

논문 2017-54-2-20

# 멀티미디어 특성 정보에 기초한 SCTP의 효율적 통합 오류 제어 기법

( The Effective Combined Error Control Method for SCTP based on  
Multimedia Characteristics Information )

최 원 근\*

( Won-keun Choi<sup>©</sup> )

### 요 약

SCTP를 포함한 멀티미디어 통신 프로토콜에서 통신 성능에 관련된 요구 사항들은 QoS 매개 변수들로서 서술된다. QoS 매개 변수들 중에서 중요한 매개 변수 중의 하나가 전송 신뢰성이다. QoS 매개 변수로서의 신뢰성은 오류 감지, 보고 그리고 정정 기법으로 정의된다. 하지만 기존의 SCTP를 포함한 멀티미디어 통신 프로토콜의 오류 제어 기법들은 멀티미디어 데이터의 통합된 관점을 고려하지 않았다. 본 논문에서는 SCTP에 멀티미디어 데이터의 통합된 오류회복 기법을 설계하고 제안하였다. 본 논문에서 제안한 기법은 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소 등과 같은 통신자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 오류제어 방식이 될 것이다.

### Abstract

Communication performance requirements are described as QoS parameters in multimedia communication Protocols including SCTP. One of the important QoS parameters is the reliability of the transfer. As a QoS parameter, the reliability defines error detection, report and correction mechanisms. Including SCTP, conventional error control mechanisms, however, do not consider the integrated viewpoint of multimedia data. In this paper, I have designed and proposed the multimedia oriented error control method based on multimedia characteristics. The proposed scheme should have the reduction effect of the communication resources such as frame buffer, procesing power and bandwidth as well as satisfy the requirements of users.

**Keywords :** Multimedia, SCTP, Error Control, Protocol

## I. 서 론

멀티미디어 데이터는 여러 미디어 데이터가 모여서 하나의 의미를 전달한다. 멀티미디어 표현을 위해서는 미디어 데이터들의 결합(integration)과 동기화(synchronization)를 필요로 한다. 멀티미디어 통신 관점에서 볼 때, 미디어 데이터들의 결합과 동기화는 통신의 특정한

성능들을 요구한다<sup>[1~4]</sup>.

멀티미디어 응용들을 지원하기 위한 통신 프로토콜의 요구사항들과 현재 사용되고 있는 UDP와 TCP프로토UDP와 TCP 모두 멀티미디어 통신 요구사항들을 거의 만족하지 못한다. 그러므로 UDP와 TCP의 특징(특히 멀티스트리밍과 스트림 패키징)을 합한 새로운 전송 계층 프로토콜 즉 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)<sup>[1]</sup>가 제안되었고, UDP와 TCP의 특징을 결합하기 때문에 가장 좋은 선택이 될 것이다. 콜들이 지원하는 사항들을 살펴보면 다음과 같다<sup>[1]</sup>.

\* 정회원, 인하공업전문대학 (Inha Technical college)  
<sup>©</sup> Corresponding Author (E-mail : wkchoi@inhac.ac.kr)  
Received ; October 27, 2016    Revised ; November 10, 2016  
Accepted ; January 24, 2017

표 1. 실시간 멀티미디어 처리를 위한 UDP, TCP요구 사항

table 1. UDP,TCP Request for real time multimedia process.

요구사항	UDP	TCP
인코딩 타입 설정을 위한 송수신협상	×	×
패킷 스트림의 생성	×	×
다른 소스 혼합을 위한 소스 동기화	×	×
오류제어	×	○
혼잡제어	×	○
지터제거	×	×
송신자 식별	×	×

SCTP의 특징을 간단히 살펴보면 다음과 같다. UDP와 TCP와 같이 프로세서간 통신을 제공하며, 결합(association)이라 명명된 연결에서 멀티스트림 서비스(multistream service)를 제공한다. 아울러 멀티호밍 서비스(multihoming service)를 지원하는데 이러한 고장감내 접근법은 하나의 경로가 실패할 때 다른 경로로 중단 없이 데이터 전달을 위해 사용될 수 있다. 또한 SCTP는 연결 지향 서비스를 제공하며 전이중 통신을 사용하고 신뢰성 있는 서비스를 위해서 확인응답 절차를 사용한다.

