

신뢰성 있는 멀티캐스트를 이용한 음성 회의 시스템의 설계

송 기 평[†] · 구 경 철[†] · 박 치 항^{††} · 김 광 현^{†††} · 이 태 훈^{††††}

요 약

멀티캐스트는 하나의 송신자가 여러 수신자들에게 데이터를 전송할 때 사용되는 일대다 전송 방법이다. 현재 다자간 통신인 화상회의 시스템이나 전자 칠판과 같은 멀티캐스트 응용 프로그램들이 계속적으로 등장하고 있다. 본 논문에서는 신뢰성 있는 멀티캐스트 데이터 전송을 위해서 대표수신자 리스트를 이용한 대표수신자 동적 할당 기법과 대표수신자를 이용한 재전송 기법을 제안한다. 이러한 멀티캐스트를 이용하여 RTP/RTCP 기반의 신뢰성 있는 다자간 음성회의 시스템을 설계하였다. RTP/RTCP를 이용하여 설계한 음성회의 시스템은 표준화 작업의 효율성을 증대시키고 신뢰성 있는 표준화 정보를 실시간으로 교환할 수 있다.

Design of Voice Conference System using Reliable Multicast

Ki-Pyung Song[†] · Kyung-Chul Gu[†] · Chi-Hang Park^{††} ·
Gwang-Hyun Kim^{†††} · Tae-Hoon Lee^{††††}

ABSTRACT

Multicast is the multiparty communication that allows one-to-many communications. There are some multicast applications which are the ways of multiparty communications such as video conference system and white board. This paper proposes a dynamic allocation mechanism of designated receiver by using designated receiver list and a retransmission mechanism with designated receiver for the effective multicasting data transmission. We designed voice conference system with multicast based on RTP/RTCP. This voice conference system increases the effect of standardization work and enables to exchange reliable standard data with real time.

1. 서 론

최근 국내외의 여러 표준화 기구에서 제정되고 있는 표준문서는 양적인 증가와 함께 대상 기술의 복잡성에 기인하여 질적인 복잡도가 두드러지고 있다. 정보통신과 관련된 기술개발의 속도가 빨라지고, 조기에

최신 기술을 적용하기 위한 신속한 표준화 작업과 함께 정보유통에 대한 요구가 높아지고 있다. 이를 위해 ITU를 비롯한 ETSI, TTA, TTC 등 각 지역 표준화 기구들은 표준정보 유통시스템을 개발하여 표준화에 관련된 문서의 처리와 관리를 전자적으로 처리함으로써 표준제정의 효율화를 위한 기반 환경을 구축하고 있다. 국내의 경우 표준화 관련 정보유통 활성화와 효율화를 통해 정보통신 관련 기술과 산업의 국제적인 경쟁력 제고를 위해 한국전자통신연구원(ETRI/PEC)에서는 종합 표준정보유통망(SICN : Standards Infor-

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
†† 종신회원 : 한국전자통신연구원 책임연구원
††† 정 회 원 : 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 교수
†††† 종신회원 : 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 교수
논문접수 : 1999년 11월 18일, 심사완료 : 2000년 5월 3일

mation Cooperation Network)을 구축하고 있다. SICN은 엑스트라넷 기반으로 표준화 관련 제반 활동의 공동작업 환경을 제공하기 위하여 통신망을 통한 국내 가상 표준개발기구를 구축하고, 표준화 관련 기관간 및 전문가들간의 협력체계를 유지하며, 정보통신 표준화와 연구개발의 연계를 통한 신속한 표준화 연구 및 제품의 상용화를 유도하는 활동기반을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 논문에서는 SICN 개발과 연계하여 표준 관련 전문가들 간 표준화 공동작업을 지원하는 도구로 활용할 수 있도록 웹 기반 실시간 회의 서비스 시스템을 설계하고자 한다. 공동작업 환경을 지원하는 멀티미디어 회의 서비스가 초고속통신망이나 인터넷을 통한 대표적인 응용으로 인식됨에 따라 세계 각국에서는 관련 제품 개발과 핵심 기술의 국제 표준화 작업이 활발히 이루어지고 있다. 국내외적으로 고속통신 및 멀티미디어 정보처리 기술을 근간으로 다양한 멀티미디어 회의 시스템 및 응용기술들이 연구되고 있으나, 이들 응용들이 공유할 수 있는 포괄적 통신구조 및 프로토콜의 부재로 인하여 응용간의 상호호환성이 결여되어 있을 뿐만 아니라 연구개발에도 많은 시간과 노력이 요구되고 있다. 또한 인터넷을 기반으로 한 멀티미디어 통신 서비스에 대한 요구가 급증하고 있으나 현재의 인터넷은 최선형 서비스(best-effort)만을 제공하기 때문에 실시간 멀티미디어 응용에 적합한 서비스를 제공하지 못하고 있다. 따라서 실시간 서비스를 제공하기 위해서 IETF(Internet Engineering Task Force)는 새로운 프로토콜인 RTP/RTCP를 제안하였다. RTP는 멀티캐스트 또는 유니캐스트 상에서 음성, 화상과 같은 실시간 데이터를 전송하는 응용에 적합한 단대 단 전송기능을 제공한다[1, 2].

본 논문에서는 신뢰성 있는 멀티캐스트 데이터 전송을 위해서 대표수신자 리스트를 이용한 대표수신자 동적 할당 기법과 대표수신자를 이용한 재전송 기법을 이용하여 RTP/RTCP 기반의 신뢰성 있는 표준화 회의 시스템을 설계하고자 한다. IP 계층에서 송수신되는 데이터는 신뢰성이 보장되지 않기 때문에 멀티캐스트 데이터들도 신뢰성이 보장되지 않는다. 화상과 음성 데이터는 데이터 손실과 오류는 허용되지만 전송 지연은 일정 범위 내에서 보장되어야 하는 실시간 데이터로써 비신뢰적인 데이터 전송 방식에 적합하다. 다자간 음성회의 시스템에서는 멀티캐스트 데이

터 전송시 확장성 문제와 수신자가 증가함에 따라 수신상태 정보의 폭주문제, 그리고 송신자의 재전송 부하가 증가되는 문제점이 발생한다[3, 4]. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 멀티캐스트 데이터의 효율적 전송을 제어하기 위한 동적인 대표 수신자를 구성하는 방법과 재전송 기법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 제안되어 있는 다양한 멀티캐스트 프로토콜을 기술하고, 3장에서는 신뢰성 있는 멀티캐스팅을 수행하기 위한 동적인 대표 수신자 구성 방법과 재전송 기법을 제시한다. 4장에서는 RTP/RTCP 프로토콜을 기반으로 한 신뢰성 있는 음성회의 시스템 모델을 설계한다. 5장에서는 결론과 앞으로의 연구과제를 기술한다.

