

レイヤ 1 帯域オンデマンドサービスにおけるリクエスト優先度決定アルゴリズムの検討

川崎 考蔵

1 はじめに

近年では、宇宙物理学及び天文学等の研究分野において、遠隔地の大学や研究施設との通信容量は膨大なものとなっている。そのため、大学や研究機関を結ぶネットワークであり、それらの通信を支える学術ネットワークである SINET(Science Information Network) は極めて重要な役割を担っている。平成 19 年 4 月からは、新たな学術情報ネットワークである SINET3 の運用が開始された。SINET3 は大学等を結ぶネットワーク基盤である SINET と、先端学術研究機関を結ぶ高速ネットワーク網であるスーパー SINET との基盤を統合し、様々なサービスの提供を可能としている。Fig. 1 に SINET の拠点リンクの概略図を示す。

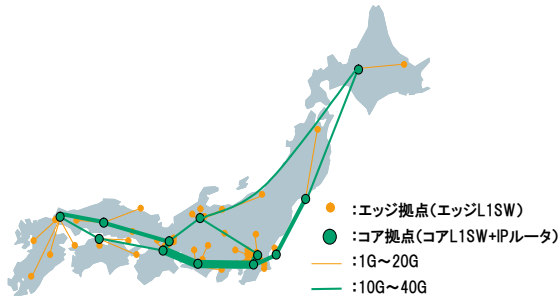


Fig.1 SINET の拠点リンクの概略図 (出展：参照¹⁾)

SINET3 では複数のサービスが新たに開始されるが、中でも本研究ではレイヤ 1 帯域オンデマンドサービスを対象とする。

2 レイヤ 1 帯域オンデマンドサービス

2.1 レイヤ 1 帯域オンデマンドサービスとは

レイヤ 1 帯域オンデマンドサービス (L1 オンデマンドサービス) とは、利用者側から任意の対地間での波長接続や帯域指定専用線 (150Mbps × n) 接続を設定可能とするサービスである。L1 オンデマンドサービスはユーザに、指定した対地間のリンクにおける通信路 (パス) を、ユーザが要求する時間帯に、要求する帯域分だけ確立、確保し、提供する。限られたネットワークリソースを有効に利用するために、ユーザが必要とする時間だけネットワークリソースを割り当てる。そのため、リクエストに優先度を考慮し、どのリクエストを優先して処理するかを決定することが重要となる。

2.2 L1 オンデマンドサービスの構成と概要

L1 オンデマンドサービスの構成を Fig. 2 に示す。

ユーザは、SINET の拠点と接続されているユーザ装置によりリクエストを提出する。その際、接続対地、開始・終了日時、使用帯域等を設定する。

オンデマンドサーバは、ユーザのリクエストを受け取

り、そのリクエストを accept(受諾) するか reject(却下) するかを決定する。リクエストを accept すれば、そのリクエストの希望する帯域を確保できるかを計算する。帯域を確保することができるならば、L1 オンデマンド専用線のパスを確立する。

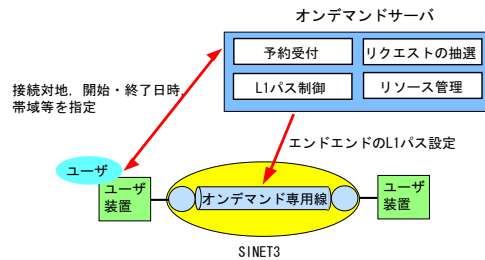


Fig.2 L1 オンデマンドサービスの構成 (出展：自作)

2.3 ユーザへの帯域割り当てのプロセス

パス設定からパス確立までのプロセスを Fig. 3 に示す。

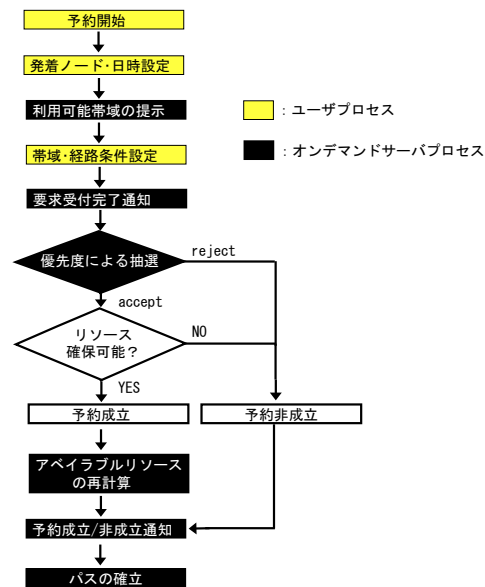


Fig.3 ユーザへの帯域割り当てのプロセス (出展：自作)

ユーザからの予約受付は、web ベースのインタフェースを介してオンデマンドサーバで行う。ユーザがリクエストとして、発着ノードと日時を設定してオンデマンドサーバへ送信すると、オンデマンドサーバは前回までのリクエストの accept 状況と、リソース使用状況により利用可能帯域を提示する。

ユーザは提示された利用可能帯域から、帯域と経路条件を指定してオンデマンドサーバにリクエストを提出する。オンデマンドサーバはそのユーザに要求受付完了の旨を通知した後そのリクエストを accept するか reject する

