

논문 2012-49-9-3

스마트 이동 단말을 이용한 P2P 기반 그룹 통신 관리

(P2P-based Group Communication Management Using Smart Mobile Device)

천 승 만*, 박 종 태*

(Seung-Man Chun and Jong-Tae Park)

요 약

차세대 광대역 무선 네트워크의 성능이 급격히 증가함에 따라 스마트 모바일 플랫폼 기반으로 다양한 서비스 (교육, 비디오 컨퍼런싱, 온라인 게임 등)가 사용자에게 제공되고 있다. 하지만, 대부분의 이러한 서비스들은 중앙 집중식 구조로 서비스가 제공되고 있기 때문에, 트래픽 관리에 대한 확장성 있는 통신 서비스를 제공하는데 어려움이 있다. 기존의 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 스마트 이동 단말을 이용한 P2P 기반 그룹 통신 관리 서비스 구조를 제시한다. 좀 더 구체적으로, P2P 기반의 그룹 사용자 관리와 트래픽 관리를 위한 그룹 통신 관리 프로토콜과 알고리즘을 설계하였다. 제안된 방법을 통해 확장성 있는 멀티미디어 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공할 수 있다. 이를 증명하기 위해 평균 전송 지연시간 (Average Transmission Delay) 및 대역폭 이용률 (Bandwidth Utilization) 에 대한 수학적 분석을 수행하였다.

Abstract

As the performance of the next-generation broadband wireless networks is dramatically enhanced, various services (i.e., education, video conferencing, online games, etc.) have been provided to users through a smart mobile platform. Since those services are usually provided by using the centralized architecture, it is difficult for a lot of users to provide the scalable communication service with regard to traffic management. To solve these problems, we have proposed an architecture of P2P-based group communication management scheme using smart mobile device. More specifically, we design the group management protocol and algorithm for the group member management and the traffic management. By using these methods, the mobile multimedia streaming service can be provided with scalability. In order to verify the performance of the proposed scheme, we have mathematically analyzed the performance in terms of the average transmission delay and bandwidth utilization.

Keywords : P2P 이동성, 그룹 통신, P2P 통신 관리, 무선 네트워크 관리, 분산 관리 서비스

I. 서 론

오늘날 스마트폰 또는 Tablet PC 등과 같은 스마트 이동 단말은 고 메모리 용량, 고 전력, 높은 해상도 디

스플레이 등의 강력한 하드웨어 특징들을 가지고 있다. 게다가 이러한 이동 단말은 대부분 3G/4G, WiFi, WiBro 등의 멀티플 네트워크 통신 인터페이스를 장착되어 있다. 또한, 스마트 단말에서 모바일 앱 마켓 (Google play, i-Tunes, 등)에 접속하여 다양한 멀티미디어 스트리밍 모바일 어플리케이션 (엔터테인먼트 서비스, 원격 멀티미디어 교육 서비스, 비디오 컨퍼런싱 서비스, 온라인 게임 등)이 제공되고 있다. 모바일 사용자는 이러한 서비스들을 언제 어디서나 끊임 없이 즐기 고 있다.

* 정회원, 경북대학교
(Kyungpook University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터 지원사업 (NIPA-2012- (C1090-1121-0002)), 2단계 BK21 프로젝트 및 경북대학교 학술 연구비에 의하여 연구되었음.

접수일자: 2012년7월16일, 수정완료일: 2012년9월19일

대부분의 존재하는 멀티미디어 서비스 스트리밍 서비스 (채팅 서비스 또는 멀티미디어 비디오 컨퍼런싱 서비스)들은 중앙 집중식 구조 (클라이언트-서버 구조)로 제공되고 있다. 이러한 중앙 집중식 기반으로 컨퍼런싱 서비스를 지원하기 위해, IETF (Internet Task Force) Centralized Conferencing (XCON) 워킹 그룹^[1]은 중앙 집중식 구조 기반의 데이터 모델과 미팅 구조들을 명시하고 있다. 하지만, 이러한 중앙 집중식 구조는 서비스 받는 사용자의 수가 급격히 증가하게 되면, 트래픽이 서버에 집중화되어 서비스 확장성 문제를 유발하게 된다. 또한 이러한 중앙 집중식 구조에서는 안정화된 멀티미디어 트래픽 지원 및 세션의 관리가 어렵다. 이러한 기존의 문제점을 해결하기 위해, P2P (Peer-to-Peer) 기반 멀티미디어 서비스 모델이 대두되었다^[2].

P2P 기반 멀티미디어 서비스 모델은 사용자 또는 사용자 단말 (Peer) 가 클라이언트와 서버 역할의 두 기능을 모두 가지는 것을 말한다. P2P 네트워크에서 피어는 네트워크를 통해 다른 사용자들로부터 멀티미디어 트래픽을 직접적으로 수신할 수 있다. 그래서 P2P 구조는 중앙 집중식 구조에 비해 확장성 있는 서비스를 제공할 수 있다.

