
실시간 서비스를 위한 채널의 설계 요소

최영한*, 김장경*, 장웅*, 진병문*

Design Factors of Communication Channel for Real Time Service

Young-Han Choe*, Jang-Kyung Kim*, Woong Jang*, Byoung-Moon Chin*

요약

최근 들어서 실시간 제어, 오디오/비디오 회의, Medical image 등의 실시간에 관한 다양한 응용들이 출현하고 있으며 이들은 하부 통신 서브 시스템 (Underlying communication subsystem)에서 각기의 일정한 QoS (Quality of Service)를 요구한다. 이 경우 통신 서브시스템은 각각의 응용들에 관한 QoS 요구를 만족시키는 실시간 통신 서비스를 제공하여야 하며 동시에 최적의 트래픽을 유지하기 위한 성능을 제공하여야 한다. 본 논문에서 고려하는 단대 단 망은 고 대역폭과 확장성을 내재하고 있음으로 인하여 분산 시스템에 대하여는 자연적인 플랫폼을 제공하는 것으로 볼 수 있다. 본 논문에서는 QoS를 만족하는 단대 단 망에서의 실시간 프로토콜에 대해 살펴보고, 효율적인 실시간 채널의 디자인 요소(Design Factors)를 제안한다.

Abstract

Recently there comes out various applications on real time control, audio/video conference, medical image and so on. These applications request certain Quality of Service(QoS) to their underlying communication subsystem. In these cases those communication subsystems should provide real time communication service on their QoS request as well as good performance to maintain best effort traffic.

In this paper firstly we briefly look over bandwidth, traffic parameters on point to point network, secondly we analyze on real time channel and propose design factors in real time channel protocol for multimedia applications.

* 한국전자통신연구원 표준연구센터
접수일자 : 1998년 8월 31일

I. 서 언

예측성이 있는 통신 프로토콜은 실시간 서비스를 최적으로 제공하기 위한 중요한 요소이다. 이의 응용으로는 디지털 오디오, 디지털 비디오 데이터 등의 실시간 전송을 들 수 있다. 특히, 실시간 통신 서비스를 위하여 망 대역폭, 망 지연, 망 지터 등에 대한 서비스 보장을 제공해야 한다.

이러한 예측성 있는 통신 서비스를 제공하기 위하여 필요에 따라 실시간 채널을 생성하고, 사용자가 요구하는 성능을 보장해야 한다[1]. 예를 들어, 채널(이하 실시간 채널을 의미함)에 할당된 망 대역폭의 경우 서비스에 제공되는 하한선을 보장해야 되고, 패킷 지연의 경우에도 지연 상한선을 보장해야 한다.

실시간 통신은 예측성이 있어야 한다[2]. 예측할 수 없는 메세지 전송 지연은 그 메세지를 받아 처리하는 작업에 중대한 악영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 하드 만기 시스템(hard-deadline system)의 경우 메세지가 하드 만기를 만족하지 못한 경우이므로 재앙을 초래할 것이고, 소프트 만기 시스템의 경우 쓸모없는 메세지가 될 것이다.

또한, 실시간 통신은 한계 지연 서비스를 제공해야 된다[3]. 통신 서비스를 위한 지연 형태는 고정적인 처리 지연, 신호 전파 지연 그리고, 망 스위치에서 가변적인 다중화 지연 등이 있다. 앞의 2개의 지연 형태는 물리적, 기술적 제한 요소로 인하여 내재적인 지연으로 가정하고, 주로 망 스위치에서 가변적인 다중화 지연을 효과적으로 줄이는 방법을 연구한다. 적절한 패킷 스케줄링 기법을 통하여 한계 지연 서비스를 제공할 수 있다.

이러한 한계 지연 서비스를 제공하기 위해서는 2 가지의 가정을 둔다.

첫째, 종단 시스템간 경로의 각 링크에 대하여 패킷의 링크 지연은 알고 있는 유한 한계를 가진다.