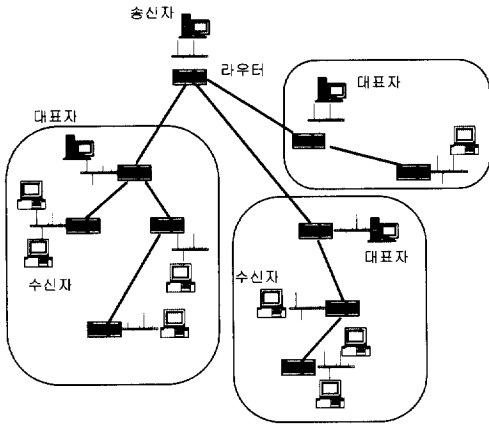
2. 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜

멀티캐스트는 하나의 송신자가 여러 수신자들에게 데이터를 전송할 때 사용하는 일대다 전송 방법이다. 송신자가 데이터를 여러 수신자들에게 전송하는 방법에는 각각의 수신자에게 데이터 복사본을 일대일로 전송하는 방법이 있다. 신뢰성있는 멀티캐스트란 모든 수신자들이 정확한 데이터를 수신할 수 있도록 보장하는 전송 방법이다. 본 장에서는 멀티캐스트 데이터 전송 방법과 신뢰성있는 재전송 방법을 알아본다.

2.1 멀티캐스트 프로토콜

신뢰성있는 멀티캐스트에서는 송신자가 모든 수신자들의 수신상태 정보를 관리 유지해야 한다. 많은 수신자를 갖는 송신자는 모든 수신자들로부터의 상태정보를 바탕으로 재전송을 수행해야 한다. 이 때문에 수신자의 증가에 따라 송신자의 부하가 증가하는 확장성 문제와 수신자들이 전송하는 수신상태 정보가 송신자 측에서 폭주하는 문제가 발생한다[4, 5]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 수신자들 가운데에서 대표수신자를 선정하고 대표수신자는 재전송 수행과 수신자들의 수신상태 정보의 수집을 수행한다. 이와 같이 대표수신자를 이용하여 송신자의 확장성 문제와 수신상태 정보의 폭주 문제들을 효율적으로 해결하려는 방법이 연구되고 있다. 대표수신자를 이용하여 신뢰성 있는 데이터의 전송을 수행하는 프로토콜에는 RMTP(Reliable Multicast Transport Protocol)와 RMP(Reliable Multicast Protocol)가 대표적이다[6, 9].

RMTP에서는 멀티캐스트의 확장성 문제와 수신상태 정보의 폭주문제를 해결하기 위하여 대표 수신자를 설정한다. (그림 1)은 각 도메인마다 대표수신자를 정적으로 할당한 후 대표수신자들을 계층구조로 연결한 그림이다. 각 대표수신자와 대표수신자가 담당하는 도메인은 구성 파일을 통하여 선정되므로 정적으로 선정된다고 할 수 있다. 선정된 대표수신자는 도메인에 소속된 수신자들의 수신상태 정보를 수집하여 상위 계층의 대표수신자 또는 송신자에게 재전송하며 도메인 내의 재전송을 수행한다.

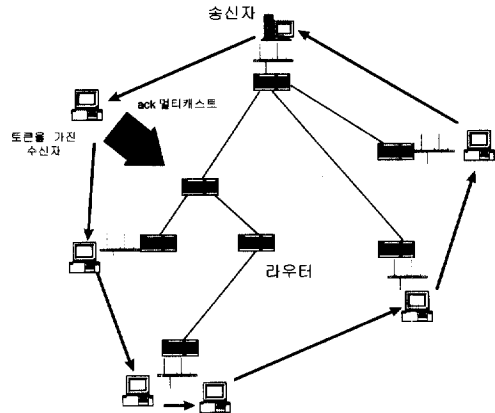


(그림 1) RMTP 구조

RMTP의 대표수신자 설정은 구성 파일을 통하여 초기에 정적으로 수행되기 때문에 새로운 수신자들이 발생할 경우 대표수신자를 동적으로 구성할 수 없다. 즉, 수신자가 하위 계층에서 더욱 늘어날 경우 대표수신자가 많은 수신자들을 관리해야 하는 확장성 문제와 대표수신자 측에서 수신자 수신상태 정보가 폭주하는 문제가 나타날 수 있다. 재전송 수행도 대표수신자만이 수행하므로 수신자의 증가에 따라 대표수신자의 재전송 부하가 늘어날 수 있다. 또한 수신자들이 전송하는 수신상태 정보들이 송신자 측에서 집중되는 수신상태 정보의 폭주문제가 발생하며 신뢰성을 보장하기 위한 송신자의 재전송 부하가 증가하는 문제도 발생한다[7, 8].

RMP는 모든 수신자들을 가상의 링으로 연결한 구조를 가지며 다양한 계층의 서비스를 제공한다. 송신자가 데이터를 멀티캐스트 하면 링의 토큰을 보유한

하나의 수신자만이 자신의 수신상태 정보를 멀티캐스트 할 수 있으며 이 정보는 송신자와 수신자들에게도 수신되어 수신자가 다른 모든 수신자들에 대한 상태 정보를 갖도록 한다. (그림 2)는 토큰을 가진 수신자가 자신의 수신상태 정보를 멀티캐스트하는 것을 나타내고 있다. 수신자는 링의 토큰을 가질 때 손실된 데이터에 대한 재전송 요청을 할 수 있다. 재전송 요청은 멀티캐스트 되어 각 수신자들에게 수신된다. 재전송 요청을 받은 수신자는 재전송을 준비한다. 모든 수신자들이 동시에 재전송을 수행하면 동일한 데이터의 중복 재전송이 많이 발생하며 재전송을 요청한 수신자 측에서 재전송 데이터의 폭주현상이 나타날 수 있다. 이를 방지하기 위하여 수신자는 재전송 수행 전에 일정 시간동안 대기한다. 대기하는 시간은 재전송을 요청한 수신자와의 거리에 비례하게 설정한다. 시간이 경과된 후 재전송을 실시하며 전송 방법은 멀티캐스트를 사용한다. 재전송을 요청한 수신자는 멀티캐스트를 통해 데이터를 수신한다. 즉, 데이터의 재전송을 요구한 수신자와 다른 수신자들도 재전송 데이터를 받게 된다. 재전송을 수행하는 수신자는 재전송 수행 전에 다른 수신자에 의한 동일한 데이터의 재전송을 발견할 수 있다. 이 경우에는 자신의 재전송 동작을 중지하여 데이터의 중복 재전송이 없도록 한다[8, 10].



(그림 2) RMP 구조

재전송 데이터의 멀티캐스트는 다른 수신자에 의한 동일한 데이터의 재전송 요구를 억제시킬 수 있다는 장점과 동일한 데이터의 재전송을 수행하려는 수신자의 재전송 동작을 억제시킬 수 있다는 장점이 있다.

