

Title	利用可能帯域を意識した適応転送制御に関する研究
Author(s)	西田, 悦雄
Citation	
Issue Date	1999-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1317
Rights	
Description	Supervisor:日比野 靖, 情報科学研究科, 修士

利用可能帯域を意識した適応転送制御に関する研究

西田 悦雄

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学

1999 年 8 月 13 日

キーワード： 通信帯域、通信トラヒック、待ち行列、転送制御.

本論文では、通信回線上のトラヒックを測定することで通信を行える帯域の検出をし、その利用可能な帯域に合わせて発呼制御を行うことで、各々の呼の伝播遅延時間を短縮させる適応転送制御方法を提案する。提案方法としてシミュレーションによって確認を行い、利用可能帯域に適応させた転送制御の有効性について述べる。

本論文は、どのように輻輳を回避させるかではなく、輻輳を起こさないような通信トラヒック発生にするかである。トラヒック集中による輻輳を解消する方法は、トラヒック発生源での発呼を止めること以外には方法がないことは、トラヒック理論からも明らかなように、トラヒックを制御できるのは発呼制御のみである。さらに、発呼制御を行うためには、トラヒック測定機構が通信回線上のトラヒックの増大をできる限り早く検出することが重要である。

次の 2 つの機構が基本となる。

1. トラヒック測定機構

通信回線上に存在するルータの出力ポートの待ち列長 L_q の測定値から、中長期的なトラヒックを把握するために平均待ち列長 $L_{q_{avg}}$ でトラヒックの推定を行う。その推定された情報は出力ポートに呼を到着させる可能性のある回線にブロードキャストによってフィードバックを行う。

2. 利用可能な帯域に合わせた発呼制御

ルータからフィードバックされてくる平均待ち列長 $L_{q_{avg}}$ からルータに出力ポートに接続される回線使用率 ρ と利用可能帯域 (利用可能発呼率 λ) の算出を行い、算出された利用可能帯域 (λ) に合わせ発呼制御を行う。

トラヒック測定機構におけるもっとも重要なことはできる限り早くトラヒック増大を検出することである。ある時刻における出力ポートの待ち列長 $Lq(t)$ のみでは、バースト的トラヒックや過渡的な輻輳状態に対しても影響がある。中長期的な傾向を捉えるために、待ち列長は加重平均で求める平均待ち列長 $Lq_{avg}(t)$ を用いる。

$$Lq_{avg}(t) = (1 - w)Lq_{avg}(t - 1) + wLq(t) \quad (1)$$

この加重率 w には推定値への応答性と目標値への収束への影響する。 w が小さい値では、平均待ち列長 Lq_{avg} への影響が小さく短期的なバースト的トラヒックや過渡的な輻輳の発生を許容するが、短期的な変動に追従できず、 w が大きい値では、短期的な変動にも追従できるが目標値への収束には至らないというトレードオフがある。加重率 w の値はシミュレーション実験でトラヒック測定機構に対する応答性を確認する上で予備実験として行い決定した。

さらにトラヒックの変動を見逃さないためには測定時間間隔の影響がある。測定時間間隔を短くすることで、短期的なトラヒック変動への追従性はよくなるが測定オーバーヘッドが増加し、逆に、測定時間間隔を長くすると、短期的なトラヒックの影響は少なくなるが、トラヒック測定にもっとも重要なトラヒックの変動を見逃してしまう可能性が高くなるという、測定時間間隔にトレードオフが存在している。

測定時間間隔の $1/2$ 未満で起こる変動には対応できないことはナイキストの定理から明らかであるので、測定時間間隔を回線伝送時間の $1/2$ とした。トラヒックの測定機構の限界は、測定時間間隔を長くした場合には、トラヒック変動率と遮断周波数が漸近しているためと検出ができないことが起こる。

推測される平均待ち列長 Lq_{avg} をフィードバックさせるには伝搬遅延時間を考慮しなければならないが、フィードバックされる平均待ち列長 Lq_{avg} は中長期的な状況を推測したので、フィードバックの伝送遅延時間はあまり影響を及ぼさない。

もう一つの機構である発呼制御機構では、トラヒック測定機構により推定された平均待ち列長 Lq_{avg} を用いて、回線使用率 ρ の算出、利用可能帯域の算出、利用可能帯域に合わせた発呼率 λ により発呼制御を行う。

システムの待ち列を $M/M/1$ と仮定すると、回線使用率 ρ と平均待ち列長 lq_{avg} の関係は

$$Lq_{avg} = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \quad (2)$$

より使用率 ρ について解くことでもとめることができる。使用率 ρ が 1 に漸近する場合には待ち列長 $Lq_{avg} = \infty$ となるので利用可能帯域として予め、利用できる最大帯域を 1 未満に設定する。導かれる使用率 ρ は回線サービス率 μ を乗じた値 $\lambda = \rho\mu$ には自らのトラヒック λ_{self} が含まれているので、最大利用帯域 (λ_{max}) から減じることで求めることができる。

発呼制御では利用可能帯域が増加傾向であるか減少傾向であるにより発呼間隔を調整する。この機構の応答性が重要なのは回線上のトラヒックが増大してきた時、つまり利用

可能帯域が減少傾向にあるときである。利用可能帯域が減少傾向にあるときに発呼制御が行われなければ、自らの発生させるトラヒックによりさらに状況を悪くさせてしまう。これにより、各々の呼の伝播遅延時間は増大することになるので、シビアな問題となる。逆に、回線上のトラヒックが減少している時、つまり利用可能帯域が増加傾向にある場合には、帯域の有効利用が問題となるだけであり、呼の伝播遅延時間に関しては減少することはあっても増大させることはない。

さらに、複数の発呼制御機構での帯域割り当てに関するポリシーについても触れるが、あくまでもアプリケーション側のポリシーに依存するので場合分けを行った上で考察を行った。

提案した方法によるシミュレーション実験によって、利用可能帯域に適応させた転送制御では、呼の伝播遅延時間を短縮させることが確認できた。