

# 이 기종 망간 RTP 미디어 재생의 연속성을 보장하는 ICE 기반 다자간 VoIP 시스템 설계 및 구현 모델에 관한 연구

박수진\*

\*고려대학교 정보통신대학원 컴퓨터정보통신 공학과  
e-mail : [hclonej@naver.com](mailto:hclonej@naver.com)

## A study about designing and implementation model of ICE based multiparty VoIP system to guarantee RTP transmission on Heterogeneous Networks

Su-Jin Park\*

\*Dept. of Computer Information and Communication, Korea University

### 요 약

VoIP(Voice over Internet Protocol)는 음성 및 화상과 같은 멀티미디어 세션을 인터넷과 같은 IP 기반 네트워크를 통해 통신하는 기술이다. 최근에는 기존의 PC 시스템 이외에 이동통신기와 다양한 무선네트워크 기반 휴대용 기기들의 보급으로 VoIP의 사용량은 크게 증가하고 있다. 하지만, 무선네트워크는 그 특성과 환경적 요인으로 NAT에서의 차단, 지연, 유실등과 같이 통신의 연속성을 보장해 주지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 무선네트워크에서 통신할 때 발생할 수 있는 이런 문제들에 대응하는 해결 방안을 제시하고 RTP 미디어 재생의 연속성을 보장하는 ICE 기반 다자간 VoIP 시스템 설계와 구현모델에 대해서 기술하고자 한다.

### 1. 서론

3G, LTE, Wi-Fi 등의 이동통신 및 무선통신의 기술발전과 함께 스마트폰, 태블릿 PC와 같은 휴대용기기의 컴퓨팅 기술이 급격하게 발전하였다. 이런 영향으로 무선네트워크 기반 응용서비스들이 다양하게 개발되었고 수많은 사람들이 그 응용서비스들을 사용하고 있다. 다양한 응용서비스들 중에서도 VoIP는 IP 기반 네트워크를 통해 음성 및 화상 멀티미디어 데이터를 주고 받는 기술이다. VoIP 기술은 통신기술의 발전과 함께 성장하였고 현재는 mVoIP와 같은 형태로 발전되어 왔다.

무선네트워크 환경에서는 VoIP 통신을 함에 있어서 다양한 문제들이 존재한다. 그 중에서 이동성에 의해 WLAN과 이동통신 간에 네트워크 연결의 물리적 변화로 주소변경이 일어나는 경우 NAT에서의 차단으로 인해 통신의 연속성을 보장하지 못할 수도 있다. 또한, 무선네트워크의 사용량이 많은 지역이나 무선신호의 세기가 약한 곳에서는 지연 또는 데이터 유실이 발생할 수도 있다.

본 논문에서는 VoIP의 관련 연구들을 살펴보고 위에서 언급된 문제들을 응용계층에서 극복할 수 있는 방법들을 제시하여 목표하고자 하는 RTP 미디어 재생의 연속성을 보장하는 ICE 기반 다자간 VoIP 시스템 설계와 구현 모델에 대해서 기술하고자 한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 Session Initiation Protocol (SIP)

SIP[1]은 IP 기반 네트워크에서 음성 및 화상 통신과 같이 멀티미디어 통신의 세션을 제어하기 위한 용도로 사용된다. 텍스트 기반 응용계층 프로토콜이며 HTTP와 같은 요청/응답 트랜잭션 모델을 기반으로 하며 헤더필드, 인코딩 규칙, 상태코드등 HTTP에서 사용하는 것들을 대부분 재사용한다.

#### 2.2 Session Description Protocol (SDP)

SDP[2]는 스트리밍 미디어에 대한 미디어의 유형, 프로토콜의 종류, 코덱의 종류, 사용되는 IP 주소와 서비스 포트번호등과 같이 미디어 정보에 대한 값을 기술하기 위한 포맷이다. 세션연결을 시도 하는 사용자간 미디어 정보교환에 이용된다.

#### 2.3 Real-time Transport Protocol (RTP)

RTP[3]은 IP 네트워크에서 음성 및 화상 데이터등과 같은 실시간 스트리밍 미디어를 전송 할 수 있는 프로토콜이다. 실시간 서비스를 위한 QoS를 보장하지는 않으나 RTP Control Protocol(RTCP)를 사용하여 QoS에 대한 품질 제어를 진행한다.

