

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	堀江 光
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(理学) 河野 健二
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 寺岡 文男
		慶應義塾大学専任講師	博士(情報理工学) 金子 晋丈
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 矢向 高弘
(論文審査の要旨)			
<p>学士(工学)、修士(工学)堀江光君提出の学位請求論文は、「需要変動によるサーバ負荷の変動を軽減するコンテンツ配信手法に関する研究」と題し、全5章から構成されている。</p> <p>近年インターネット利用者数は増加傾向にあり、ウェブサービスの利用者数も増加している。それに伴い、Flash Crowds と呼ばれるウェブサービスに対する突発的なアクセス集中が発生するようになってきている。Flash Crowds が発生すると、ウェブサービスへのリクエスト数が数分のうちに通常時の数十倍から数千倍に達し、サーバが過負荷状態となる。サーバが過負荷状態となると、応答時間の増大や異常停止などのサービス障害が発生するため、過負荷状態を防止する必要がある。Flash Crowds による過負荷状態を防ぐには、サーバが処理するリクエスト数を減少させる負荷軽減およびサーバの複製による負荷分散の両方を行う必要がある。</p> <p>第1章は本論文の序論であり、本研究の背景、目的、Flash Crowds の解析および論文の構成について述べている。Flash Crowds の解析では、過去に実際に発生した Flash Crowds を定量的に解析し、対策手法が備えるべき4つの性質として拡張性、敏捷性、伸縮性、一貫性を挙げている。</p> <p>第2章では、本研究の関連研究についてまとめている。本論文では、ウェブサーバの負荷を軽減する既存手法を、プロキシ方式、キャッシュ共有方式、クラウド方式、完全複製方式の4つに大別し、それぞれについてその仕組みおよび本研究との違いを示している。既存手法が4つの性質をすべて満たすことはできない一方で、本研究ではそれを満たすことを述べている。</p> <p>第3章では、クライアント間連携による負荷軽減手法 MashCache を提案している。MashCache はクライアント間でキャッシュ共有のための Peer-to-Peer ネットワークを構築し、ウェブサービスに直接アクセスせずとも目的のコンテンツを取得可能とする。MashCache は、あらゆるコンテンツについて常に新しいキャッシュを提供する Aggressive Caching、Two-phase Delta Consistency および各クライアントの負荷を分散するための Query Origin Key、Cache Meta Data の4つの要素技術により、集中管理することなく効率的なキャッシュ共有を実現する。シミュレーションを用いた評価実験により、サーバの負荷、スケラビリティ、キャッシュの一貫性について MashCache の有効性を評価している。2,500 台のクライアントによる Flash Crowds を模した負荷を 98.2% 削減し、また、各リクエストが過去 10 秒以内に生成されたキャッシュで処理されることを確認した。さらに、オーバーヘッド、セキュリティ、キャッシュヒット率、一貫性について議論を行っている。</p> <p>第4章では、データセンタ間連携によるストレージの負荷分散手法 Pangaea を提案している。Pangaea は、異なるデータセンタに属するストレージサーバを統合し単一のキーバリューストアを提供する。Pangaea を用いることにより、ウェブサービス提供者は任意のデータセンタにウェブサービスを配置することが可能となる。Pangaea は、データセンタ内優先探索によってデータセンタ間通信の頻度を削減する Multi-Layered Distributed Hash Table と、Erasure Coding によりデータセンタ間の転送量を削減する Local-first Data Rebuilding の2つの要素技術からなる。シミュレーションおよび実際のインターネット環境を用いた評価実験により、Pangaea がデータ探索の所要時間を 74%、データセンタ間の転送量を 70% 削減することを確認した。さらに、オーバーヘッドについて議論を行っている。</p> <p>第5章は本論文の結論であり、論文を総括すると共に今後の展望について述べている。</p> <p>以上、本論文は需要変動によるサーバ負荷の変動を軽減するため、ウェブサービスの負荷軽減および負荷分散を行うコンテンツ配信手法の提案を行っており、その貢献は工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>		