RMP 내에서 송신되는 모든 데이터와 수신상태 정보에는 글로벌 순서번호와 각 송신자의 순서번호를 포함시킨다. 이는 다양한 계층의 서비스를 제공하기 위한 것이다. 그러나 모든 수신자를 가상의 링으로 연결하기 때문에 수신자와 수신자 사이의 거리가 길수록 토큰을 전송하는 과정에서 지연이 발생하며 토큰이 상실 될 수도 있다. 또한 수신자가 많아지면 각 수신자들이 다른 모든 수신자들에 대한 정보를 유지해야 하므로 확장성 문제가 발생한다. 따라서 규모가 큰 멀티캐스트 응용 프로그램에는 적합하지 않다[9, 10].

2.2 재전송 기법

재전송과 같은 제어의 수행을 위해 수신자들은 송신자에게 수신상태 정보를 전달한다. 송신자는 수신자의 수신상태 정보를 바탕으로 재전송을 실시하며 각 수신자에 대한 상태정보를 유지한다. 재전송 기법에는 송신자 위주 기법과 수신자 위주 기법이 있다. 지금까지는 주로 송신자 위주 기법에 대한 연구가 집중되어 왔으며 또한 많은 응용 프로그램들이 개발되었다. 근래에는 수신자가 요구하는 서비스의 질을 만족하기 위한 응용 프로그램들이 등장하면서 수신자 위주 기법이 각광을 받고 있다[9]. 송신자 위주 기법은 신뢰성 있는 멀티캐스트를 위한 책임을 송신자가 갖는 것이다. 송신자는 수신자들이 보내오는 각 수신자의 수신상태 정보를 받아 모든 수신자들의 상태를 유지해야 하며 재전송이 필요한 경우 데이터를 재전송해야 한다. 수신자는 데이터를 수신할 때마다 수신상태 정보를 송신자에게 전송해야 한다. 일반적인 송신자 위주 동작 방법은 오류복구가 반복적으로 수행되며 오류가 발생한 데이터에 대해서만 재전송이 일어난다. 송신자 위주 기법에서는 수신자가 주기적으로 수신상태 정보를 송신자 또는 대표수신자에게 전송한다. 따라서 제어데이터의 양이 많아진다는 단점과 송신자가 모든 수신자들을 관리해야하는 부하가 있으므로 수신자가 많아지면 송신자의 부하가 더욱 커진다는 단점이 있다. 그러나 각 시간마다 비교적 정확한 수신자들의 상태를 알 수 있으므로 송신자가 재전송에 필요한 데이터 버퍼의 유지 관리가 용이하다는 장점과 각 수신자들에 대한 관리가 용이하다는 장점이 있다. 수신자 위주 기법은 데이터의 오류나 손실에 대한 복구책임을 수신자가 갖는 것이다. 수신자가 수신하지 못한 데이터에 대하여 송신자에게 재전송 요청을 전송하면 송

신자가 데이터를 재전송한다. 송신자는 계속해서 데이터를 연속적으로 전송하며 수신자의 재전송 요청을 받은 경우에만 해당 데이터를 재전송한다. 수신자는 재전송 요청의 오류 또는 손실에 대비하여 타이머를 설정하고 일정 시간이 경과한 후에도 재전송 데이터를 수신하지 못하면 송신자에게 다시 재전송 요청을 한다. 수신자 위주 기법의 일반적인 동작은 먼저 송신자는 데이터를 브로드캐스트 하며, 송신자는 재전송하는 데이터에 대해서 우선 순위를 부여한다. 수신자는 재전송 요청 전에 타이머를 설정하고 송신자에게 유니캐스트로 재전송 요청을 전송한다. 시간이 경과한 후에도 재전송 데이터를 수신 받지 못하면 송신자에게 다시 재전송 요청을 전송한다. 수신자 위주의 기법에서는 수신자가 필요한 경우에만 제어데이터를 전송하므로 제어데이터 양을 줄일 수 있다. 그리고 송신자가 모든 수신자에 대한 정보를 유지 관리할 필요가 없으므로 수신자가 증가해도 송신자의 부하가 크게 늘어나지 않는다는 장점이 있다. 그러나 일정한 시점에서 송신자가 수신자의 정확한 수신상태를 파악할 수 없기 때문에 재전송 수행에 필요한 버퍼의 유지 관리가 어렵다는 단점이 있다[7, 8].

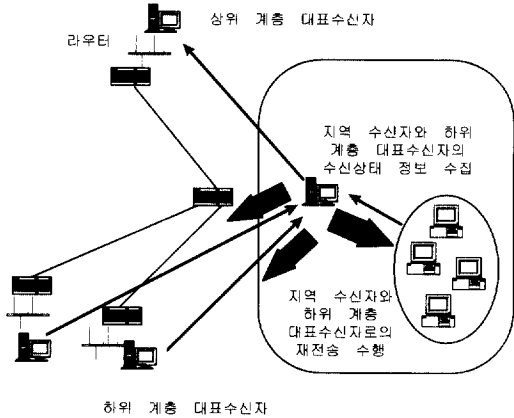
3. 대표수신자와 재전송 기능을 갖는 멀티캐스트

신뢰성있는 멀티캐스트를 위해서 송신자는 각 수신자들의 수신상태를 관리하여 신뢰성있는 멀티캐스트 데이터 전송이 되도록 해야 한다. 본 장에서는 신뢰성있는 멀티캐스트는 수신자의 변화에 따라 대표수신자를 동적으로 구성하여 확장성 문제와 수신상태 정보의 폭주 문제를 해결하는 방법을 제시하고자 한다. 그리고 대표수신자와 지역 네트워크의 모든 수신자가 재전송을 수행하도록 함으로써 대표수신자 및 송신자의 재전송 부하 문제를 해결하는 방법을 제안하도록 한다.

3.1 대표수신자의 정의

멀티캐스트 트리는 멀티캐스트 기능을 갖는 네트워크 라우터에서 구성된다. 송신자와 수신자 그룹에 대한 정보를 바탕으로 송신자를 루트로 하고 수신자 그룹을 단말 노드로 하여 구성된다. 멀티캐스트 트리는 라우팅 계층인 IP 계층에서 만들어지기 때문에 멀티캐스트 트리를 통하여 전송되는 데이터는 신뢰성을 갖

지 못한다[5, 7]. 즉, 멀티캐스트 트리가 데이터의 손실이나 오류에 대해서 복구를 보장하지 못한다. 이 때문에 신뢰성있는 멀티캐스트를 위해서 송신자는 각 수신자들의 수신상태를 관리하여 신뢰성있는 멀티캐스트 데이터 전송이 되도록 해야 한다. 그러나 송신자가 모든 수신자에 대한 정보를 유지 관리하는 것은 송신자에게 부하를 주며 수신자가 증가할수록 부하가 커진다. 따라서 송신자를 대신하여 각 지역 수신자들의 수신상태 정보를 수집할 수 있는 대표수신자를 설정하면 송신자의 부하를 줄일 수 있다. 대표수신자는 수집한 정보들을 대표할 수 있는 수신상태 정보만을 송신자에게 전송한다. 대표수신자의 역할은 지역 수신자와 하위 계층 대표수신자의 수신상태 정보를 수집하고 수집된 정보를 대표하는 수신상태 정보를 상위 대표수신자에게 전송한다. 그리고 하위 대표수신자로부터 데이터 재전송 요구가 수신되면 하위 계층 대표수신자에게 일대일 방법으로 데이터를 재전송 한다. (그림 3)은 대표수신자의 역할을 나타낸 것이다.