기존의 P2P 기반 비디오 스트리밍 서비스 연구에서는 멀티미디어 트래픽의 부하 (Load)를 효율적으로 관리하기 위해, Peer들의 형태 (예: 트리 기반^[2], 메쉬 기반^[3] 등)에 중점을 두고 있다. 기존의 방법에서 비디오 스트리밍 트래픽을 유동이 없는 고정 단말 (Wired Host)로부터 다른 고정 단말로 서버를 통해 주고 받는 형태를 띠고 있다^[4]. 이와 같은 전송 방법은 단말 간의 긴 종단간의 지연시간을 유발할 수 있다. 또한 멀티미디어 트래픽이 서버를 경유하여 단말로 전송되기 때문에 서버의 고대역폭이 요구 된다. 또한 기존의 P2P 연구에서는 이동 단말 (Mobile Device)에 대해서는 고려하지 않았다^{[2][3]}.

무선 이동 단말 환경에서, 이동 단말이 이종망간 또는 기종망간에서 이동할 때 끊김 없는 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 P2P 기반 이동성 관리 기술: (Session Initialization Protocol (SIP)^[5], Streaming Control Transport Protocol (SCTP-ADDIP)^[6], TCP Migrate^[7])이 IETF에 의해 연구되었다. 하지만 이 연구에서는 서비스 확장성을 고려하지 않았다. 특히, 이동

단말이 핸드오버가 빈번히 발생할 때 IP 주소의 변경 등을 위한 큰 핸드오버 시그널링이 유발될 수 있다. 결과적으로, 이동 단말이 증가하게 되면 심각한 성능의 감소를 유발할 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 본 논문에서는 스마트 이동 단말을 이용한 P2P 기반 그룹 통신 관리 서비스 구조를 제시한다. 좀 더 구체적으로, P2P 기반의 그룹 사용자 관리와 트래픽 관리를 위한 그룹 통신 관리 프로토콜과 알고리즘을 설계하였다. 이 논문의 중요한 특징은 통신 서버는 그룹 이동 단말 관리에 관리만을 수행하고, 이동 단말은 지역 그룹 이동 단말들의 관리와 멀티미디어 스트리밍 전송 관리만을 수행하는 것이다. 이와 같은 방법을 통해 멀티미디어 스트리밍 트래픽은 다른 이동 단말로 끊김 없이 제공될 수 있으며, 또한 확장성 있는 서비스를 제공할 수 있다.

본 논문의 저자의 지식 내에서 이동 단말 환경에서 끊김 없는 비디오 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 P2P 기반 그룹 통신 서비스 관리에 대한 연구는 기존 연구에 진행되지 않았다.

본 논문의 주 기여(Main Contribution)는 다음과 같다.

- 모바일 멀티미디어 그룹 통신을 위한 P2P 기반 그룹 서비스 관리 구조를 제시하였다.
- 피어의 이동성관리, 그룹 사용자 관리, 멀티미디어 스트리밍 관리를 위한 P2P 기반 그룹 관리 프로토콜을 제시하였다.
- 마지막으로, 대역폭 이용률 (Bandwidth Utilization) 및 평균 전송 지연시간 (Average Transmission Delay)에 대한 수학적 분석을 하였다.

이 논문의 나머지는 다음과 같이 구성하였다. II장에서는 P2P 구조에서 비디오 스트리밍 서비스를 지원하기 위한 기존의 연구들을 설명하고, III장에서는 제안된 P2P 기반 그룹 통신 서비스 구조를 제시하고, IV장에서는 성능 평가를 위해 제안된 방법의 수학적 분석을 수행하였다. 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 중앙 집중식 구조 및 분산 구조

그림 1은 비디오 스트리밍 서비스를 위한 중앙 집중식 구조 및 분산 구조를 보여준다. 중앙 집중식 구조

(그림 1(a))은 유선 단말과 하나의 비디오 스트리밍 서버로 구성되며, 분산 구조 (그림 1(b))은 피어들로 구성된다.

중앙 집중식 구조에서 단말 A와 D는 비디오 스트리밍 트래픽을 비디오 스트리밍 관리 서버를 경유하여 참가자인 B, C, E로 전송된다. 각 단말은 비디오 스트리밍 관리 서버를 통해 비디오 스트리밍 트래픽 및 관리 트래픽을 송수신하게 된다. 그 결과, 단말이 급격히 증가하게 되면 확장성 문제가 발생할 수 있다.

분산 구조의 경우, 단말 B에서 생성된 비디오 스트리밍 트래픽은 단말 A, D, C로 전송된다. 이 때, 단말 B가 단말 A, D, C로 트래픽을 전송하기 위해서는 단말 B는 다른 단말들에 대해 상태 정보 (IP 주소, 포트 번호 등)을 항상 유지 및 갱신해야만 한다. 이 경우, 단말 B의 작업량 (Workload)이 커질 수 있다. 참고 문헌^[10]에서 저자는 멀티 캐스팅 컨퍼런싱 서비스 (Audio와 비디오 스트리밍 서비스)를 지원하기 위한 Chord 구조, Chord 프로토콜과 Signaling Protocol (SIP)을 제안하였다. Chord 프로토콜과 SIP는 분산된 단말들이 링 (Ring) 형 환경에서 단말들 간에 사용된다. 구체적으로, Chord 프로토콜은 참가자들의 탐색 (Discovery), 위치의 확인, 토폴로지 (Topology) 안정성을 관리한다. 하지만, Chord 구조는 링형 (Ring Topology) 내에 있는 각각의 피어는 인접해 있는 피어들의 정보 (IP 주소, 포트 주소, 위치 등)을 항상 관리 및 갱신해야한다. 링 형 내에 피어의 수가 증가하게 되면 이러한 정보를 유지 및 갱신하기 위한 큰 시그널링 오버헤드가 발생하기 때문에 성능이 급격히 저하될 수 있다. 더욱이, 몇몇 연구에서 이와 같은 연구가 참고문헌^[11-12]에서 진행되었다.

