

平成 21 年 3 月 23 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18360188

研究課題名（和文） 差別化サービス環境における新しいトラヒック理論

研究課題名（英文） New Teletraffic Theory for Differentiated Services

研究代表者

田中 良明(TANAKA, Yoshiaki)

早稲田大学・国際情報通信研究科・教授

研究者番号：30133086

研究分野：ネットワーク工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：トラヒック理論，トラヒック解析，トラヒック分析，差別化サービス，料金，効用，収益，便益

## 1. 研究計画の概要

インターネットはベストエフォートのサービスであり、通信の品質が一定していない。しかし、インターネットを利用するアプリケーションの中には、一定の品質を必要とするものもあり、また、インターネット利用者の中で安定した品質を求める声も多い。このような声に応える一つの例として差別化サービスがある。差別化サービスにおいては、品質の差に応じて料金にも差を付けることになる。すると、利用者は、品質と料金の関係を見て、自分に適したクラスを選択することになる。これにより、各クラスのトラヒックが変わる。具体的には、品質に対して利用者の効用が決まり、その効用に対して利用者の支払意思額が存在する。その支払意思額と料金とを比べてクラスの選択を行うことになる。また、同じ品質でも、コンテンツの内容により、効用や支払意思額は異なる。すなわち、これからのインターネットサービスにおいては、料金の要素が重要になり、クラス選択を代表例として、サービスを利用するか否か、利用するとしたらその量はいくらかなど、さまざまな面に関係してくる。

本研究では、第一に現在のインターネットトラヒックの解析を行って、その性質を明らかにする。第二に、料金要素の導入を行って理論を構築し、それに基づいたトラヒックの制御法やサービスの提供法などの提案を行う。

## 2. 研究の進捗状況

差別化サービス環境においては、トラヒック

ク分析の結果に基づいて各クラスの制御を行い、所定の品質が得られるようにする。トラヒックデータを得る方法としては、必要な箇所を絞って測定するアクティブ測定が不可欠である。アクティブ測定にはいろいろな方法があるが、いずれも測定結果にある程度の誤差を有している。差別化サービス環境における制御においては、トラヒック測定の誤差が影響を与えるので、トラヒック理論構築においても精度を考慮する必要がある。そこで、アクティブ測定の精度を分析する新しい手法を提案し、いくつかのアクティブ測定法の比較検討を行った。また、トラヒックの検討では、例え理論検討であっても、その精度の確認などのためにシミュレーションが必要になる。そこで、実際のトラヒックデータの性質を基に、シミュレーショントラヒックを発生させる新しい手法を提案した。

トラヒックと料金に関係する例として、VOD (Video On Demand)形 IP 放送サービスを取り上げ、その品質を経済学的な面から検討した。サービスに加入するユーザが増加すれば、事業者の収入も増加するが、呼損が多く発生するためユーザ効用は減少する。したがって、事業者はユーザ効用を確保するために、配信サーバの設備拡張を行う必要がある。しかし、過剰な投資は事業者にとって負担となる。事業者は、サーバコストを最小限にして収益を確保し、ユーザの効用も確保するような視聴料金設定をする必要がある。さまざまなサーバ容量における視聴料金とユーザ便益及び事業者収益の関係を求め、ゲーム理論を用いてナッシュ交渉解を求めることに

より，ユーザ便益と事業者収益が妥結できる同時送出可能ストリーム数と視聴料金を明らかにした．

以上の検討のほか，マルチキャストコンテンツ配信において複数速度を設けてユーザ全体の効用を大きくする方法，ネットワークの輻輳に応じた適応的料金設定などについても検討を行った．

### 3．現在までの達成度

当初の計画以上に進展している．

(理由)

インターネットトラヒックの解析は古くから行われている検討であるが，トラヒックの性質は年々目まぐるしく変化している．本研究では最新の性質を調べてモデル化を行った．また，料金に基づく制御法や最適設計の検討も計画以上に進展している．

### 4．今後の研究の推進方策

引き続きこれまでの研究を推進するとともに，目まぐるしく変化するインターネット利用のアプリケーションに対応した最新の研究成果を目指すようにする．

### 5．代表的な研究成果

(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]

梶田剛広，矢守恭子，田中良明，“コンテンツ配信のための複数サーバマルチキャストトリー構築法”，電子情報通信学会論文誌(B)，Vol.J92-B，No.3，pp.515-526，2009年3月．，査読あり

T.Kajita，K.Yamori，and Y.Tanaka，“Pricing for Maximizing Provider's Revenue in Multicast Content Delivery Services”，Towards Sustainable Society on Ubiquitous Networks，IFIP International Federation for Information Processing，Vol.286，pp.173-183，Springer，August 2008．，査読あり

T.Q.Le，M.Zhanikeev，and Y.Tanaka，“Detection and Identification of Neptune Attacks and Flash Crowds”，Managing Next Generation Networks and Services，Lecture Notes in Computer Science，Vol.4773，pp.571-574，Springer，September 2007．，査読あり

M.Zhanikeev and Y.Tanaka，“Quantitative Analysis of Temporal

Patterns in Loosely Coupled Active Measurement Results”，Managing Next Generation Networks and Services，Lecture Notes in Computer Science，Vol.4773，pp.415-424，Springer，September 2007．，査読あり

M.Yap，M.Zhanikeev，and Y.Tanaka，“Point of Reference in Perception of Network Performance by Active Probing”，Managing Next Generation Networks and Services，Lecture Notes in Computer Science，Vol.4773，pp.205-214，Springer，September 2007．，査読あり

[学会発表](計47件)

M.Yap，M.Zhanikeev and Y.Tanaka，“A Validity Tester for Active Measurement Tools”，11th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT 2009)，Phoenix Park，Korea，Session 2F，pp.305-310，February 2009．

D. Pham Van，M.Zhanikeev and Y.Tanaka，“Effective High Speed Traffic Replay Based on IP Space”，11th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT 2009)，Phoenix Park，Korea，Session 1F，pp.151-156，February 2009．

K.Yamori，H.Bessho，and Y.Tanaka，“Pricing for IP Broadcast Service based on Price Elasticity”，7th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT 2008)，Bandos Island，Maldives，Paper No.B-4-3，pp.191-196，April 2008．

M.Zhanikeev and Y.Tanaka，“Modelling and Analysis of End-to-End Network Performance”，7th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT 2008)，Bandos Island，Maldives，Paper No.A-3-5，pp.141-146，April 2008．

H.Bessho，K.Yamori，and Y.Tanaka，“Pricing Methods for IP Broadcast Services Based on User's Viewing Styles”，International Conference on Communication Technology (ICCT 2006)，Guilin，China，Vol.1，pp.1-4，November 2006．