- 전송순서번호(TSN: transmission sequence number)

SCTP의 데이터 단위는 데이터 청크이며, 데이터 전송은 데이터에 청크를 부여하면서 제어한다. 전송 순서 번호를 이용하여 데이터 청크에 번호를 부여한다.

- 흐름 식별자(SI: stream identifier)

SCTP에서는 각 결합에는 많은 스트림이 있다. 각 스트림은 흐름 식별자(SI, stream identifier)를 사용하여 식별한다.

- 흐름 순서 번호(SSN, stream sequence number)

SI외에 SCTP는 각 스트림에 데이터링크를 흐름 순서 번호로 정의한다.

SCTP는 데이터 청크, 스트림 그리고 패킷으로 구성된다. 한 결합에서 많은 패킷을 보낼 수 있다. 한 패킷에는 다수의 청크가 포함될 수 있고 청크들은 다른 스트림에 속할 수 있다. 각 데이터 청크는 TSN, SI, SSN 세 개의 식별자를 필요로 한다. TSN은 누적 번호이고 흐름제어와 오류제어를 위해서 사용된다.

멀티미디어 데이터 전송 시 버스트 특성을 갖는 방대한 양의 멀티미디어 데이터를 시간적인 종속 관계에 따라서 실시간으로 전송하여야 한다. 이러한 시간적인 제한은 오류 회복에 있어서 근본적으로 한계를 갖게 된

다. 그러나 SCTP를 포함한 기존에 발표된 대부분의 멀티미디어 통신 프로토콜들은 선택적 재전송이나 고백엔 등의 기본적인 오류 회복 기법만을 제공한다<sup>[10~13]</sup>. 이러한 기법은 단순히 데이터의 올바른 전송만을 지원하기 위한 오류 회복 기법이다. 만약 시간적인 제약 조건이 없다면 멀티미디어 데이터도 일반 데이터와 같은 방법으로, 여러 번의 재전송을 통하여 아주 낮은 오류율을 갖도록 할 수 있다. 그러나 이런 오류 정정 기법은 화상 회의, 온라인 데이터 검색 등 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하여야 하는 대부분의 응용 프로그램에서는 사용될 수 없는 기법이다.

2장에서는 SCTP의 기본 오류회복 방법과 제안된 통합된 방식의 원리를 설명하고 3장에서는 기본 오류회복만을 사용할 때와 통합된 방식을 적용했을 때를 송수신 버퍼들을 비교해서 기술한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구에 대한 결론 및 향후과제를 논할 것이다.

## II. SCTP 기본 오류 회복

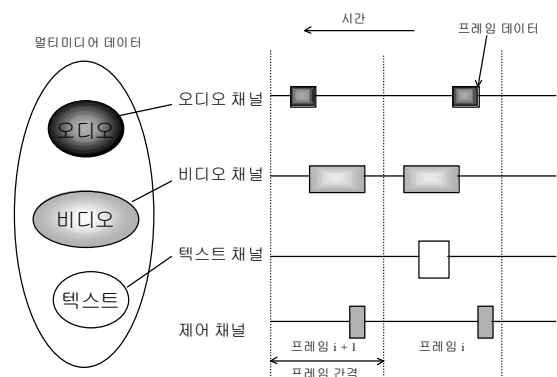


그림 1. 멀티미디어 데이터 청크 전송  
Fig 1. Transmission of Multimedia Data Chunk.

그림 1은 SCTP를 이용해서 멀티미디어의 각 미디어 데이터 청크가 해당 채널을 통하여 전송되는 논리적인 모습을 보여준다<sup>[3~4]</sup>. 오디오와 비디오는 연속 미디어이므로 각 프레임에 데이터 청크가 있으나, 텍스트는 불연속 미디어이므로 몇 개의 프레임에 한 번씩 데이터 청크가 존재한다. 사용자는 데이터 청크 전송 전에 전송할 각 미디어 채널을 오픈한다. 사용자는 데이터 청크 전송 중에 동적으로 미디어 채널을 오픈, 클로уз 할 수 있다.