(그림 3) 대표수신자 역할

3.2 대표수신자 선정과 연결

대표수신자를 선정할 때 구성 파일 등을 이용하여 정적으로 할당하는 것은 수신자의 동적인 변화를 고려할 때 비효율적이다. 수신자들 중에서 대표수신자를 동적으로 선정하고 수신자의 변화에 따라 대표수신자를 선정하는 것이 더욱 효율적이다. 대표수신자들이 정적으로 할당된다면 새로운 수신자들이 발생하는 경우 외부 네트워크에 존재하는 대표수신자에게 수신상태 정보를 전송해야한다. 즉, 외부 네트워크 링크에

대한 대역폭의 낭비를 초래하게 된다. 새로운 수신자들이 계속해서 발생할 경우 대표수신자 측에서 수신상태 정보의 폭주문제와 많은 수신자들의 상태 정보를 유지해야 하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 대표수신자의 종료와 새로운 수신자들의 발생에 대비한 대표수신자의 동적인 할당 방법이 필요하다. 대표수신자는 별도의 서버를 선정하는 방법이 있지만 이 방법은 수신자 그룹마다 서버를 가져야 하고 지정된 서버는 대표수신자 역할만 수행하므로 경제성 면에서 바람직하지 못하다. 따라서 지역 네트워크의 수신자들 가운데에서 하나의 수신자를 대표수신자로 선정하는 방법이 효율적이다. [알고리즘 1]은 새로운 대표수신자를 선정하는 알고리즘이다. 새로운 지역 네트워크에 수신자가 발생할 때 일정 시간동안 지역 대표수신자의 존재 여부를 확인한다. 만약 존재하는 대표수신자가 없을 경우 수신자 스스로 대표수신자가 된다. 선정된 대표수신자는 송신자의 멀티캐스트 데이터를 수신하며 동시에 지역 내의 수신자로부터 대표수신자의 존재 여부를 확인하려는 메시지가 들어오면 이에 응답한다.

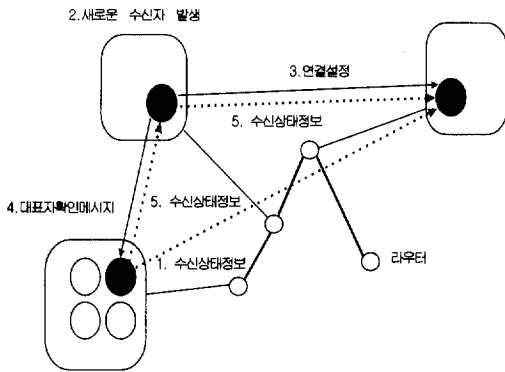
[알고리즘 1] 새로운 대표 수신자 선정 알고리즘

```
function setup_DR() {
    local_multicast(대표수신자_존재_확인_메시지);
    setup_timer(SIGUSR1);
    setup_signal_handler(msg_check,SIGUSR1);
    receive_message_from_multicast(buffer);
}

function msg_check(signo) {
    if(there is not a response message)
        수신자를 대표수신자로 선정;
        대표수신자 상호간의 연결을 위한 일대일 연결 설정;
        대표자 확인 메시지 전송을 위한 타이머와 signal_handler 설정;
    else if(there is a response message)
        대표수신자 확인;
    else if(there is not any message)
        수신자 종료;
}
```

새로운 지역 네트워크에 발생한 수신자에 의하여 새로운 대표수신자가 선정되면 대표수신자들 사이의 계층구조 재구성이 필요하다. (그림 4)는 [알고리즘 1]을 이용하여 지역 대표수신자 발생에 따른 계층구조의 재구성 과정을 보여준다. 대표자들간의 계층구조 재구성은 선형 연결 리스트에서 새로운 노드를 삽입

하는 것과 흡사하다. 각 대표수신자들은 주기적인 대표자 확인 메시지를 이용하여 계층구조를 형성한다. 대표수신자가 수신한 대표자 확인 메시지 가운데 가장 가까운 상위 계층 대표수신자를 발견하면 기존의 상위 계층 대표수신자와의 연결을 끊고 새로운 상위 계층 대표수신자와 연결을 설정한다.

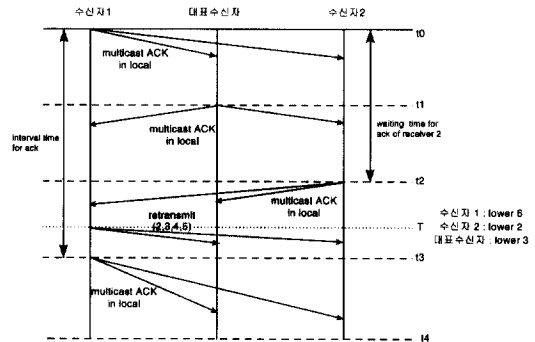


(그림 4) 지역 대표수신자 발생에 의한 계층구조 재구성

3.3 재전송 메카니즘

송신자 위주의 재전송 기법에서 나타난 문제점을 보완하기 위하여 지역 네트워크에 동적으로 할당되는 대표수신자를 이용한 재전송 기법이 필요하다. 송신자 위주 기법에서 송신자가 갖는 부하를 줄이기 위해 대표수신자도 재전송을 수행할 수 있도록 하며 수신자는 송신자가 아닌 지역 대표수신자에게 수신상태 정보를 전송하도록 한다. 대표수신자는 지역 네트워크 내의 수신자들과 하위 대표수신자로부터 수신상태 정보를 수집하며 상위 대표수신자에게 지역 수신자와 하위 대표수신자를 대표할 수 있는 하나의 수신상태 정보를 만들어 전송한다. 재전송은 지역 네트워크에서 가장 먼저 실시되며 지역 네트워크에서 재전송 받지 못한 데이터에 대해서는 대표수신자가 상위 대표수신자에게 요청함으로써 그로 하여금 재전송이 수행되도록 한다. 재전송이 요구되는 경우 RMTP에서는 대표수신자가 재전송을 수행하도록 하고 있다. 그러나 대표수신자가 갖지 못한 데이터 패킷을 지역 네트워크 내의 다른 수신자가 가질 수 있다. 이런 경우에는 지역 네트워크의 모든 수신자들이 서로에 대한 수신상태 정보를 파악하여 수신상태가 가장 좋은 수신자가 재전송을 수행하도록 한다. 여기서 수신상태가 좋다는 기준은 재전송 정보와 흐름제어 정보를 가장 정확하

