

도메인간 서비스 품질보장 멀티캐스트 프로토콜

임유진, 최종원

숙명여자대학교 전산학과

An Inter-Domain QoS-based Multicast Protocol

Yujin Lim, JongWon Choe

Department of Computer Science, Sookmyung Women's University

요 약

최근 들어 실시간 멀티미디어를 지원하는 응용들이 증가함에 따라, 하나의 도메인 내에서의 서비스 품질보장을 지원하기 위한 멀티캐스트 프로토콜에 대한 연구가 증가하고 있다. 그러나 진정한 서비스 품질 보장을 위해서는 도메인간 환경에서의 서비스 품질보장이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 도메인간 환경에서 서비스 품질보장 멀티캐스트 트리 구축을 위한 새로운 메커니즘, COINQoS 알고리즘을 제안하였다. 또한 서비스 품질보장을 위한 네트워크 토폴로지 정보 전송을 위하여 기존의 BGP4를 확장한 서비스 품질보장 BGP4를 추가로 제안하였다. COINQoS는 멤버 도메인으로서의 경로 설정을 위하여 각 AS들이 자신들이 제공하는 서비스를 몇 개의 클래스로 구분하여 라우팅 정보를 관리하도록 하였고, 통과 도메인에서의 흐름상태 정보의 양을 줄이기 위하여 AS의 출구 노드와 QoS 요구사항을 기반으로 흐름 집단을 수행하였다.

1. 서론

최근 들어 실시간 멀티미디어 응용들이 증가함에 따라 대역폭 예약이나 종단간 지연의 상한선 보장과 같은 서비스 품질보장(Quality of Service)에 대한 인식이 높아지고 있다. 현재 QoS 관련 연구가 활발히 진행되고 있으며 그 중에서 두 지점간 경로를 결정함에 있어서, 종단간 지연, 지터(jitter), 대역폭과 같은 네트워크 가용 자원에 관한 정보와 세션의 QoS 요구사항을 기반으로 경로를 결정하는 QoS 보장 라우팅 메커니즘에 대한 연구가 많은 주목을 받고 있다[1].

그러나 최근의 연구들은 하나의 도메인 내에서의 서비스 품질 보장 경로 설정 메커니즘이며, 진정한 의미에서의 종단간 서비스 품질보장을 위해서는 도메인간 환경에서 서비스 품질보장을 지원해야 한다. 이를 위하여 고려되어야 할 가장 중요한 요소 중 하나는 확장성(scalability) 문제이다[2]. 이는 도메인간 라우팅이 동적인 성격을 지니는 네트워크 상태 정보를 기반으로 동적해서는 안 된다는 것을 의미한다. 따라서 도메인간 환경에서의 QoS 파라미터는 이웃한 도메인간의 전송 트래픽의 양이나 QoS 요구사항 정보 등을 기반으로 사전에 합의한 내용을 나타내며, 하나의 도메인 내에서 고려되는 동적으로 변화하는 파라미터 값을 의미하지는 않는다.

도메인간 라우팅 메커니즘에서 고려되는 또 하나의 중요한 이슈는 통과 AS에 의하여 처리되는 흐름상태 정보의 양이다. 처리되는 흐름상태 정보를 줄이기 위하여 집산화(aggregation) 방법이 사용된다. 흐름 집산화는 AS를 통과하는 트래픽을 각 흐름 별로 독립적으로 경로를 결정하는 것이 아니라, 이들을 몇 개의 스트림으로 집산화하여 경로를 결정하는 것을 의미한다. 집산화의 기준으로는 출구 노드나 QoS 요구사항 등이 사용될 수 있으며, 집산화된 흐름은 AS 내에서 마치 하나의 흐름인 것처럼 다루어진다.