#### 2.3 Session Traversal Utilities for NAT (STUN)

STUN[4]은 인터넷과 사설 네트워크 사이에 위치하는 NAT[5]의 존재와 유형 그리고 사설 IP 주소에 매

핑된 공인 IP 주소를 알아 낼 수 있는 프로토콜이다. 사설 네트워크에 위치한 Peer 의 P2P 통신에 많이 사용된다.

**2.4 Traversal Using Relays around NAT (TURN)**

TURN[6]은 P2P 통신이 불가능한 사설 네트워크에 위치한 Peer 들 간에 통신을 증개해 주기 위한 프로토콜이다. Peer 는 서버로부터 특정 주소를 할당 받은 후에 해당 주소로 패킷을 전송하면 해당 주소와 매핑된 목적지(Destination) 주소로 패킷을 전송한다.

**2.5 Interactive Connectivity Establishment (ICE)**

ICE[7]는 P2P 통신에서 상대방과 통신하기 위해 STUN 과 TURN 을 이용하여 최적의 경로를 찾을 수 있도록 도와주는 기술이다. SIP 와 같은 offer/answer 모델의 프로토콜과 같이 사용된다.

**3. 시스템 설계**

**3.1 무선통신 환경에서의 이슈**

유선통신 환경에서는 안정적인 RTT 값과 고정적인 IP 주소정보를 할당 받을 수 있다. 하지만 최근 휴대용 이동 장치들을 살펴 보면 2 개 이상의 네트워크 인터페이스를 가지고 있다. 이런 기기의 특성으로 무선네트워크 환경에서는 이동성에 의해 네트워크 L2 계층에서의 물리적인 네트워크 연결의 변화로 IP 주소의 변경이 일어날 수 있으며 네트워크의 상태에 따라 RTT 의 값이 안정적이지 않을 수 있다. 또한 보안과 정책상 현재의 인터넷 환경에서는 수많은 장치들이 대부분 NAT 장비 뒤에 위치하게 되어 P2P 통신이 어려운 환경에 놓여있다.

**3.2 이슈를 고려한 설계**

**3.2.1 다자간 통신지원을 위한 자료구조**

다자간 통신을 지원하기 위해서는 특정 출발지(Source) 주소로부터 수신된 패킷을 다수의 목적지 주소로 전송하는 기능이 필요하다. [그림 2]는 사용자가 P2P 통신이 불가능한 경우 TURN 서버를 통해 통신할 때의 해당 출발지(Source) 주소가 가지는 Port Map 자료구조이다. local port 로 수신된 송신지 주소가 출발지(Source) 주소인 경우 해당 PortMap 에 속해 있는 모든 목적지(Destination) 주소로 패킷을 전송한다. 만약에 local port 로 수신된 송신지 주소가 목적지(Destination) 중 하나면 출발지(Source) 주소와 나머지 모든 목적지(Destination) 주소로 패킷을 전송한다.

4000	source		dest		dest	
	192.168.31.94	10600	192.168.31.88	4001	192.168.31.88	4002
4001	source		dest		dest	
	192.168.31.72	11600	192.168.31.88	4000		
4002	source		dest		dest	
	192.168.31.59	12600	192.168.31.88	4000		

[그림 2] Port Map

[그림 3]은 사용자가 P2P 통신이 가능한 경우 사용자 측에서 보유하고 있는 Address Map 의 자료구조이다. Peer 의 각 local port 에 목적지(Destination) 주소가 매핑되어 있으며 특정 출발지(Source) 주소로부터 수신된 패킷은 출발지 주소를 제외한 나머지 Peer 들의 목적지(Destination) 주소로 전송한다.

10600	dest		dest		dest	
	192.168.31.94	10600	192.168.31.72	11600	192.168.31.59	12600
10700	source		dest		dest	
	192.168.31.72	10700	192.168.31.88	11700	192.168.31.59	12700
10800	source		dest		dest	
	192.168.31.72	10800	192.168.31.88	11800	192.168.31.59	12800

[그림 3] Address Map

**3.2.2 무선통신환경에서의 연속적인 통신 보장**

기존의 연구들은 WLAN 과 이동통신 사이의 이동성에 의한 연결 변화에 대응하기 위해서 네트워크 L2, L3 계층에서의 Handover 를 극복하는 문제로 접근한다. [8][9][10]. 본 논문에서는 RTP 를 이용하여 응용계층에서의 해결 방안과 P2P 상황에서의 무선네트워크의 물리적 연결 변화에 대응하는 방법을 제시한다.