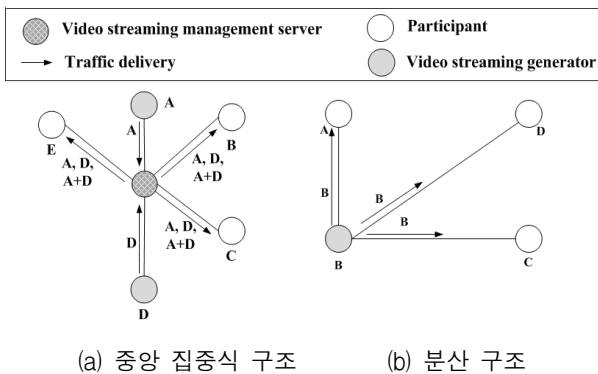


그림 1. 중앙 집중식 구조 및 분산 구조
Fig. 1. Centralized and decentralized architecture.

기존의 P2P 구조 연구들은 유선 단말 환경에서만 고려되었다. 스마트 이동 단말의 보급이 급격히 증가함에 따라 P2P 기반의 무선 이동 단말에 대한 연구가 반드시 필요하다.

II. P2P 기반 그룹 통신 서비스 관리 시스템

1. P2P 기반 이동 그룹 통신 관리 서비스 구조

그림 2는 P2P 기반 이동 그룹 통신 관리 서비스 구조를 보여준다. 이 시스템은 참가자, 분산 그룹 관리 서버 (DGMS: Distribution Group Management Server), 시작인 (Initiator), 이동 그룹 관리 프로토콜로 구성된다.

시작인과 참가자들은 유선 또는 무선 이동 단말 (스마트폰, 랩탑 컴퓨터, 태블릿 PC, 등) 일 수 있다. 시작인은 하나의 그룹을 관리하는 관리자이며, 비디오 스트리밍 트래픽을 생성하여 참가자들에게 전송하는 기능을 가진다. 시작인은 지역 그룹 관리 테이블 (LGMT: Local Group Management Table)을 분산 그룹 관리 서버와 이동 그룹 관리 프로토콜로 통신함으로써 갱신 및 관리하게 된다. 시작인은 지역 그룹 관리 테이블을 참고하여 참가자에게 비디오 스트리밍 트래픽을 전송하게 된다. 지역 관리 테이블은 Group ID (Identifier), 서비스 프로파일, 참가자의 IP 주소, 참가자의 포트 번호, 참가자의 ID, 현재 참가자의 수 등의 필드를 가진다. Group ID는 특정 그룹의 확인자를 나타내며, 분산 그룹 관리 서버에 의해 할당된다. 서비스 프로파일은 시작인의 비

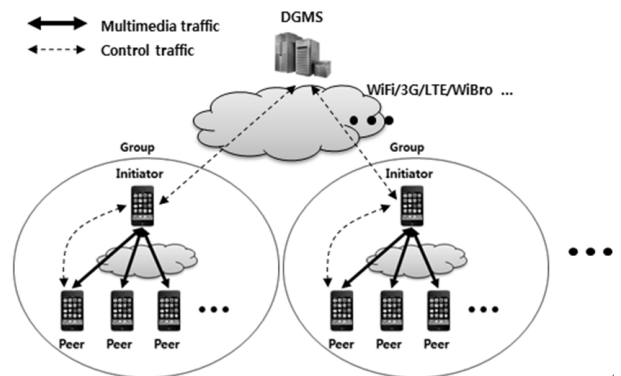


그림 2. P2P 기반 이동 그룹 통신 서비스 관리 시스템 구조

Fig. 2. Architecture of mobile group communication service management system based on P2P.

디오 스트리밍의 형태, 비디오 스트리밍의 코덱에 대한 정보를 포함한다. 참가자 ID는 참가자 고유의 확인자로써 분산 그룹 관리 서버에 의해 할당될 수 있다. 현재 참가자의 수는 하나의 그룹 내에 포함되어 있는 참가자의 수를 나타낸다.

분산 그룹 관리 서버는 분산 그룹 관리 테이블(DGMT: Distribution Group Management Table)을 사용하여 시작인과 참가자의 연결 상태 등을 관리하게 된다. 분산 그룹 관리 테이블은 Group ID와 시작인의 IP 주소, 시작인의 Port, 서비스 프로파일, 참가자의 IP 주소, 참가자의 포트, 시작인에 의해 허락된 참가자의 수, 현재 참가자의 수 등을 파라미터로 가진다.

그룹 관리 프로토콜은 시작인, 참가자 및 분산 그룹 관리 테이블간의 그룹 통신 서비스를 위한 시그널링 프로토콜을 말한다. 이에 대한 자세한 설명은 3장에 다루도록 한다.