둘째, 임의의 망 구성시에도 실시간 통신 서비스를 제공하기 위하여 실시간 채널 개념을 기반으로 한다. 종단간 경로가 임의의 경로를 허용한다면 패킷 지연을 제어하기가 무척 어려워지고, 또한 실시간 트래픽을 위한 자원 예약도 훨씬 어려워진다. 따라서, 약간 제한적인 개념인 실시간 채널을 기본으

로 한다.

실시간 채널은 단 방향 고정 경로 연결로서 연결 설정시 경로 설정 뿐만 아니라 자원 예약도 고려된다.

본 고는 2장에서 실시간 통신 서비스를 위한 시스템 관점의 요구 사항을 기술하고, 3장에서는 실제 실시간 통신 서비스를 제공하기 위하여 가장 중요한 개념인 실시간 채널에 대하여 기술한다. 4장에서는 현재 개발되어 있는 실시간 통신 프로토콜에 대한 검토와 비교 분석을 기술하고, 이를 바탕으로 5장에서 실시간 채널의 디자인 요소들을 제시한다.

II. 실시간 통신을 위한 요구 사항

실시간 분산 시스템은 실시간 서비스를 제공하는 분산 시스템이다. 다시 말하면 통신 망을 통하여 상호 연결된 노드에 분산된 응용들의 집합(분산 시스템)으로서 각 응용은 다른 노드에 있는 응용에게 실시간 응답을 필요로 하는 시스템으로 생각할 수 있다. 예로서 그룹웨어 시스템이나 분산 멀티미디어 시스템 등이 실시간 서비스를 필요로 하는 경우이다.

이러한 실시간 통신 서비스를 제공하기 위하여 다음과 같은 3가지의 요구 사항이 있다[4].

첫째, 분산 응용 환경에서 어떤 변화가 발생할 경우 시기 적절한 응답 서비스를 제공해야 한다.

둘째, 시간적으로 제약된 통신 서비스를 제공하기 위하여 충분한 기능과 성능을 제공해야 한다.

세째, 각 응용은 효율적으로 오류 제어를 제공해야 한다.

실시간 통신에서 메세지 전송이 만기 이전에 이루어지지 않으면 오류로서 간주된다. 여기서 말하는 오류는 실시간 시스템 특성에 따라 쓸모 없거나, 위험한 상황을 초래하게 되는 것을 의미한다.

또한, 실시간 통신을 위하여 각 프로토콜 계층 관점으로 보면 잠복 제어를 요구하는데, 이를 위하여 결정적 메세지 스케줄링을 필요로 한다[4].

프로토콜 스택을 흐르는 메세지의 down stream과 up stream을 형성하는 각 프로토콜 계층은 계층간의 통신을 한다. 이때, 메세지가 각 프로토콜 계층에서 적절히 처리되기 위해서는 스케줄링 되며, 수행 시간은 유한 최대 한계를 초과되지 않도록 하여야 하며 결정적(deterministic) 메세지 스케줄링에서

는 유한 최대 한계를 초과하지 않거나 초과한 메세지의 수를 최소화하도록 진행해야 한다.

응용시 분산 실시간 처리를 위한 LAN 환경에서의 요구 사항은 다음과 같다.

첫째, 강건성 요구사항이다. 강건성은 신뢰성과 가용성의 조합으로서 오류나 잘못된 정보에 대하여 시스템의 무감각 정도를 반영한다. 둘째, 망을 재구성하거나 설계할 경우 용이성과 관련 있는 유연성이다. 세째, 시간적 요구 사항이다. 사용자가 망을 접근하고자 할 경우 사용자가 요구한 시간적 보장을 제공하는 요구 사항이다.

실시간 통신에서는 가능한 필요한 서비스만을 구현하여 제공해야 한다[4]. 다시 말하면, 사용자 응용에서 요구된 QoS에 따라 최소한의 서비스만을 제공하는 것이다. 왜냐하면, 성능과 강건성 사이에는 상호 trade-off 관계를 지닌다. 즉, 성능 관점으로 보면, 아주 짧은 응답 시간을 제공하기 위하여 성능 지향적이 되어야 하는 반면에 강건성 관점으로 보면, 사용자 간섭 없이 오류 검출과 회복은 프로토콜 처리 비용을 증가시키기 때문이다.

