

階層化された QoS ルーティングの考案

4P-4

芦見 竜太†

藤川 賢治†

太田 昌孝‡

池田 克夫†

† 京都大学大学院情報学研究科

‡ 東京工業大学総合情報処理センター

1 はじめに

インターネット上で QoS(Quality of Service) を考慮して経路の計算を行うために、リンクステート型アルゴリズムを採用し、LSA(Link State Advertisement) にリンクの QoS 情報を記載する事を考える。しかしリンクステート型アルゴリズムをインターネットのような大規模なネットワークに適用すると、QoS 情報がリンクの数に比例し膨大な量になるので、情報を集約する工夫が必要となる。そこで情報を集約する単位として「エリア」を定義し、エリアに対してネットワークアドレスを階層的に割り付ける事により、ネットワークを多重階層化する。この結果スケーラブルな QoS ルーティングを実現できる。

2 エリアの定義

情報を集約する単位として、「エリア」を定義する。ネットワーク中の1つのサブネットワークを1つのエリアとして定める。エリアの外からはエリア内部のトポロジ情報が完全には見えなくなり、エリアには1つ、又は複数のインタフェースが付いているように見える。

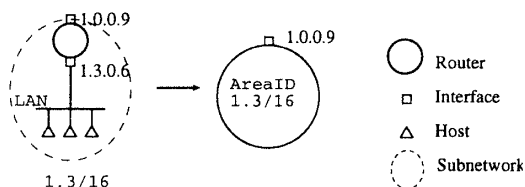


図 1: エリアの定義

一つのルータも一つのエリアとして見る事ができる。これにより、ネットワークはエリアとインタフェース、及びインタフェースどうしを結ぶ point to point のリンクだけで表現される。

各エリアにはエリア ID が定められる。エリア ID はそのエリアに相当するサブネットワークアドレス、もしくはエリアがルータ1つからなる場合には、そのルータのインタフェースアドレスの内、いずれかを割り当てる。

例として図2(a) のようなネットワーク 1/8 を考える。

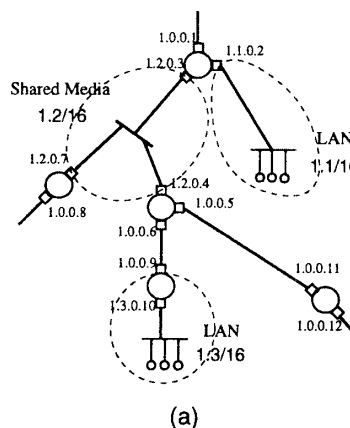
この中にあるサブネットワーク 1.1/16、1.2/16、1.3/16、及びルータのそれぞれをエリアとして見ると、図2(b) のようになる。

Hierarchichal QoS Routing.

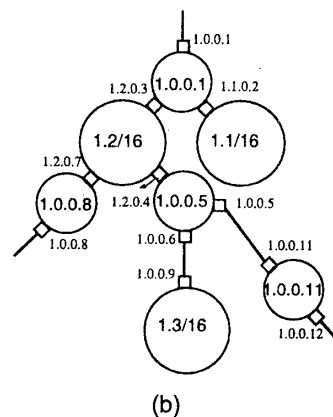
ASHIMI Ryuta†, FUJIKAWA Kenji†, OHTA Masataka†, IKEDA Katsuo†.

†Graduate School of Informatics, Kyoto University.

‡Computer Center, Tokyo Institute of Technology.



(a)



(b)

図 2: ネットワーク 1/8 内のサブネットワークにエリアを適用

3 エリアの多重階層化

さらに複数のエリアをまとめて1つのエリアとして見る事により、多重階層化が可能である。そのためには、エリアに対するサブネットワークアドレスを階層的に割り当てておく必要がある。

例えば、エリア ID 1/8 は、サブネットマスクが8ビットのサブネットワークであることを表わしているが、このエリアの内部に存在するエリアの ID は、最初の8ビットは1となるよう割り当てる必要がある。ここで図2のネットワーク 1/8 を見ると、この内部にあるサブネットワーク 1.1/16 や、1.2/16 等は、上の条件を満たしているため、図2をエリア ID 1/8 のエリアとして設定する事ができる。