2. P2P 기반 그룹 관리 프로토콜

그림 3은 P2P 기반 그룹 통신을 위한 통신 서비스 관리 프로토콜을 나타낸다. 먼저, 시작인은 비디오 스트리밍 그룹을 생성하기 위해 분산 그룹 관리 서버로 서비스 생성 요청 메시지(Service Creation Request)를 전송한다. 서비스 생성 요청 메시지는 시작인의 IP 주소, 시작인의 포트 번호, 허락 가능한 참가자의 수 및 서비스 프로파일을 포함한다. 이를 수신한 분산 그룹 관리 서버는 Group ID를 생성하고 서비스 생성 요청 메시지에 포함되어 있는 정보와 Group ID를 분산 그룹 관리 테이블에 저장하고 Group ID를 포함한 서비스 생성 응

답 (Service Creation Response) 메시지를 생성하여 시작인으로 전송한다. 또한 분산 그룹 관리 서버는 서비스 프로파일을 참고하여 HTTP 등을 통해 참가자에게 공고된다. 이후 참가자는 이를 확인한 후 다양한 서비스 프로파일을 확인하고 이 중 하나를 선택한다. 이후 참가자는 시작인의 비디오 스트리밍 서비스를 수신하기 위해 분산 그룹 관리 서버로 참가 요청 (Join Request) 메시지를 전송한다. 이때 참가요청 메시지에는 참가자의 IP 주소, 포트 번호, Group ID가 포함된다. 이를 수신한 분산 그룹 관리 서버는 분산 그룹 관리 테이블에서 Group ID를 탐색하고, 존재한다면, 참가자의 IP 주소, 포트 번호, 참가자의 ID를 분산 그룹 관리 테이블에 저장 및 갱신한다. 그리고 분산 그룹 관리 서버는 시작인의 IP 주소, 포트 번호, 서비스 프로파일을 포함하는 참가 응답 (Join Acknowledgement) 메시지를 생성하여 참가자에게 전송한다. 이후 분산 그룹 관리 서버는 참가한 참가자의 정보를 참가 확인 (Join Notification) 메시지를 생성하여 시작인에서 전송한다. 시작인은 이를 수신하고 지역 그룹 관리 테이블을 갱신하게 된다. 이후 시작인은 지역 그룹 관리 테이블을 참조하여 비디오 스트리밍 트래픽을 전송하게 된다.

참가자의 단말이 다른 네트워크로 이동 하였을 경우, 참가자의 IP 주소는 변경되게 된다. 이 경우 비디오 스트리밍 서비스는 단절된다. 이러한 단절 시간을 최소화하기 위해, 참가자는 시작인과 분산 그룹 관리 서버에 재참가 알림 (Rejoin Acknowledgement) 메시지를 전송한다. 이는 핸드오버로 인한 시그널링 오버헤드를 최소화하면서 끊임 없이 비디오 스트리밍 서비스를 제공할 수 있다.

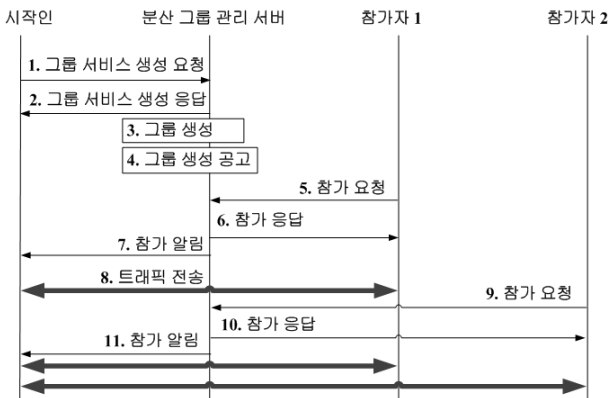


그림 3. P2P 기반 이동 그룹 통신 프로토콜
Fig. 3. P2P-based mobile group communication protocol.

3. 시작인/참가자 그룹 관리 알고리즘

참가자는 핸드오버로 인한 재참가, 서비스 일시 중단, 서비스 중단 등의 이벤트가 발생될 수 있다. 이 경우 시작인은 이벤트에 따라 지역 그룹 관리 테이블을 변경 및 갱신을 수행하여야 한다.

그림 4는 시작인의 그룹 관리 알고리즘을 보여준다. 먼저, 시작인은 그룹 생성을 위해 분산 그룹 관리 서버로 그룹 서비스 생성 요청 메시지를 전송한다. 이후 시작인은 Group ID를 포함한 그룹 서비스 생성 응답 메시지를 수신하게 된다. 참가자가 시작인에 의해 생성된 그룹에 참가 요청을 하였을 경우 시작인은 분산 그룹

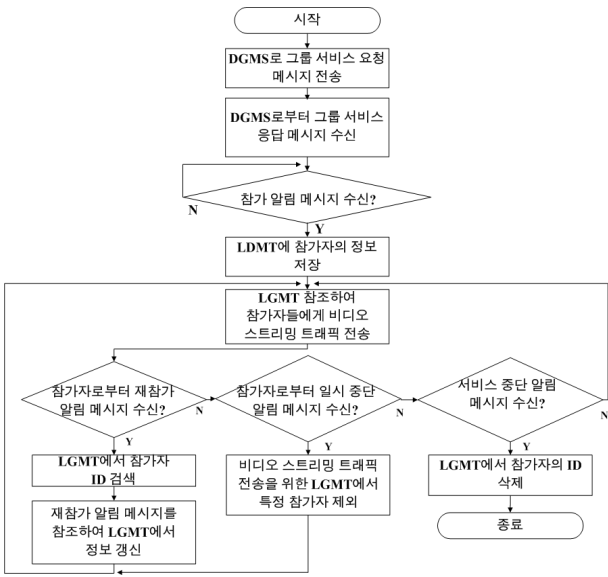


그림 4. 시작인의 P2P 기반 그룹 관리 알고리즘
 Fig. 4. Service group management algorithm of initiator.

