

内容の要旨

報告番号	甲 第 3806 号	氏 名	遠藤 伶
主論文題目： Peer-to-Peer Video-on-Demand System Based on Video-Data Popularity (動画データの普及度に基づいたピアツーピア動画配信システムに関する研究)			
<p>本研究は、動画データの検索や送信を視聴者端末（ピア）間で分散的に行うことで動画配信ノードの配信負荷を低減する、ピアツーピア動画配信システム（P2P VoD システム）の性能向上を目的としたものである。P2P VoD システムは、動画データの検索や送信をピア間で分散的に行うため、動画データ普及度の偏りによりシステムの性能低下や動画配信ノードの負荷増加がおこる。本研究では、P2P VoD システムの主要な機能である、ピア検索、動画データ送信スケジューリング、それぞれについて検討し、動画データが Peer-to-Peer (P2P) ネットワーク中でどれだけ普及しているかを表す、動画データ普及度に着目した新しい方式を提案した。</p> <p>ピア検索については、P2P ネットワーク上の局所的な普及度をもとに推定したデータ普及度を用いるローカル普及度ベース複合型検索手法 HyDiff を提案した。複数の検索モデルの使い分けに、データの要求度をもとに推定した普及度を利用する既存方式では、適切な普及度推定間隔を決めることが難しく、また、適切な推定間隔を設定できない場合、推定普及度と実際の普及度の差が大きくなり、検索効率が低下することがある。一方、本研究の提案方式では、P2P ネットワーク上のデータの局所的な普及度から求めた推定普及度を用いる。局所的な普及度をもとにした本方式では、推定普及度の精度が普及度推定間隔に対し線形に変化するため、普及度推定間隔の設定が容易になる。さらに、実際の普及度と推定普及度の誤差が小さくなるため、検索モデルをより適切に使い分けすることができる。シミュレーション評価により、提案方式の有用性を応答率、応答時間、維持コストなどの点から確認した。</p> <p>動画データ送信スケジューリングについての検討では、新規参加ピアに普及度の低いデータ・ピースの受信権を貸し付ける仕組みを導入したピース・レンディング方式を提案した。一般の P2P VoD システムでは、ピアに積極的なデータ送信を促すため、ピアごとのデータ送信量に応じた量だけデータ受信を許可する、報酬付けアルゴリズムを用いる。しかし P2P VoD システムでは、動画の先頭部分を構成する断片データの普及度が高くなるため、既存の報酬付けアルゴリズムを用いると、サービス参加直後のピアは動画配信ノードの補助が無ければピース交換に参加できない。一方、本研究の提案方式では、新規参加ピアはシステムに貸し付けられた普及度の低い断片ピースの受信権を使い、一定の期間ピース送信なしに普及度の低いピースを受信できる。これにより、新規参加ピアもピース交換に容易に参加でき、ピアの送信帯域利用率が向上する。シミュレーション評価により、提案方式の有用性をピア送信帯域利用率、再生開始遅延などの点から確認した。</p>			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 3806 号	氏 名	遠藤 伶
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 重野 寛
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 岡田 謙一
		慶應義塾大学教授	工学博士 山中 直明
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 寺岡 文男
<p>学士（工学）、修士（工学）遠藤伶君提出の博士学位請求論文は、「Peer-to-Peer Video-on-Demand System Based on Video-Data Popularity（動画データの普及度に基づいたピアツーピア動画配信システムに関する研究）」と題し、5章より構成されている。</p> <p>Video-on-Demand（VoD）ストリーミングは、視聴者が各々の好きなタイミングで動画を視聴可能なインターネット動画配信形式である。中でも、Peer-to-Peer（P2P）ネットワーク技術を利用して視聴者端末が動画配信を補助することで、配信サーバによるデータ送信量の低減が可能なピアツーピア動画配信システム（P2P VoD システム）が広く研究されている。しかし、動画データの検索や送信を視聴者端末間で分散的に行う P2P VoD システムでは、P2P ネットワークにおける動画データの普及度の偏りによって、システムの性能低下やサーバの負荷増加が発生する。</p> <p>本論文では、ネットワーク中で対象とする動画データを保持するピアの割合、すなわち、動画データ普及度に着目し、P2P VoD システムに必要な機能のうち、その性能に大きな影響を与えるピア検索機能と動画データ送信スケジューリング機能について、性能を向上させる新しい手法を提案している。また、シミュレーション評価により、既存方式との比較から、ふたつの提案方式が有用なことを示している。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的、位置づけについて述べている。</p> <p>第2章では、P2P VoD システムに必要な機能のうち、ピア検索機能と動画データ送信スケジューリング機能、それぞれを実現するための従来手法とその問題点について述べている。</p> <p>第3章では、ピア検索機能を実現する新しい手法 HyDiff（Hybrid search based on Diffusion ratio）を提案している。HyDiff は、ネットワーク中の局所的な普及度からネットワーク全体での普及度を推定し、推定した普及度をもとに検索モデルを使い分ける複合型検索手法である。シミュレーション評価では、検索要求度をもとに普及度を推定する従来手法と比べて、提案方式は計算周期の設定が容易であること、また、従来手法が計算周期を適切に設定できた場合でも、提案手法の方が高い検索効率を実現できることを示している。</p> <p>第4章では、動画データ送信スケジューリングを実現する新しい手法 Piece Lending を提案している。従来手法では、動画の先頭部分を構成する断片データの普及度が高くなる VoD システムの特性が原因で、新規参加ピアは、配信ノードによる補助なしにはピア間のデータ交換に参加できない。提案された Piece Lending は、新規参加ピアに普及度の低い断片データの受信権を貸し付け、後からその分の貢献を取り立てる仕組みを導入することで、その問題を解決し、ピアの送信帯域使用率を向上させている。また、シミュレーション評価では、従来方式と比べて提案方式の方が高いピア帯域使用率、短い再生開始遅延を実現できることを示している。</p> <p>最後に第5章では、各章の内容をまとめ、本論文の結論を述べている。</p> <p>以上の通り、本研究により、P2P VoD システムの性能に大きな影響を与えるピア検索機能と動画データ送信スケジューリング機能それぞれについて、動画データ普及度に着目して性能を向上させるふたつの手法が示されたことになり、研究の成果は工学上、工業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>			