강건한 전송 기능을 위하여는 알람 쇄도를 예상하여야 한다[4]. 예러는 오류 제어 기법에 의하여 오류를 검출하고, 한정시키고 고쳐야 한다. 오류 제어 기법은 알람을 야기시키며 알람은 예상하지 못한 갑작스러운 고 순위 통신의 몽치로서, 일반적인 흐름 제어에 의하여 멈추지 않는다. 알람 쇄도는 이러한 알람 때문에 발생한 갑작스런 최대치 부하를 의미하며 이러한 현상을 예측하여야만 강건한 전송 기능을 제공할 수 있다.

실시간 통신에서 응답 시간이나 처리율을 보장하기 위하여는 단대 단 자원 예약을 하여야 한다[4]. 일반적인 단대 단 흐름 제어는 단지 수신 측의 버퍼 영역만을 보장한다. 대부분 LAN 환경에서는 CPU와 시스템 버스를 사용하므로 CPU 사이클과 I/O capacity도 할당이 고려되어야 한다. 이러한 자원 할당은 일반적으로 연결 설정 중에 할당하고 연결 해제 중에 자원이 해제되는 정적 할당을 주로 사용한다.

III. 실시간 채널(Real-time Channel)

실시간 채널은 실시간 통신 서비스를 제공하기

위한 가장 중요한 요소이다. 본고에서는 단대 단 고정 경로의 단 방향 연결에서의 실시간 채널에 대하여 사용자가 요구한 실시간 성능 요구 사항의 특성을 고려한 디자인 요소들을 기술한다[2],[1]. 실시간 채널은 최대 전송 시간에 관한 보장을 제공하고, 실시간 통신의 특성을 기술하는 메커니즘을 제공해야 한다. 또한, 이러한 보장을 제공하기 위하여 운영체계는 실시간 연결을 위한 자원 예약 기능을 제공해야 한다.

이러한 실시간 채널은 망 대역폭, 단대 단 지연, 지연 지터 그리고 패킷 손실 등과 같은 성능 매개변수들에 관한 특정한 보장을 이해 하여야 하며 사용자 요구 사항으로의 단대 단 정보 메세지 생성 과정의 기술 즉, offered load, 그리고, 전달시간 등에 대한 기대를 충족 하여야 한다. 또한 이외의 best effort에 관한 통신에 대하여도 최대의 성능을 유지할 수 있어야 한다.

Offered load는 연속 미디어 응용을 위한 선형 도달 프로세스 모델에 의하여 기술되거나 일반적인 트래픽 특성에 대해 기술된다.

사용자는 다음과 같은 요구 사항을 기술하여 자원 예약을 요청한다. 요구 사항은 크게 3가지로 구성된다.

첫째, 단대 단 종점에 관한 정보이다.

둘째, 메세지 생성 과정의 기술이다. 메세지가 생성되는 것은 offered load 형태이다. offered load는 연속 미디어 응용을 위한 선형 도착 프로세스 모델에 의하여 기술되는 것과 일반적인 데이터 트래픽의 특성을 기술하는 것도 있다.

세째, 성능 요구 사항으로서 단대 단 지연 한계와 최대 패킷 분실율 등이 있다.

IV. 구현 사례

실시간 서비스를 제공하는 프로토콜들은 크게 인터넷 범위 내에서 새로운 프로토콜을 정의하는 방향과 새로운 프로토콜 슈트를 개발하는 방향 등으로 나눌 수 있다. 대표적인 것으로서 전자의 방향은 크게 RSVP(Reservation Protocol)와 ST-II(Stream Protocol Version 2) 등이 있고, 후자 방향은 Tenet Protocol suite 등이 있다.

인터넷을 통하여 실시간 QoS를 보장하기 위하여는 우선 기존의 IP 패킷의 흐름(flow)을 동일한 서비스 특성을 갖는 여러 종류의 흐름으로 구분한다.

이렇게 구분된 흐름은 서로 다른 서비스 특성과 서로 다른 QoS를 갖고, 각 흐름은 서비스 유형이란 이름을 갖는다. 각 서비스 유형은 매개변수 즉 흐름 사양서(flow spec)를 통하여 QoS를 표현한다. 응용 서비스는 지역 시간에 따른 보장형, 부하 제어형, 최선형 등의 유형과 망에 필요한 대역폭을 요구할 수 있다.

