

Title	複製サーバによるマルチキャスト配信とネットワークシミュレーションの効率化に関する研究
Author(s)	廣森, 聡仁
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45039
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	ひろもりあきひと 廣 森 聡 仁
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 18816 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 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	複製サーバによるマルチキャスト配信とネットワークシミュレーションの効率化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 谷口 健一 (副査) 教授 東野 輝夫 教授 増澤 利光

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複製サーバによるマルチキャスト配信とネットワークシミュレーションの効率化に関する研究をまとめたものである。

前者のマルチキャスト配信の研究では、異なる二つの環境に対し、各ユーザが動画像の受信に使用する複製サーバを適切に選択することにより、マルチキャスト動画配信の効率を高める研究を行った。

まず、複数の動画像がそれぞれ複数の複製サーバから配信される状況で、各ユーザは各動画像に対し、それを受信できた場合の充足度を表す値（好み値）を指定するものとする。そのとき、各リンクにおける利用可能帯域の制約を満たしながら、ユーザと動画像の組に対し、複製サーバを割当る方法を考案した。この複製サーバ割当問題において、満足される好み値総和を最大とするためユーザと動画像の組全てに対し割当てを決定する方式と、ユーザの入れ替わりなどによる好み値総和の低下を改善するため部分的な再割当てを短い時間で決定する方式を考案した。評価実験を行った結果、部分的な再割当て方式により、ノード数 200 のネットワークにおいて、高い好み値を実現する割当てを数秒程度で決定できることがわかった。

次に、IP マルチキャストネットワーク環境を想定し、複数の複製サーバがそれぞれ同一動画像を複数の異なる品質レベルで符号化し個別のマルチキャストストリームとして配送する状況で、各ユーザがストリームの配送状況を監視することにより、なるべく高く安定した品質が得られるストリームを自律的かつ動的に選択する方式を考案した。評価実験の結果、単純なストリーム選択方式と比較して、約 1.4 倍高い品質、及び安定性を実現できることがわかった。

後者のネットワークシミュレーションの効率化の研究では、シミュレーションにおいて使用される、各ノードが到着パケットをどの隣接ノードに転送するかを示す情報（転送先ノード情報）に要するメモリ容量を圧縮することにより、シミュレーションの効率を高める研究を行った。提案方式では、与えられた転送先ノード情報を、被覆木形式と表形式のデータ構造により分担して保持する。また、被覆木形式の基となる被覆木として、容量圧縮効果の高い被覆木を探索するアルゴリズムを考案した。評価実験の結果、階層型トポロジにおいて、転送先ノード情報のメモリ容量を約 10% に圧縮できることがわかった。

論文審査の結果の要旨

本論文では、まず、複製サーバを用いた動画配信に関し、帯域が保証できるネットワーク環境と帯域保証がないIPマルチキャストネットワーク環境に対し、ユーザが使用する複製サーバの決定手法を提案している。

帯域が保証できるネットワーク環境において、複製サーバの再割当を行う際には、計算時間を短くしつつ、ユーザ全体で満足される好み値を向上させることが望ましい。しかし、その際に、複製サーバの変更を強いられるユーザ数をなるべく抑えることが望ましい。そこで、提案方式による再割当手法では、動画像の配送状況に基づき、再割当の対象となるユーザを適切に絞り込む工夫をしている。これにより、再割当の対象となるユーザ数を5%程度に限定したとしても、最適値に近い好み値を達成することができている。このことから、提案方式はバランスのとれた再割当手法であるといえる。

利用可能帯域が保証されないIPマルチキャストネットワーク環境においては、各ユーザが動画像ストリームの配送状況を監視し、その結果を基に自律的にストリーム選択を行う方法を提案している。配送状況情報は良いストリーム選択を行うために極めて有用であるが、配送状況取得のための多数のパケットが複製サーバに集中して大きな負荷を与える恐れがある。提案方式では、取得した配送状況情報をユーザ間で交換し共有することで、配送状況の取得パケット数を全体で低く抑える工夫をしている。これにより、配送状況情報の共有を行わない場合と比較し、複製サーバ側に届く取得パケット数を5%程度に抑えながら、遜色ない動画像品質を達成している。

次いで、本論文では、ネットワークシミュレーションにおける転送先ノード情報の圧縮手法を提案している。この方法は、一般的なネットワークシミュレータを対象とした汎用的な方法で、かつ転送先ノード情報の情報量を損なわないように保持する初めての圧縮方法である。提案方式では、転送先ノード情報の保持に、被覆木と表を組み合わせたデータ構造を採用している。評価実験において、提案アルゴリズムにより得られた被覆木がほぼ最適なものであることが示されており、高い圧縮効果が期待できる。また、提案方式は、特に階層型トポロジに対し、情報量保存のためのメモリ容量をネットワークのノード数 N に対し $O(N^2)$ からほぼ $O(N)$ に圧縮でき、極めて有用であることが実証されている。よって、階層型トポロジとなっているインターネットを対象としたネットワークシミュレーションにおいて、実用的であるといえる。

以上のように、本論文では、複製サーバによるマルチキャスト配信とネットワークシミュレーションの効率化について研究成果をあげ、ネットワーク上における動画配信手法と性能評価手法の発展に貢献しており、博士(工学)論文として価値あるものと認める。