るかを抽選により決定する。accept すればそのリクエストが要求する帯域を確保可能かを計算して、確保可能であれば予約成立とする。

オンデマンドサーバはあるリクエストについて予約が成立すれば、リソースの情報を更新し、ユーザに予約成立の通知を行った後、リクエストの要求使用開始時刻となれば、パスを確立する。

3 優先度決定アルゴリズムの検討

3.1 優先度設定の重要性

L1 オンデマンドサービスでは、物理的境界のある帯域を複数のユーザが指定して使用する。そのため、あるユーザが帯域を指定してリクエストを提出しても、既に他のユーザに帯域を使用されているためリクエストが成立しない場合がある。そこで、下記のような条件によりユーザのリクエストに優先度 (priority) を設けることが重要となる。

- (A) 無駄な帯域の使用を防止する
- (B) 可能な限り多くのリクエストを完了させる
- (C) 全ユーザのリクエストが同程度の頻度で accept される
- (D) 早く提出されたリクエストを優先する

これらのような条件を元に、リクエストの優先度を決定することが本研究の目的である。

3.2 優先度の決定

本節では、4.1 で示した各条件について、それぞれ優先度決定アルゴリズムを提案し、(E) に (A)~(D) の優先度を考慮に入れた全体的な優先度決定アルゴリズムを提案する。

(A) 無駄な帯域の使用を防止する

あるユーザのリクエストが accept されたにも関わらず、そのユーザが希望した時間帯に、通信を行わなかった場合、帯域を確保したパスは利用されない。そこで、このようなユーザの存在を考慮し、優先度を定義する。オンデマンドサーバは、待機状態のリクエストについて前回の抽選までの全ユーザの優先度の値を確認する。そのユーザが提出したリクエストはユーザの優先度の値を継承し、優先度の値が高いリクエスト程高い確率で accept される。

(B) リクエストの帯域占有度による優先度の決定

「可能な限り多くのリクエストを完了させる」ためには、帯域占有度が小さいものを優先させる必要がある。ここで帯域占有度を、帯域の占有時間と使用帯域の積とする。オンデマンドサーバは、帯域占有度が小さいリクエスト程優先度を高く設定し、優先度の値が大きいリクエスト程、高い確率で accept する。よって帯域占有度の低いリクエスト程処理が優先され、結果としてリクエストの accept 頻度が向上する。

(C) ユーザのリクエスト受理頻度による優先度の決定

「全ユーザのリクエストが同程度の頻度で accept される」条件として、各ユーザの毎秒の accept 回数を考える。あるユーザの毎秒の accept 回数の平均値が全体の

ユーザの毎秒の accept 回数の平均値よりも小さいとき、そのユーザの accept 頻度は、他のユーザの accept 頻度よりも少ないことを意味する。よって、そのユーザは他のユーザよりも優先的にリクエストを受理されるべきであると考えられる。オンデマンドサーバはリクエストの抽選の際、全ユーザの毎秒の accept 回数を計算し、そのデータとあるユーザの毎秒の accept 回数と比較する。そのユーザ毎秒の accept 回数が全ユーザの毎秒の accept 回数より下回っているとき優先度高く設定する。リクエストはユーザの優先度の値を継承し、優先度の値が大きい程、高い確率で accept される。

(D) リクエストの提出時間による優先度の決定

先に accept されたリクエストの使用帯域幅が原因となり、あるリクエストが reject される状況が存在する。そのような状況を考慮すると、提出された時期が早いリクエスト程優先されるべきと考えられる。そこで、オンデマンドサーバが行う処理アルゴリズムとして、FIFO キューを設定する。ユーザがリクエストを提出すると、FIFO キューにそのリクエストが挿入されるように設定する。リクエストの抽選時刻になると、早い時期にキューに挿入されたリクエスト程、早く抽選される。このことにより、早く提出されたリクエスト程、優先して処理される。

(E) 複数の条件を考慮した優先度の決定

これまで示した、(A)~(D) の優先度を考慮した全体的な優先度の決定方法を検討する。(A)~(C) で示した優先度による accept する確率にそれぞれ重みを設定する。それぞれの優先度による accept する確率と、それに対応する重みの積をとり、その平均を算出する。その値を (A)~(C) の優先度を考慮した全体的な優先度とする。そして、その優先度を持つリクエストを (D) で示した FIFO キューに挿入する。優先度の値の大きいリクエスト程高い確率で accept される。本節での優先度の値を計算する際には、それぞれの重みを適切に設定することが必要である。

4 まとめと検討事項

SINET3 において L1 オンデマンドサービスが新たに開始される。本報告では L1 オンデマンドサービスの構成、及びパス設定からパス確立までのプロセスを述べ、ユーザの優先度決定の重要性を述べた。また、ユーザの優先度決定のためのアルゴリズム案を示した。

今後の検討事項として、シミュレータを作成し、シミュレータにて本報告で示したアルゴリズムの有効性を検証及することが必要である。また、3.2 の (E) で示したアルゴリズムは重みの設定が重要となるため、シミュレータにより最適な重みを検討することが必要である。

参考文献

- 1) SINET3
http://www.sinet.ad.jp/about_sinet3