

再試行トラフィックが異なるサービス時間を持つ場合の 準静的アプローチ適用可能性の研究

Quasi-static approach for retrial traffic with different service time

石井 良幸[†]
Yoshiyuki ISHII

渡部 康平[†]
Kohei WATABE

本間 裕大[†]
Yudai HONMA

会田 雅樹[†]
Masaki AIDA

[†] 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

1 はじめに

IP 電話の再呼 (再試行トラフィック) による輻輳では、通話チャネル (転送系) の不足による呼損に起因するものだけでなく、呼処理 (制御系) の処理時間が増大することによって発生するユーザの心理的な要因に起因した再呼が問題となっている。これらの再呼を考慮したシステムの安定性を調べる手法として、著者らは準静的アプローチを提案し、全ての呼が同じ保留時間分布を持つ場合の安定条件を調べてきた [1]。しかしながら、ユーザの心理的な要因に起因する制御系の再呼は、重複してコネクションが設定されるため、一般に他の呼とは異なる保留時間分布を持つと考えられる。本研究では、制御系からの再呼が他の呼よりも長い平均保留時間を持つ場合に、準静的アプローチを適用する方法を検討する。

2 準静的アプローチの概要

再呼のある IP 電話モデルとして、転送系 $M/M/s/s$ と制御系 $M/M/1$ の直列モデルを考える (図 1 参照)。準静的アプローチでは、システムの動作速度がユーザの体感可能な時間スケールに比べて極めて速いという条件を用いて、システムの変化を人間が体験できる時間スケール T で区切ることににより、システムの状態変化を離散的に扱う。ここで T は 1 秒とし、 T 以下ではシステムは定常とみなす。これにより、時刻 $t = k+1$ の入力率は時刻 $t = k$ の入力率により $\lambda_{k+1} = \lambda_0 + \lambda_k B(\rho_k, s) + \varepsilon \frac{\rho_k/a}{1-\rho_k/a}$ として表せる。ここで、 λ_0 は再呼を含まない入力率、 $1/\mu$ は転送系の平均保留時間、 $\rho_k = \lambda_k/\mu$ 、 a は $1/\mu$ と制御系の処理時間の比であり、 $B(\rho_k, s)$ は Erlang B 式、 ε は正の定数、 s は通話チャネル数である。

3 異なるサービス時間を持つ場合の考察

制御系からの再呼が他の呼と異なる平均保留時間を持つ場合、再呼を含まない入力と転送系の不足による呼損に起因した再呼を持つ転送系でのサービスレートを μ_1 、ユーザの心理的な要因に起因した制御系からの再呼を持つ転送系でのサービスレートを μ_2 とすると、時刻 k における 1 秒間のサービスレート μ は時間に依存する関数として次のように表せる。なお、離散時間の幅 T 内で λ_k は一定とする。

$$\mu_k(t) = C_k e^{-\alpha_k t} + \frac{\beta}{\alpha_k} \quad (1)$$

ここで、 $\alpha_k = -\varepsilon \frac{\rho_k/a}{1-\rho_k/a} \frac{1}{\lambda_k} (\mu_2 - \mu_1) + \mu_2$ 、 $\beta = \mu_1 \mu_2$ 、 $C_k = C_{k-1} e^{-\alpha_{k-1}} + \frac{\beta}{\alpha_{k-1}} - \frac{\beta}{\alpha_k}$ 。

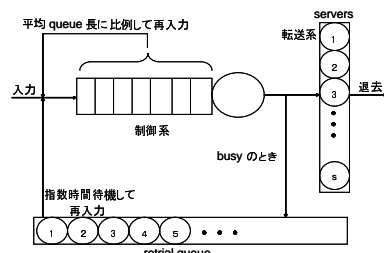


Fig. 1 転送系及び制御系を組み合わせたモデル

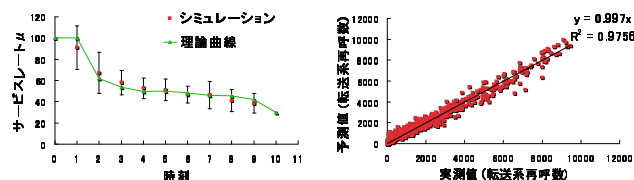


Fig. 2 サービスレートの変 Fig. 3 転送系からの再呼数
化過程 推移

このような時刻毎にサービスレートが変化していく状況では、時刻 k でのサービスレートは時刻 $k-1$ でのサービスレートの影響を受けると考えられる。そこで、時刻 $k+1$ の入力を予測する際に、時刻 k における 1 秒間の平均サービスレートをを用いて予測を行うこととする。数値条件を $\lambda_0 = 15000$ 、 $\varepsilon = 50$ 、 $\eta = 20000$ 、 $s = 300$ 、 $\mu_1 = 100$ 、 $\mu_2 = 1$ とし、まず、サービスレートの変化過程の再現性を確かめる (図 2 参照)。この結果より、サービスレートの変化過程を再現できていることが分かる。

次に、平均サービスレートをを用いて、次の時刻の入力数の予測を行う (図 3 参照)。この結果より、プロットされた点から得られる近似直線の傾きが 1 に非常に近くなることから、1 秒間の平均サービスレートをを用いて予測することにより、予測精度が高いことが分かる。

4 おわりに

制御系からの再呼が他の呼と異なる平均保留時間を持つ場合のサービスレートの変化過程を再現し、さらに 1 秒間の平均サービスレートをを用いることにより、次の時刻の入力数の予測精度が高くなることを確認した。

References

- [1] M. Aida, C. Takano, M. Murata and M. Imase, "A study of control plane stability with retry traffic: Comparison of hard- and soft-state protocols," IEICE Trans. Commun., vol. E91-B, no. 2, pp. 437-445, February 2008.