4.1 Tenet 프로토콜 슈트

Tenet Protocol suite는 UC. Berkeley에서 만든 실시간 서비스를 제공해 주는 프로토콜 슈트이다. Tenet Protocol suite의 구조는 그림 1과 같다.

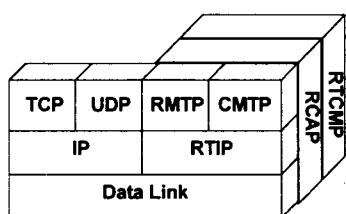


그림 1. Tenet Protocol Suite Architecture

그림 1에서 RCAP(Real time Control and Administrative Protocol)는 시그널링과 컨트롤링을 위한 서비스를 제공하여 주고 실시간 채널의 설정과 종료를 담당하는 프로토콜이다. RTIP(Real Time Internetwork Protocol)는 Tenet Protocol suite에서 망 계층에 해당된다. 즉 데이터를 실제 전송하는 부분이다. RTIP는 rate 모듈과 scheduling 모듈 두 가지가 있다. Rate 모듈은 일정한 간격으로 데이터가 처리하도록 해주는 부분이고 scheduling 모듈은 일정한 시간 안에 패킷을 전송하는 모듈이다. 처음에 실시간 채널이 생성될 때에 이러한 요구 사항들이 매개변수로 소스에서 목적지로 전송되며 이러한 과정에서 요구 사항들이 만족된다. 그 채널은 설정되는 것이고 그렇지 않으면 채널은 설정되지 않는다. CMTP는 정규적인 일정 간격으로 발생하는 데이터의 전송에 적용될 수 있는 프로토콜이다. 이에 반하-

여 RMTP는 불특정한 시간에 발생하는 메세지를 처리하는 데 쓰이는 프로토콜이다. RMTP의 특징은 패킷 분할과 재결합이다. RTIP에서 처리할 수 있는 패킷의 크기보다 클 경우에 이 데이터를 패킷 크기로 나누어 전송한 다음 다시 합쳐서 원래의 데이터를 만든다.

이러한 구조를 가지는 Tenet Protocol Suite는 멀티미디어 데이터를 전송하는 데 TCP/IP를 사용하는 기존의 네트워크에 비하여 지터 조정이나 성능 보장성이 뛰어나다. Tenet Protocol suite에서 CMTP가 RMTP에 비하여 망 자원의 활용도가 높다. 이것은 CMTP 데이터 특성상 RMTP에 비하여 데이터의 발생에 대한 일정한 예측이 가능하기 때문에 버퍼의 크기를 적게 사용할 수 있기 때문이다.

4.2 RSVP(Resource reSerVation Protocol)

RSVP[5]는 응용 서비스의 흐름 사양서에 따라 망에서 자원을 예약하기 위한 절차를 규정하는 프로토콜로서 응용 서비스가 어떻게 자원을 예약하고, 사용이 끝난 후 어떻게 다시 돌려 주는지 등을 정의 한다. RSVP는 인터넷 통합 서비스 모델에서 정의한 흐름 사양서를 망의 노드에 전달하여 대역폭을 예약하는 인터넷의 신호 프로토콜이다. 이러한 망 자원의 예약은 TCP/IP의 본래 특성과는 상충되는 것이다.

RSVP는 단방향 모드로 동작하고, ATM 신호 프로토콜과 다르게 수신자(receiver)가 자원을 실제 예약할 수 있도록 되어 있다. RSVP는 IP 멀티캐스트 서비스를 주 대상으로 만들었기 때문에 수신자 주도의 자원 요청이 더욱 타당성을 갖는다고 생각하고 있다. 송신자에서 수신자로 이어지는 IP 멀티캐스트 트리에서 수신자는 자신이 필요한 대역의 할당을 요청하는 것이 동적인 멀티캐스트 서비스를 제공하는데 유리하다는 것이다. 만약 송신측이 자원을 예약하는 경우이면, 모든 가능한 수신자들의 특성을 알고 있어야 하고, 그에 맞추어 예약을 구성해야 한다. 수신자가 자원을 예약할 때에는 단지 자신의 용량과 요구 사항들만 알고 있으면 되므로 작업이 간단해진다. 또한 멀티캐스트 그룹에 대한 수신자의 입의 가입 및 탈퇴에 대하여도 송신자는 관여

할 필요가 없게 된다.