관리 서버로부터 참가 알림 메시지를 수신한다. 시작인은 참가 알림 메시지를 참고하여 지역 그룹 관리 테이블을 갱신한다. 이후 시작인은 지역 그룹 관리 테이블을 참조하여 생성된 멀티미디어 비디오 트래픽을 전송하게 된다.

시작인은 참가자로부터 재참가 알림 메시지, 서비스 일시 중단 알림 (메시지, 서비스 중단 메시지를 수신할 수 있다. 재 참가 알림 메시지를 수신하였을 경우 시작인은 지역 그룹 관리 테이블에 있는 참가자의 ID를 검색하고 이에 해당하는 참가자의 정보인 IP 주소, 포트 번호를 재참가 알림 메시지를 참조하여 해당 지역 그룹 관리 테이블의 정보를 갱신한다. 시작인이 서비스 일시 중단 알림 메시지를 수신하였을 경우, 시작인은 수신 메시지를 참조하고 지역 그룹 관리 테이블에서 해당 참가자를 검색하여 비디오 스트리밍 트래픽 전송 멤버에서 일시적으로 제외한다. 서비스 중단 알림 메시지를 수신하였을 경우, 시작인은 해당 메시지를 참조하여 지역 그룹 관리 테이블에서 검색하여 참가자의 정보를 삭제한다.

그림 5는 참가자의 그룹 관리 알고리즘을 보여준다. 참가자는 HTTP 등을 통해 시작인에 의해 생성된 그룹을 선택하게 된다. 이때, 참가자는 분산 그룹 관리 서버로 참가 요청 메시지를 전송한다. 이후 참가자는 참가 응답 메시지 또는 거부 알림 메시지를 수신할 수 있다. 거부 알림 메시지는 시작인이 허락한 참가자의 수를 초

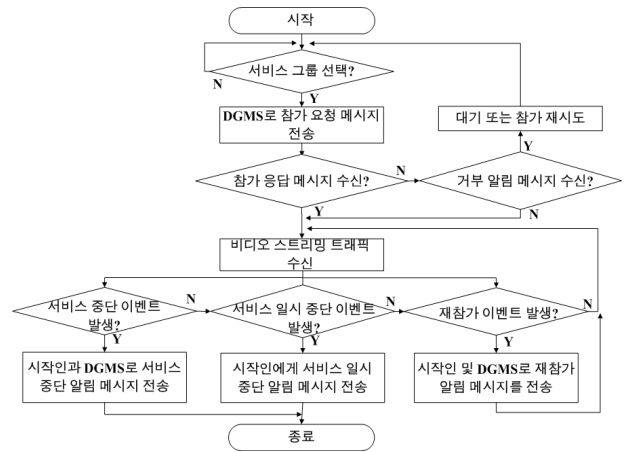


그림 5. 참가자의 P2P 기반 서비스 그룹 관리 알고리즘
 Fig. 5. Service group management algorithm of participant.

과 하였을 경우에 이와 같은 메시지를 수신하게 된다. 거부 알림 메시지를 수신 후 참가자는 추후에 재 참가 시도를 해야만 한다. 참가자가 참가 응답 메시지를 수신하였다면 비디오 스트리밍 서비스를 받게 된다. 참가자가 서비스를 받는 도중에 네트워크 이동으로 인해 그룹 재참가, 인의적인 서비스 일시 중단, 서비스 중단 등의 이벤트를 발생 할 수 있다. 일시 중단 이벤트가 발생하였을 경우, 참가자는 일시 중단 메시지를 생성하여 시작인에게 전송하여 시작인에서 비디오 스트리밍 서비스를 일시적으로 중단하게 된다. 서비스 중단 이벤트의 경우에는 분산 관리 및 시작인에 서비스 중단 메시지를 전송하고 그룹의 멤버에서 제외된다.

III. 성능 분석

1. 성능 분석 모델

그림 6은 성능 분석을 위한 네트워크 모델을 보여준다. 이 모델에서 중앙 집중식 구조와 제안된 시스템 구조간의 대역폭 이용률 (Bandwidth Utilization) 및 평균 전송 지연시간 (Average Transmission Delay) 에 대한 성능 분석을 수행하였다. 대역폭 이용률은 서버 또는 이동 단말에서 참가자의 수가 증가함에 따라 트래픽의 부하 상태 (Load)를 나타낸다. 평균 전송 지연시간은 시작인에서 생성되어 참가자에게 전송 될 때 까지의 네트워크로 인한 패킷 지연시간을 나타낸다. 큰 전송 지연시간은 비디오 스트리밍 서비스의 질을 감쇠 시키는 요인으로 작용한다.

