

Web プロキシネットワークシステムにおける ノード自律型負荷分散方式

市木 良和[†]鈴木 優[‡]川越 恭二[‡][†]立命館大学 理工学部[‡]立命館大学 情報理工学部

1 はじめに

近年、インターネットの普及に伴い、Web サーバに対する利用者からのコンテンツ取得要求が集中する Flash Crowds [1] が発生している。このため、Web サーバが安定した Web サービスを供給できなくなる場合がある。この問題を解決するため、我々は Web プロキシネットワークシステム [2] の研究を行っている。

Web プロキシネットワークシステムは Flash Crowds を大量のプロキシサーバ群が吸収することによって、Web サーバの負荷を緩和するシステムである。また、このシステムは、プロキシサーバ同士が情報を交換するために、プロキシサーバをノードとした P2P アーキテクチャを使用している。本システムは、この P2P ネットワークを利用して、コンテンツ取得要求を受けたノードが他ノードの負荷情報を収集を行う。負荷が最も少ないノードの宛先情報を利用者側に返すことによって、利用者側が自動的にコンテンツを要求先のノードを切り替えるリダイレクト方式を採用する。

ここで、従来、負荷指標として多く用いられている接続数の情報などを用いた場合、利用者の接続先ノードの応答速度が低下する場合がある。これは、ノードが大容量コンテンツに対する取得要求を受けた場合、その接続が長くノードの通信資源を圧迫し、そのノードが安定した通信処理を行えなくなるためである。

そこで、本稿では利用者との接続に対してコンテンツサイズを考慮した、新たな指標を導入する。この指標を用いることにより、要求があった接続を受け入れた場合の負荷を、その接続を受け入れる前に各ノードが判断できる。本稿では、この指標を用いることによって、突発的な過負荷に陥ることをノードが自律的に避けることができる負荷分散手法を提案する。

A Node Autonomous load-balancing method for Web Proxy Network System

Yoshikazu ICHIKI, Yu Suzuki, Kyoji KAWAGOE

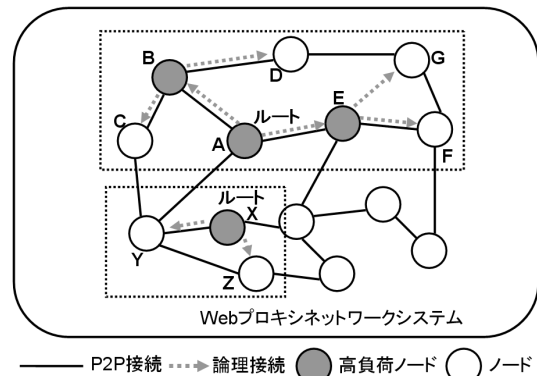
[†]College of Science and Engineering, Ritsumeikan University[‡]College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University[†]ichiki@coms.ics.ritsumeai.ac.jp,[‡]{yusuzuki,kawagoe}@is.ritsumeai.ac.jp

図 1: ノード自律型負荷分散方式のネットワーク構造

2 自律型負荷分散方式

本システムではノードが自律的に負荷分散を行う方式を採用する。ここで言う自律とは、局所的な情報を基に、実際に負荷が高くなったノードが負荷分散のための全ての処理を行うという意味である。

すなわち、自律型負荷分散方式では、各ノードの判断により、利用者からのコンテンツ取得要求を自ノードで処理するか、あるいは他のノードに処理を任せるかを決定する。そして、他のノードに処理を任せる場合、リダイレクト方式で負荷を他ノードに分散させる。

また、負荷情報を効率的に収集するために木構造のネットワークを採用する。提案方式におけるネットワークの構造を図1に示す。この木構造は、各ノードが他ノードのあて先情報を保持することによって、P2P接続とは別に、論理的に構成される。この木構造内のノード数で対処できないほど負荷が増加した場合は、子ノードを加えることにより木構造を動的に成長させる。

木構造の再構築処理を管理するためのノードを設置しない理由は、木構造の再構築処理が多く発生した場合に、そのようなノードに負荷が集中するためである。そこで、すべてのノードが同じ構造を持ち、親ノードと子ノード間で取得可能である局所的な負荷情報を基に、ノードの判断により分散先ノードのあて先情報を

