

自律的帯域制御のための通信管理システムの設計と実装 Design of Communication Management System for An Autonomous Bandwidth Control

白澤 秀斗† Hideto Shirasawa 白川 正知‡ Masatomo Shirakawa 古川 泰男‡ Yasuo Furukawa

1. はじめに

近年、インターネット接続サービスは ADSL などのブロードバンドの普及によって、定額料金で大容量の通信が行われるようになった。現在のブロードバンドサービスでは、ベストエフォート型の従来からの通信サービスと、VoIP などに代表される品質保証型の新しい通信サービスが混在している。急激なユーザ数の増加と共に、様々な通信サービスが混在し、網制御や管理が困難な状況となっている。そのため、スパムメールやウィルス、P2P が通信帯域を占有し、適正な帯域配分が実現できない事態も発生している。

そこで、本研究では、各ユーザの通信履歴・現在行っている通信の種類・通信資源の状況などから、各ユーザの通信優先度（以下、評価値）を算出し、これに基づいて帯域制御やルーティングを自律的に行い、各ユーザの様々なサービス毎に最適な通信を実現することを目的とする。

本論文では、通信の種類・特性、各ユーザの通信状況を統合的に考慮し、自律的に帯域配分を行う「自律的帯域制御用通信管理システム」を設計し、一部実装・評価を行ったことについて報告する。

2. システム概要

本研究で提案するシステムの概要について説明する。本システムは、自律的に帯域配分やルーティング制御を行い、ユーザやサービス間の不公平性の軽減と、ネットワーク資源の有効利用を目指す。ネットワーク資源を各ユーザに最適に配分するためには、瞬時的なネットワーク資源使用状況の観点のみならず、過去のネットワーク資源消費状況も考慮すべきである [1]。各ユーザが利用する通信サービスはポート毎に異なり、それぞれに何らかの規則性があると考えられる。例えば、「瞬間的に大容量の通信を行う」、「少量の通信を長時間継続的に行う」など、サービス毎に求められる特質も異なる。そこで、各ユーザの通信履歴に着目して利用ポート毎に特徴を抽出し、これらを評価指標の一つとして帯域制御を行う。また、本研究で提案する自律型トラフィック制御ルータ [2] の動作を補完し、ルーティングによる通信遅延制御も図る。自律型トラフィック制御ルータは、インターネット上に配置され、通信サービスの優先度に応じた最適経路情報を常に交換し合い、フロー毎にトラフィック制御を行うことが可能である。本システムは、算出した評価値を自律型トラフィック制御ルータに提供し、トラフィック状況に基づいたルーティングによる通信遅延制御を支援する。以上のことから、各ユーザの利用サービス毎に適した通信資源の確保を自律的に行うことが可能になると考える。

本システムの動作概要を図 1 に示す。まず、各ユーザの

通信履歴から、曜日・時間毎に通信パターンの特徴抽出を行い、ユーザ及びサービス毎に通信プロファイル（以下、プロファイル）を作成しておく。次に、各ユーザの現在の通信状況と同じ通信パターンを、過去のプロファイルから検索し、評価値を取得する。その後、他ユーザの利用サービス及び評価値と比較し、空き帯域状況に応じて、評価値の増減を行う。そして、帯域配分装置は各ユーザに対し、評価値の大きさに比例した帯域を割り当てる。

本システムの導入例を図 2 に示す。本システムと自律型トラフィック制御ルータの連携動作により、利用サービスに応じて最適な帯域配分と経路制御が行われる。VoIP や動画ストリーミング配信などの場合、帯域幅や通信遅延がサービス品質に大きく影響するため、帯域や低遅延経路を優先的に確保する。一方で、Web 閲覧 (http) やファイル転送 (ftp) サービスなどの場合には、品質に大きな影響が出難いため、前者と比較すると通信資源確保の優先度が低い。また、ウィルスやスパムなど、明らかに異常な通信が認められる場合には、そのユーザの通信を自律的に遮断するため、評価値を 0 に設定してパケットを破棄し、不正アクセス防止を図ることも可能である。