본 논문에서는 도메인간 환경에서 서비스 품질보장을 지원하는 새로운 멀티캐스트 라우팅 프로토콜, COINQoS(Class-Oriented Inter-domain multicast protocol for QoS guarantee)를 제안하였다. 멤버 도메인으로서의 경로 설정을 위하여 각 AS들은 자신이 제공할 서비스를 몇 개의 클래스로 구분하여 라우팅 정보를 관리하도록 하였고, 통과 도메인에서는 처리해야 할 흐름상태 정보를 줄이기 위하여 출구 노드와 QoS 요구사항을 기반으로 데이터 흐름을 집산화하는 방법을 사용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 관련 연구를 설명하고, 3절에서 멀티캐스트 트리 형성을 위한 COINQoS 알고리즘과 QoS 보장을 위한 네트워크 토폴로지 정보 전송 프로토콜, 서비스 품질보장 BGP4 제시한다. 마지막으로 4절에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

본 논문에서 도메인이란 용어는 AS(Autonomous System)와 같은 뜻으로, 개괄적으로는 하나의 라우팅 메커니즘 관리 정책을 가지는 영역을 뜻한다. 그러나 다중의 라우팅 메커니즘을 사용한다 하더라도 다른 AS들에게 하나의 일관된 라우팅 정책을 보이는 AS의 경우도 하나의 도메인으로 간주한다. 보더(border) 라우터란 도메인의 가장자리에 위치하며 도메인 내의 라우팅 프로토콜과 도메인간 라우팅 프로토콜 모두를 인식할 수 있는 라우터를 말한다.

BGP4[3]는 도메인간 네트워크 환경에서 도달 가능한 네트워크 정보를 교환하기 위한 프로토콜이다. 도달 가능한 네트워크 정보란 각 목적지에 도달하기 위한 일련의 AS 리스트를 말한다. 각 BGP 보더 라우터(이하 BGP 라우터)는 다른 AS의 BGP 라우터와 TCP 연결을 설정한다. 연결이 설정된 초기에는 전체 BGP 라우팅 테이블이 교환되며, 그 이후에는 갱신이 필요한 정보에 대해서만 상호 교환이 이루어진다. BGP 라우터는 외부 연결과 내부 연결을 통하여 수신한 라우팅 정보들을 기반으로 각각의 목적지에 대한 최상의 경로를 최종적으로 선택한다. 경로 선정 기준으로는 목적지로의 도달 가능성 정보와 비용 정보뿐만 아니라 AS의 라우팅 정책 등이 사용된다.

BGMP[4]는 도메인간 네트워크 환경에서 멀티캐스팅을 위한 공유 트리를 구축하는 프로토콜로 필요하다면 수신자 도메인이 소스 트리를 구축할 수 있도록 허락한다. BGMP는 각각의 도메인에 각기 다른 D 클래스 주소가 할당되도록 하는 MASC[5] 프로토콜이 동작한다고 가정한다. BGMP는 멀티캐스트 트리 구축 시, 그룹 멤버들이 속해 있는 도메인들의 주소를 포함하는 도메인용 루트로 설정한다. BGMP에서의 루트는 하나의 특정한 라우터가 아닌 도메인 전체를 의미한다.

앞서 설명한 BGP4와 BGMP는 QoS가 고려되지 않은 환경에서 동작하는 도메인간 프로토콜이며, [6]은 계층적 도메인 구조를 이용한 도메인간 QoS 보장 경로 설정 알고리즘이다. 각 도메인 내에는 경로 설정을 관리하는 RCC(Routing Control Center)가 있으며, 소스와 목적지 도메인의 공통적인 조상 도메인의 RCC가 두 도메인 사이의 경로 설정을 담당한다. 도메인 사이의 경로 설정을 담당하는 조상 도메인의 RCC를 IRCC(Integrated RCC)라 한다.

