

インターネットにおける可用帯域幅の推定法に関する研究

A Study of Available Bandwidth Estimation Method in The Internet

齋藤 綾太
Ryota Saito

中川 健治
Kenji Nakagawa

渡部 康平
Kohei Watabe

長岡技術科学大学 大学院工学研究科
Graduate School Engineering, Nagaoka University of Technology

1 背景と目的

近年、インターネットで帯域を消費するサービスの利用が盛んである。安定したサービスの提供には通信路の利用可能な帯域、即ち、可用帯域を把握する必要がある。しかし、エンド端末間で可用帯域を推定する方式の一つであるpathChirp[1]は、複数のパケットトレインを送信し推定を行うため、推定に数秒を要する。また、遅延のゆらぎで推定精度が低下する問題がある。そこで、本研究ではFxや仮想通貨などのチャートの解析で使用されるMACD (Moving Average Convergence Divergence) 指標を使用し、pathChirpで使用しているトレイン一つで高精度に可用帯域を推定する方式を提案する。

2 提案方式について

本方式では、送信側からpathChirpで使用するプローブパケットのトレインを送信する。トレインの構造は、パケットサイズ P を一定とし、送信間隔 T_i を指数関数的に減少させたものとする。従って、 i 番目の瞬時レート R_i は $R_i = P/T_i$ となる。これにより、単一トレインで広範囲の帯域を探索する。

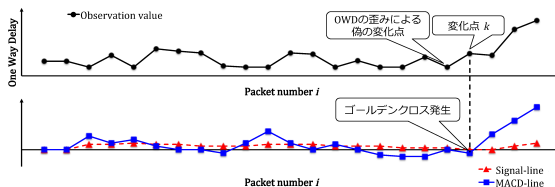


図1 変化点の推定

受信側で各プローブパケットの片道遅延 OWD (One way Delay) の傾向より可用帯域 A の推定を行う。一般的に OWD は、 $R_i < A$ の場合は $OWD_1 = OWD_2 = \dots = OWD_k$, $A < R_i$ の場合は $OWD_k < OWD_{k+1} < \dots < OWD_N$ となる。傾向の変化点 k が推定値である。しかし、図1より、クロストラヒックの影響で OWD はゆらぐ。pathChirp のアルゴリズムは隣接する OWD を比較し変化点を推定するため、ゆらぎに弱い。そこで、MACD 指標により変換点 k を推定する。MACD 指標は移動平均線を用いるため、多少のゆらぎによる影響を無視できる。MACD 指標は、「MACD」と「Signal」と呼ばれる移動平均線を使用する。MACD は短期と長期の EMA (指数平滑移動平均) の差、即ち、乖離である。Signal は MACD の EMA である。MACD と Signal の乖離が大きほど傾向が強くなり、0 に近いほど弱まり、OWD の傾向が変化する。例として、図1より、ゴールデンクロス (MACD (青) が Signal (赤) を下から上に突き抜ける) が起きた場合に OWD は増加傾向に転じる。従って、最後に

起きたゴールデンクロスの始点を変化点とし、その時の瞬時レートを可用帯域と推定する。

3 シミュレーションの結果と考察

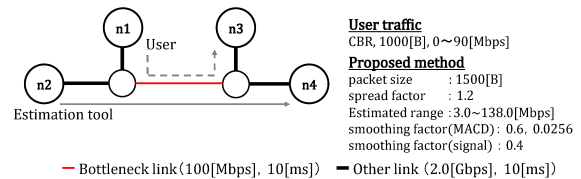


図2 シミュレーショントポロジー

図2に示すトポロジーの可用帯域を推定するにあたり、NS-2を用いて提案方式により変化点が得られているかpathChirpと比較し評価した。提案方式とpathChirpのトレイン構造は同じであるため、1トレインあたりの推定時間は等しい。それ以外のpathChirpのパラメータは文献[1]の推奨値を用いている。ユーザの送信レートは10[Mbps]ずつ増加させた。図3は各可用帯域につき100回の推定を行い、平均した結果である。図3より、提案方式はOWDの変動の強度で推定を行うため、OWDに多少のゆらぎがあっても、pathChirpに比べ推定値は真値に近く、安全側に推定できている。pathChirpは隣接するOWDを比較し変化点を推定するため、ゆらぎにより変化点の推定が悪くなっている。しかし、提案方式は80, 90[Mbps]で推定が不安定になっている。原因は、真の変換点におけるOWDの変動より大きな変動が起こり、真の変化点でゴールデンクロスが起こりづらいからである。

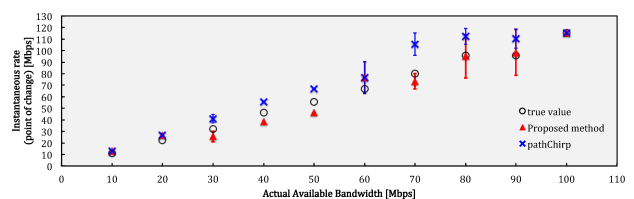


図3 変化点の推定結果

4 まとめと今後の課題

MACD 指標を用いた新しい方式を提案した。既存方式に比べ正確に変換点を推定できることが確認された。今後は、さらなる改良及び最良の平滑化係数の設定を明らかにする。また、Poisson トラヒックに対する有用性を検証する必要がある。

参考文献

- [1] V. J. Ribeiro, R. H. Riedi, and R. G. Baraniuk. pathchirp: Efficient available bandwidth estimation for network paths. In *PAM*, 2003.