게 갖고 있는 수신자를 말한다. 재전송 정보는 대표수신자 및 수신자가 지역 내의 재전송을 수행할 때와 상위 대표수신자가 하위 대표수신자에게 재전송을 수행할 때 사용된다. 즉, 상위 대표수신자에게 재전송을 요청하거나 지역 수신자가 지역 내의 재전송을 요청하는 것과 동일한 역할을 한다. 또한 지역 네트워크 내에서 재전송 수행이 불가능한 경우에는 대표수신자가 상위 계층 대표자에게 주기적으로 전달하는 수신상태 정보에 재전송 정보를 반영하여 상위 대표수신자가 재전송하도록 한다. 만약 재전송된 데이터가 기존의 데이터와 중복되는 경우에는 이를 무시한다. (그림 5)는 3개의 수신자가 존재하는 지역 네트워크에서 한 수신자가 대표수신자로 선정되어 있는 경우이다. (그림 5)에서 수신자1은 T 시점에서 자신의 수신상태가 가장 양호하다는 것과 수신자1이 수신한 데이터 가운데 다른 수신자 및 대표수신자가 받지 못한 데이터가 있음을 알게된다. 수신자1은 이 정보를 바탕으로 자신이 보유한 데이터를 지역 내에 멀티캐스트하여 재전송을 수행한다



(그림 5) 지역 네트워크에서의 재전송

대표수신자는 하위 계층 대표수신자와 지역 수신자들의 수신상태 정보를 수집하고 재전송을 수행한다. 대표수신자들 상호간에는 제어 데이터의 피드백을 위한 계층구조를 구성한다. 계층 구조화된 대표수신자들은 손실된 데이터에 대한 지역 수신자의 재전송 요구 시 지역 내에서 우선적으로 재전송을 수행한다. 지역 내에서 재전송이 불가능할 경우에는 상위 계층 대표수신자에게 재전송을 요청한다. 이러한 방법은 지역 내에서 재전송을 먼저 실시함으로써 재전송 지연시간이 단축되고 송신자의 재전송 부하를 줄이는 장점이 있다. 재전송 정보를 이용하여 하위 대표수신자로의

재전송을 수행할 때 대표수신자로부터의 재전송이 가능한 경우가 있다. 이 경우에는 상위 대표수신자에게 전송하는 재전송 정보에 데이터가 수신된 것으로 설정하고 하위 대표수신자에게 데이터의 재전송을 실시한다. 송신자는 지역 내의 수신자들과 직접 연결된 하위 계층의 대표 수신자들만 관리하게 되므로 수신자의 증가에 따른 확장성 문제를 해결할 수 있다. 새로운 수신자들이 발생하거나 기존의 대표수신자가 종료되는 경우에도 대표 수신자들 사이의 계층 구조를 유지해야 한다. 새로운 수신자들이 발생될 경우 수신자들 가운데에서 새로운 대표수신자를 할당한다. 대표수신자가 종료되는 경우에는 기존의 수신자들이 우선순위를 기준으로 새로운 대표수신자를 선출하도록 한다. 대표수신자를 동적으로 할당하면 멀티캐스트 그룹의 가입자의 수와 규모가 커져도 제어 데이터의 피드백과 재전송을 효율적으로 수행할 수 있는 계층 구조가 재구성 될 수 있다는 장점이 있다.

4. RTP/RTCP 기반의 다자간 음성회의 시스템의 설계

본 장에서는 인터넷상에서 실시간 서비스를 제공하기 IETF에서 제안한 RTP/RTCP 프로토콜과 이를 기반으로 한 영상회의 시스템 구조를 살펴보고, 3장에서 제안된 대표수신자 리스트를 이용한 대표수신자 동적 할당 기법과 대표수신자를 이용한 재전송 기법의 타당성을 검증하기 위해 시뮬레이션 결과를 제시한다. 마지막으로 RTP/RTCP 기반의 다자간 음성회의 시스템 구현 모델을 제안하도록 한다.

4.1 RTP/RTCP를 이용한 통신 모듈 구조

4.1.1 RTP/RTCP 개요

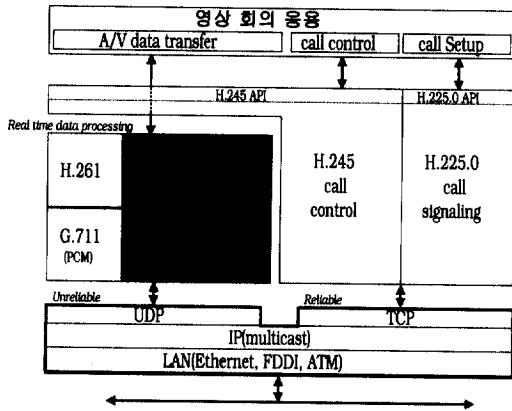
실시간 서비스를 제공하기 IETF는 새로운 프로토콜인 RTP/RTCP를 제안하였다[1, 2]. 현재 대부분의 실시간 응용 프로그램들은 TCP 프로토콜이 실시간 처리에 부적합한 여러 복구 기법을 사용하고 있기 때문에 UDP 기반의 RTP/RTCP 프로토콜을 채택하고 있다. RTP는 멀티캐스트 또는 유니캐스트 상에서 음성, 화상, 또는 분산 시뮬레이션과 같은 실시간 데이터를 전송하는 응용에 적합한 단 대 단 트랜스포트 기능을 제공한다. RTP는 데이터가 생성된 시각(time)정보를 제공함으로써 데이터가 처리되어야 할 시간을 알려주며 일련번호를 제공하여 데이터를 순차적으로

