

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：85406

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2012～2013

課題番号：23700097

研究課題名（和文） ユーザの利用環境に依存しない品質制御実現のための相対的主観評価値の測定

研究課題名（英文） Measurement on Comparative Assessment of Users' Subjectivity for Communication Quality Control Independent to Network Environment.

研究代表者

佐藤 寧洋（SATO YASUHIRO）

海上保安大学校（国際海洋政策研究センター）・講師

研究者番号：80571554

研究成果の概要（和文）：情報ネットワークにおける通信品質を示す指標として、ユーザの主観評価値に着目し、さまざまなネットワーク環境における主観評価値の測定実験を行った。また、通信品質を改善するネットワーク構造についても検討した。その結果、どのようなネットワーク環境であっても普段得られているスループットが約 40 %劣化したときに、ユーザは品質に対して不満を感じることを明らかにした。また、同じネットワーク環境であっても、接続形態や情報伝達のプロセスを変えることで、ホップ数や情報発見の速度を改善することを明らかにした。

研究成果の概要（英文）： In this research, we measure comparative assessment of users' subjectivity as a metric of communication quality in information network. We also consider a network structure that improves the communication quality based on the users' assessments. As a result, we found that users dissatisfy the quality when the usual throughput is degraded to 60 %. Moreover, we also denote that the efficiency of information retrieval, such as hop count and the speed of information search, is improved by changing the network structure and the process of information diffusion inspired by social networks, even if the network environment is the same.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,900,000	0	1,900,000

研究分野：情報ネットワーク

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：通信品質、主観評価、インターネット、心理学的測定法、情報探索

1. 研究開始当初の背景

現在のインターネットでは、Web ページや P2P によるファイルダウンロードに代表されるバルクトラフィックに加えて、IP 電話や動画やストリーミングなどのリアルタイムトラフィックが混在している。このような環境下においては、それぞれのトラフィックの通信品質を保つために、事前に利用する帯域を予約したり、トラフィックごとにクラス分けを

行い、優先度を設定したりといった処理が行われている。特にリアルタイムトラフィックについては、パケットの遅延がそのまま品質の劣化につながるため、このような品質制御が極めて重要である。これまでの研究では、具体的に遅延値を何ミリ秒とする、パケットロス率を何%以下にするなどといった品質保証が行われていたが、近年ではユーザの品質評価（Quality of Experience）を利用した品

質制御が行われている。サービスを実際に利用するのは各ユーザであることを考えれば、ユーザが品質の評価を行い、その評価に基づいた制御が行われるということごく自然である。QoE では、ユーザの趣味や嗜好を考慮し、動画や音楽などのメディアの種類やその内容に対してユーザがどの程度の品質の劣化を許容するのかなどに着目している。

近年では ADSL や FTTH に代表される固定回線のみならず、携帯電話ネットワークや公衆無線 LAN などモバイル端末での利用も活発になってきており、サービスを受ける側のネットワーク環境が一樣ではない。そのような場合、図 2 に示すように画一的な品質制御では、各ユーザに与える影響が大きく異なり、ユーザ間に不公平性を生じさせることになる。そのため、次世代ネットワークを想定した無線環境における QoE 測定も行われつつある。しかし、本来、ユーザが感じる品質の劣化などは、そのユーザが普段利用している品質からどの程度劣化したかという点が大きく影響していると考えられる。例えば「今日はファイルダウンロードが遅い」や「動画のコマ落ちが多い」などという評価は、「普段と比べて」や「いつもより」という各ユーザが普段感じている品質を基準にした評価されていると考えられる。したがって、ユーザの主観的な評価にもとづいた通信品質の評価を行う必要がある。

2. 研究の目的

ユーザが日常的に感じている品質からの劣化の程度をユーザの主観評価として取得することを目指す。また、将来のネットワーク環境では、広帯域回線が接続されている PC だけではなく、無線回線を利用した移動端末やスマートフォンからの利用が想定されている。そのような環境の違いにおいても、各端末・環境を利用しているユーザが日頃感じている品質と比較して、どの程度の劣化がユーザにとっては不満であるのかが明らかにする。その主観評価値から、具体的にどの程度の通信品質の劣化がユーザの感覚に影響を及ぼすのかを明らかにする。どのようにネットワークを制御すべきなのかを検討し、ネットワーク構造やコミュニケーションスタイルへの応用を検討することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) ユーザの主観評価の相対的測定

さまざまな年齢・性別の被験者に協力してもらい、実際にネットワーク上で品質劣化が発生したときの「不満度」を測定する。図 1 に主観評価値の測定環境を示す。被験者は、本学関係者や大阪市立大学大学院院生を主とするが、ネットワーク関連の知識による結

