

論文要旨

嶋村 昌義 (NAIST-IS-DD0561018)

論文題目名

英題 Studies on minimum throughput assurance service in provider provisioned virtual private networks

和題 プロバイダ管理型 VPN における最低帯域保証サービスに関する研究

論文概要

インターネットは既に社会的な情報基盤としての地位を確立しており、年を増すごとに利用者とトラフィック量は増え続けている。医療、教育、重要な業務などでもインターネットの利便性は活用され、より高い信頼性が求められる。インターネットはベストエフォート型のサービスと知られており、利用者の帯域は保証されず輻輳時の帯域の確保が重要となる。従来、帯域の確保が必要となるデータを遠隔地で送受信する場合には専用線が用いられていたが、専用線の設置費用は高く、インターネット上で仮想的に専用網を構築する VPN (Virtual Private Network) が注目されてきた。近年では、プロバイダの所有する閉域網を活用し、加入者への割当帯域を保証するプロバイダ管理型 VPN が注目されている。

本論文は英文 5 章から成る。第 1 章では、まずインターネット上での帯域確保に関する課題を挙げる。プロバイダ管理型 VPN の利便性について述べ、最低帯域保証サービスの重要性と課題について述べる。最後に、最低帯域保証サービスの実現に必要な帯域割当方式とプロビジョニングアルゴリズムについて述べる。

第 2 章においてホース帯域割当方式を提案する。プロバイダは加入者との契約で定められた要求帯域を満たす割当帯域を提供しなければならないが、その一方で有限な資源である帯域を効率良く利用しなければならない。提案方式では後述するフィードバック型帯域割当方式と VPN ホースモデルを統合することで、要求を満たし帯域を効率良く利用する。前者はネットワーク内部の情報を通知パケットによって把握し、ボトルネックリンクの利用可能帯域に応じて帯域を割り当てる。後者は VPN で従来用いられてきた一対一の拠点間のコネクションを集約することで効率良く帯域を利用する。提案方式の評価では、シミュレーションによる定量的な結果を基に、その有効性を示す。

第 3 章では非線形計画法を用いたプロビジョニングアルゴリズムを提案する。第 2 章で述べるフィードバック型帯域割当方式では重みという値を用いて、その値の比に基づいて帯域の割当を行う。提案方式では、VPN 加入者の要求帯域とプロバイダが保有するリンク帯域情報から、要求帯域を満たし帯域利用率を最大化する重みを決定する。

第 4 章では博士論文で述べた内容について考察を行う。提案方式の実現可能性・ネットワーク管理の効率性・提案方式の普及に関する議論・提案方式の位置付けと今後の方向性について述べる。

最後に第 5 章において論文のまとめを行う。以上、プロバイダ管理型 VPN において最低帯域保証サービスを実現するための帯域割当方式とプロビジョニングアルゴリズムに関して、それらの有効性を明らかにした。この知見を活かし、今後の VPN や帯域保証が求められる分野において、最低帯域保証サービスの実現が可能となる。

(論文審査結果の要旨)

本博士論文では、将来のネットワークで普及が期待されている仮想化技術に着目しており、その仮想化技術における品質保証に関する課題に取り組み、品質の高い情報通信網を構築する上で重要な最低帯域保証サービスを実現する手法を提案している。特に、本論文では、ネットワークの仮想化技術の基礎となる VPN(Virtual Private Network)技術に焦点を当てており、プロバイダの管理により通信品質を向上させるが可能となるプロバイダ管理型 VPN サービスにおいて、契約帯域以上の帯域を効率良く提供する最低帯域保証サービスが必要不可欠だと主張をしている。具体的には、最低帯域保証サービスを実現する上で、オンラインとオフラインでのトラフィック制御が重要だと捉え、それぞれトラフィックの変動が短い時間間隔で激しい環境に適応できる帯域割当方式、および、長い時間間隔でトラフィックの発生が変化する環境に適応できるプロビジョニングアルゴリズムを提案している。これらの提案手法における成果は以下に要約される。

- (1) オンラインのトラフィック制御となる帯域割当方式では、ある組織に割り当てられた重み値を用いて、重み値の比に基づき複数の組織に対して帯域の割当を行う。そして、組織の中の通信が行われている拠点に対しても公平に帯域の割当を行う。この割当はフィードバック型の制御を用いることでトラフィックの短い時間間隔での変動に追従することができる。この提案方式をシミュレーションによる評価を行うことにより、その有効性と発展性を示している。
- (2) オフラインのトラフィック制御となるプロビジョニングアルゴリズムでは、契約帯域という要求を満たし、かつ、ある帯域割当ポリシーに基づき、帯域割当方式で必要となる適切な重み値を決定する。このプロビジョニングアルゴリズムでは長い時間間隔においてトラフィック発生の有無が変化する環境においても適用することができる。シミュレーションによる評価により、その有効性および新規性を示しており、最低帯域保証サービスを実現するプロビジョニングアルゴリズムの礎を築く研究と位置付けられる。

本博士論文では関連研究についても十分に議論されており、本研究課題の貢献が明確に示されている。さらに、提案手法の実現可能性や実用化に向けた今後の課題についても議論されている。以上により、本博士論文は研究内容について学術的な価値が高く、新規性および有効性があり、博士(工学)の学位を授与するにあたって十分な内容であると認める。