처리할 수 있게 한다. 또한 송신자 측에서 사용된 여러 압축 알고리즘의 종류를 수신자에게 알려준다. RTP를 이용한 영상회의 시스템에서는 RTP 패킷에 데이터를 실어 송수신하며, 주기적으로 RTCP 패킷에 세션에 관한 정보를 실어 보내 송수신 하도록 되어 있다. RTP는 탑재 유형 식별, 패킷의 순서 번호화, 타임 스탬핑 등의 기능을 제공하지만 RTP 자체로는 시간에 따르는 순서화 배달, 패킷의 실시간 서비스, 기타 QoS(Quality of Service) 보장을 위한 기능은 제공하지 않는다. 따라서 QoS를 모니터 하거나 세션에 참가 중인 참가자들에 대한 식별 정보와 같은 여러 가지 정보를 제공하기 위한 실시간 트랜스포트 제어 프로토콜인 RTCP(RTP Control Protocol)가 부가된 확장 프로토콜로 사용된다. RTCP는 분실된 패킷 수, 지터(Jitter) 간격, 직전 패킷과의 지연 시간 등의 QoS를 설정할 수 있게 한다. RTP 패킷과 RTCP 패킷은 하위 망의 지원 여부에 따라 유니캐스트 또는 멀티캐스트 환경에서 모두 사용될 수 있다. RTP는 RTCP 패킷의 탑재 유형을 변환시켜 전달하는 중계장치인 변환기 사용과 다중 RTP 패킷 탑재 유형들을 유지하면서 하나의 패킷으로 조합하는 혼합기 사용을 지원한다. RTP는 실시간 성질을 갖는 데이터를 전달하기 위한 실시간 전송 프로토콜이다. RTP 패킷은 12바이트의 고정 헤더를 가지며, 특정 프로파일에 의해 고정 헤더 뒤에 헤더의 확장이 올 수 있다. 그리고 혼합기의 사용에 따라 최대 15개까지의 CSRC(Contributing Source Identifier)리스트의 크기가 추가될 수 있으며 헤더 필드 다음에는 멀티미디어 데이터와 같은 전송할 데이터가 온다. 실시간 전송 제어 프로토콜인 RTCP는 RTP 패킷과 동일한 매프 메커니즘을 사용하여 주기적으로 제어 패킷을 전송한다. RTCP는 제어 프로토콜로써 세션에 참가한 모든 참가자에게 피드백을 주기적으로 전송한다. 하위의 프로토콜들은 반드시 데이터와 제어 패킷에 대한 멀티플렉싱 기능을 제공해 주어야 한다. RTCP는 다양한 제어 정보를 전송하는데 5가지의 메시지 형식을 가지고 있다. SR(Sender Report)는 송신자 자신의 상태 정보를 수신자들에게 전송하며, RR(Receiver Report)는 수신자의 상태를 다른 모든 회의 참가자들에게 전송하며, 나머지는 SDES(Source Description), BYE(goodBYE), APP(APPLICATION Defined)등이 사용된다. 이들 각 RTCP 패킷들은 RTP 데이터 패킷과 유사하게 고정된 부분을 가지고 있다.

각 패킷에 대한 구조와 패킷 필드들에 대한 설명은 IETF RFC 1889에 자세히 기술되어 있다[1, 2].

4.1.2 RTP/RTCP 기반의 통신모듈 응용 구조

(그림 6)은 실시간 영상회의를 위한 RTP/RTCP 기반의 표준 플랫폼을 나타내고 있다. 영상회의 응용서비스는 호 설정을 위해서 H.225.0 모듈과 단말기간의 연결 설정을 위한 프로토콜과 메시지 포맷 및 이를 처리하기 위한 프로시저를 제공한다. H.225.0 모듈을 통해 연결 설정이 이루어지면 원활한 회의 시스템 동작을 위해 시스템간의 제어 정보를 주고받는 H.245 호 제어 모듈이 수행되고 이와 함께 코덱 장비로부터 전달된 오디오/비디오 스트림 데이터가 RTP 모듈에 의해 패킷화되고 UDP/IP를 통해서 회의 참여자에게 멀티캐스트 된다[3, 12, 13].



(그림 6) RTP/RTCP를 이용한 통신모듈 구조

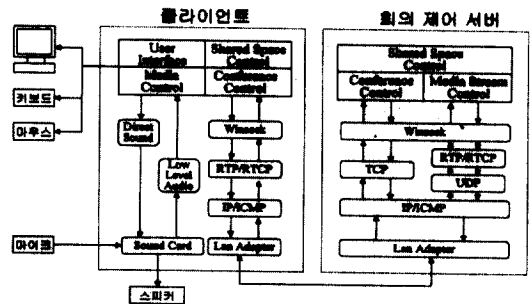
4.2 신뢰성 있는 다자간 음성회의 시스템의 설계

4.2.1 구현환경과 시스템 구성

본 논문에서 구현한 다자간 음성회의 시스템은 네트워크 환경으로 LAN을 기반으로 하여, 하드웨어는 펜티엄 컴퓨터를 사용하였고, 운영체제로는 윈도우 98과 서버로는 윈도우 NT 4.0을 사용하였다. 프로그램 개발은 Visual C++을 기본으로 하고 멀티미디어 데이터의 연속된 스트림 재생시 끊김을 없애기 위하여 Direct X의 기능을 이용하였고, 초기 화면은 ASP(Active Server Page)를 사용하여 개발하였다. 음성전송을 위해 사운드 카드는 전이중 전송 기능이 있는 사운드카드를, 음성 입력은 마이크를 사용하고, 문

자 전달과 프로그램 제어는 키보드와 마우스를 사용한다. 전송 프로토콜로는 문자 전송과 회의 제어는 TCP를 사용하고 음성전송을 위해 UDP상에 RTP/RTCP를 이용하여 실시간 전송이 가능하도록 하였다. 음성회의 참가자 수는 10명으로 제한하였고, 실험은 사용자가 NT에 있는 서버를 통하여 음성과 텍스트를 전송하고, 음성 스트림은 22Kbps 모노를 사용하였다. 회의 서버는 현재 세션에 참가중인 사용자들을 하나의 그룹으로 관리하며 그룹에 속한 참가자로부터 전송된 멀티미디어 데이터를 동일한 그룹내의 참가자들에게 멀티캐스트 하도록 하였다.

본 논문에서 설계한 다자간 음성 회의 시스템은 (그림 7)과 같이 윈도우 환경에서 개발하였고, 채팅창에서 입력된 텍스트, 세션 정보, 회의 진행을 위한 회의제어 정보는 TCP를 이용하여 서버에 전송하고, 서버는 접속된 모든 클라이언트에 유니캐스트로 데이터를 보낸다. 음성 정보 전송에서는 음성 스트림의 입력을 끊어지지 않도록 하기 위해서 저수준의 API를 사용하여 음성을 녹음하고, 입력된 스트림은 Winsock 드라이버를 통해 UDP를 사용하여 음성 멀티캐스트 서버로 전송되고, 서버는 수신된 데이터를 접속된 모든 클라이언트에게 멀티캐스트 한다. 클라이언트는 멀티캐스트 그룹에 가입한 후 음성 스트림을 수신하고 수신된 음성 스트림 출력으로는 Direct X에서 제공하고 있는 Direct Sound 기능을 사용하였다.



