

멀티미디어 객체 정보를 이용한 SCTP의 새로운 오류 제어 기법

최 원 근*

New Error Control Mechanism Using Multimedia Object Information in SCTP

Won-keun Choi*

요 약

멀티미디어 객체 데이터는 각 미디어 객체 데이터의 통합이므로, 멀티미디어 통신 프로토콜은 멀티미디어의 통합된 관점의 오류 제어 기법을 제공하는 것이 효율적인 것이다. 하지만 SCTP를 포함한 멀티미디어 통신 프로토콜들의 오류 제어 기법들은 단순한 데이터의 올바른 전송만을 지원한다. 본 논문에서는 SCTP상에서 핵심 객체를 이용하여 멀티미디어 객체 전송 시 통합된 관점의 오류 회복 기법을 설계하고 제안한다. 제안한 기법은 사용자의 의사 전달에 꼭 필요한 핵심 객체들을 오류 없이 전송함으로써 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 재전송 버퍼, 프로세싱 파워, 대역폭의 감소등과 같은 통신 자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 오류 제어 방식이 될 것이다.

Key Words : Multimedia Object, Error Control, SCTP, Multimedia-Oriented, Key Object

ABSTRACT

Because multimedia object is an integrated abstraction of each media object, it is more effective for a multimedia transport protocol to provide the multimedia oriented error recovery mechanism. But including SCTP, conventional error control mechanisms, however, do not consider the integrated viewpoint of multimedia data by only error free data transmission. In this paper, I design and propose the multimedia oriented error control mechanism using key object. The proposed scheme should have the reduction effect of the communication resources such as frame buffer, processing power and bandwidth as well as satisfy the requirements of users by the error free transfer of key objects.

I. 서 론

멀티미디어 객체 데이터는 여러 미디어 객체 데이터가 모여서 하나의 의미를 전달한다. 멀티미디어 객체 표현을 위해서는 각 미디어 객체 데이터의 동기화(synchronization)를 필요로 한다. 멀티미디어 객체 통신 관점에서 볼 때, 미디어 객체 데이터들의 결합과

동기화는 통신의 특정한 성능들을 요구한다.

현재 인터넷 프로토콜인 UDP와 TCP 모두 요구사항들을 거의 만족하지 못하므로 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)^[2]가 제안되었다.

SCTP의 특징을 간단히 살펴보면 다음과 같다. UDP와 TCP와 같이 프로세스간 통신을 제공하며, 결합(association)이라 명명된 연결에서 멀티스트림

* First Author : Inha Technical College Department of Information & Communication Engineering, wkchoi@inhatc.ac.kr, 종신회원
논문번호 : KICS2017-05-148, Received May 17, 2017; Revised July 20, 2017; Accepted July 21, 2017

서비스(multistream service)를 제공한다. 한 결합에서 많은 객체 데이터를 보낼 수 있다. 한 객체에는 다수의 데이터 청크가 포함될 수 있고 청크들은 다른 스트림에 속할 수 있다. 각 데이터 청크는 전송순서번호(TSN:transmission sequence number), 흐름 식별자(SI: stream identifier), 흐름 순서 번호(SSN, stream sequence number) 세 개의 식별자를 필요로 하며 TSN은 누적 번호이면서 흐름제어와 오류제어를 위해서 사용된다.

또한 SCTP는 연결 지향 서비스를 제공하며 전이중 통신을 사용하고, 신뢰성 있는 서비스를 위해서 확인 응답 절차를 사용한다.

멀티미디어 프로토콜은 버스트 특성을 갖는 방대한 양의 데이터를 시간적인 중속 관계에 따라서 실시간으로 전송하여야 한다. 그러나 SCTP를 포함한 프로토콜들에서는 선택적 재전송이나 고 백 엔(Go Back N) 등의 기본적인 오류 회복 기법만을 제공한다^[1,2,9-11]. 만약 시간 제약 조건이 없다면 멀티미디어 데이터도 일반 데이터와 같은 방법으로, 여러 번의 재전송을 통하여 아주 낮은 오류율을 갖도록 할 수 있다. 그러나 이런 오류 제어 기법은 화상 회의, 온라인 데이터 검색 등 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하여야 하는 대부분의 응용 프로그램에서는 사용될 수 없는 기법이다.