IRCC는 하위의 RCC들로부터 보더 라우터 사이의 경로 정보를 전송 받으며, 경로 정보란 지연시간이나 대역폭 등을 말한다. IRCC는 보더 라우터간의 경로 정보를 기반으로 산략화된 그래프를 구성하고, 두 도메인 사이의 QoS 보장 유니캐스트 알고리즘을 사용하여 경로를 설정한다. 이때 간략화된 그래프에는 각 도메인의 세부적인 토폴로지 정보는 제외되며, 보더 라우터들과 보더 라우터를 연결하는 경로 정보만이

표시된다

[6]은 보다 라우터 사이의 경로를 미리 결정한 후, 상위 도메인에게 알림으로써 보다 라우터 사이의 경로 결정 시에 QoS 요구사항이 반영되지 않는 단점을 가지며, 도메인 내에서 사용하는 QoS 파라미터의 개념을 그대로 도메인간 환경에 적용하여 동적인 성격을 가지는 파라미터를 도메인간 경로 설정에 사용함으로써 확장성 문제 또한 야기한다.

3. COINQoS 알고리즘

본 절에서는 본 논문에서 제안한 도메인간 서비스 품질보장 멀티캐스팅 알고리즘, COINQoS를 소개한다. 소스 트래픽에 관련된 정보는 BGMP와 같은 기존의 도메인간 멀티캐스트 프로토콜을 이용하여 구축된 공유 트리를 통하여 각 멤버 도메인에게 제공된다고 가정한다. 또한 도메인 내 환경에서의 서비스 품질보장 멀티캐스팅에서와 같이, 도메인간 환경에서도 공유 트리가 아닌 소스 트리를 고려하기로 한다.

도메인간 서비스 품질보장 소스 트리 구축을 위해서는 QoS 파라미터를 포함한 네트워크 토폴로지 정보가 요구된다. BGP4와 같은 기존의 라우팅 정보 교환 프로토콜은 QoS 파라미터 정보를 제공하지 않으므로, 본 논문에서는 새로운 라우팅 정보 교환 프로토콜, 서비스 품질보장 BGP4(QoS Extension to BGP4)를 추가 제안한다.

3.1 서비스 품질보장 BGP4

BGP4 라우터는 외부 BGP 연결과 내부 BGP 연결을 통하여 수신한 라우팅 정보들을 기반으로 각 목적지에 대한 최적 경로를 선택한다. 다시 말해서 *best-effort* 서비스를 제공하기 위한 경로만을 유지한다.

서비스 품질보장 BGP4는 이러한 *best-effort* 서비스뿐만 아니라 서비스 품질보장을 요구하는 응용들을 지원하기 위한 라우팅 정보를 전송하는 프로토콜이다.

서비스 품질보장 BGP4에서 각 도메인은 자신이 관리해야 하는 라우팅 정보의 양을 줄이기 위하여, 서비스들을 몇 개의 클래스로 구분하여 처리한다고 가정하였다. 또한 이러한 클래스 구분으로 인하여 통과 도메인(transit domain) 내에서의 흐름 집산화 수행 또한 용이하게 수행할 수 있다. 각 서비스 클래스의 성격이나 분류 기준은 해당 도메인의 지역 정책에 따라 다를 수 있다.

이때 발생할 수 있는 문제는 서로 다른 일련의 도메인에 의하여 제공되는 서비스의 품질에 대한 평가이다. 중단간 서비스 품질 보장을 위해서는 각 도메인에서 제공되는 서비스들의 조합을 모두 망라하는 알고리즘이 제공되어야 한다. 다시 말해서 한 도메인에서 제공하는 서비스 클래스에 해당하는 다른 도메인 클래스로의 일관된 매핑 기준이 요구된다. 서비스 품질 평가 기준을 수립하기 위해서는 모든 도메인간의 합의가 선행되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 일관성 있는 평가 기준이 존재한다고 가정하였다.

서비스 품질보장 BGP 라우터는 수집된 라우팅 정보를 기반으로 각 서비스 클래스 별 최적 경로를 선택한다. 최적 경로 선택 기준으로는 도달 가능성 정보, 도메인 정책, 경로 비용, 그리고 QoS 파라미터 등이 사용된다. QoS 파라미터는 앞서 설명한 바와 같이 이웃한 도메인간에 트래픽의 양이나 QoS 요구사항 정보 등을 기반으로 사전에 합의한 내용을 나타낸다.