SCTP는 TCP처럼 신뢰성 있는 전송 계층 프로토콜이다. 송신기에 수신기 버퍼의 상태를 보고하기 위하여 SACK 청크를 사용하며, 서로 다른 형태의 개체와 타

이머를 사용한다.

- 수신기 사이트

순서가 어긋난 청크를 포함하여 큐에 도착한 모든 청크들을 저장하며 손실된 청크를 위하여 공간을 남겨둔다. 중복 메시지를 버리나 송신기에 보고하기 위해서 추적한다. 그림 2는 수신기 사이트의 전형적인 디자인을 보여준다.

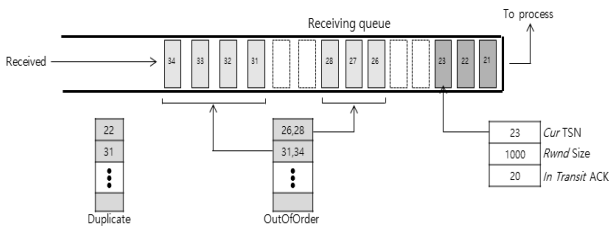


그림 2. 오류제어(수신측)  
Fig. 2. Error Control(Receiver).

그림 2에서 송신된 마지막 확인응답은 데이터 청크 20을 위한 것이고 이용 가능한 윈도우 크기는 1000바이트이다. 21에서 23까지의 청크들은 순서대로 수신이 된다. 첫 번째 순서 없는 블록은 26에서 28까지의 청크들을 가지고 있고, 두 번째 순서 없는 블록은 31에서 34까지가 된다. 한 변수는 cumTSN 값을 유지하며 변수 배열은 순서가 없는 각 블록의 시작과 끝을 계속 추적한다.

- 송신기 사이트

송신기 사이트에서 송신 큐와 재전송 큐의 두 가지 큐를 사용한다. rwnd, inTransit, curTSN등 세 개의 변수를 사용한다. 그림3은 전형적인 송신기를 보여준다.

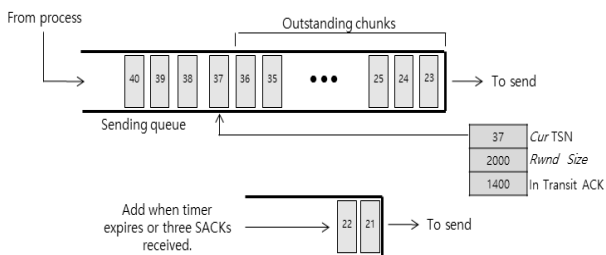


그림 3. 오류제어(송신측)  
Fig. 3. Error Control(Sender).

송신 큐는 23에서 40까지의 청크를 유지한다. 23에서 36까지의 청크는 이미 송신되었고, 아직 확인 응답되지 않은 미해결 청크들이다. curTSN은 송신되어야 하는 다음 청크를 가르킨다(37). 각 청크가 100바이트라고 가정하면 1,400바이트(23부터 36까지의 청크)가 이동 상태에 있다는 것을 의미하며 이때에는 송신기가 재전송 큐를

가진다. 패킷에 대한 재전송 타이머가 끝날 때 또는 손실로써 패킷을 선언하는 세 개의 중복 SACK가 도착하면 패킷 안에 있는 청크들은 재송신되기 위하여 재전송 큐로 이동되며 손실로 간주된다. 재전송 큐에 있는 청크들은 우선순위를 갖게 되는데, 즉 다음번에 송신기는 청크를 보낼 때는 재전송 큐의 21번 청크가 보내진다.