RSVP가 ATM의 신호 프로토콜과의 차이점 중 하나는 "soft-state" 개념이다. 이는 망 노드가 특정 경로에 대해 할당된 자원은 시간에 따라 변할 수 있다는 의미로서 비연결형 방식의 IP프로토콜에는 자연스러운 것이라고 볼 수 있다.

RSVP의 동작을 살펴보면, 송신자는 PATH 메세지를 통해서 자신의 트래픽 특성(T-spec)을 수신자에게 알려준다. PATH 메세지가 지나가는 경로의 망 노드는 경로 상태를 기록하게 된다. PATH 메세지를 받은 수신자는 흐름 사양서를 보고 자신이 원하는 대역폭을 결정하여 RESV 메세지를 통해 전달한다. RESV 메세지는 PATH 메세지가 전달된 역 방향으로 전달된다.

RSVP는 IP와 IP 라우팅 프로토콜, IP 멀티캐스트 프로토콜 위에서 동작한다. 인터넷을 통하여 실시간 서비스를 제공하기 위하여 우선 QoS에 따른 라우팅이 요구되고 있다. 예를 들면, 실시간 서비스를 받는 중에 경로가 변경되었다면 새로운 경로에 대한 자원 요청을 할 시간이 없을 것이다. 결국 RSVP는 새로운 라우팅 프로토콜의 제공이 요구된다.

4.3 ST-II (Internet Stream Protocol Version 2)

인터넷을 통한 실시간 서비스를 제공하는 문제를 좀 더 근원적으로 접근한다면 현재의 IP와는 다른 망 프로토콜이 필요하지 않는가라는 의문으로 귀착될 것이다. ST-II는 IP/RSVP의 대안으로 볼 수 있고, RSVP에 비해 ATM의 신호 방식과 유사하다. 현재의 IP(Ipv4) 위에서 동작하는 RSVP와는 달리 ST-II는 새로운 IP(Ipv5)위에서 동작한다. ST-II를 사용하기 위해서는 현재의 호스트와 라우터의 프로토콜 스택을 변경해야 하기 때문에 사용자나 라우터 벤더로부터 큰 호응을 받기가 어려울 것이라고 생각된다.

4.4 비교 분석

Tenet protocol suite는 기존 TCP/IP 스택과는 달리 실시간 응용을 지원하고 이에 대한 성능을 보증하는 프로토콜 스택으로서 RTIP는 기존의 IP 계층에 해당되며 CMTP와 RMTP에게 실시간 서비스를

제공하기 위하여 rate-based 흐름 제어와 스케줄링 기능을 제공한다. CMTP와 RMTP는 기존의 TCP 계층에 해당되며, 주기적인 통신 전송의 경우에는 CMTP가 적합하고, 불특정 시간에 발생하는 랜덤 메세지를 전송할 경우에는 RMTP가 유리하다. 이러한 프로토콜 슈트는 실시간 응용을 요구하는 멀티미디어 응용 서비스를 제공하기에 적합하다.

Tenet 슈트와는 별개로 인터넷 스택을 통하여 실시간 전송 서비스를 제공하려는 시도가 진행되고 있으며 대표적인 프로토콜로는 RSVP와 ST-II가 있다.

이들을 신호 발생 측면, 상태 측면, QoS 측면으로 간략히 비교 분석하면;

첫째, 신호 발생 측면에서 보면 RSVP는 수신자 주도로 자원 요청을 수행하고, ST-II는 ATM 신호 프로토콜처럼 송신자 주도로 수행하고 선택적으로 수신자 주도로 수행할 수 있다.

둘째, 상태 측면으로 보면 RSVP는 soft-state이고, ST-II는 ATM 신호 프로토콜처럼 hard-state이다.