멀티미디어 데이터는 화면상에 스트림으로 표시되는 멀티미디어 일반 데이터와 멀티미디어 객체 데이터로 나눌 수 있다. 따라서 스트림을 전송하는 프로토콜인 SCTP에서도 전송하는 최종 데이터로 2가지 데이터를 생각할 수 있다.

논문^[1]은 일반 멀티미디어 데이터를 전송하는 경우로 미디어 데이터 관계를 이용해서 효율적으로 오류 회복을 하는 경우로 모든 전송 단위는 프레임 데이터로 취급되고 다루게 된다.

본 연구에서는 멀티미디어 객체 데이터 전송을 목적으로 수행한다. 미디어에서 객체를 분리하는 과정이 필요하며, 이러한 과정에서 핵심객체를 정의하는 방법으로 의사전달에 중요한 객체를 분리하고, 핵심객체는 반드시 오류 없이 전송함으로써 사용자의 요구사항은 만족시키면서도 재전송을 위한 부담을 줄이는 기법이다.

2장에서는 SCTP 오류 제어 기법을 분석하고, 3장에서는 객체 전송을 위한 제안된 오류 제어 방식의 원리를 설명하고, 재전송 버퍼를 통한 선택적 재전송 기법과 제안한 기법을 비교 기술한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구에 대한 결론 및 향후 과제를 논할 것이다.

II. SCTP 오류 제어

SCTP는 TCP처럼 신뢰성 있는 전송 계층 프로토콜로서 신뢰성 있는 서비스를 위해서 확인응답 절차를 사용한다^[2].

동작원리를 버퍼를 중심으로 살펴보면, 송신측에 수신측 버퍼 상태를 보고하기 위하여 SACK 청크를 사용하며, 서로 다른 타이머를 사용한다.

- 수신기 사이트

순서가 어긋난 청크를 포함하여 큐에 도착한 모든 청크들을 저장하며 손실된 청크를 위하여 공간을 남겨둔다. 그림1은 수신기 사이트의 버퍼를 포함한 전형적인 설계를 볼 수 있다.

그림 1에서 송신된 마지막 확인응답은 데이터 청크 20을 위한 것이고 이용 가능한 윈도우 크기는 1000바이트이다. 하나의 변수 배열을 이용해서 순서가 깨진 각 블록의 시작과 끝을 계속 추적한다(outof order).

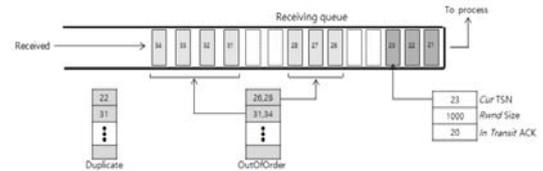


그림 1. 오류제어(수신측)
Fig. 1. Error Control(Receiver)

- 송신기 사이트

송신기 사이트에서 송신 큐와 재전송 큐의 두 가지 큐를 사용하며, rwnd, inTransit, curTSN 등 세 개의 변수를 사용한다. 그림 2는 전형적인 송신기를 보여준다. 패킷에 대한 재전송 타이머가 끝날 때 또는 손실로써 패킷을 선언하는 SACK가 도착하면 패킷 안에 있는 청크들은 재송신되기 위하여 재전송 큐로 이동되며 손실로 간주된다. 재전송 큐에 있는 청크들은 우선순위를 갖게 되어 재전송 큐의 21번 청크가 제일 먼저 전송된다.

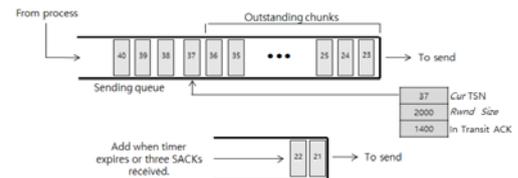


그림 2. 오류제어(송신측)
Fig. 2. Error Control(Sender)

III. 제안된 오류 제어 기법

멀티미디어 객체 데이터를 전송할 때 버스트한 특성을 갖는 많은 양의 멀티미디어 객체 데이터를 시간적인 특성에 맞추어서 실시간으로 전송해야 한다. 그러나 2장에서와 같이 SCTP는 선택적 재전송이나 고백 앤(Go Back N) 등의 기본적인 오류 회복 기법만을 제공한다^{1,2}. 이러한 기법은 단순한 데이터의 올바른 전송만을 지원하기 위한 오류 회복 기법이다.