### III. SCTP 통합 오류 제어 기법

SCTP를 포함한 멀티미디어 통신 프로토콜은 데이터 전송 시 발생하는 각 미디어의 오류를 회복할 수 있는 기본적인 오류 회복 기법을 제공하여야 한다. 하나의 프레임은 구성하는 여러 미디어 데이터들을 전송하다가 오류가 발생한 경우, 이것은 해당 미디어 데이터의 오류이면서 동시에 멀티미디어 데이터 전체에 영향을 미치게 된다. 멀티미디어 통신상에서 발생하는 데이터 오류에 대해서, 멀티미디어라는 전체적인 측면에서 고찰된 오류 회복 방법을 제공해야 한다<sup>[5~7]</sup>. 또한 이러한 두 기법은 하나로 통합(combined error recovery)되어 운용되어야 한다<sup>[8~9]</sup>.

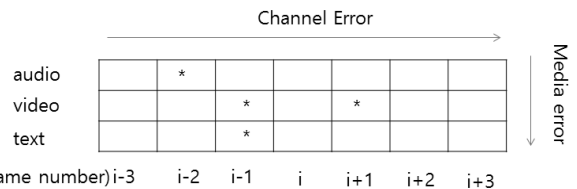


그림 4. 채널 오류와 미디어 오류  
Fig. 4. Channel and Media Error.

통합된 기법의 오류 회복 방법을 적용하기 위하여, 채널 오류와 미디어 오류의 개념을 도입한다<sup>[5~6]</sup>.

- 채널오류는 각 채널의 최대 허용 오류율에서 발생한 오류이다.
- 미디어오류는 채널 오류 조합에 의한 오류이다.

제안된 기법은 각 미디어 오류들 사이의 결합된 형태에 기초한다. 하나 또는 그 이상의 미디어 데이터 전송 오류가 발생하면, 이 상황을 멀티미디어 전체적인 측면에서 고려된 오류 패턴과 비교한다. 만약 발생한 오류의 조합이 전체적인 측면에서 사용자가 이를 감수할 경우, SCTP는 오류가 발생하지 않은 것처럼 동작한다. 예로서 오디오, 비디오, 텍스트 데이터 청크를 전송할 경우를 가정하기로 한다. 만약 오디오, 텍스트 데이터 청크는 오류 없이 전송 되었으나 비디오 데이터 청크의

오류가 발생한 경우, 멀티미디어라고 하는 전체적인 측면에서 사용자가 이를 무시할 수 있으면, 짧은 시간 동안의 이러한 오류는 오류가 없는 것으로 간주될 수 있다.

그림 4는  $i-2$ 프레임의 오디오 채널 오류,  $i-1$ 프레임의 비디오 채널 및 텍스트 채널 오류, 그리고  $i+1$ 프레임의 비디오 채널의 오류가 발생한 것을 보여주고 있다.

사용자가 한 프레임 동안 비디오와 텍스트 채널이 오류가 발생하는 것은 허용할 수 없다고 기술한 경우,  $i-1$  프레임은 미디어 오류로 취급된다. 또한 사용자가 한 프레임 동안 비디오 채널에만 오류가 발생하는 것은 허용할 수 있다고 기술한 경우,  $i+1$  프레임은 모든 채널에 오류가 없는 것으로 간주된다.

따라서 한 프레임 동안 여러 채널에 오류가 발생하여 모든 채널의 오류를 회복할 수 없을 경우에도, 사용자가 허용한 오류 패턴을 만족시킬 수 있는 채널의 오류만을 회복함으로써, 사용자의 요구에 적합한 출력을 할 수 있다.

예를 들면, 한 프레임에 비디오 채널에만 오류가 발생하는 것이 허용된 경우,  $i-1$  프레임의 오류 회복은 텍스트 채널의 오류만을 회복함으로써 완료될 수 있다. 그림 5는 SCTP를 포함한 멀티미디어 통신 프로토콜에서 사용되는 프레임 체크 데이터 버퍼의 모양을 보여준다.

