

TSUBAME 共同利用 平成 24 年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 ユーザ間対等受付制御における大規模数値計算

英文: Large-scale numerical computation for equality based flow admission control

利用課題責任者

Sumiko Miyata

所属

Kanagawa University

**邦文抄録(300 字程度)**

帯域の異なる通信を同一網に收容する際、全ユーザの網收容により得られる満足度を最大化（トータル呼損率を最小化）する新しい受付制御方式を提案し、これまでに待ち行列理論における即時待時混合方式の理論式を用いて有効性を示している。この受付制御は、全てのユーザが、自由に帯域などを要求する利己的なユーザであることを仮定していた。しかし、実ネットワークにおいては、他のユーザのために自分の要求を下げる協力的なユーザが存在する可能性がある。このように、協力的なユーザが存在する環境下においては、その協力的なユーザの行動を促す新たな受付制御方式を考察する必要がある。そこで、本稿では、協力的なユーザが存在する場合にも適用できる受付制御法を提案し、待ち行列理論を用いた解析および TSUBAME を用いた数値計算による提案手法の有効性を示す。

**英文抄録(100 words 程度)**

We have proposed a novel Call Admission Control (CAC) to maximize total user satisfaction in a heterogeneous traffic network and showed the effectiveness of our CAC by using optimal-threshold from numerical analysis. This CAC assumed that only such selfish users exist in the network. However, we need to consider the possibility that some cooperative users exist who would agree to reduce his requested bandwidth in order to improve another user's QoS/QoE. Under this assumption, the conventional CAC may not be optimal control. Moreover, if there are cooperative users in the network, we need some controls that encourage such user cooperation. However, these "encourage" controls have not yet been proposed. Therefore in this paper, we propose a novel CAC for cooperative users by using queueing theory. Moreover, numerical analyses show the effectiveness of our proposed CAC by using TSUBAME.

**Keywords: 5つ程度**

Call Admission Control, QoS, reservation control, fairness, heterogeneous traffics, total call blocking rate

**背景と目的**

本研究課題は、様々な要求帯域を持つストリーミング環境において、協力的ユーザおよび利己的ユーザを含むユーザ全員の満足度を向上させるための受付制御の実現を目的とする。全ユーザ満足度を向上させるために、基礎検討として、異なる要求帯域(広帯域フローと狭帯域フローの二種類に分類)に対し、收容時に同じ満足度を得る(対等)と仮定し、広帯域フローを1本收容しない事で、狭帯域フローを複数收容可能とする受付制御方式を提案する。具体的には、全ユーザ満足度の最大化と等価である、網内への広帯域及び狭帯域フロー両者をあわせた呼損となる確率(トータル呼損率)を最小にする受付制御方式を提案する。制御を実現させるためには、制御パラメータで取りうる閾値に対して最適な値を導出する

必要がある。

この最適な閾値を導出するために、本研究課題においては、定常状態を仮定し待ち行列理論を用いて解析を行う。しかし、最適な閾値導出のための、定常状態における状態方程式の解を導出するためには、大規模な行列計算が必要となる。そこで、TSUBAMEを用いた数値計算により、最適な閾値を導出する。

**概要**

一般に、受付制御では、新規のフロー到着時に、可用帯域がそのフローを收容させるために十分な帯域であるか判断する。判断した結果、到着フローを受け入れ可能である場合には受け入れ可となるが、残り帯域よりも到着したフローの帯域が大きい場合には、受け入れ不可となり、このフローは呼損となる。本受付制御では、狭帯域フロー、広域フロ

一いずれも対等なフローとみなす観点の基で、網内に流入可能な二種類のフロー数の合計を最大にすることを目的とする。既存研究での留保制御は、資源効率の向上が目的であったため、留保する対象は狭帯域フローであったが、本研究の目的では、広帯域フローを1本収容しない(狭帯域のために広帯域を留保する)ことにより、狭帯域フローを複数収容可能となることに着目し、留保する対象を広帯域フローとする。本研究において、この広帯域フローのユーザの中には協力的なユーザが存在すると仮定し、この協力的なユーザは状況に応じて、小さな帯域である狭帯域を要求するものとする。