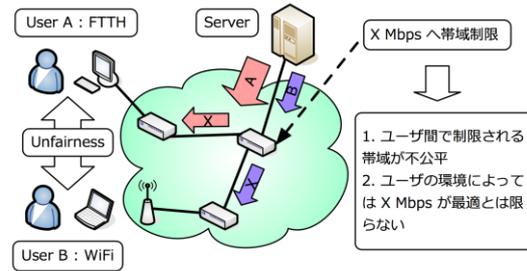


図 2 利用環境が異なる場合のネットワーク制御によるユーザへの影響

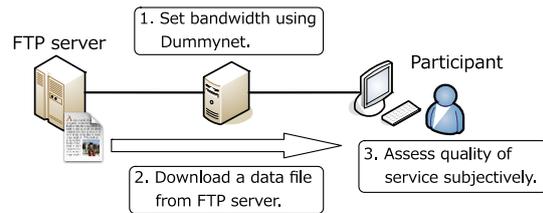


図 1 ユーザの主観評価値の測定環境

果への影響も考慮し、情報工学関連の知識を持たない一般の利用者を想定した協力者も募ることも予定している。また、各ユーザが品質の劣化に対して、普段感じている品質と相対的に評価してもらうための測定手段や測定環境などを心理学的なアプローチから検討する。相対的な主観評価値の測定の一例としては、被験者には、一定の通信品質での利用を複数回行ってもらい、そのときの状態を普段利用している環境であると認識してもらった上で、品質劣化の評価を行なってもらうということが考えられる。動画や VoIP などのリアルタイム性を要求されるトラフィック以外にも、HTTP や FTP などバルクトラフィックについても本研究の対象とし、トラフィックの違いによるユーザの主観評価値の違いを明らかにする。また、さまざまなユーザ環境を想定し、ADSL、FTTH や Wi-Fi などユーザが利用しているネットワーク環境による主観評価への影響を検討する

(2) 主観評価にもとづく非環境依存パラメータの推定

既存の品質制御システムにおいて、どのようなパラメータが利用できるのかを調査し、測定実験の結果から、どのようなパラメータ設定が適切なのかを検討する。本研究では、主に通信帯域（スループット）の違いを環境の違いと想定し、通常利用している通信で得られるスループットからどの程度劣化した時にユーザがどのように感じるかを、さまざまな環境下で測定する。特定のユーザからの評価結果によって、多数のユーザに割り当てられるはずのネットワークリソースが占有されてしまう恐れがあるため、ユーザ間の公平性についても考慮する必要がある。

(3) ネットワーク制御への応用に関する検討
提案した評価値を利用することで、各ユーザが不満に感じない品質が維持できているかどうか、ネットワークリソースが各ユーザに対して適切に割り当てられているか、について検証する。また、ユーザが受けるサービスの内容やネットワーク構造・設定によってユーザの主観評価値は大きく影響を受けると考えられる点から、ネットワーク環境やトラヒックの種類によってどのように通信品質が影響されるのかについて調査する。具体的には、ネットワーク内に存在する通信機器の接続構成や情報伝搬のプロセスなどを変えることで、目的のホストへのホップ数や探索時間、ルータへの負荷などが改善できるかどうかについて検討する。

4. 研究成果

(1) ユーザの主観評価の相対的測定

ユーザが受けるサービスの内容やネットワーク構造・設定によってユーザの主観評価値は大きく影響を受けると考えられる点から、ネットワーク環境やトラヒックの種類によってどのように通信品質が影響されるのかについて調査した。被験者には、普段利用しているネットワーク環境を想定したスループット値（基準スループット）が得られる状態で複数回ダウンロードを行ってもらい、その状態に慣れてもらう。その後、スループットを変化させて、そのときのダウンロードの通信品質を5段階で評価してもらい、その実験を複数回行い、ユーザの主観評価、および、基準スループットからの相対的な評価の測定を行った。得られた評価値は離散値であるため、統計処理を行い、順序尺度への変換を行った。基準スループットが 25 Mbps のときの結果を図 3 に示す。この結果から、ユーザが通常 25 Mbps 程度のスループットを得られている環境下において、15.7 Mbps までスループットが低下したときにユーザは品質に対して不満に感じるということを明らかにした。

(2) 主観評価にもとづく非環境依存パラメータの推定

特定の環境下だけではなく、複数の基準スループットに対してのユーザの主観評価値を測定し、さまざまな環境下における品質劣化に対してユーザはどのように感じるのかについて検討した。(1) での実験環境において、基準スループットを 10 Mbps から 100 Mbps まで 10 Mbps 刻みで設定し、それぞれ同様の測定実験を行った。その結果を図 4 に示す。この図において、縦軸は基準スループットに対する劣化させたときのスループットの割合を示している。この図より、どの