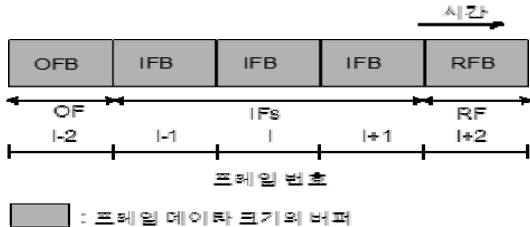


그림 5. 프레임 데이터 버퍼  
Fig. 5. Frame Data Buffer.

미디어 채널을 오픈 할 때, 데이터 체크 전송 시에 필요한 크기의 버퍼, 대역폭, CPU 등이 해당 채널을 위해 할당된다. 특별히 버퍼의 할당에 있어서 수신측 프로토콜 머신은 각 미디어 채널 당 하나의 버퍼를 갖는다. 이 버퍼는 현재 출력 중인 프레임 데이터 체크를 갖고 있는 출력 프레임 버퍼(OFB, Output Frame Buffer), 오류 회복 중인 프레임 데이터를 갖고 있는 중간 프레임 버퍼(IFBs, Intermediate Frame Buffers), 그리고 현재의 프레임 데이터 체크를 저장하기 위한 수신 프레임 버퍼(RFB, Receive Frame Buffer)로 구성된다<sup>[9]</sup>.

그림 4에서와 같이 본 연구에서는 제안한 오류회복 기법에서는 같은 프레임 번호를 갖는 각 미디어 데이터 체크들은 같은 프레임에 출력된다. 수신되어 저장된 각 프레임 데이터 체크는 일정한 시간(IFs)동안 오류를 회복하며, 이 시간이 경과되면 출력된다.

각 채널마다 각기 다른 최대 허용 오류율을 가질 수 있다. 따라서 오류 회복을 위한 시간 간격 (IFs)은 채널 별로 다른 값을 가질 수 있다.

그러나 같은 프레임 데이터 체크는 같은 시간에 출력 되어야하기 때문에 모든 채널 데이터는 같은 시간동안 저장 되어야 한다. 즉, 여러 개의 채널이 오픈될 경우, 모든 채널이 같은 IFs를 가져야 한다.

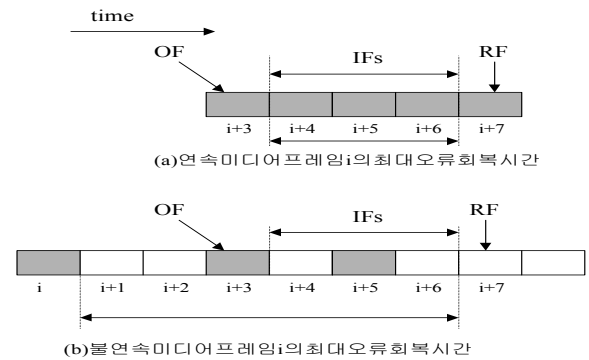


그림 6. 미디어별 오류 회복 시간  
Fig. 6. Media Error Recovery Time.

연속 미디어 채널의 경우, 오류 회복은 반드시 IFs 프레임 이내에 끝나야 한다. 그러나 불연속 미디어의 채널 데이터는 사용자가 원하는 경우, 데이터 체크가 있는 새로운 프레임이 OF가 될 때 까지 오류를 회복할 수 있다.

그림 6에서 이를 보여주고 있다. 그림 6(a)에서, 연속 미디어  $i$  프레임 데이터는 최대 3 프레임까지 오류를 회복할 수 있다. 그러나 그림 6(b)에서, 불연속 미디어  $i$  프레임 데이터는 최대 6 (IFs + OF + 2(입력이 있는 다음 프레임까지의 간격)) 프레임까지 오류를 회복할 수 있다.

제안된 통합된 기법을 SCTP에 적용할 경우, 다음 그림 7에서 그림 10과 같은 경우를 고려할 수 있다.

예를 들면, 그림 4에서  $i-1$ 에서 비디오 채널의 데이터를 21번 체크, 텍스트 데이터 체크를 22번 체크 그리고  $i+1$ 의 비디오 데이터 체크를 25번 체크라고 가정한다.