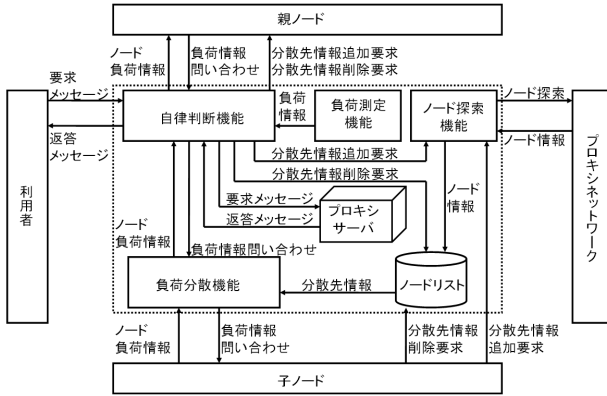


図 2: ノード自律型負荷分散方式の機能概要

保持する。この処理によって、木構造の再構築処理を各ノードが分担して行う。

3 提案方式

3.1 ノード自律型負荷分散方式の構成と処理手順

提案方式におけるノードの機能を図 2 に示す。木構造を維持するために、各ノードは親ノードと子ノードのあて先情報を保持する。利用者からノードに対してコンテンツ取得要求が発生した場合、要求を受け取ったノードは自ノードの負荷を計測する。計測した値を基に、接続を分散するノードを決定する。コンテンツ取得要求を処理するノードを式 (1) に示す。

分散を行うノードを n とし、ノード n からみた子ノードを $1 \dots m$ 、それぞれのノードの負荷を $L = \{L_1 \dots L_m\}$ とする。分散先となるあて先ノード k は以下の式で表される。ただし、 C_i はノード i ($1 \leq i \leq m$) ごとにあらかじめ設定されている閾値である。

$$k = \begin{cases} \{ l \mid L_l = \min(L_i), 1 \leq i \leq m, 1 \leq l \leq m \} \\ n & \text{if } (C_n < L_n) \\ n & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

接続数などの負荷の値が C_i を越えた場合、当該ノードは子ノードに負荷情報を問い合わせる。このノードは、一定時間内に負荷情報を返信してきた子ノードの中から、最も負荷の値が小さいノードを選択する。そして、選択したノードのあて先情報を利用者に返信する。そして利用者は、受け取ったノードのあて先情報を基に接続先を自動的に変更し、そのノードへ再要求を発する。

一方、すべてのノードの負荷情報が、収集元ノードが持つそれぞれのノードが持つ閾値 C_i を超える場合、収集元ノードは負荷の少ないノードを新たに検索し、

そのノードのあて先情報を保持することによって、自身の子ノードを作成する。そこでノードが自律的に判断するための指標を次に示す。

3.2 ノード自律判断のための負荷指標

個々のノードが自律的に負荷分散処理を行うために負荷測定機能で用いる負荷指標を、以下に説明する。本システムでは負荷の指標として接続数以外に、利用者との接続に対してコンテンツサイズを重み付けした値を用いる。この値は接続ごとに発生する仕事量と考えることができるため、この値が小さいほど配信処理が早く完了することになる。したがって、負荷値の総計が少ないノードほど近い将来に接続数が減る可能性が高く、利用者に対する応答速度の安定が期待できる。この指標を式 (2) に示す。

あるノード i において接続されている Web コンテンツを $c_1 \dots c_t$ とし、コンテンツ c_j へのある時間でのコンテンツ取得要求数を F_j 、コンテンツのファイルサイズを $W(c_j)$ とすると、ノード i における負荷指標 L_i は以下の式にて表されるとおりになる。

$$L_i = \sum_{j=1}^t F_j \cdot W(c_j) \quad (2)$$

このノード負荷指標によって、キャッシュが存在する場合には、閾値を超えた後ではなく、閾値を超える前にリダイレクトの判断を行うことができる。

4 おわりに

本稿では、ノード負荷指標とそれに基づくノード自律型負荷分散の提案を行った。提案手法により、ノードが過負荷になる前に効率的に負荷を分散できる。今後は提案手法を用いた負荷分散システムを作成し、メッセージ発生量や応答速度の面から評価を行う予定である。

参考文献

- [1] J. Jung, B. Krishnamurthy, and M. Rabinovich. Flash crowds and denial of service attacks: Characterization and implications for cdns and web sites. *In Proceedings of the International World Wide Web Conference*, pp. 252–262, 2002.
- [2] 飯間 悠樹他. クライアント協調型機構を持つ負荷分散 web プロキシネットワークシステム. *DEWS*, 2007(予定).