이러한 서비스 클래스 개념을 추가하기 위하여 서비스 품질보장 BGP4는 기존의 BGP4 UPDATE 메시지에 다음과 같은 새로운 속성 타입(attribute type)을 추가로 정의한다

- SERVICE_CLASS (Type Code 16)
- SERVICE_CLASS는 *well-known transitive* 속성을 가진다. 속성 플래그(attribute flag) 필드의 Optional 비트가 0으로 설정되는 *well-known* 속성은 모든 BGP 라우터가 해당 속성을 인식하고 있어야 한다는 것을 의미한다. 또한 Transitive 비트가 1로 설정되는 *transitive* 속성은 경로상의 다음 라우터로 해당 정보가 전송되어야 한다는 것을 의미한다. 속성 타입이 결정되면 이에 따라 속성 값(attribute value) 필드에 해당 경로가 제공하는 서비스 수준, 즉 클래스가 설정된다

이와 같은 UPDATE 메시지 수신을 통하여 얻은 정보를 기반으로

각 BGP 라우터는 최적 경로 선택에 들어간다. 기존의 BGP4에서 사용하는 선택 기준들을 그대로 도입하고(②-⑥), 추가적으로 QoS 서비스 클래스 파라미터를 선택 기준들의 최우선 순위에 배치함으로써(①) 각 서비스 클래스에 적합한 경로를 선택할 수 있다. 다음은 경로 선택 기준을 나열할 것으로 번호가 작은 것이 높은 우선 순위를 가진다

- ① 고려되는 클래스와 동일한 *service class* 값을 가진 경로
- ② 가장 큰 *weight* 값을 가진 경로
- ③ 가장 큰 *local preference* 값을 가진 경로
- ④ 최단 *AS_path*
- ⑤ 가장 작은 *origin type*을 가진 경로
- ⑥ 가장 작은 *MED* 값을 가진 경로
- ⑦ 내부 경로(internal path)보다는 외부 경로(external path)
- ⑧ 가장 작은 IP 주소를 가진 BGP 라우터

3.2 COINQoS 동작과정

본 논문에서는 도메인 내에서 동작하는 서비스 품질보장 멀티캐스팅 프로토콜로 LayeredQoS[7] 프로토콜이, 도메인 간 라우팅 정보 교환을 위하여 서비스 품질 보장 BGP4 프로토콜이 동작한다고 가정한다.

COINQoS는 서비스 품질보장 BGP4와 마찬가지로 도메인이 제공하는 서비스를 몇 개의 클래스로 구분하여 처리함으로써 도메인간 전송되는 라우팅 정보의 양을 줄이고, 서비스 클래스와 출구 라우터를 기반으로 흐름 집합화를 수행함으로써 도메인에서 관리해야 하는 상태 정보의 양을 줄였다.

각 멤버 도메인이 요구하는 서비스 수준은 도메인 내에서의 라우팅과 같이 각 수신자마다 다른 수준의 서비스를 요구하는 이종(heterogeneous) 환경이 아니라, 각 멤버 도메인이 모두 같은 수준의 서비스, 즉 소스 트래픽의 전체 집합을 수신할 수 있는 서비스를 요구하는 동종(homogeneous) 환경이다. 멤버 도메인이 자신의 도메인 내의 가입자 요구사항들 중 가장 높은 값을 기반으로 소스 도메인에게 서비스를 요구하는 경우 가장 높은 값이 소스 트래픽의 전체 집합을 수신하는 것이 아니라면, 나중에 소스 트래픽 전체 집합을 요구하는 새 가입자가 가입을 원하는 경우 새 가입자에게 만족할만한 서비스를 제공하기 위하여 도메인간 트리 경로를 다시 설정해야 하는 문제가 발생한다. 따라서 도메인간 환경에서 각 멤버 도메인은 자신의 도메인 내의 가입자들의 요구사항과 상관없이 소스 트래픽 전체 집합을 요구하는 것이 바람직하다.