세째, QoS 설정 시간 측면으로 보면 RSVP는 경로 설정과 분리되어 QoS를 설정하고, ST-II는 스트림 설정과 동시에 QoS를 설정한다. QoS가 변환하는 방향 측면으로 보면 RSVP와 ST-II 모두가 동적 단 방향으로 자원 할당이 이루어진다. 또한 RSVP와 ST-II 모두는 수신자마다 이질적인 QoS를 가질 수가 있다.

V. 실시간 채널의 디자인 요소(Design Factors)

분산 실시간 응용에서 실시간 채널은 클럭 동기화와 통신을 위한 bounded delay 그리고 deadline management와 같은 실시간 서비스들을 제공하여야 한다. 모든 통신과 분산 실시간 운영 서비스들은 실시간 서비스 프로토콜들을 수행하고 통신 매체에 대한 접근을 조정하는 망 프로세서에 의하여 제공된다.

또한 실시간 채널은 Deadline constraint communication을 제공 하여야 한다. 즉 실시간 채널은 채널 자체를 통과하는 메세지들의 Deadline을 보증하여야 할 뿐 아니라 자신의 Deadlines를 miss 하였을 경우에도 다른 실시간 채널들에 영향을 미치지 않아야 하며 best effort traffic에 대한 합리적인 성능을 제공하여야 한다. 여기서 메세지 deadlines 보증은 자원 예

약과 실행 시간의 스케줄링에 의하여 제공된다. 망의 예로는 단대 단 망, 다중 접근 망, WAN등이 있으며 각각의 망에 따른 자원 예약과 실행 시간의 스케줄링 방안 등에 따라서 실시간 채널의 디자인 전략이 수립될 수 있다.

실시간 채널의 디자인 요소로는 먼저 실시간 채널 API(Application Programming Interface)에 관한 요소를 고려하고 실시간 채널의 설정과 해제에 관한 사항들을 고찰하며 데이터 전송에 관련된 요소를 살펴보기로 한다.

5.1 실시간 채널 API (Application Programming Interface)

실시간 응용들은 다양한 형태로서 실시간 채널 API를 이용하여 송수신된다. 실시간 채널은 수신되는 메세지를 저장하기 위하여 로컬 메세지 큐를 만들기 위한 `rtc_init` function을 정의 하여야 하며 이에 따라 수신 task는 송신 task가 실시간 채널을 형성하기 위하여 수신된 메세지의 해당 큐를 name server에 등록한다. 이에 따라 송신 task는 실시간 채널을 형성하기 위하여 `rtc_create` function을 부른다. 이때 실시간 채널에서 만족하여야 하는 메세지 발생 절차와 단대 단 지연에 관한 시간의 bound 값 등의 traffic 매개변수들이 제시 되어야 한다. 선형 도착 프로세스 모델은 주기적인 통신(periodic communication) 응용에 적합하고 다음과 같은 매개변수를 갖는다[2].

Smax : 최대 메세지의 크기 (bytes)

Rmax(=1/*Imin*): 최대 메세지율(messages/s, excluding bursts)

Imin: minimum interarrival time between messages
Bmax : 최대 burst 크기 (messages)

여기에서 *Imin*은 도착하는 메세지 사이의 최소 시간이고, 메세지 뭉치가 없는 경우 *Rmax*가 메세지 생성율에 제한(bounded)된다. 메세지 뭉치인 경우 메세지의 도착간 시간은 *Imin*보다 작아진다. 그러나, 임의의 시간 간격 *t*에 생성된 메세지 총 수는 *Bmax* + *t*Rmax*를 넘지 말아야 하고, 각 메세지의 크기는 *Smax*를 초과하지 말아야 한다. *Bmax*는 메세지 생성 과정에서 허용된 단기 변동에 제한을 주고, 부분적으

로 채널에 버퍼 공간 요구 사항을 결정한다. 주기적인 통신이 아닌 경우 최악의 도착간 시간(worst-case inter-arrival time)과 평균 생성율(average rate of generation)의 추정치로 표현될 수 있다.

일반적인 데이터 트래픽의 특성은 다음과 같다[1].