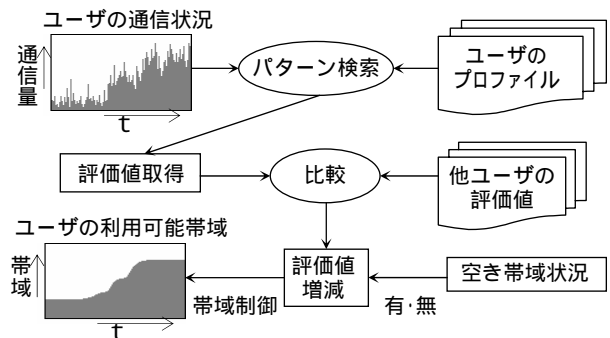


図1 システムの動作概要

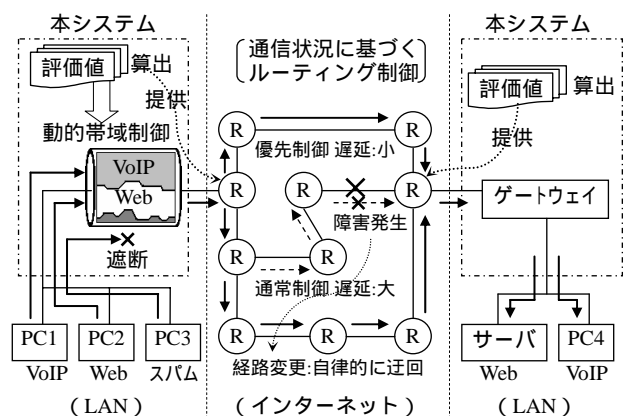


図2 システムの導入例
R: 自律型トラフィック制御ルータ

† 豊橋技術科学大学 大学院 工学研究科, Graduate School of Engineering, Toyohashi University of Technology

‡ 豊橋技術科学大学 未来技術流動研究センター, Research Center for Future Technology, Toyohashi University of Technology

3. 実装

本システムの実装を Linux(RedHat 9)上で行った。システムの構成を図 3 に、各要素の説明を以下に示す。尚、本論文では(1)~(5)までの実装を行った。

(1) ユーザ情報データベース

動的更新が可能な DNS データベースである BIND9 を使用する。各ユーザの IP アドレス、MAC アドレス、ホスト名などの対応関係を登録する [3]。パケットのヘッダ情報に記載された IP アドレスと MAC アドレスの両方から、登録ユーザの通信であるか否かを判別し、制御を行う。

(2) ユーザ情報データベース登録プログラム

各ユーザが DHCP サーバに IP アドレス要求を行う際、ユーザ側から送信される情報をユーザ情報データベースに登録する [4]。

(3) 通信履歴データベース

通過したパケットのログを記録する。各ユーザ毎に通信パケットの送信時刻・プロトコル・サービス・通信方向・サイズ・通信相手の 6 種類の情報を記録する。

(4) プロファイル作成プログラム

登録ユーザの通信であると判別した場合、通信パケットの情報を通信履歴データベースに記録する。また、定期的に、各ユーザの通信履歴から、曜日・時間毎に利用している通信のサービス・相手先・頻度・量などの特徴を抽出し、プロファイルを作成する。

(5) 評価値算出プログラム

各ユーザのプロファイルから、随時、評価値を算出する。また、各ユーザの利用サービス及び評価値を比較し、空き帯域状況に応じて、評価値の再分配を行う。

(6) 帯域配分機構

各ユーザに対して、評価値の大きさに比例した帯域を割り当てる。また、各ユーザの評価値を自律型トラフィック制御ルータに提供し、トラフィック状況に基づいたルーティングの優先制御を支援する。

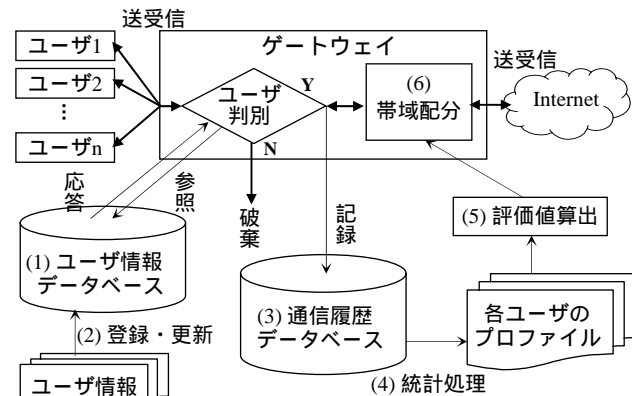


図3 システム構成

4. 動作検証

実装したプロファイル作成プログラムの動作検証を行った。DHCP, DDNS, プロファイル作成サーバを 1 台の PC (CPU: Celeron500[MHz], メモリ: 128[MB]) 上で同時に動作させ、検証を行った。