그림 1과 같이, 특정 소스에 대하여 소스 트리 경로를 구축하고자 하는 멤버 도메인, 즉 도메인 내의 가입자로부터 LayeredQoS PROBE 메시지를 수신한 멤버 도메인의 보다 라우터는 자신의 가입자의 AS_PROBE 메시지에 담아 소스 도메인으로 전송한다. 이때 AS_PROBE 메시지는 기존의 QoS를 고려하지 않은 환경에서 동작하는 도메인간 유니캐스트 라우팅 메커니즘에 의하여 구축된 경로를 따라 전송된다.

멤버 도메인의 AS_PROBE 메시지를 수신한 소스 도메인의 보다 라우터는 QoS 요구사항을 만족시키는 경로를 선택하여 멤버 도메인으로 AS_PROBE_ACK 메시지를 전송한다. AS_PROBE_ACK 메시지는 멤버 도메인 방향으로 진행하면서 "경로 상태 정보"를 설정하고, 해당 경로의 QoS 성능 정보를 수집하게 된다.

통과 도메인이란 소스 도메인으로부터 멤버 도메인까지의 경로에서 소스와 멤버 도메인을 제외한 나머지 도메인을 말한다. 메시지가 통과 도메인의 입구 보다 라우터에 도착하면 QoS 요구사항을 기준으로 해당 서비스 클래스를 결정하여 목적지 멤버 도메인 주소와 함께 출구 보다 라우터를 결정한다. 출구 라우터가 결정되면, 통과 도메인 내에서의 경로 결정은 해당 도메인 내에서 동작하는 QoS 라우팅 알고리즘을 사용한다.

통과 도메인을 지나는 데이터 흐름에 대한 상태 정보의 양을 줄이기 위하여, 출구 보다 라우터가 결정되면 서비스 클래스 정보와 함께 흐름 집합화를 수행하여 도메인 내에서는 마치 하나의 흐름인 것처럼 라우팅 할 수 있다.

AS_PROBE_ACK 메시지를 수신한 멤버 도메인의 보다 라우터는 메시지가 진행하면서 수집한 정보를 기반으로 자신의 요구사항이 만족되는지 여부를 확인한다. 만족할 만한 서비스가 제공되지 않는 경우에는 가입 절차를 중단하거나 자신의 요구사항을 재조정해야 한다. 만족

할 만한 서비스가 제공되는 경우에는 소스 도메인을 향하여 AS_JOIN 메시지를 전송한다 이때 AS_JOIN 메시지는 AS_PROBE_ACK 메시지가 진송된 경로를 따라 역 방향으로 진행된다

AS_JOIN 메시지를 수신한 소스 도메인은 AS_JOIN_ACK 메시지를 멤버 도메인에게 전송함으로써 도메인간 트리 경로 구축이 완료된다

도메인간 서비스 품질보장 트리 구축 환경에서는 모든 멤버 도메인의 QoS 요구사항이 일치하므로, 멤버 도메인의 AS_PROBE 메시지가 소스 도메인 방향으로 진행하다가 이미 트리에 가입한 도메인에 도착하는 경우, 해당 트리 도메인의 보더 라우터가 멤버 도메인에게로 AS_PROBE_ACK 메시지를 전송한다.