Xmin: 실시간 채널에서 패킷의 최소 도착간 시간

Xave: duration I에서 패킷의 평균 도착간 시간

Smax : 최대 패킷의 크기

t : 실시간 채널의 패킷을 위하여 최대 서비스 시간

*Xmin*과 *Smax*를 알면 실시간 채널에 들어오는 최대 대역폭(peak bandwidth)을 알 수 있고, *Xave*와 *Smax*를 알면 긴 시간 동안 평균 대역폭을 알 수 있다.

5.2 실시간 채널의 설정과 해제

실시간 채널을 확립하기 위하여 사용자는 필요한 요구 사항을 기술한다. 단대 단 종점에 관한 정보, offered load 형태, 그리고 성능 요구 사항 등을 기술한다. 성능 요구 사항의 경우 실시간 채널이 이러한 요구 사항을 만족할 수 있으면 채널이 확립된다.

실시간 채널의 확립 절차는 다음과 같다[2].

첫째, 단대 단 종점에 관한 정보를 사용하여 실시간 채널의 단대 단 경로를 설정한다.

둘째, 경로의 각 링크에 대하여 메세지의 최악 지연 시간을 계산하고, 채널의 버퍼 요구 사항을 계산한다.

세째, 앞에서 계산된 링크 지연의 총합을 구하고 사용자 요구에 적합한지를 검사한다. 적합하면 채널을 확립한다.

실시간 채널의 확립을 위하여 다음과 같은 스케줄링과 흐름 제어 등을 고려해야 한다. 실시간 채널에서 단대 단 최대 전송 시간을 보장하기 위하여 종단 시스템과 중계 노드에서의 스케줄링은 만기 주도형 스케줄링이 될 것이다. 또한, 실시간 서비스를 제공하는 고속 망에서의 흐름 제어는 window-base 보다 rate-based가 적합할 것이다.

주기적인 통신의 경우, 단대 단 최대 전송 시간 보장의 의미(semantic)는 다음의 모델에 근거한다. 메세지 m에 대한 논리적인 생성 시간(logical generation time)은 다음과 같이 정의한다.

$$I(m_0) = t_0$$

$$I(m_1) = \max\{t_0 + I_{\min}, t_1\}$$

$$I(m_i) = \max\{I(m_{i-1}) + I_{\min}, t_i\}$$

t_i = m_i 의 실제 생성 시간

I_{\min} = 메세지간 최소 도착 간격

만약 d 가 실시간 채널의 단대 단 지연이라면, 임의의 메세지 m_i 는 최종 목적지 까지 $I(m_i) + d$ 까지 전송 될 것을 보장한다. 이는 메세지간 도착간 시간이 최소 I_{\min} 이고, 각 채널에서 최대 d 초 지연을 갖고 있기 때문이다. 그러나, 뭉치로 들어오는 메세지의 경우 도착간 시간은 I_{\min} 보다 작고, 더 큰 지연이 발생할 것이다. 이러한 메세지 전송 시간 보장에 대한 정의는 주기적인 메세지 생성에 적합하다. 또한 시간 t 의 어떠한 interval length에서도 발생되는 메세지의 수는 $B_{\max} + t * R_{\max}$ 를 넘지 못한다.

5.3 실시간 채널을 통한 데이터 전송

일단 실시간 채널이 성공적으로 설정되면 응용은 `rtc_send`를 이용하여 메세지를 송신한다. 데이터의 전송은 실시간 채널의 단 방향 속성으로 인하여 소스에서 목적지로 수행된다. 또한 실시간 채널의 unreliable-datatype semantic으로 인하여 데이터의 전송은 재전송 혹은 acknowledgement 없이 진행된다. AP(Application Processor)에 의한 초기 매개변수화 이후에 control은 NP (Network Processor)로 이전되며 NP는 프로토콜의 처리와 송신 패킷의 처리를 수행한다. 이렇게 전송된 패킷이 망의 각 중간 노드들을 거친 후 최종의 목적 노드에 도달하면 NP는 도달된 패킷을 reassembling 한 후 준비된 수신 큐에 넣은 후 수신 task는 `rtc_recv`를 수행 시킨다. 이와 같은 사항들(특히 실시간 채널 routine)을 이용하여 실시간 채널 운영에 관한 운영자를 구현 할 수가 있으며 실시간 채널 운영자는 하부 프로토콜로 RPC 프로토콜을 이용하도록 할 수 있다.

