

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	通信スループット変動解析とマルチメディア通信制御方式の研究
Title(English)	
著者(和文)	吉田裕志
Author(English)	Hiroshi Yoshida
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10241号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:笹島 和幸,井村 順一,中尾 裕也,原 精一郎,山岡 克式,村瀬 勉
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10241号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	情報環境学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	吉田 裕志		指導教員 (主)： Academic Advisor(main) 笹島 和幸
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「通信スループット変動解析とマルチメディア通信制御方式の研究」と題し、全 6 章より構成されている。

第 1 章「緒論」では、あらゆるサービスがインターネットを通じて提供される現代の高度情報化社会において、高品質なマルチメディア通信を行うためには、通信スループットの不安定性が課題であることを示している。そして、このようなインターネットを情報化社会の安定した通信インフラとして利用するためには、通信スループット変動解析技術とマルチメディア通信制御技術の確立が必要であることを述べるとともに、各技術について概説している。

第 2 章「時系列モデルに基づく TCP スループット変動解析」では、TCP スループット変動を確率的に予測する手法を提案している。アプリケーション層では、観測可能な情報は TCP スループットの時系列データに限定されるため、時系列解析によって TCP スループットの変動を捉える手法を開発している。時系列解析では、単位根検定に基づき、定常モデルと非定常モデルを混合した TCP スループット変動モデルを構築し、この TCP スループット変動モデルで未来の確率的拡散を予測する方法を提案し、商用ネットワーク環境で未来 100 秒先までの確率的拡散を誤差 20%未満で予測できることを示している。

第 3 章「粘弾性体モデルに基づく UDP スループット変動解析」では、UDP スループットの動特性が、物性の一つである粘弾性によって表現できることを明らかにするとともに、UDP スループットの動特性を解析するための粘弾性体モデルを提案している。ローカルネットワーク環境における合計 252 通りの実験により、提案する粘弾性体モデルのモデル化誤差は、有線 LAN 環境で 0.30%、無線 LAN 環境で 6.6%であることを示している。

第 4 章「TCP スループット予測に基づく映像配信制御」では、第 2 章で確立した TCP スループットの確率的拡散予測に基づく映像配信制御方式を提案している。商用のモバイルネットワーク環境で取得した TCP スループットデータを用いた実験により、体感品質とネットワーク資源の利用効率という二つの観点で提案手法と既存手法とを比較評価している。体感品質は、再生途絶が発生しない範囲で最大の映像ビットレートを選択する提案手法が、ITU-T の体感品質指標 (1 ～5 の指標) を既存手法に対して 0.3～1 改善できることを示している。さらに、ネットワーク資源の利用効率については、提案手法は既存手法よりも再生バッファ量 (視聴をやめたときに無駄になる可能性があるデータ量) は 2～3 MB 大きくなったが、ペーシング (配信休止) によるネットワーク資源開放という点では最も有効であることを示している。

第 5 章「QoE 指標に基づく画面転送制御」では、画面転送システムの QoE を向上する新たなレート制御手法を提案している。参照する QoE 指標に、a) 応答性と画面品質の双方を考慮している、b) 国際標準に準拠した指標をベースに構成している、c) オンラインで計算可能である、という特徴を持たせることで、より普遍的かつ信頼性の高いレート制御向けの指標を構成し、さらに、確率的なレート探索アルゴリズムを採用することで、レート制御のロバスト性を向上している。商用のモバイルネットワークで得られたデータに基づく評価実験により、ネットワークパラメータの変動が激しい環境でも高い体感品質が得られることを示している。

第 6 章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、将来展望について述べている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：情報環境学 専攻
Department of
学生氏名：吉田 裕志
Student's Name

申請学位(専攻分野)：博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)：笹島 和幸
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Applications using multimedia communication via IP networks, such as video streaming and screen transfer systems, have an important role in the advanced information society. However, the communication throughput fluctuates on best-effort networks as typified by the Internet and mobile networks because of other users' traffic and radio interference. Therefore the quality of multimedia communications often deteriorates on the best-effort IP networks. For the purpose of improving the quality of multimedia communication, the author proposed methods for analyzing the variation of communication throughput and multimedia communication control methods. The following four achievements are obtained.

First, a prediction model of TCP throughput variation is developed. The author finds that TCP throughput fluctuation occurs in two states, namely a stationary state and a non-stationary state. A method for characterizing these two states on the basis of time series analysis is proposed. The author also constructs a stochastic model of TCP throughput, which is a mixture of a stationary and a non-stationary process model. An evaluation experiment shows that the proposed model can predict the next one hundred seconds of TCP throughput fluctuation with an error of about 20%.

Second, the author invented a method for analyzing UDP throughput dynamics with a viscoelastic material model. It is pointed out that the dynamics of the throughput has the viscosity and the elasticity because of an interaction among traffic passing through a network. A viscoelastic material model is introduced to analyze the throughput. Local area network experiments showed the proposed viscoelastic material model fits to dynamic characteristics of UDP throughput within an error of 10%.

Third, the author proposed a rate control method for video streaming on the basis of TCP throughput prediction. By considering the stochastic diffusion of the future TCP throughput fluctuation, playout stall is avoided even if the TCP throughput drops widely. An emulation experiment using commercial LTE and public Wi-Fi network data demonstrates that the proposed rate control reduces playout stall at about the same video bitrate as conventional rate control methods.

Finally, the author developed a rate control method for thin client systems. The proposed method can improve the quality of experience (QoE) of a thin client user. The indicator of the quality of experience is defined considering both the responsibility and the screen quality according to ITU-T recommendations. A stochastic rate search algorithm was designed to maximize the quality indicator. An emulation experiment using commercial mobile network data shows the proposed rate control could achieve higher QoE value compared with the conventional methods.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).