図2のネットワーク 1/8 を1つのエリアとして設定し、上位の階層から見ると、例えば図3のように見える。

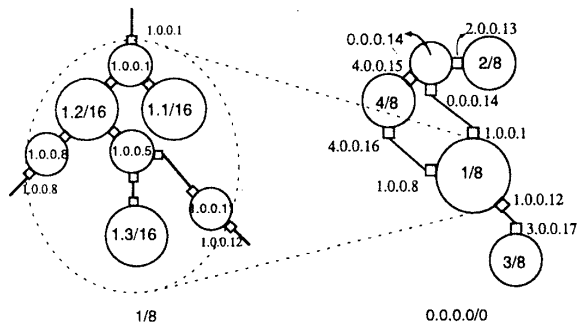


図 3: エリアの多重階層化

4 集約した情報の広告

エリアを適用した場合、エリア外部からはエリア内部の全てのリンクの QoS 情報は見えない。しかし、エリアの外にあるルータがこのエリア内を通過する経路を計算する際には、一つのインタフェースからエリア内を通過し一つのインタフェースへ出て行くまでの QoS 情報を知る必要がある、これを広告する必要がある。

エリア外部からはこのエリアを通過する全ての経路について QoS 情報を知る必要があるが、インタフェースをフルメッシュに結ぶ全てのリンクについて QoS 情報を流すと、エリアのインタフェースの数を n とした場合、 $O(n^2)$ の情報量となり膨大な量になる。そこで次のような方法によりインタフェース間の QoS 情報を近似し、広告する情報量を削減する。

まずエリアの内部にあるインタフェースの 1 つを中心点として設定する。このエリアのインタフェースは各々自分と中心点間の QoS を計算して求め、LSA に記述して外部に広告する。これによって外部からは各インタフェースと中心点間のリンクの QoS がわかるので、これらを合成する事により、このエリア内を通過する経路の QoS を計算できる。

先程の 1/8 を例に考えてみる。このエリア 1/8 の中心点をインタフェース 1.2.0.4 と設定したとする (図 4)。なお図 4 ではアドレスのネットワーク部は省略している。

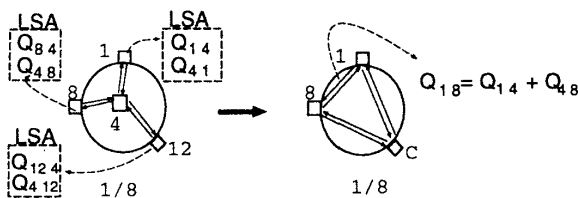


図 4: エリアを通過する QoS の求め方

ここで、インタフェース A とインタフェース B の間の QoS を Q_{AB} と表わす事にすると、インタフェース 1 は Q_{14} 及び Q_{41} を LSA に記述し、広告する。同様に

インタフェース 8 は Q_{84} 、 Q_{48} 、インタフェース 12 は Q_{124} 、 Q_{412} を LSA に記述する。

ここで、 Q_{AC} を Q_{AB} 、 Q_{BC} によって求める演算を、 $Q_{AC} = Q_{AB} + Q_{BC}$ と表わす事にすると、 Q_{18} は、LSA によって広告された Q_{14} と Q_{48} を用いて、 $Q_{18} = Q_{14} + Q_{48}$ のように求める事ができる。

このようにしてエリアを通過する経路の QoS を求める事ができる。

この方法により、LSA の量はインタフェースの数 n に対して $O(n)$ となり LSA の増大を防ぐ事ができる。

5 最短経路の計算

上記に述べたように LSA を広告する事により、各ルータはインタフェース及びエリアの中心点を結ぶリンクの QoS 情報のデータベースを持つ。これを元に各目的地までの最短経路を計算できる。

図 3 のネットワーク中でエリア 4/8 の内部に送信者がいるフローに関して、エリア 1/8 の内部にあるルータがその最短経路木を計算すると、例えば図 5 のようになる。

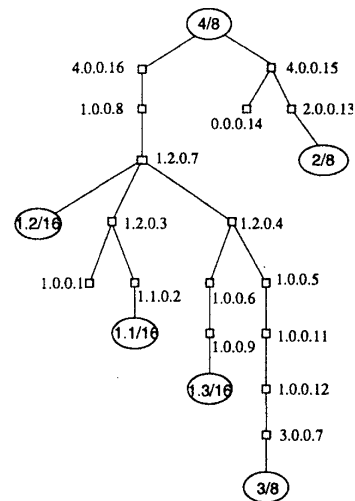


図 5: 最短経路木

6 おわりに

以上に提案した方法により、QoS ルーティングにおいて、QoS 情報を集約した階層化が行える。

今後は、計算量、ルーティングテーブル量といった面から提案した手法の評価をする。

参考文献

- [1] J. Moy OSPF Version 2 July 1997 Request for Comments: 2178.
- [2] Zhang, Sanchez, Salkewicz, Crawley. QOSPF, Internet Draft, draft-zhang-qos-ospf-01.txt, September 1997.