



Title	Performance Modeling and Evaluation of Web Server Systems with Proxy Caching
Author(s)	藤田, 靖征
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42192
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	藤田靖征
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15530号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	Performance Modeling and Evaluation of Web Server Systems with Proxy Caching (プロキシキャッシングを考慮したWebサーバシステムのモデル化と性能評価に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 宮原 秀夫 (副査) 教授 都倉 信樹 教授 井上 克郎 教授 村田 正幸

論文内容の要旨

近年、インターネットにおけるユーザ数の急伸やマルチメディア化の進展により、インターネットの高品質化が重要な課題になっている。ネットワーク上で扱われる情報がテキストや静止画像だけでなく、動画像など多種多様なメディアが含まれるようになってきており、それらを考慮したトラフィック特性がネットワークにどのような影響を与えるかはすでに研究がなされてきている。しかし、Webシステムにおいてはユーザに提供される品質として、ユーザのドキュメント転送要求に対する応答時間を評価するためには、ネットワークでの特性だけでなく、Webサーバやプロキシサーバの処理性能も考慮する必要がある。プロキシサーバとは、ドキュメントのキャッシング機構によって、ドキュメント転送要求に対する応答時間を短縮することを意図したものであるが、同時にネットワークに対する負荷も軽減されるものである。すなわち、Webシステムの性能向上のためにはネットワーク上でのトラフィックの特性を踏まえた上で、さらにWebサーバやプロキシサーバの処理性能も考慮しながら、それらの資源をバランス良く配備することが重要になる。

本研究では、ユーザに対するドキュメント応答時間を評価するためのWebシステムのモデル構築し、そして、極端なボトルネックを排することによって、性能の面でバランスの良いシステム構築が可能となる設計手法を提案することを目的とした。まず、ベンチマークツールにより、Webサーバの定量的な基本特性をまず明らかにし、モデル化の数値パラメータとして適用することを目的とした。実験結果より、Webサーバは処理を受けるまではFIFO待ち行列に並び、ヘルパープロセスが割り当てられた後は、プロセッサシェアリングによる規律で処理されるようなサーバ内ジョブ数が有限のM/G/1/PS待ち行列によるモデル化が妥当であることを明らかにした。次に、実験から得られたドキュメント長に対するワークデマンドを確率分布として定め、Webサーバモデルの提案と検討を行った。まず、一般分布のワークデマンドに対して条件付きシステム平均遅延を明らかにする数学的近似解析手法を提案し、その妥当性を検証した。その解析結果を用いて、Webサーバにおける負荷やヘルパープロセス数がドキュメントの処理に要する時間を明らかにした。次に、キャッシュ機能を有するプロキシサーバの処理性能に関して基礎データを収集し、そのデータに基づいてプロキシサーバの性能評価のためのモデル化を行った。その結果、キャッシュヒット率とドキュメント長が与えられた時に、それに対するプロキシサーバにおける処理時間が定められることを示した。したがって、プロキシサーバをプロセッサシェアリングとする待ち行列システムモデルが妥当であることを明らかにした。

これまでの結果として得た Web サーバ、プロキシサーバのモデルを含めた Web システムの性能評価モデルを構築した。そして、Web システムにおけるユーザから見たドキュメント応答時間を指標とした評価を行った。まず、数値例として、ユーザのドキュメント要求頻度とアクセス回線での遅延と容量の関係を明らかにした。次に、Web サーバの性能を向上させた場合、Web サーバでの処理遅延を小さくすることはできるが、ある程度以上の性能となれば、その効果が小さくなることを示した。また、プロキシサーバのキャッシュヒット率がある値を超えればアクセス回線の容量が小さいにも関わらず、それがボトルネックとなるとは限らないことが分かった。今後、インターネットバックボーンが高速化が直ちにユーザに対する応答時間の短縮につながらないことを示し、その原因として、ボトルネックがアクセス回線に移るためであることを定量的に示した。最後に、これまでに導入した性能評価モデルが近似解析手法によってより簡便に扱えることを検証した。Web サーバを IS 待ち行列システムにモデル化することによって Web システムを待ち行列網モデルとし、近似解析手法を適用することの妥当性を示した。

論文審査の結果の要旨

近年、インターネットにおけるユーザ数の急伸やマルチメディア化の進展により、インターネットの高品質化が重要な課題になっている。Web システムにおいてユーザに提供される品質として、ユーザのドキュメント転送要求に対する応答時間を評価するためには、ネットワークでの特性だけでなく、Web サーバやプロキシサーバの処理性能も考慮する必要がある。本研究では、ユーザに対するドキュメント応答時間を評価するための Web システムのモデル構築し、そして、極端なボトルネックを排することによって、性能の面でバランスの良いシステム構築が可能となる設計手法を提案することを目的としている。

まず、Web サーバの定量的な基本特性が明らかにされ Web サーバでは処理を受けるまでは FIFO 待ち行列に並び、ヘルパープロセスが割り当てられた後は、プロセッサシェアリングで処理されるようなサーバ内ジョブ数が有限の $M/G/1/PS$ 待ち行列によるモデル化が妥当であることを明らかにしている。次に、実験から得られたドキュメント長に対するワークデマンドに対して条件付きシステム平均遅延を明らかにする数学的近似解析手法を提案し、Web サーバモデルへの摘要の妥当性を示している。解析結果より、Web サーバにおける負荷やヘルパープロセス数がドキュメントの処理に要する時間を明らかにした。次に、キャッシュ機能を考慮したプロキシサーバの性能評価を行い、その結果、キャッシュヒット率とドキュメント長が与えられた時に、それに対するプロキシサーバにおける処理時間が定められることを示している。そして、プロキシサーバをプロセッサシェアリングとする待ち行列システムモデル化が妥当であることを明らかにしている。

Web サーバ、プロキシサーバのモデルを含めた Web システムの性能評価モデルを構築し、Web システムでのユーザから見た応答時間を指標とした評価を行った。まず、ユーザのドキュメント要求頻度とアクセス回線での遅延と容量の関係を明らかにし、次に、Web サーバの処理性能と応答時間の関係を示した。また、プロキシサーバのキャッシュヒット率がある値を超えればアクセス回線の容量が小さいにも関わらず、それがボトルネックとなるとは限らないことが示されている。また、インターネットバックボーンの高速度化が直ちにユーザに対する応答時間の短縮につながらないことを示し、その原因として、ボトルネックがアクセス回線に移るためであることを定量的に示している。最後に、本研究で導入した性能評価モデルが近似解析手法によってより簡便に扱えることを検証している。Web サーバを IS 待ち行列にモデル化することによって近似解析手法が適用することの妥当性が示された。

以上より、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。