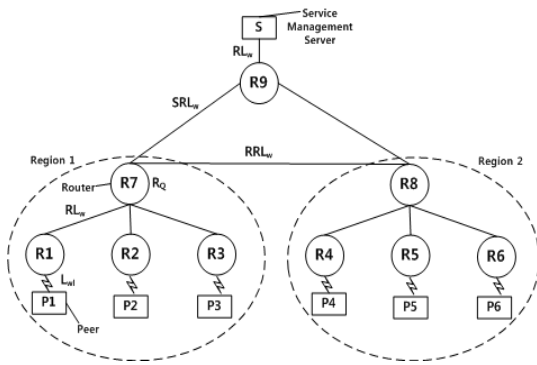


그림 6. 성능 분석을 위한 네트워크 모델
Fig. 6. Network Model for performance evaluation.

그림 6에서의 네트워크 모델은 라우터 (R1, R2, R3, ..., R9), 참가자 (P1, P2, P3, ..., P6), 서비스 관리 서버 (S)로 구성한다.

성능 분석을 위해 다음과 같이 가정한다.

1. P1과 P2는 시작인이며, P3 와 P5는 P1에 참가한 참가자들이며 Group 1로 가정한다. 또한 P4 와 P6 은 P2에 참가하고 있는 참가자들이며, Group 2로 가정한다.
2. 성능 분석에서 그림 6에 보이는 것과 같이 참가자와 시작인이 동일한 영역에 있을 경우와 서로 다른 영역에 있을 경우로 구분하여 성능 분석하였다.
3. 시작인의 허락된 참가자의 수는 시작인의 이용 가능한 대역폭에 따라 결정된다. 하지만 본 논문에서는 최대 허락 가능한 참가자의 수를 20으로 가정한다.

표 1. 성능 분석을 위한 파라미터, 설명, 및 값
Table 1. Parameter, description and value for performance evaluation.

파라미터	설명	값
L_{wl}	무선 링크 지연시간	20 msec
RL_w	유선 링크 지연시간	8 msec
SRL_w	라우터와 서비스 관리 서버 간의 유선 링크 지연시간	20 msec
RRL_w	영역간 유선 링크 지연시간	10 msec
P_{vt}	패킷 크기	75 kbps
R_Q	라우터의 평균 큐잉 지연시간	1 msec
BW_{wl}	무선 링크 대역폭	2 Mbps
BW_w	유선 링크 대역폭	50 Mbps
S_{mixer}	믹싱 지연시간	1.35 msec
$S_{BW_{received}}$	수신 가능한 대역폭	5 Mbps
$S_{BW_{trans}}$	현재 이용 가능한 전송 대역폭 ($S_{BW_{received}} - S_{BW_{current}}$)	
$N_{No.initiator}$	시작인의 수	2
$P_{No.part}$	참가자의 수	1-20

표 1은 성능 분석을 위한 파라미터, 설명, 값을 나타낸다. 성능 파라미터에서 비디오 스트리밍 MPEG-4 [13]으로 설정하였다. 초당 15 프레임인 Quarter Common Intermediate Format (QCIF)으로 가정하였으며, 다른 파라미터들에 대해서는 표 1에 나타내었다. 표 1에서 믹싱 지연시간 S_{mixer} (Mixing delay)은 중복 패킷을 만드는데 소요되는 시간을 말한다.

(1) 평균 전송 지연 시간

동일 영역에 있는 경우와 서로 다른 영역에 있는 경우로 구분하여 성능 분석하였다.

중앙 집중식 구조에서, 참가자 P3 및 시작인 P1은 동일한 영역에 존재 할 경우, 비디오 스트리밍 트래픽은 P1, R1, R7, R9, S, R9, R7, R2, P3 순으로 전송된다. 이 때 평균 전송 지연시간은 다음의 식(1)과 같다.

$$2 \frac{P_{vt}}{11Mbps} + 2L_{wl} + 4R_{Lw} + 6 \frac{P_{vt}}{100Mbps} + 6R_Q + 2SR_{Lw} \quad (1)$$

참가자 P5와 시작인 P1이 서로 다른 영역에 존재 할 경우, 비디오 스트리밍 트래픽은 P1, R1, R7, R9, S, R9, R8, R5, P5 순으로 경유하여 전송된다. 평균 지연시간 식(1)과 동일하다.

시작인 P2와 두 명의 참가자인 P4와 P6로 비디오 스트리밍 트래픽을 전송할 때 두 경로로 전송될 수 있다: P2, R2, R7, R9, S, R9, R8, R4, P4와 S, R9, R8, R6, P6.