ここで、要求帯域にかかわらず収容されたフローのユーザ満足度は一定という仮定により、網内に収容可能な二種類のフロー数の合計を最大にすることは、二種類のフローが棄却される確率の合計(トータル呼損率)を最小にすることと等価である。したがって本方式では、図1のフローチャートに示すように、新規のフローの受付可否を判断し、トータル呼損率を最小にする。本提案手法では、新規到着フローの要求帯域幅を $b_i$ 、フローの種類を $i$ ( $i = 1$  は狭帯域フロー、 $i = 2$  は広帯域フロー)とする。また、 $b_{now}$  は、 $b_i$ が到着した時点でのネットワークに収容されているフローの合計帯域、 $B$ は、網の全帯域とし、 $B_{wait}$ は、バッファ容量とする。

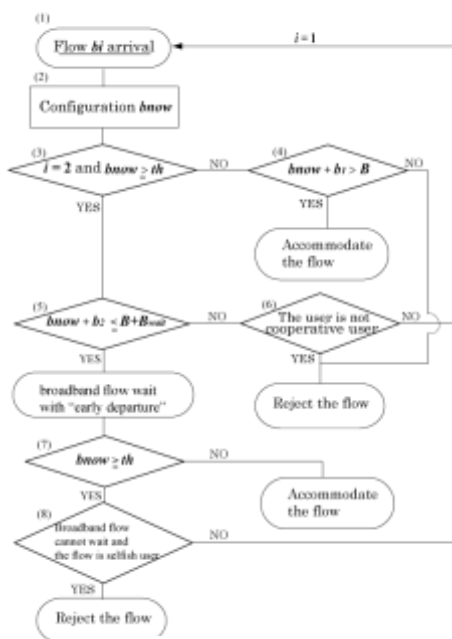


図 1. フローチャート

このモデルでは、新規フローの到着率はポアソン到着、各フローの継続時間(保留時間)は指数分布に従うものとする。しかし、この待ち行列理論を用いたモデルは、定常状態確率の一般解を導出することができない。そのため、定常状態確率を導出するための閾値を考慮した固有値計算を、TSUBAMEを用いて行う。数値計算により導出した状態確率を用いて、呼損率を導出する。

結果および考察

制御パラメータである閾値を変動させた場合の最適なトータル呼損率を示す。また、協力的ユーザの割合  $\delta$  は、0から1まで変動させる。 $\delta$  が0の場合には、協力的ユーザが全く存在せず、全てのユーザが利己的に振舞うことを意味し、一方で、 $\delta$  が1の場合には、全てのユーザが協力的ユーザであり、利己的ユーザは全く存在しないことを意味する。

これまでの研究で、各フローのトラフィック密度の和は、トータル呼損率に大きな影響を与えるパラメータであることが明らかになっている。そのため、本稿の特性解析においても、各フローのトラフィック密度の和の値を固定し、各フローのトラフィック密度の比率を変動させることで、トータル呼損率を解析する。このグラフより、バッファを加えることにより、トータル呼損率を大きく低減可能であることがわかる。さらに、協力的ユーザが多くなればなるほど、ユーザの待機の許容によるトータル呼損率の低減は、大きくなることも明らかとなった。

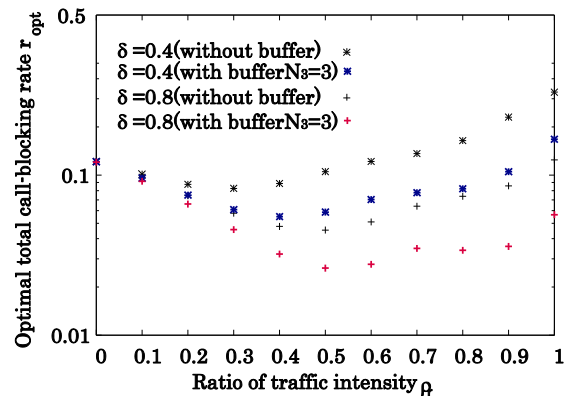


図 2. トータル呼損率特性

### まとめ、今後の課題

本研究では、協力的なユーザが存在する場合の受付制御の提案ならびに評価を行った。受付制御は、待ち行列理論システムによりモデル化して得られた状態方程式を利用して数値解析を行うことで、トラヒック状況に応じた最適なパラメータを導出し、特性評価により提案方式の有効性も示した。

今後は、これらの解析結果をふまえた更なる考察や、全帯域、広帯域フローの帯域幅など、様々なパラメータを変化させた場合の特性解析を行う予定である。また、これらの解析結果をふまえた、より実用的な閾値設定法も考察していく予定である。