TURN 서버를 통해 통신하는 경우에는 RTP 헤더의 SSRC 정보를 이용한다. 멀티미디어 세션이 수립되면 RTP 패킷은 고유의 SSRC 값을 지니며 세션이 종료될 때까지 이 값은 변하지 않는다. 이런 특징에 따라 무선네트워크 환경에서 주소정보가 바뀌어도 동일한 SSRC 값을 지닌 RTP 패킷에 대한 세션 연결을 유지하고 [그림 2]의 Port Map 자료구조에서 출발지(Source)주소를 변경된 주소로 대치하여 멀티미디어 세션을 유지시켜준다.

P2P 통신을 하는 경우에는 각 Peer 에서 주소 변경이 감지되면 SIP RE-INVITE 를 진행하여 세션연결을 재시작한다. 만약에 세션 재시작 없이 변경된 주소로 출발지(Source) 주소로 각 목적지(Destination)에 접근하는 경우 상대 Peer 의 NAT 에 차단될 수 있기 때문에 새로운 주소정보에 대한 교환이 이루어져야 하는 것이다.

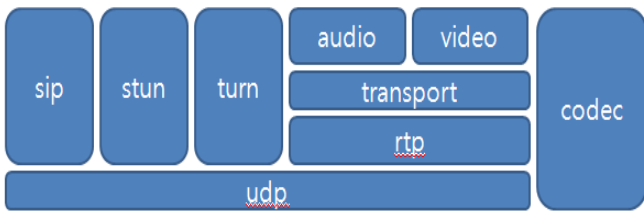
**3.2.3 RTT 변동에 따른 Primary Node 재설정**

ITU G.114 에서 권고하는 VoIP 에서의 지연 시간은 단 방향 지연시간으로 150ms 이내이다. 본 시스템에서는 다자간 통신으로 이루어 질 수 있기 때문에 지연 시간을 각 Peer 들의 단 방향 지연시간이 아닌 평균 RTT 값을 이용하여 1)  $x \leq 150ms$ , 2)  $x \leq 200ms$ , 3)  $x \leq 300ms$ , 4)  $300ms < x$  ( $x = \text{평균 RTT 값}$ )의 4 개 기준으로 나누어 x 값이 더 낮은 기준에 만족하는 Peer 를 Primary Node 로 재설정 한다.

**4. 시스템 구현 모델**

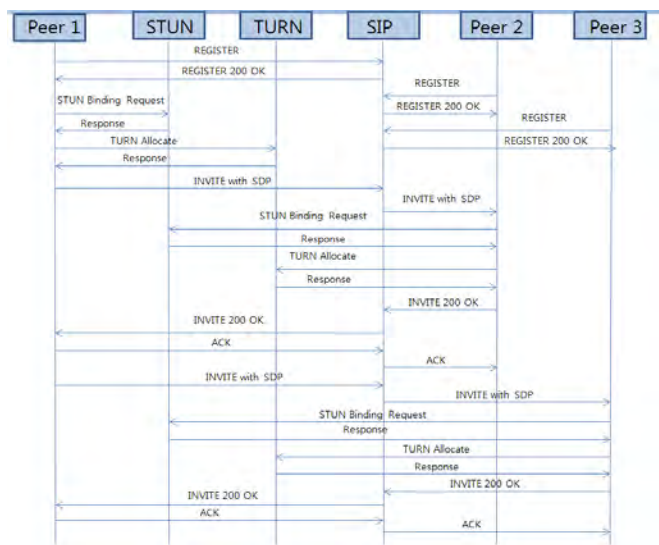
클라이언트의 구성 모듈은 [그림 4]와 같다. STUN, TURN, SIP, RTP 는 각 프로토콜 처리에 대한 클라이언트 모듈이고 transport 모듈은 개별 미디어세션에 대한

분배기 역할을 하는 모듈이다. 그 외에 음성과 화상 처리를 위한 모듈과 코덱 모듈로 구성되어 있다. 모든 통신은 UDP 통신으로 진행된다.