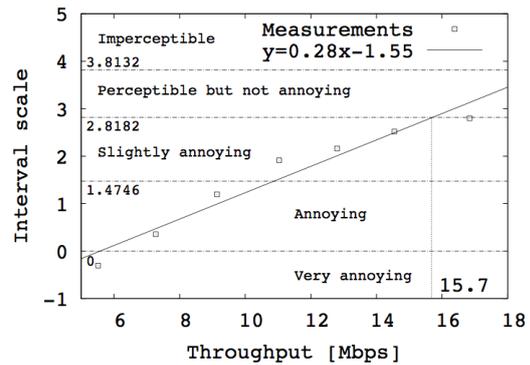


図 3 通信品質の劣化に対するユーザの主観評価値の変化

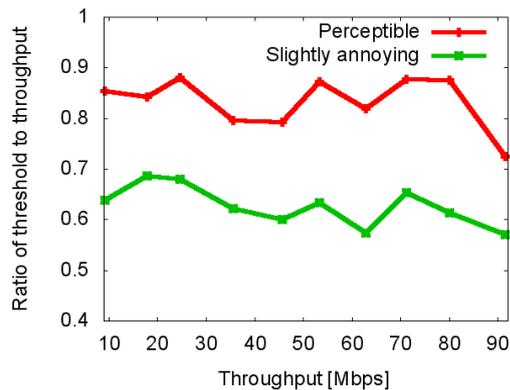


図 4 さまざまな環境下におけるユーザの主観評価値の変化

ようなネットワーク環境であっても、ユーザが品質の劣化を感じるのは基準スループットの 80 %程度、その劣化を不満に感じ始めるのは約 65 %となったときであることを明らかにした。

(3) ネットワーク制御への応用に関する検討

図 6 にネットワーク構造による通信効率の改善方法に関する一例を示す。同じ実験ネットワーク環境であっても、ノード間やルータ間の接続形態を変えたり、情報の転送先を変えたりすることで、より効率的なネットワーク制御が可能になると考えられる。ここでは、現在インターネットで普及しているソーシャルネットワークにおける情報伝搬やネットワーク構造に着目し、より最適なネットワーク構造について検討した。また、そのネットワーク構成を実ネットワークにおいてどのように実現するのかについて調査し、そのようなネットワークの自立的な形成を促すために数値的なモデル化を行い、シミュレーションによってその影響を明らかにした。その結果を図 5 に示す。この図は、図 6 に示すネットワークにおいて、Original Networkのみを利用した場合と Bypassed Network を考えた場合における、目的ホストまでのホップ数の分布を示している。どちらのネット

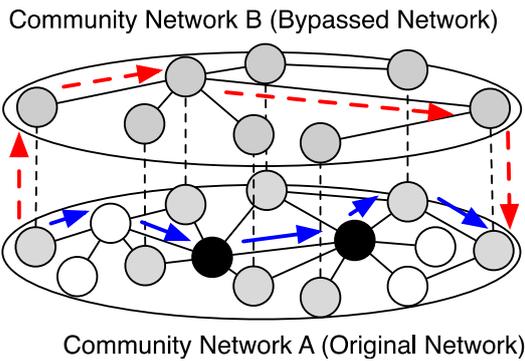


図 6 ネットワークの効率的な利用

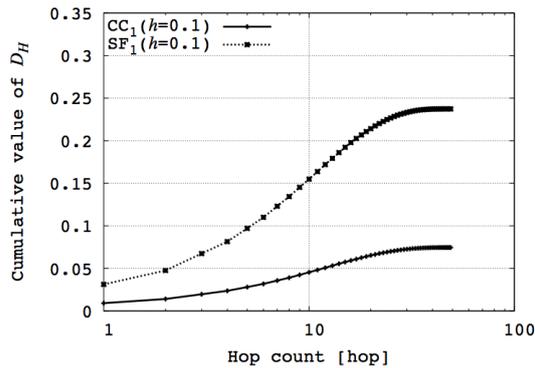


図 5 ネットワーク構造の違いによる目的
ホストまでのホップ数の変化

ワーク環境においてもノード数やリンク数は同数であり、接続形態、および、情報の転送先が異なるのみである。この図より、ネットワークの接続形態を変えることで、目的ノードまで 10 ホップかかっていた経路は約 30 %まで減少したことになる、より短い経路が利用できていることが明らかになった。この結果より、通信品質(主に検索効率や探索範囲)を大きく改善できることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Yasuhiro Sato, Shin'ichiro Kitano, Shingo Ata, Ikuo Oka, "Estimating Environment-Independent Parameters on Basis of Comparative Assessment of User's Subjectivity," IEICE Transactions on Communications, Vol. E94-B, No. 8, pp. 2265-2273, August 2011.

[学会発表] (計 3 件)

- ① Yasuhiro Sato, Hirona Shimokawa, Shingo Ata, Ikuo Oka, "Towards Social Networking: A Proof-of-Concept

Model," in Proceedings of ASE/IEEE International Conference on Social Computing (SocialCom), Amsterdam, The Netherlands, pp. 526-531, September 2012.

- ② Yasuhiro Sato, Hirona Shimokawa, Shingo Ata, Ikuo Oka, "Cross-Community Approach for Efficient Information Retrieval in Social Networking," in Proceedings of IEEE/IFIP NOMS 2012, Maui, HI, pp. 687-690, April 2012.
- ③ Hirona Shimokawa, Yasuhiro Sato, Shingo Ata, Ikuo Oka, "Improvement of Information Retrieval Efficiency by Crossing Multiple Community," in Proceedings of the 13th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2011), Taipei, Taiwan, September 2011.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 寧洋 (SATO YASUHIRO)

海上保安大学校 (国際海洋政策研究センター)・講師

研究者番号： 80571554