(그림 7) 다자간 음성회의 시스템 구현 모델

4.2.2 음성 및 회의 제어정보의 처리

음성은 마이크를 통하여 입력을 하고 수신된 음성을 재생하기 위해서 전이중 기능을 가진 사운드 카드를 통하여 PCM형식(22,050Hz, 8bit, 모노, 22KB/Sec)의 스트림 데이터를 생성한다. 클라이언트에서 전

송된 데이터는 서버에서 클라이언트에 멀티캐스팅되며 클라이언트는 연속적인 재생을 위해 버퍼에 저장한 후 출력되는데 버퍼 저장으로 인한 지연시간은 0.5초가 걸린다. 음성 전송은 반이중방식으로 전송되며 의장이 발언권을 부여한 사용자만이 음성을 서버에 전송할 수 있는 권한을 가지도록 하였다. 발언권은 의장만이 부여할 수 있고, 사용자들은 발언권을 얻기 위해 의장에게 발언권을 신청할 수 있는데 발언권의 신청은 클라이언트의 사용자 인터페이스에 발언, 긴급, 질문의 세가지 버튼을 사용하여 의사 표시를 의장에게 알려 발언권을 얻는다. 문자 정보의 처리는 클라이언트에서 서버로 전송된 데이터는 TCP/IP를 사용하여 서버에서 모든 클라이언트로 유니캐스팅 되도록 처리하였다. 회의 제어 정보의 처리는 의장이 발언권을 부여하거나, 컷속말 기능, 발언 신청 기능 등의 정보를 회의 제어 서버에 전송하면 서버에서는 각 클라이언트에 유니캐스팅 된다.

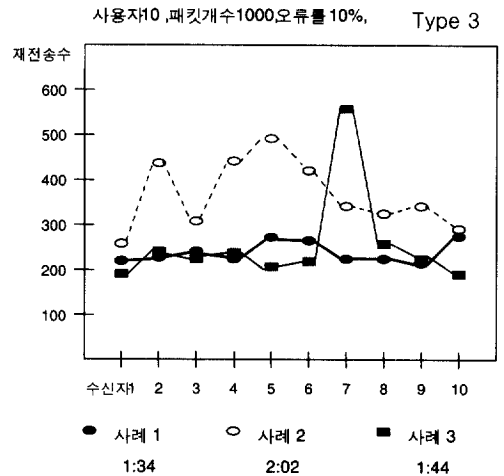
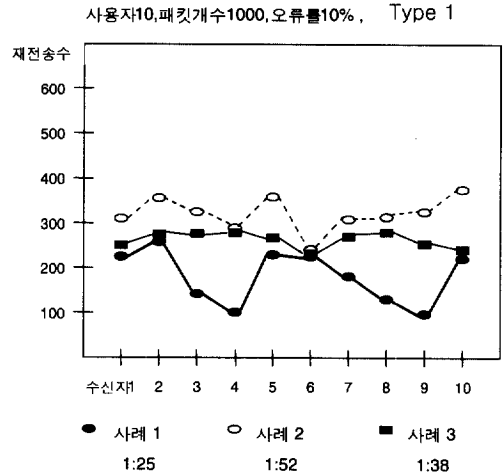
4.3 성능분석 및 평가

시뮬레이션은 UNIX 환경의 워크스테이션에서 C 언어로 작성되었으며, POSIX 표준안에 따라 타이머를 사용하여 주기적인 메시지 전송방법을 사용했다. 시뮬레이션을 위한 개체는 라우터, 지역 네트워크, 송신자, 대표수신자 및 수신자로 구성되며 각각은 독립적인 프로세스로 구현하였다. 라우터는 멀티캐스트 트리를 구성하기 위한 것으로 멀티캐스트 기능과 부모 라우터 번호, 하위 라우터 갯수, 하위 라우터 번호를 저장한 배열, 라우터에 연결된 지역 네트워크 갯수에 대한 정보를 가지고 있다. 또한 멀티캐스트 트리는 부모 라우터로부터의 데이터를 지역 네트워크와 하위 라우터에게 전송하는 역할을 수행한다.

시뮬레이션을 위한 멀티캐스트 트리를 구성하고 트리는 10개의 라우터를 가지고 있으며 각 라우터마다 1~2개의 지역 네트워크를 갖는다. 송신자는 임의의 지역 네트워크에 존재하며 수신자들은 임의의 라우터와 임의의 지역 네트워크를 선택하여 생성된다. 시뮬레이션은 다음의 세 가지 사례를 비교한다.

- [사례 1] 본 논문에서 제안한 동적인 대표수신자를 이용한 경우
- [사례 2] 송신자가 모든 수신자의 수신상태 정보를 관리하면서 재전송을 수행하는 경우
- [사례 3] 정적인 대표수신자를 선정하여 재전송과

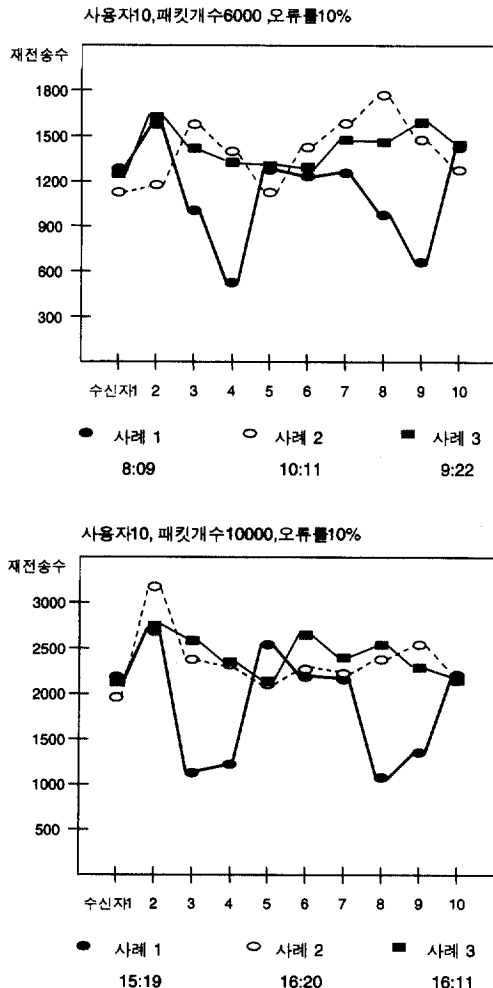
수신상태 정보의 수집을 하는 경우



(그림 8) 수신자 위치 변화에 따른 재전송 횟수

시뮬레이션을 위해 본 논문에서 제안한 [사례 1]의 방법에서 나타날 수 있는 최악의 상태인 수신자의 경우(type3)와 다른 두가지 형태를 가정한다. 이는 type 3보다 조금 양호한 경우(type2) 그리고 가장 양호한 경우(type1)로 설정하였다. (그림 8)의 결과에 의하면 [사례 1]이 최악의 경우에 모든 수신자가 대표수신자가 되어도(type3) 다른 경우들과 비교하여 큰 부하가 나타나지 않음을 볼 수 있다. 전체적으로 하나의 송신자가 모든 수신자를 관리하는 [사례 2]의 재전송 횟수 및 데이터 전송 성능이 좋지 않게 나타났으며 [사례 3]은 [사례 1]과 비교하여 약간의 성능 저하를 보였다.