LAN 内に存在する PC のプロファイルを実際に作成した。ある登録ユーザの 1 日のトラフィックを測定して、その総量を基にプロファイルを作成した。プロファイル作成時の

通信状況を図 4 に、作成したプロファイルを図 5 に示す。このプロファイルは、利用サービス毎に通信量の単位時間平均を計算し、サービス毎に予め設定した優先度を掛け合わせ、それらを全サービス合計して算出した。これについては、帯域配分機構を実装した後に、より最適な算出方法について、比較実験を行い、検討する必要がある。

本実験では、これ以外に、要求される仕様に応じ、時間・分単位の総量や瞬間値を基に作成できることも確かめられた。

収容可能ユーザ数の目安となる CPU 使用率の平均値は、1 日全体では 2.0[%]、トラフィックが特に集中した 12~14 時では 5.6[%]、最大値は 39.0[%]となっていた。また、本システムに 10,000[パケット]を処理させた時、1[パケット]当たりの平均処理時間は 6.89[ms]であった。収容ユーザ数が多くなると、処理しきれなくなる可能性があるため、処理速度を向上させつつ、システム負荷が減るよう、プログラムの最適化を行う必要がある。

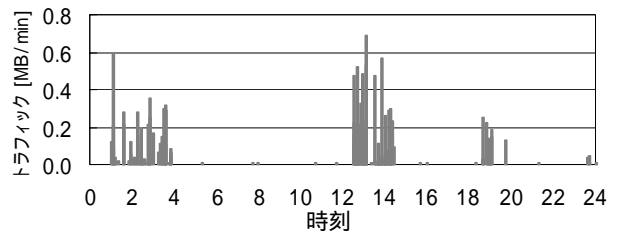


図4 トラフィックの測定結果

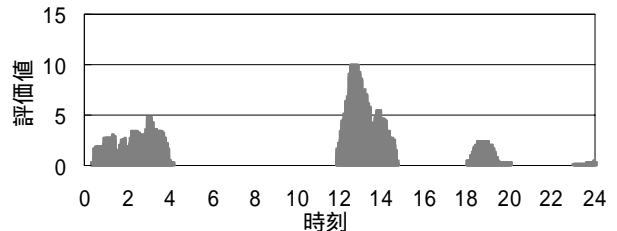


図5 作成したプロファイル

5. まとめ

本研究では、通信の種類・特性、各ユーザの通信状況を統合的に考慮し、自律的に帯域配分を行う「自律的帯域制御用通信管理システム」を設計し、その一部実装と動作検証を行った。その結果、クライアントサイドにおいて、実装したプログラムが有効に動作することが確かめられた。

今後は、プロファイル作成プログラムのシステム負荷軽減を図ると共に、帯域配分を適切に行えるように実装を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 山垣則夫, 戸出英樹, 村上孝三, “フロー継続状況を考慮に入れたフロー管理型パケット廃棄制御方式”, 電子情報通信学会論文誌, J86-B, No.8, pp.1578-1588, 2003.
- [2] 白川正知, 古川泰男, “自律的トラフィック制御法のためのルーティング技術の評価”, 信学会総合大会講演論文集, 通信 2, 770, 2002.
- [3] 入江一成, 向野誉, 中川広一, “地域情報 NW システム用ダイナミック DNS の開発”, 電子情報通信学会論文誌, J83-B, No.4, pp.589-596, 2000.
- [4] 松澤智史, 山崎誠, 武田正之, “DHCP 環境におけるネットワーク情報更新手法”, 電子情報通信学会論文誌, J83-B, No.6, pp.800-807, 2000.