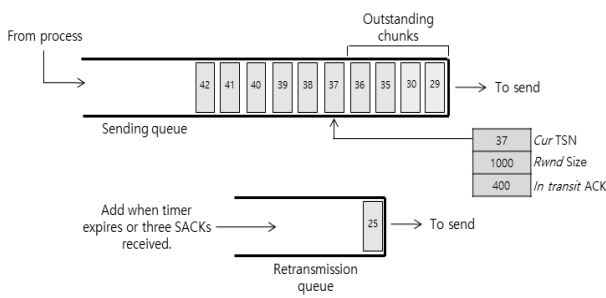


그림 7. i+1 프레임의 기본 오류회복  
Fig. 7. i+1 Basic Frame Error Recovery.

그림 7은 SCTP의 기본 오류회복을 적용한 경우는 데이터 25번 청크를 재전송한다. 반면에 통합된 방식을 사용할 때는 한 프레임에서 비디오 채널에만 오류가 발생하는 것이 허용된 경우, i+1 프레임은 텍스트 채널의 오류가 없으므로 프레임 오류가 아니고 또한 오류회복을 위한 별도의 동작이 불필요하다. 결과적으로 그림 8 처럼 25번 데이터 청크의 재전송이 필요없다.

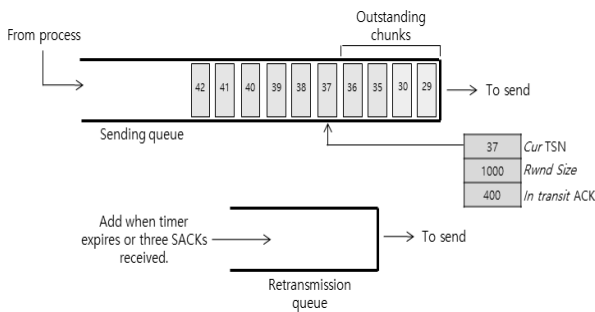


그림 8. i+1 프레임의 통합된 오류회복  
Fig. 8. i+1 Frame Combined Error Recovery.

그림 9는 그림 4에서 SCTP의 기본 오류 기법을 적용했을 경우의 예를 볼 수 있다. 오류가 발생한 데이터 청크 21번, 22번 모두 재전송을 통해서 오류를 회복해야한다.

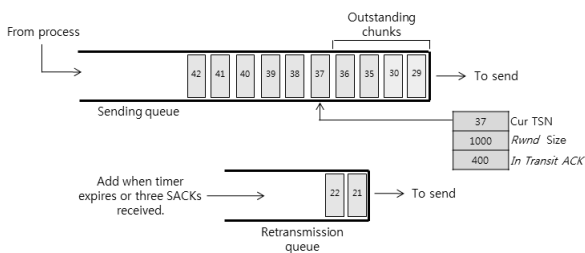


그림 9. i-1 프레임의 기본 오류회복  
Fig. 9. i-1 Basic Frame Error Recovery.

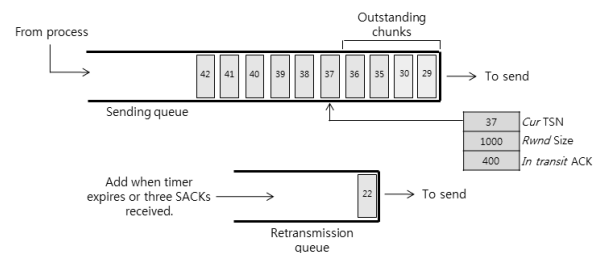


그림 10. i-1 프레임의 통합된 오류회복  
Fig. 10. i-1 Frame Combined Error Recovery.

반면에 통합된 오류 회복을 적용한 경우를 살펴보면 다음과 같다.

i-1 프레임의 오류 회복은 텍스트 채널의 오류만을 회복함으로써 완료될 수 있다. 이 같은 경우에 i-1 프레임에서 텍스트 데이터 청크 22만을 재전송하여 오류를 회복함으로써 i-1 프레임은 오류가 발생하지 않은 것처럼 동작하게 된다.