3.1 오류확률과 수신버퍼

각 미디어 객체들의 오류 확률과 오류 회복 시간의 관계를 살펴보면 다음과 같다.

객체에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률 P_{object} 은 다음과 같이 계산 될 수 있다

$$P_{object} = 1 - (1 - p_b)^{m+h} \quad (1)$$

P_b : 전송 채널 오류율, m :객체 데이터, h :객체 헤더, $(1-P_b)$:임의 비트에 오류가 없을 확률, $(1-P_b)^{m+h}$: $m+h$ 객체 데이터의 모든 비트에 오류 없을 확률

각 미디어 채널이 하나의 프레임 객체 데이터들을 1번 전송하고, 이에 대해 응답을 받을 때의 평균 오류 P_{frame} 은 다음과 같이 구해진다.

$$P_{data} = n_f \times (1 - (1 - p_b)^{l_{da} + l_{dh}}) \quad (2)$$

단, P_d : n_f 개의 객체에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률, n_f =객체 개수/프레임, l_{da} =객체 데이터 크기, l_{dh} =객체 헤더 크기

$$P_{ack} = 1 - (1 - p_b)^{l_{de} + l_{he}} \quad (3)$$

P_e :응답 패킷에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률, l_{de} =응답 패킷의 데이터 크기, l_{he} =응답 패킷의 헤더 크기

그러므로 한 프레임의 오류 확률 P_{er} 은 다음과 같다.

$$P_{frame} = P_{data} + P_{ack} - P_{data} \times P_{ack} \quad (식4)$$

또한 k 번의 전송이 완료된 후, 발생한 채널의 오류

는 최대 허용 오류율 이하 이여야 하므로 식5를 만족하여야 한다.

$$\begin{aligned} P_{frame}^k &< P_{chan} \\ K &> \log_{P_{frame}}(P_{chan}) \end{aligned} \quad (5)$$

단, P_{chan} :허용된 최대 채널 오류

이러한 오류 확률 및 오류 회복 수행을 위한 객체 데이터 재전송을 하기 위해서 수신측에서 필요한 버퍼 구조 및 동작을 살펴보면 다음과 같다.

현재 출력 중인 프레임 객체 데이터 청크를 갖고 있는 출력 프레임 객체 버퍼(OFB, Output Frame Object Buffer), 오류 회복 중인 프레임 객체 데이터를 갖고 있는 중간 프레임 객체 버퍼(IFBs, Intermediate Frame Object Buffers), 그리고 현재의 프레임 객체 데이터 청크를 저장하기 위한 수신 프레임 객체 버퍼(RFB, Receive Frame Object Buffer)로 구성된다⁹.

그림3에서와 같이 연속 미디어 채널 객체 데이터의 경우, 오류 회복은 반드시 IFs 프레임 이내에 끝나야 한다. 그러나 불연속 미디어의 채널 객체 데이터는 사용자가 원하는 경우, 객체 데이터 청크가 있는 새로운 프레임이 OF가 될 때 까지 오류를 회복할 수 있다.

여러 미디어 객체 데이터들로 구성된 하나의 프레임 전송하다가 객체에 오류가 발생한 경우, 해당 미디어 객체 데이터의 오류이면서 동시에 멀티미디어 객체 데이터 전체에 영향을 미치게 된다. 그러므로 멀티미디어 통신상에서 발생하는 객체 데이터 오류에 대해서 멀티미디어 전체적인 측면에서 고려된 오류 회복 방법을 제공하는 것이 효율적이다^{1,4,15,16}. 그리고 이러한 두개의 기법은 하나로 통합되어 운용되는 것이 매우 효과적이다^{7,8}.

본 논문에서 제안한 기법은 SCTP상에서 멀티미디어

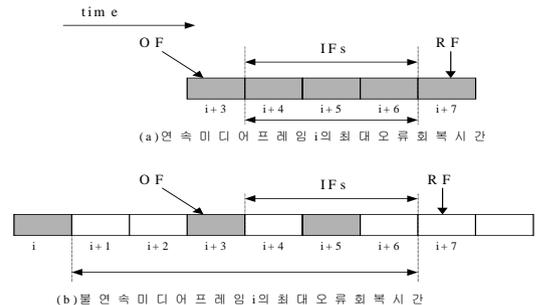


그림 3. 미디어별 오류 회복 시간
Fig. 3. Media Error Recovery Time

어 객체 데이터들의 효율적인 전송을 목적으로 하므로 제안한 오류 제어 기법에서 필요한 개념들을 살펴보면 다음과 같다.