첫 번째 경로의 경우 식 (1)과 동일한 평균 지연시간이 발생하게 되며, 두 번째 경로의 경우 평균 지연시간은 다음의 식2와 같다.

$$\frac{P_{vt}}{11Mbps} + L_{wl} + R_{Lw} + 3 \frac{P_{vt}}{100Mbps} + 3R_Q + SR_{Lw} + S_{mixer} \quad (2)$$

제안된 P2P 구조의 경우, 시작인 P1과 참가자 P5가 서로 다른 영역에 있을 경우, 비디오 스트리밍 트래픽은 P1, R1, R7, R8, R5, P5으로 전송된다. 이 때, 평균 전송 지연시간은 다음의 식(3)과 같다.

$$2 \frac{P_{vt}}{11Mbps} + 2L_{wl} + 2R_{Lw} + 4 \frac{P_{vt}}{100Mbps} + 4R_Q + 2SR_{Lw} \quad (3)$$

제안된 P2P 구조의 경우, 시작인 P1과 참가자 P3이 동일한 영역에 있을 경우, 비디오 스트리밍 트래픽은 P1, R1, R7, R3, P3 순으로 전송된다. 이 때, 평균 전송 지연시간은 다음의 식(4)와 같다.

$$2 \frac{P_{vt}}{11Mbps} + 2L_{WL} + 2R_{LW} + 2 \frac{P_{vt}}{100Mbps} + 2R_Q \quad (4)$$

P2P 구조에서 시작인이 P2이고 참가자가 P4와 P6이며, 서로 다른 영역에 있을 경우 비디오 스트리밍 트래픽은 다음의 두 경로로 전송될 수 있다: P2, R2, R7, R8, R4, P4 와 P2, R2, R7, R9, R8, R6, and P6.

첫 번째 경로의 경우, 평균 전송 지연시간은 식 (3)과 동일하며, 두 번째 경로의 경우 다음의 식 (5)와 같은 평균 전송 지연시간이 발생하게 된다.

$$2 \frac{P_{vt}}{11Mbps} + 2L_{WL} + 2R_{LW} + 4 \frac{P_{vt}}{100Mbps} + 4R_Q + 2RR_{LW} + S_{mixer} \quad (5)$$

(2) 대역폭 이용률

중앙 집중식 구조에서, 서비스 관리 서버는 시작인으로부터 비디오 스트리밍 트래픽 P_{vt} 을 수신하며, P_{vt} 는 다시 참가자의 수만큼 복사되어 각각의 참가자에게 전송된다. 서비스 관리 서버의 최대 대역폭 BW_w 는 $S_{BW_Received}$ 와 S_{BW_trans} 의 합과 같다. 여기서 $S_{BW_received}$ 는 $N_{No.initiator} * P_{vt}$ 로 나타낼 수 있다. 시작인의 수가 증가할 때 $S_{BW_received}$ 는 감소하게 된다. 또한 서비스 관리 서버는 참가자의 수 만큼 비디오 스트리밍 트래픽을 복사 및 전송해야한다. 이때 S_{BW_trans} 는 $P_{No.part} * P_{vt}$ 이 된다. 결론적으로 서비스 관리 서버의 요구 대역폭은 다음의 식 (6)과 같다.

$$N_{No.initiator} * P_{vt} + P_{No.part} * P_{vt} \quad (6)$$

제안된 P2P 구조의 경우, 시작인은 참가자의 수만큼 비디오 스트리밍 트래픽을 전송해야한다. 이 경우 요구되는 시작인의 대역폭은 $P_{No.part} * P_{vt}$ 이며, 이 대역폭은 BW_{wl} 보다 같거나 작다.

2. 수학적 성능 분석

본 절에서 평균 전송 지연시간 및 대역폭 이용률에 대한 성능을 분석하였다. 그림 7은 참가자의 수가 증가함에 따른 서비스 관리 서버와 시작인에서의 대역폭 이용률의 변화를 나타낸다. 그림 7에서 보이는 것과 같이, 제안된 P2P 구조의 경우, 시작인의 단말은 20명의 참가자에게 멀티미디어 스트리밍 서비스를 지원할 수 있다. 이에 반해, 중앙 집중식 구조의 경우, 약 60명의 참가자

에게 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있다. 비록 제한된 무선 대역폭으로 인해 많은 수의 참가자에게 서비스 할 수는 없지만, 차세대 무선 네트워크의 성능 (대역폭)이 증가하고 있기 때문에 추후에 개선될 수 있을 것으로 예상된다. 이에 반해, 중앙 집중식 구조에서는 대역폭 이용률이 증가하게 되면, 서버의 수를 증설해야만 한다.

그림 8은 시작인과 참가자가 동일한 영역에 존재하고 참가자의 수가 증가에 따른 평균 전송 지연시간의 변화를 나타낸다. 제안된 시스템에서 비디오 스트리밍 트래픽이 서버를 거치지 않고 직접적으로 전송되기 때문에 중앙 집중식 구조에 비해 평균 지연 시간이 작다.

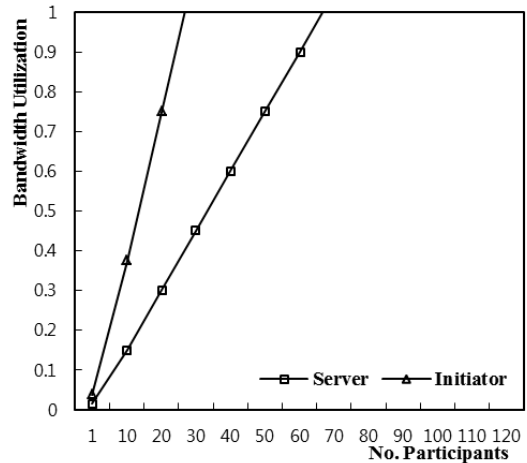


그림 7. 참가자의 수의 증가에 따른 대역폭 이용률의 변화
Fig. 7. Change of bandwidth utilization as participants increase.