이처럼 본 논문에서 제안한 기법의 장점은 기존 멀티미디어 통신에서 제공하는 기본 오류 회복 방식에 비해 각 트래픽 유형에 적합한 오류 방식을 수행하여 사용자의 요구사항은 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소 등과 같은 통신 자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 오류 제어 방식이 될 것이다.

#### IV. 결론 및 향후 과제

SCTP를 포함한 기존에 발표된 대부분의 멀티미디어 통신 프로토콜들은 선택적 재전송이나 고백엔 등의 기본적인 오류 회복 기법을 제공한다. 하지만 기존의 오류 제어 기법들은 멀티미디어 데이터의 통합된 관점을 고려하지 않았다. 본 논문에서는 SCTP에 멀티미디어 특성 정보에 기초한 통합된 오류회복 기법을 설계하고 제안하였다. 본 논문에서 제안한 기법은 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소 등과 같은 통신자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 오류제어 방식이 될 것이다. 향후 과제로는 제안된 기법의 성능 평가를 위해서 수학적 분석과 큐잉분석을 이용해서 수행될 것이다.

## REFERENCES

- [1] Forouzan, Mosharraf, "Computer Network A Top-Down Approach", McGrawHill, pp. 722-736.
- [2] W. K. Choi, "Resource Adaptive QoS Management for Q-MOTP in MPLS network" IEIE Vol.51, 12, 2014, 12, pp. 204-209.
- [3] W. K. Choi, "A study of transfer delay of Q-MOTP for multimedia object streams in MPLS network" KICS Vol. 38, 2013, 2 pp. 28-32.
- [4] W. K. Choi "Effective multimedia object data transport protocol in MPLS network using Q-CBQ method", KICS. Vol. 37, 2012. 8 pp. 180-184.
- [5] W. K. Choi "Performance evaluation of Q-MOTP for multimedia object data transfer in MPLS network", KICS. Vol. 37 No.1 2012. pp. 175-179.
- [6] W. K. Choi "Performance evaluation of Q-CBQ method for multimedia streams in MPLS Router", KICS. Vol. 37 No. 1 2012. pp. 1-8.
- [7] W. K. Choi "Effective QoS Supporting Scheme for Multimedia Streams in MPLS Router", KICS. Vol. 34 No. 8 2009. pp. 260-266.
- [8] W. K. Choi, S. S. Ahn "Performance Analysis of Multimedia-Oriented Error Control Mechanism Over ATM Network", KISS.(A) Vol. 26 No. 7 1999. pp. 827-838.
- [9] W. K. Choi, S. S. Ahn, "An Adaptive QoS Management based on Resource Information for Multimiria Streams over ATM", KISS.(A) Vol. 25 No. 6 1998. pp. 593-605.
- [10] G. Armitage, "MPLS: the magic behind the myths," IEEE Commu. Magazine, pp. 124-131, Jan. 2000.
- [11] G. M. Lee, and J. K. Choi, "Flow-based Admission Control for Multiple Service Classes in ATM-based MPLS Network," Proc ICATM'01 pp. 37-41, 2001.
- [12] C. Lin and E. C .Lim, "Dynamic Queue Length Thresholds for Scheduling Real-Time in ATM Traffic," Proc ICC'99 pp. 869-874, 1999.
- [13] Hyong W.Lee and Jon W.Mark "ATM Network Traffic Characterization Using Two Types of On-Off Sonurces", INFOCOM'93, March 28-29 1993, pp. 152-1590.

## — 저 자 소 개 —



최 원 근(정회원)

1982년 아주대학교 전자공학과 학사 졸업.

1986년 고려대학교 전자공학과 석사 졸업.

1999년 고려대학교 전자공학과 박사 졸업.

<주관심분야: 멀티미디어통신, QoS, 트래픽모델링>