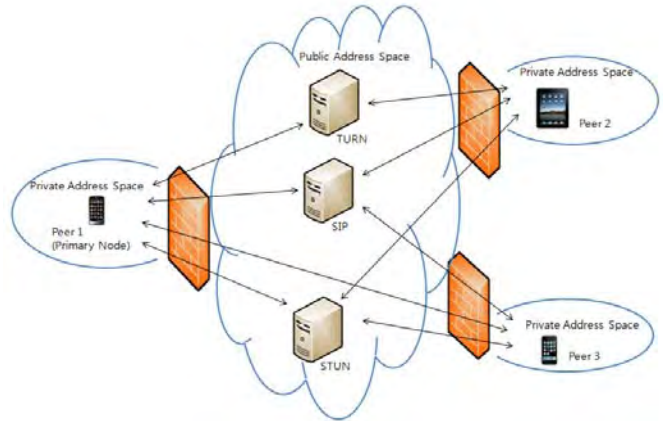


[그림 4]

서버는 SIP, STUN, TURN 서버로 구성되어 있다. [그림 5]는 3 명의 Peer 들이 VoIP 통신에 참여하는 모습을 보여준다. 우선 각 Peer 들은 SIP 서버에 로그인 되어야 한다. 그 과정이 REGISTER 메시지를 통해 이루어진다. 중간에 인증과정이 있는데 여기서는 생략한다. 로그인 후에 각 Peer 1 이 본인이 연결 가능한 모든 주소정보를 획득하기 위해 STUN 요청과 TURN 요청을 연속으로 진행을 한다. 이후에 Peer 2 에게 미디어 세션연결 요청을 하기 위해 주소정보와 미디어 정보를 담은 SDP 를 INVITE 메시지에 실어서 보낸다 INVITE 메시지를 수신한 Peer 2 는 본인도 연결 가능한 모든 주소정보를 획득하기 위해 Peer 1 이 했던 과정과 동일한 작업을 진행한다. 그리고 나서 Peer 1 과 마찬가지로 본인의 모든 주소정보와 미디어 정보를 담은 SDP 를 INVITE 200 OK 와 함께 실어서 응답한다. Peer 3 과 세션을 맺는 과정도 동일하다. 모든 세션연결이 성공되면 이후 ICE 를 동작시키는데 각각 가지고 있는 주소정보들 중에 local address, stun mapping address, turn allocate address 순으로 통신이 가능한 주소 중 하나를 사용하여 RTP 통신을 진행하면 된다. 모든 주소가 사용 가능하다면 우선순위는 나열한 순서이다. [그림 6]은 시스템의 실제 구성도를 보여준다.



[그림 5]



[그림 6]

### 5. 결론 및 향후 과제

무선통신과 이동기기 컴퓨팅 기술의 발전으로 다양한 네트워크기반 응용서비스들이 개발 되었고 그 중에서 VoIP 응용서비스는 사용자들의 이용이 꾸준히 증가하고 있으며 지속적인 무선네트워크의 연구와 개발로 통신기술이 발전함에 따라 더욱더 성장할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 VoIP 기반 기술들에 대해서 알아보았으며 무선네트워크 환경에서 이동성에 의한 네트워크 L2 계층에서의 변화로 인해 발생하는 문제를 응용 계층의 RTP 를 이용하는 방법으로 문제를 해결하였고, 네트워크 상황에 따라 최적의 통신환경을 유지할 수 있도록 구현 모델을 제시하였다. 향후 연구과제로는 본 논문에서 제시한 설계와 구현 모델을 기반으로 실제 구현을 통해 다양한 무선네트워크 환경으로 테스트베드를 구축하여 시스템의 품질평가를 진행할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] J. Rosenberg, et al, "SIP: Session Initiation Protocol", Request for Comments: 3261
- [2] M. Handley, et al, "SDP: Session Description Protocol", Request for Comments: 4566
- [3] H. Schulzrinne, et al, "RTP: Real-time Transport protocol", Request for Comments: 3550
- [4] J. Rosenberg, et al, "STUN: Session Traversal Utilities for NAT", Request for Comments: 5389
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_address\\_translation](http://en.wikipedia.org/wiki/Network_address_translation)
- [6] R. Mahy, et al, "TURN: Traversal Using Relays around NAT", Request for Comments: 5766
- [7] J. Rosenberg, et al, "ICE: Interactive Connectivity Establishment", Request for Comments: 5245
- [8] 김현숙, et al, "3GPP WLAN 연동기술", TTA Journal, No.133, pp.108-115, 2011 년 2 월
- [9] 문정모, et al, "5G 망을 위한 유무선 융합 네트워크 기술", 전자통신동향분석 제 28 권 제 6 호, 2013 년 12 월
- [10] 박현호, et al, "셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동기술 발전 방향", 한국통신학회, Vol.30, No.12, pp57-64, 2013 년