が位置情報を含むため、コンテンツを提供する web サーバの負荷分散が困難である。本論文では web システムに P2P を導入することによりこの問題を解決する方法を提案する。

### 2. web サーバの負荷分散における課題

http で用いられる URL(または URI) は、サイト名を直接指定する場所透過性を持たない資源の命名法である。従って、非常によく参照されるサイトは負荷が増加したからといって基本的には負荷の分散を行うことができない。実際には、URL の枠組の中で負荷分散を実現するには DNS ラウンドロビン<sup>1)</sup> のような、サイト名とその実体とを 1 対多の関係にすることによって、負荷の分散を計ることが多く使われている。しかしこのような方法は全く同等のコンテンツを有するサイトを web のためだけに導入することが必要であり、また DNS の設定をも管理の対象としなければならない。そして、この手法はあくまでコンテンツ提供者が自発的に行わなければならない、利用者が負荷の分散に対して協力することは不可能である。

一方、近年クライアントサーバモデルでは不可能な種々の利用を可能とする新しい手法として、中心的なサーバを置かず、ピアと呼ばれる対等なサイト間で情報をやりとりする peer to peer システム (以下 P2P) が注目を浴びている。P2P ではサイト名をその中に含む URL ではなく、コンテンツから得られるキー情報やタイトルなどの属性情報を検索することにより、負荷やネットワーク上の距離など考慮して動的にそのコンテンツを有するサイト (ピア) と情報交換をすることにより目的のコンテンツを得る。ピア間に構造を構築するかどうかで検索の方法に違いがでる。構造を作る P2P システムとして、コンテンツから得られるキーをハッシュ関数によりピアの物理アドレスに変換し、そのサイトに実際にそのコンテンツを有するピアを登録する分散ハッシュ表を用いたものがある。scalability が期待できるため、この手法を使ったシステムである Contents Addressable Network(CAN)<sup>3)</sup> や Chord<sup>2)</sup>(ピアがリング構造を構成する) などが特に注目を浴びている。

An Implementation of Web Content Distribution Mechanism Based on Inter-server P2P Communication  
† Chen Chao, Shuji Narazaki

Nagasaki University, Faculty of Engineering

この P2P システムは個々のコンテンツに関しては中央サーバに相当するものは存在するが、URL を基にした web システムと違い耐故障性を持ち、また参加ノードの増加によって負荷の上昇を抑えることができるという利点を持つ。ただし、前述のように、コンテンツの名前付け方針として位置情報を全く持たないキー情報のみを用いた検索システムを基板として使っているため、現行の web システムとは相性が悪く、両者の融合は利点が多いもの実際に広く利用されるには至っておらず別々のアプリケーションを用いた利用が必要となっているのが現状である。

このような状況を踏まえ、本研究では、

- 通常の URL を基にし、通常のブラウザによりアクセス可能な web コンテンツに対して、サーバサイト負荷の上昇を抑えて効率的なコンテンツの流通を実現する、
- コンテンツ提供者側からは、ラウンドロビン DNS などの web サーバ以外の設定を必要としない、
- 技術的には、Chord 状のサーバ間コンテンツ流通を行い、ブラウザからのリクエストに対して付加情報を XML として返す web サーバ、与えられた XML 情報を基に適切な意志決定を用いてコンテンツの取得サーバを決定する JavaScript からなる、

という特徴を持つ web コンテンツ流通機構 BBC (BrightSide Balancer based-on Chord) を提案する。

### 3. 提案システムの構成

本システムでは web サーバ群は CGI を介して分散ハッシュ表を用いた P2P システムである Chord のリングを構成する。システム中の web コンテンツはその URL をハッシュして得られるアドレスを持つ web サーバに置く。このハッシュ値から直接指定されるコンテンツごとの web サーバを第 1 次サーバ (primary server) と呼ぶことにする。コンテンツをアクセスする web ブラウザには JavaScript が提供され、a タグのクリックや img タグによってコンテンツをアクセスする際には JavaScript によりハッシュ値が計算され第 1 次サーバにリクエストが送られる。

第 1 次サーバが高負荷になった場合、各サーバはコンテンツに XML 形式で負荷情報を追加して、各クライアントに送り返す。クライアント側ではこの各サーバの負荷情報を基にハッシュ値を変動させ、第 1 次サーバの負荷に応じて確率的に隣接するサーバへとリクエストを分散させる。第 1 次サーバではない web サーバに対して所有しないコンテンツのアクセスが