3.2 핵심객체(Key Object)

본 논문에서는 핵심 객체(key object)를 정의한다. 핵심 객체는 미디어 데이터를 객체로 분리할 때 사용자가 지정할 수 있으며, 분리된 미디어 객체들 중에서 사용자가 핵심 객체들을 지정할 수 있고, 지정하지 않을 경우 시스템에서 기본적인 지정을 할 수 있다.

핵심 객체들은 주로 사용자사이에 의사전달에 있어 의미 있는 객체들이 핵심 객체들이 된다.

예를 들어서, 오디오의 경우, 사람의 음성과 배경 음악으로 분류하며 음성이 핵심 객체가 될 수 있다. 또한 축구 경기를 중계하는 경우, 사용자는 핵심 객체로서 축구공과 축구공 주위 선수들을 핵심 객체들로서 지정할 수 있다.

본 논문에서 핵심 객체를 추출한 이유는 사용자들에게 의사 전달을 위해서 꼭 필요한 객체들과 그렇지 않은 객체들을 분리하기 위한 것이다. 핵심 객체에 대해서는 별도의 데이터를 기록함으로써 핵심 객체를 구별할 수 있다.

핵심 객체는 의사 전달을 위해서 반드시 필요한 객체이므로 멀티미디어 통신에서 반드시 전송되어야 하는 객체(들)이며 미디어 특성보다는 데이터 특성이 강하다.

핵심 객체는 오류 없이 반드시 수신 측에 전송되어야 하며, 오류가 발생한 경우에는 재전송을 통해서 오류를 회복해야 한다.

3.3 동작 원리

본 논문에서 제안한 기법에서는 오류 회복 방법을 적용하기 위하여 객체 오류, 핵심 객체 오류와 미디어 오류의 개념을 도입한다.

- 객체 오류: 각 채널의 최대 허용 오류율에서 발생한 객체 오류
- 핵심 객체 오류: 사용자가 핵심 객체로 지정한 객체에서 발생한 오류
- 미디어 오류: 핵심 객체 및 객체 오류들의 조합에 의해서 지정한 오류

그림 4에서 i-2 프레임의 비디오의 모든 객체들에서 오류가 발생한 것을 보여준다. 그리고 i-1 프레임의 오디오 1번 객체와 2번 핵심 객체 오류 그리고 비디오 1번, 2번 객체 오류를 보여준다. i+1 프레임에서는 오

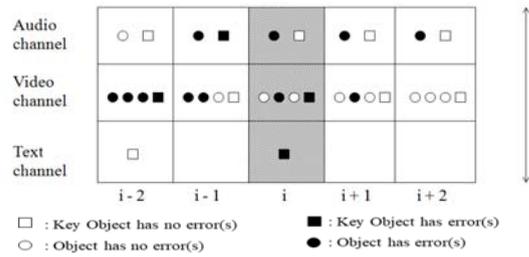


그림 4. 객체 오류, 핵심 객체 오류, 미디어 오류
Fig. 4. Object, Key Object, Media Error

디오 채널 1번 객체 오류와 비디오 2번 객체에 오류가 발생한 것을 보여준다.

한 프레임 동안 채널 핵심 객체에 오류가 발생하는 것은 허용할 수 없다고 사용자가 기술한 경우, i 프레임, i-1 프레임, 그리고 i-2 프레임은 미디어 오류이다.

또한 한 프레임 동안 비디오 핵심 객체와 텍스트 채널의 데이터가 동시에 오류가 발생한 것은 허용할 수 없다고 사용자가 기술한 경우, i 프레임은 미디어 오류이다.

따라서 한 프레임 동안 여러 채널에 객체들의 오류가 발생하여 모든 채널의 객체들의 오류를 회복할 수 없을 경우에도, 사용자가 허용한 오류 패턴을 만족시킬 수 있는 채널의 객체 오류만을 재전송하여 사용자의 요구에 맞는 오류 회복을 할 수 있다.

예를 들어 어떤 프레임에 비디오 채널의 비 핵심 객체에만 오류가 발생한 것이 허용되는 경우, i+2 프레임의 오류 회복은 오디오 핵심 객체만을 회복함으로써 완료될 수 있다.