그림 1 COINQoS 동작과정

3.2.1 LayeredQoS와의 상호작용

본 절에서는 LayeredQoS 알고리즘과 COINQoS 알고리즘의 상호 동작과정을 설명한다

멤버 도메인 내, 도메인간 소스 트리에 가입하고자 하는 첫 번째 가입자가 자신에게 근접한 보더 라우터에게로 LayeredQoS PROBE 메시지를 전송한다. 이를 수신한 보더 라우터는 도메인간 트리 경로 구축을 위하여 AS_PROBE 메시지에 자신의 주소와 소스, 그룹 주소, QoS 요구사항을 실어 소스 도메인 방향으로 전송한다 앞서 언급한 바와 같이 AS_PROBE 메시지는 best-effort 도메인간 라우팅 메커니즘을 사용하여 전송된다

AS_PROBE 메시지를 수신한 소스 도메인의 보더 라우터는 멤버 도메인 주소와 QoS 요구사항을 기반으로 최적 경로를 계산한다. 최적 경로의 다음 홉 라우터가 같은 도메인에 소속되어 있는 내부 보더 라우터라면 메시지를 수신한 보더 라우터는 자신이 수신한 AS_PROBE 메시지를 다음 홉 라우터에게 전송하도록 한다 다시 말해서, 다음 홉 라우터가 내부 보더 라우터라면 소스 도메인으로부터 멤버 도메인으로의 QoS 요구사항을 만족시키는 도메인간 경로에서의 최적 출구 보더 라우터는 메시지를 수신한 보더 라우터가 아닌 다음 홉 라우터이기 때문에, AS_PROBE_ACK 메시지를 다음 홉 라우터가 전송하는 것이 바람직하다 AS_PROBE_ACK 메시지는 AS_PROBE 메시지를 전송한 멤버 도메인의 보더 라우터를 향하여 전송된다.

AS_PROBE_ACK 메시지를 수신한 각 도메인의 보더 라우터는 목적지 보더 라우터가 자신의 길은 도메인에 속해 있는 내부 보더 라우터인지 확인한다. 목적지 보더 라우터가 외부 라우터라면 AS_PROBE_ACK 메시지는 위에서 설명한 통과 도메인에서의 메시지 처리 방법에 의하여 전송된다. 내부 라우터인 경우에는 목적지 보더 라우터가 아닌 메시지를 수신한 라우터가 소스 도메인으로부터 멤버 도메인으로의 QoS 보장 경로상의 최적의 입구 보더 라우터가 되므로, 메시지를 수신한 라우터가 멤버 도메인 내에서의 최상위 CP(Central Point)가 되며 AS_PROBE_ACK 메시지를 목적지 보더 라우터로 직접 시키지 않는다

AS_PROBE_ACK 메시지를 수신한 보더 라우터가 목적지 보더 라우터와 일치하지 않는 경우, 해당 라우터는 LayeredQoS PROBE 메시지를 전송한 첫 번째 가입자가 누구인지 모르므로 목적지 라우터에게 이를 문의하는 Address_Request 메시지를 전송한다 메시지를 수신한 목적지 라우터는 첫 번째 가입자의 주소를 알리는 응답 메시지를 전송함으로써 더 이상 도메인간 트리 경로 설정에 관여하지 않는다

첫 번째 가입자의 주소를 수신한 보더 라우터는 해당 가입자에게 LayeredQoS PROBE_ACK 메시지를 전송한다. 가입자로부터 LayeredQoS JOIN 메시지를 수신한 보더 라우터는 소스 도메인을 향하여 AS_JOIN 메시지를 전송한다.

AS_JOIN 메시지는 AS_PROBE_ACK 메시지가 설정한 경로를 따라 전송된다 AS_JOIN 메시지를 수신한 소스 도메인의 보더 라우터가 도메인 내의 소스 라우터에게 이미 연결되어 있다면, 보더 라우터는 AS_JOIN_ACK 메시지를 멤버 도메인을 향하여 전송함으로써 모든 트리 구축 절차는 끝이 난다

보더 라우터가 소스에 연결되어 있지 않다면, 보더 라우터는 소스 라우터를 향하여 LayeredQoS PROBE 메시지를 전송하여 도메인 내 트리 경로 구축 절차를 시작한다. 보더 라우터가 소스로부터 LayeredQoS JOIN_ACK 메시지를 수신하면 도메인 내 트리 경로 구축이 완료된 것이므로, 이때 보더 라우터는 멤버 도메인을 향하여 AS_JOIN_ACK 메시지를 전송한다