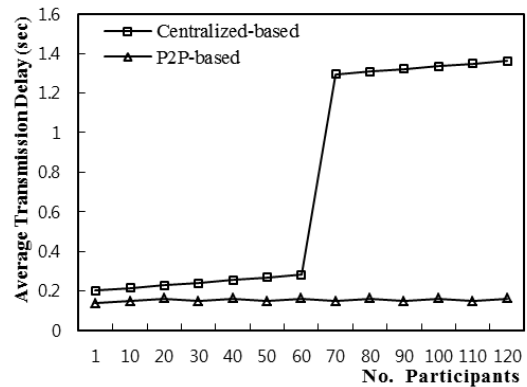


그림 8. 참가자의 수의 증가에 따른 평균 전송 지연 시간의 변화
Fig. 8. Change of average transmission delay as participant increases.

IV. 결 론

근래 들어, 차세대 광대역 무선 네트워크의 성능이 급격히 증가하고 있으며, 이러한 무선 네트워크를 지원하고, 모바일 플랫폼 기반의 스마트 이동 단말을 이용한 다양한 모바일 멀티미디어 스트리밍 서비스가 많은 인기를 받고 있다. 본 논문에서는 끊임 없이 언제, 어디서나 확장성 있는 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있는 스마트 이동 단말을 이용한 P2P 기반 그룹 관리 구조 및 프로토콜을 제안하였다. 이를 증명하기 위해 대역폭 이용률 및 평균 전송 지연시간에 대한 성능 분석을 하였다. 성능 결과는 제안된 P2P 기반 그룹 관리 구조는 중앙 집중식 구조에 비교하여 확장성 있는 비디오 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 것을 보여준다.

참 고 문 헌

- [1] O. Novo, G. Camarillo, D. Morgan, and J. Urpalainen, Conference Information Data Model for Centralized Conferencing (XCON), *IETF Internet-Draft*, March 23, 2012.
- [2] J. Jannotti, DK. Gifford, K. L. Johnson, and M. F. Kaashoek, "overcast: reliable multicasting with an overlay network," in *Proc. Of operating systems design and implementation*, pp. 197-212, 2000.
- [3] N. Magharei, and R. Rejaie, "Prime: peer-to-peer receiver-driven mesh-based streaming," In *Proc. of IEEE INFORCOM*, 2007.
- [4] S. Annapureddy, S. Guha, C. Gkantsidis, D. Gunawardena, and P. Rodriguez, "Is high-quality vod feasible using p2p swarming?," In *Proc. the 16th international world wide web conference (WWW2007)*, May 2007.
- [5] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, et. al., SIP: Session Initiation Protocol, *IETF RFC* 3261, June 2002.
- [6] R. Stewart, M. Tuexen, S. Maruyama, and M. Kozuka, Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration, *IETF Internet-Draft*, Dec. 21, 2007, draft-ietf-tsvwg-addip-sctp-22.txt.
- [7] M. Shantidev, and I. F. Akyildiz, "Performance Analysis of Handoff Techniques Based on Mobile IP, TCP-Migrate, and SIP," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 6, No.7, pp. 731-747, July 2007.
- [8] K. Singh, G. Nair, and H. Schulzrinne, "Centralized Conferencing using SIP," *IP telephony workshop*, Columbia University, New York, April 2, 2001.
- [9] Y. Liu, Y. Guo, and C. Liang, "A survey on peer-to-peer video streaming systems," *peer-to-peer Net. Appl.*, Vol. 1, pp. 18-28, 2008.
- [10] M. Amad, Haddad, and L. Khenous, "A Scalable Based Multicast Model for P2P Conferencing Applications," in *Prof. International Conference on Ultra Modern Telecommunications & Workshops 2009*, 2009, pp. 1-6, Oct. 10-14.
- [11] X.Wu, K.D. Hara, and V. Krishnaswamy, "Enhancing Application-Layer Multicast for P2P Conferencing," in *Proc. of IEEE Consumer Communications and Networking Conference*, pp. 986 - 990, 2007.
- [12] C. Luo, J. Li, and S. Li. Digimetro, "An application-level multicast system for multi-party video conferencing," *Microsoft Research Asia*, Jun. 2004.
- [13] Motorola, Video Solutions: Understanding Video Quality, White paper.

저 자 소 개



천 승 만(정회원)
 2008년 동양대학교 전자공학과 (공학사)
 2010년 경북대학교 전자전기컴퓨터공학과(공학석사)
 2010년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터공학과 (박사과정)

<주관심분야 : 이동통신, 모바일, 차세대 통신망 운용, 네트워크 이동성 관리, 헬스케어 서비스>



박 중 태(정회원)
 1978년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1981년 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
 1987년 미국 미시건대학교 정보통신(공학박사)

1989년~현재 경북대학교 전자공학과 교수
 2000년~2003년 IEEE Technical Committee on Information Infrastructure(TCII) 의장

1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수석연구원

1987년~1987년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원

1984년~1987년 미국 CITI 연구원

<주관심분야 : 이동통신, 모바일, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안, 헬스케어 서비스>