사용자는 결합을 오픈할 때, 객체 오류 및 핵심 객체 오류 및 미디어 오류를 정의할 수 있다. 그리고 결합 내에서 자신이 허용하는 오류의 패턴 및 그 오류 회복 기법을 기술할 수 있다.

3.4 SCTP에의 적용

본 절에서는 SCTP에서 기본적으로 제공되는 기법과 본 연구에서 제안된 기법을 SCTP에 적용할 경우에 재전송해야하는 버퍼의 객체들을 살펴봄으로써 두 기법의 차이를 비교할 수 있다. 그림 4에서의 i 프레임과 i+1 프레임에 대해서 각 객체에 대한 순서 번호(TSN)를 설정할 경우, SCTP의 오류 회복 기법인 그림5와 제안된 기법인 그림6의 재전송 버퍼에 있는 객체들을 정의에서와 같이 적용해 보면 다음과 같다.

예를 들면, 그림 4에서 i프레임에서 오디오 채널의 첫 번째 객체를 16으로 가정하면 오디오 다음 객체는 17이 되고 비디오 객체는 18년부터 21년까지의 객체

들로 구성된다. 마지막으로 텍스트 객체는 22번 객체가 된다. 또한 i+1프레임에서는 오디오 채널의 1번째 객체는 23번, 24번, 비디오 채널의 처음 객체는 25번 객체에서 28번까지의 객체가 되고, 텍스트는 객체 데이터 체크가 없는 프레임으로 구성된다.

또한 그림 4에서 흑색의 객체들은 오류가 발생한 객체이고 하얀 객체들은 오류없는 객체라고 가정한다.

- 선택적 재전송 기법

그림 5는 SCTP에서 제공하는 기본적인 오류 회복 방법을 적용할 경우의 그림이다. 그림에서와 같이 i 프레임과 i+1프레임에서 오류가 발생한 모든 객체들이 재전송 되어야하고 재전송을 위해서 오류가 발생한 모든 객체들이 재전송 버퍼에 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 재전송은 버스트 특성을 갖는 방대한 양의 멀티미디어 객체 데이터를 시간적인 종속 관계에 따라서 실시간으로 전송하여야하는 멀티미디어 프로토콜인 SCTP에서는 전송에 실패할 확률이 상당히 높아지며 화상 회의, 온라인 데이터 검색 등 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하여야 하는 대부분의 응용 프로그램에서는 사용될 수 없다.

- 제안된 기법의 재전송

그러나 본 연구에서 제안한 기법을 사용할 경우 객체 재전송을 위한 버퍼를 살펴보면 그림 6과 같다. 그림 4에서와 같이 오류가 발생했다고 가정하면 사

용자가 한 프레임 동안 모든 채널 핵심 객체에 오류가 발생하는 것은 허용할 수 없다고 기술한 경우, i 프레임은 미디어 오류이나 i+1프레임은 미디어 오류가 아니고 또한 오류회복을 위한 별도의 동작이 불필요하다.

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

그림 6에서와 같이 i 프레임의 오류 회복은 불연속 미디어인 텍스트 채널의 객체 오류만을 회복함으로써 완료될 수 있다. 이 같은 경우에 i 프레임에서 텍스트 객체 데이터 체크 22만을 재전송하여 오류를 회복함으로써 i 프레임은 오류가 발생하지 않은 것처럼 동작하게 된다. 그러므로 재전송 버퍼에는 오직 객체 22번만 있게 되며 재전송을 위한 객체의 개수가 매우 작아지는 것을 볼 수 있다.

이처럼 본 논문에서 제안한 기법의 장점은 기존 SCTP에서 제공하는 오류 회복 방식에 비해 사용자의 의사 전달에 꼭 필요한 핵심 객체들은 반드시 오류 없이 전송하도록 하여 사용자의 요구 사항은 만족시키면서도 재전송을 위한 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소 등과 같은 통신 자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 오류 제어 기법이 될 것이다.

IV. 결론

본 연구는 SCTP상에서 멀티미디어 객체들을 전송할 때 SCTP에서 제공하는 오류 제어 방식인 선택적 재전송이나 고 백 엔(Go Back N) 방식의 문제점들을 살펴보고 핵심 객체를 이용하여 멀티미디어 객체 데이터 전송에 효율적인 오류 제어 기법을 설계하고 제안하여 기존 방식과 비교한 논문이다.