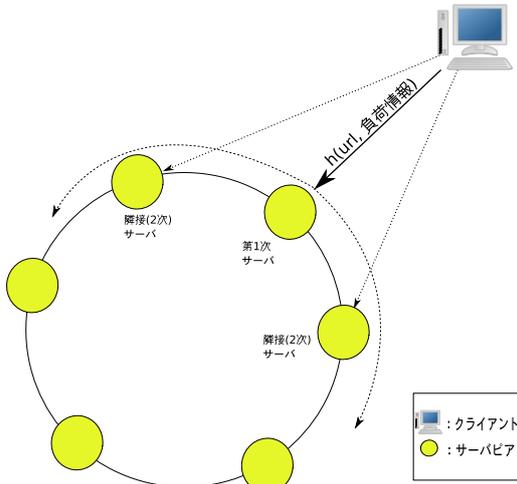


図1 webサーバとブラウザの関連

あった場合はそのサーバが第1次サーバにリクエストを出してコンテンツを獲得する。これによりアクセスが集中するコンテンツをwebサーバが作るChordリング上で自動的に拡散させることができる。

#### 4. 実験評価

webサーバとしてApache 2.2をインストールしたLinux PCを6台用意し、提案手法の有効性を検証した。状況としては、講義においてwebで公開されている資料を同時にアクセスする状況を考え、ほぼ同時に60クライアントから特定のコンテンツに対してアクセスが開始された場合に、提案手法によりリクエストの集中とともにサーバが持つコンテンツが適切に分散すること、クライアントがコンテンツを取得する対象として選ぶwebサーバが適切に分散することを確認する。

下図は実験により得られたアクセス対象コンテンツを有するサーバ数の時間変化をグラフ化したものである。サーバ負荷はload averageを基に計算しているが、およそ半数のリクエストを処理した時点で既に対象コンテンツの所有サーバの増加が確認できる。

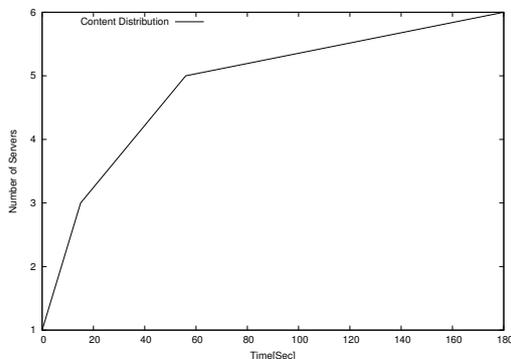


図2 コンテンツの所有サーバ数の変移

これは各クライアントが、対象サーバの負荷情報を受け取ることにより、隣接サーバへのアクセス確率を

増加させたためである。その結果、下図に示すように、対象コンテンツの第1次サーバであったサーバ4のアクセス開始時に増加した負荷が時間とともに他サーバへと拡散され、単一サーバへのアクセスの集中を避けることができていることが確認できた。ただし、これは各クライアントが例えば別コンテンツのリクエストをサーバ4に発行済みであるなどの理由によりサーバ4の負荷情報を得ていることが前提になる。

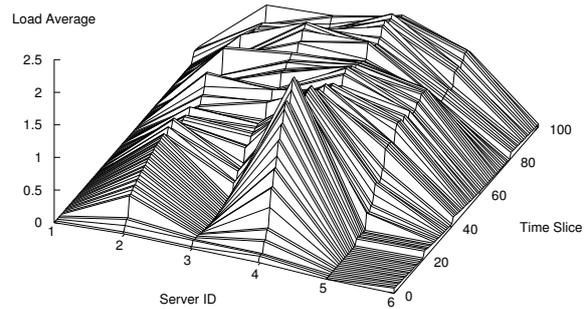


図3 webサーバの負荷変動

#### 5. まとめ

本論文では、分散ハッシュ表を基にしたP2PシステムChordをwebサーバに適用し、webコンテンツの分散を実現した。またクライアント側に負荷情報に基づく確率的なハッシュ表を導入することによりサーバ負荷を考慮したコンテンツの自律的な拡散を実現した。サーバの選択はJavaScriptにより自動的に行うためユーザに場所の指定を要求せず、またDNSの設定をweb管理者に課さないシステムを提案した。

今後は負荷情報の通知方法の改良、サーバからの不完全な負荷情報に対する分散意志決定部の改良、広域ネットワーク上でのアクセスの偏り情報を基にしたサーバの動的分散化などを行う予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号18500088)により行われた。

#### 参考文献

- 1) <http://www.akamai.com/>.
- 2) Ion Stoica et al. Chord: A Scalable Peer-To-Peer Lookup Service for Internet Applications. In *ACM SIGCOMM*, 2001.
- 3) Sylvia Ratnasamy, Paul Francis, Mark Handley, Richard Karp, and Scott Schenker. A Scalable Content-Addressable Network. In *Proceedings of the 2001 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications*, pp. 161-172. ACM Press, 2001.