그러나 다양한 수신자들의 위치와 수신자들의 수를 고려할 때 정적인 대표수신자 방법인 [사례 3]은 이러한 변화에 적절히 대처할 수 없으며 수신자들의 위치 상태와 수에 따라 성능이 크게 좌우되었다. 성능 평가 결과에 의하면 [사례 1]에서 동일한 지역에 존재하는 수신자의 재전송 횟수가 그렇지 못한 수신자와 비교하여 상당히 적은 것으로 나타났다. (그림 9)는 패킷 수의 변화에 의한 재전송 횟수를 비교한 성능분석 결과를 보여주고 있다. 오류율이 높아지거나 전송되는 패킷수가 많아도 서로 다른 지역에 유일하게 존재하는 수신자보다 동일한 지역에 여러 수신자가 존재하는 경우에 재전송에 의한 부하가 적었다.



(그림 9) 패킷 수의 변화에 의한 재전송 횟수

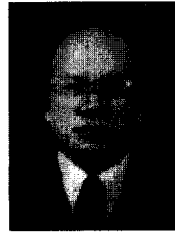
5. 결 론

인터넷을 기반으로 한 멀티미디어 통신 서비스에 대한 요구가 급증하고 있으나 현재의 인터넷은 최선형 서비스(best-effort)만을 제공하기 때문에 실시간 멀티미디어 응용에 적합한 서비스를 제공하지 못하고 있다. 이러한 인터넷 기반의 통신에서 멀티캐스트는 화상회의 시스템, 전자 칠판과 같은 응용에 적절한 통신 구조이다. 본 논문에서는 신뢰성 있는 멀티캐스트 데이터 전송을 위해서 대표수신자 리스트를 이용한 대표수신자 동적 할당 기법과 대표수신자를 이용한 재전송 기법을 제안하였다. 이러한 멀티캐스트 기능을 갖는 RTP/RTCP 기반의 다자간 음성회의 시스템을 설계하였다. 앞으로 사용자 인터페이스는 웹 기반으로 한 통합 환경을 구축하는 추세에 따라 실시간 멀티미디어 회의 시스템 기능이 가능하고, 웹 기반의 효율적인 사용자 인터페이스를 구현하고자 한다. 그리고 본 논문에서 설계된 시스템이 실제 인터넷 환경에서 어느 정도 QoS를 만족하는지를 평가하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] H. Schulzrinne, S. Casnet, R. Fredrick and V. Jacobson, "RTP : A Transport Protocol for Real Time Application," RFC 1889.
- [2] "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control," RFC 1890.
- [3] "Visual Telephone systems and equipment for local area networks which provide a non-guaranteed quality of service," ITU-T Rec. H.323.
- [4] S. Paul, K. K. Sabnani, and D. M. Kristol, "Multicast Transport Protocols for High Speed Networks," Proceeding of International Conference on Network Protocols, 1994.
- [5] S. Floyd, V. Jacobson, S. McCanne, C-G. Liu and L. Zhang, "A Reliable Multicast Framework for Light-weight Sessions and Application Level Framing," Proceeding of ACM SIGCOMM'95, 1995.
- [6] S. Paul, John C. Lin, S. Bhattacharyya, "Reliable Multicast Transport Protocol (RMTP)," EEE Journal on Selected Area in Communications, Vol.15, No.3, pp.407-421, April 1997.
- [7] Steven. McCanne, "Scalabl Compression and Transmission of Internet Multicast Video," Report No. UCB/CSD-96-928, University of California Berkeley, Dec. 1996.

- [8] Steven McCanne and Van Jacobson, "Receiver-driven Layered Multicast," SIGCOMM, pp.117-130, Oct. 1996.
- [9] R. Aiello, E. Pagani and G. P. Rossi, "Design of a Reliable Multicast Protocol," Proceeding IEEE INFOCOM'93, 1993.
- [10] B. Rajagopalan, "Reliability and Scaling Issues in Multicast Communication," Proceeding of ACM SIGCOMM'92, 1992.
- [11] W. Chang, N. Chang, D. Messerschmitt, "Call Processing and Signalling in a Desktop Multimedia Conference System," Proc. GLOBECOM'92, pp.225-229, 1992.
- [12] 송덕수, 이승윤, 유헌빈, "IP 멀티캐스트를 이용한 회의의 진행제어 중심의 멀티미디어 회의 시스템의 구현", 한국정보처리학회 논문지, Vol.5, No.7, pp. 1829-1837, 1998년 7월.
- [13] 박상현, 박상운, 김명준, 엄영익, "응용 독립적인 RTP 통신 모듈의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지, Vol.6, No.9, pp.2515-2523, 1999년 9월.



박 치 항

e-mail : chpark@etri.re.kr

1974년 서울대학교 응용물리학 (이학사)

1980년 한국과학원 전자계산학 (이학석사)

1987년 파리 6대학 전자계산학 (공학박사)

1974년~1978년 한국과학기술연구소(KIST) 연구원
 1978년~1985년 한국전자기술연구소(KIET) 선임연구원
 1985년~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
 1998년~현재 정보화기술연구본부 본부장, 서울시 정보화추진 위원회 위원

관심분야 : 데이터 베이스, IPv6, 멀티미디어 통신, 지식관리시스템



송 기 평

e-mail : gpsong@pec.etri.re.kr

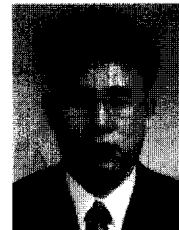
1994년 대전산업대학교 전자계산학과(학사)

1980년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

1996년~현재 한국정보통신기술협회 EDH 위원

1996년~현재 한국정보통신기술협회 기획 및 전략특별위원회 위원

관심분야 : 객체지향형 데이터베이스 설계 및 구현, 멀티미디어 WWW, 워크프로우 설계



김 광 현

e-mail : ghkim@hosim.kwangju.ac.kr

1989년 광운대학교 전자계산학과 (학사)

1991년 광운대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)

1997년 광운대학교 대학원 전자계산학과(이학박사)

1997년~현재 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 조교수
 관심분야 : 차세대 인터넷, 고속통신망, 인터넷 QoS



구 경 철

e-mail : kckoo@etri.re.kr

1988년 한양대학교 산업공학과 (학사)

1988년 한양대학교 산업공학과 (석사)

1998년~현재 KAIST 산업공학과 박사과정

1992년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 1996년~현재 한국정보통신기술협회 EDH전문위원회 의장
 관심분야 : 통신망 최적화 설계, 통신 프로토콜, 워크프로우



이 태 훈

e-mail : thlee@hosim.kwangju.ac.kr

1982년 한국항공대학교 항공전자공학과(학사)

1984년 아주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1999년 아주대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1984년~1993년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1993년~현재 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 부교수
 관심분야 : 광대역 통신망, 통신프로토콜, 멀티미디어통신