소스 도메인으로부터 AS_JOIN_ACK 메시지를 수신한 멤버 도메인의 보더 라우터는 도메인 내의 첫 번째 가입자에게 LayeredQoS JOIN_ACK 메시지를 전송함으로써 멤버 도메인 내 트리 경로 구축을 완료한다

4. 결론

최근 들어 시간 종속적인 성질을 가지는 데이터를 다루는 멀티미디어 응용들이 많이 등장함에 따라 멀티캐스트 서비스 지원과 서비스 품질 보장에 대한 요구가 증가하고 있다 따라서 멀티미디어 응용의 QoS 요구사항을 만족시키면서 네트워크 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 QoS 보장 멀티캐스트 라우팅 알고리즘에 대한 연구가 활발히 진행중이다

그러나 이러한 연구는 하나의 도메인 내에 국한되어 있으므로 여러 도메인에 걸쳐있는 멀티캐스트 트리에에서의 서비스 품질보장을 지원할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 도메인간 환경에서 서비스 품질보장 멀티캐스트 트리 구축 메커니즘, COINQoS 알고리즘을 제안하였다. 또한 기존의 BGP4를 확장하여 QoS 보장을 위한 네트워크 토폴로지 정보 전송 프로토콜로서, 서비스 품질보장 BGP4를 추가로 제안하였다

멤버 도메인으로의 경로 설정을 위하여 각 AS들은 자신이 제공할 서비스를 몇 개의 클래스로 구분하여 라우팅 정보를 관리하도록 하였으며, 통과 도메인에서는 처리해야할 흐름상태 정보를 줄이기 위하여 데이터 흐름을 집산화하는 방법을 사용하였다.

도메인 내의 라우팅에서 고려되었던 동적인 성격의 QoS 파라미터는 도메인간 환경에서 적절하지 못하므로, 본 논문에서는 기대되는 트래픽 양과 QoS 요구사항을 기반으로 이윤한 AS간에 사전에 합의된 QoS 파라미터 값을 기반으로 라우팅을 수행하였다

향후 과제로는 도메인 간 라우팅 메커니즘에서 각 도메인들은 자신이 제공하는 서비스 클래스들을 독립적으로 결정하여 사용하므로, 각 도메인 클래스들간의 일관성 있는 매핑 방법과 일련의 도메인에 의하여 제공되어 지는 종합적인 서비스 평가 방법에 대한 연구가 남아있다

Reference

- [1] K Calberg and J. Crowcroft, "Building Shared Trees Using a One-to-Many Joining Mechanism", ACM SIGCOMM, Vol.27, No.1, pp5-11. Jan 1997.
- [2] E. Crawley, R. Nair, B. Rajagopalan, and H Sandick, "A Framework for QoS-based Routing in the Internet", Internet-Draft IETF RFC 2386, Aug 1998
- [3] Y Rekhter, and T Li, "A Border Gateway Protocol 4(BGP-4)". Internet-Draft, August 1998
- [4] D. Thaler, D. Estrin, and D. Meyer. "Border Gateway Multicast Protocol (BGMP)", Internet-Draft, November 1998
- [5] D. Estrin, M. Handley, and D. Thaler, "Multicast Address Set advertisement and claim mechanism", Internet-Draft, June 1997
- [6] S H Kim, K S Lim, and C H Kim, "A Scalable QoS-based Inter-Domain Routing Scheme in a High Speed Wide Area Network". Computer Communications, Vol.21, No.4, pp390-399 1998
- [7] 임우진, 최종원, "계층화된 인코딩 환경에서 서비스 품질보장을 지원하는 멀티캐스트 프로토콜", 정보과학회 논문지, accepted.