VII. 결언

이상을 통하여 단대 단 실시간 채널에 관한 통신 서비스를 위한 시스템 관점의 요구 사항과 실시간 통신 서비스를 제공하기 위한 실시간 채널에 대하여 기술한 후 현재 개발되어 있는 실시간 통신 프로토콜에 대한 검토와 비교 분석을 기술하고, 실시간 채널의 디자인 요소들을 구분 제시하여 단대 단 실시간 채널의 확립에 관하여 분석/기술하였다. 그러나 이를 토대로 향후에는 단대 멀티 프로토콜 스택에 관하여도 실시간 채널을 적용하는 방안을 연구하여야 할 것으로 생각되며 보다 효율적이고 실질적인 측면에서 실시간 운영체제와 병행된 연구가 필요하다.

이러한 사항들에 관한 연구가 수행되면 국내 망의 기 분석된 특성과 함께 실시간 서비스 제공을 위한 플랫폼을 구축할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] D. Ferrari and A. C. Verma, "A Scheme for Real-time Channel Establishment in Wide Area Network", IEEE JSAC, Vol.8, No.3, Apr. 1990, pp.368~379.
- [2] D. D. Kandlur, K. G. Shin, and D. Ferrari, "Real-Time Communication in Multihop Networks", IEEE Trans. On Parallel and Distributed Systems, Vol.5, No.10, Oct. 1994, pp.1044~1056.
- [3] J. Liebeherr, D. E. Wrege and D. Ferrari, "Exact Admission Control for Networks with a Bounded Delay Service", IEEE/ACM Trans. On Networking, Vol.4, No.6, Dec. 1996, pp.885~901.
- [4] A. C. Weaver, W. T. Strayer and B. J. Dempsey, "Specification for a Real-Time Transport Protocol", Univ. of Virginia, Jan. 1989, p.34.
- [5] J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services," Internet Draft, <draft-ietf-intserv-revp-use-01.txt>, Oct. 1996.



최영한(Young-Han Choe)
1981년 경북대학교 전자공학과
졸업(공학사)
1992년 충남대학교 전산학과
졸업(이학석사)
1997년~현재 충남대학교 컴퓨터
과학과 박사과정
1982년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터,
표준시험연구팀, 책임연구원
1986년 12월~1988년 2월 미국AT&T Bell Lab.
객원연구
1991년 12월~1994년 12월 유럽 ETSI 객원연구원
1995년 3월~현재 TTA시험기술연구위원회 의장
*관심분야 : 통신 프로토콜시험, 실시간 시스템, 이동통신망



장웅(Woong Jang)
1986년 2월 충남대학교 전자
공학과 졸업(공학사)
1990년 7월 충남대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
1998년 3월~현재 충남대학교
정보통신학 박사학위 과정
1994년 6월~1995년 5월 미국 상무성 국립표준기
술연구원(NIST)



김장경(Jang-Kyung Kim)
1980년 2월 연세대학교 전자공
학과 졸업(학사)
1989년 Iowa State University
Computer Engineering(M.S.)
1992년 Iowa State University
Computer Engineering(Ph.D.)
1980년~1986년 국방과학연구소 연구원
1994년~1995년 미 University of Maryland 파견
국제 공동 연구
1992년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터
책임연구원
*관심분야 : 고속통신망 프로토콜 표준, 정보통신 표
준 시험기술, High Performance Architecture,
컴퓨터 통신 프로토콜 상호 운용성 시험



진병문(Byoung-Moon Chin)
1976년 서울대학교 공과대학
전기공학과 졸업(학사)
1983년 서울대학교 공과대학
컴퓨터공학과 졸업(석사)
1996년 한국과학기술원 전산학과
졸업(박사)
1980년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 표
준연구센터장
*관심분야 : 프로토콜시험, 프로토콜공학, 컴퓨터
네트워크