본 논문에서는 핵심 객체를 정의하였는데 주로 사용자 사이에 의사 전달에 있어서 중요한 객체들이다.

오류가 발생하더라도 사용자들 사이에 의사 전달에 꼭 필요한 객체들은 반드시 오류 없이 전송하도록 함으로써 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 재전송을 위한 프레임 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소등과 같은 통신 자원의 효과적인 사용을 통해 SCTP에게 유연성을 지원하는 효과적인 오류 제어 방식이 될 것이다.

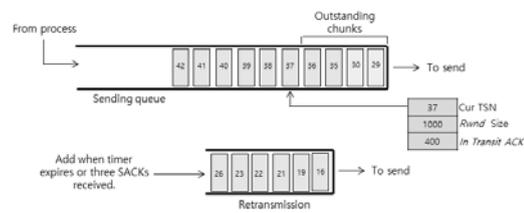


그림 5. SCTP 오류 제어
Fig. 5. SCTP Error Control

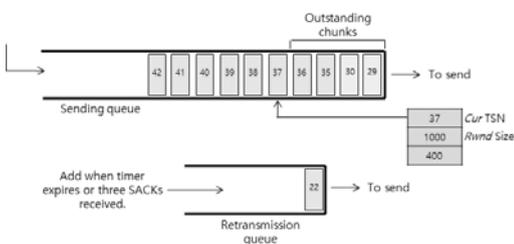


그림 6. 새로운 오류 제어 기법
Fig. 6. New Error Control Mechanism

향후 과제로는 제안된 기법의 성능 평가를 위해서 수학적 분석과 큐잉분석을 이용한 연구가 수행될 것이다.

References

- [1] W. K. Choi, "The effective combined error control method for SCTP based on multimedia characteristics information," *IEIE*, vol. 54, no. 2, pp. 204-209, Feb. 2017.
- [2] M. Forouzan, *Computer Network A Top-Down Approach*, pp. 722-736, McGrawHill.
- [3] W. K. Choi, "Resource adaptive QoS management for Q-MOTP in MPLS network" *IEIE*, vol. 51, no. 12, pp. 204-209, Dec. 2014.
- [4] W. K. Choi "Effective multimedia object data transport protocol in MPLS network using Q-CBQ method," *J. KICS*, vol. 37, pp. 180-184, Aug. 2012.
- [5] W. K. Choi, "Performance evaluation of Q-CBQ method for multimedia streams in MPLS router," *J. KICS*, vol. 37, no. 1, pp. 1-8, 2012.
- [6] W. K. Choi, "Effective QoS supporting scheme for multimedia streams in MPLS router," *J. KICS*, vol. 34, no. 8, pp. 260-266, 2009.
- [7] W. K. Choi and S. S. Ahn, "Performance analysis of multimedia-oriented error control mechanism over ATM network," *J. KISS*, vol. 26, no. 7, pp. 827-838, 1999.
- [8] W. K. Choi and S. S. Ahn, "An adaptive QoS management based on resource information for multimedia streams over ATM," *J. KISS*, vol. 25, no. 6, pp. 593-605, 1998.
- [9] W. Doeringer, D. Dykeman, M. Kaiserswerth, B. Meiser, H. Rudin, and R. Williamson, "A survey of light-weight transport protocols for high-speed networks," *IEEE Trans.*, vol. 38, no. 11, Nov. 1990.
- [10] B. Wolfinger and M. Moran, "A continuous media data transport service and protocols for real-time communication in high speed networks," *2nd Int. Workshop on Netw. and Operating Syst. for Digital Audio and Video, on Commun.*, vol. 38, no. 11, Nov. 1990.

- [11] T. F. L. Prota and M. Schwartzs, "The multiStream protocol: A highly flexible high-speed transport protocol," *IEEE J. on Sel. Areas in Commun.*, vol. 11, no. 4, May 1993.

최원근 (Won-keun Choi)



1982년 2월 : 아주대학교 전자공학과 졸업

1986년 2월 : 고려대학교 전자공학과 석사

1999년 8월 : 고려대학교 전자공학과 박사

1991년 9월~현재 : 인하공업전문대학 정보통신과 근무

<관심분야> 멀티미디어 통신, QoS, 트래픽 분석 및 관리