

Title	Design, Modeling, and Evaluation of Efficient Caching Mechanisms for Content Dissemination Networks
Author(s)	今井, 悟史
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52029
rights	©2015 IEEE
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (今井 悟史)	
論文題名	Design, Modeling, and Evaluation of Efficient Caching Mechanisms for Content Dissemination Networks (コンテンツ流通ネットワークにおける効果的なキャッシング機構の設計、モデル化、評価に関する研究)
論文内容の要旨	
<p>センサやスマートフォンの普及、および映像配信やクラウドサービスの拡大に伴い、通信トラフィック量は年々増大している。一方、データ配信を効率化し、通信トラフィックを削減する技術として、ネットワークエッジに配備されたサーバやゲートウェイ装置で、コンテンツデータをキャッシュし、ユーザに近い拠点からデータ配信を行う技術が注目されている。近年では、ネットワーク内の通信ノードがキャッシュ機能を持つ情報指向ネットワークという新たなアーキテクチャが提唱され、ネットワーク内で効率的なコンテンツ流通を実現する技術として期待されている。情報指向ネットワークでは、各コンテンツの情報源が存在する拠点から、ユーザ拠点への配信経路が自動生成され、経路上の各ノードでコンテンツデータが自律的にキャッシュされる。さらに、ビデオ配信サービスやウェブプロキシ等で多く扱われる、低頻度で要求されるコンテンツや、配信期限を持つコンテンツを効率的に管理することが求められている。しかし、このようなキャッシング機構では、個々のノードで実行するキャッシュ方法や搭載メモリ量、データ配信経路や各拠点から発生するコンテンツのリクエスト分布によって、ネットワーク全体のキャッシュ性能やリソース利用効率は大きく変わる。したがって、各ノードのキャッシュ特性とノード間の相互影響を把握し、消費電力やメモリ利用量、通信帯域を考慮した効率的なリソース管理が重要になる。</p> <p>本論文では、コンテンツ流通ネットワークにおける、ノード単体あるいはシステム全体の効率的なキャッシュ機構の設計および性能向上を目的とし、省電力化、キャッシュ特性の解析、リソース管理の適応性、可制御性の課題に関して検討を行う。</p> <p>そこで最初に、メモリ利用やデータ配信に伴う電力量を削減するキャッシュ配置設計および分散アルゴリズムに基づくキャッシュ判定方法を提案し、その省電力効果を示す。次に、低頻度で要求されるコンテンツやキャッシュ保持時間を考慮した従来のキャッシュ方法に対し、それらのキャッシュ性能を統計的に解析する理論モデルを提案し、モデルの近似精度と様々な条件下でのキャッシュ性能を評価する。最後に、リクエスト分布の変化に応じて、メモリおよび帯域利用に伴うネットワーク全体のリソースコストが減少するようにキャッシュ保持時間を動的に変更するキャッシュ制御方法を提案し、その有効性を示す。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (今井 悟 史)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

センサやスマートフォンの普及、および映像配信やクラウドサービスの拡大に伴い、通信トラフィック量は年々増大している。一方、データ配信を効率化し、通信トラフィックを削減する技術として、ネットワークエッジに配備されたサーバやゲートウェイ装置で、コンテンツデータをキャッシュし、ユーザに近い拠点からデータ配信を行う技術が注目されている。近年では、ネットワーク内の通信ノードがキャッシュ機能を持つ情報指向ネットワークという新たなアーキテクチャが提唱され、ネットワーク内で効率的なコンテンツ流通を実現する技術として期待されている。情報指向ネットワークでは、各コンテンツの情報源が存在する拠点から、ユーザ拠点への配信経路が自動生成され、経路上の各ノードでコンテンツデータが自律的にキャッシュされる。さらに、ビデオ配信サービスやウェブプロキシ等で多く扱われる、低頻度で要求されるコンテンツや、配信期限を持つコンテンツを効率的に管理することが求められている。しかし、このようなキャッシング機構では、個々のノードで実行するキャッシュ方法や搭載メモリ量、データ配信経路や各拠点から発生するコンテンツのリクエスト分布によって、ネットワーク全体のキャッシュ性能やリソース利用率は大きく変わる。したがって、各ノードのキャッシュ特性とノード間の相互影響を把握し、消費電力やメモリ利用量、通信帯域を考慮した効率的なリソース管理が重要になる。

本論文では、コンテンツ流通ネットワークにおける、ノード単体あるいはシステム全体の効率的なキャッシュ機構の設計および性能向上を目的とし、省電力化、キャッシュ特性の解析、リソース管理の適応性、可制御性の課題を解決する方法を提案している。

本論文の研究成果は、省電力、キャッシュ特性解析、リソース管理の適応性の点で、新たな解析方法および制御方法を確立した点である。最初に、メモリ利用やデータ配信に伴う電力量を削減するキャッシュ配置設計および分散アルゴリズムに基づくキャッシュ判定方法を提案し、その省電力効果を評価している。次に、低頻度で要求されるコンテンツやキャッシュ保持時間を考慮した従来のキャッシュ方法に対し、それらのキャッシュ性能を統計的に解析する理論モデルを提案し、モデルの近似精度と様々な条件下でのキャッシュ性能の評価を行っている。さらに、リクエスト分布の変化に応じて、メモリおよび帯域利用に伴うネットワーク全体のリソースコストが減少するようにキャッシュ保持時間を動的に変更するキャッシュ制御方法を提案し、その適応性に関する評価を行っている。

以上のように、本論文は、コンテンツ流通ネットワークにおける分散キャッシュ制御機構、およびキャッシュ性能の理論解析に関する技術領域において有用な研究成果をあげている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。