

논문 2010-47TC-10-8

P2PSIP Overlay와 IMS 네트워크간 상호접속 및 특성

(Interconnection of P2PSIP Overlay and IMS Network and Its Characteristics)

김 현 지*, 한 치 문**

(Hyunji Kim and Chimoon Han)

요 약

오늘날 인터넷 및 IP 기술의 발달에 의해 다양한 통신 형태와 응용 서비스가 제공되고 있다. 인터넷 기반 서비스 제공을 위한 기술로 각광을 받고 있는 P2PSIP overlay 기술과 NGN의 진화에서 채용된 IMS 네트워크와의 상호접속을 통해 두 기술의 서비스 영역 확대를 기대할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크를 상호접속 시켜 서비스의 확장이 가능한 방법에 대해 연구한다. 특히 상호접속 방법으로 가입자 가입 유형별로 적용이 가능한 구조를 나타내고, 세션 설정 시간 관점에서 트래픽 모델과 지연 특성을 분석한다. 그리고 제안 방식의 특성 분석 및 평가를 위해 시뮬레이션 모델을 통해 세션 설정지연 시간을 분석하고, 가입자 가입 유형별 적절한 상호접속 방법을 제시한다. 그 결과 P2PSIP overlay 전용 가입자인 경우는 gateway AS를 통해 IMS에 접속하는 구조 그리고 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크에 동시 가입한 경우는 I-CSCF를 통해 접속하는 구조가 세션 설정 지연 특성 관점에서 가장 우수함을 분명히 한다.

Abstract

Today the various types of communication and application service are provided by the development of Internet and IP technologies. It is expected to be extended the service domain of two networks through the interconnecting P2PSIP overlay which is highlighted as an important technologies for Internet based services and IMS(IP Multimedia Subsystem) which is the new architecture adopted in the evolution of NGN. Therefore, this paper explains the possible methods of the service expansion with interconnecting P2PSIP overlay and IMS network. Specially this paper suggests the interconnection architectures of P2PSIP overlay and IMS network as subscriber's types and analyzes the traffic analysis model and session set up delay characteristics by simulation model. As a results, this paper shows that the interconnection architecture using gateway AS(Application Server) is the excellent method to interconnect the IMS in case of P2PSIP overlay only subscriber, and that interconnection architecture using I-CSCF is good method to interconnect the IMS in case of P2PSIP overlay and IMS subscriber.

Keywords : P2PSIP overlay, IMS, Interconnection, SIP, CSCF

I. 서 론

최근, 인터넷 및 IP 기술의 발달에 의해 다양한 통신 형태와 응용 서비스가 출현하여 유저에게 제공되고 있다. 대표적 예로는 PSTN의 VoIP 전화, PLMN의 휴대

전화, Skype, MSN Messenger, Google Talk 등 이다. 통신 응용은 항상 인터넷 혹은 전달매체와 같은 어떤 다른 IP 기반 네트워크를 이용하고 있으며, 오늘날 이러한 방법은 3G 네트워크와 같은 이동망에서 더욱더 많이 이용되고 있다. 이를 기반으로 NGN의 진화에서 채용된 IMS 구조는 강력하고 집중적이고 계층적이고, 세련된 서비스 세션제어 및 사용자 프로파일 관리에 기본을 두고 있다^[1-2]. 인터넷 기반 서비스 제공을 위한 기술로 각광을 받고 있는 P2PSIP overlay 기술은 P2P와 SIP을 결합한 기술로 중앙 서버에 의존하지 않고

* 학생회원, ** 정회원, 한국외국어대학교 전자공학과
(Hankuk University of Foreign Studies,
Department of Electronics Engineering)

※ 본 논문의 일부는 한국외국어대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

접수일자: 2010년7월15일, 수정완료일: 2010년10월15일

peer-to-peer 형태로 SIP이나 RTP 같은 표준 VoIP 프로토콜을 사용하여 유저 단말간 통신이 가능하도록 IETF에서 만든 표준화 기술이다^[3]. 이러한 두 기술의 영역 확대, 공존과 공동운영에 의해 상호 이익을 확장할 수 있기 때문에, 두 네트워크간 상호 접속에 대한 연구가 이루어지고 있다^[4, 6].

IMS는 IP 멀티미디어 서비스를 모바일, 유선, 그리고 컨버전스 환경에서 가능하게 해주는 개방형 아키텍처로 SIP 시그널링을 기반으로 하고 있다. IMS 아키텍처에서는 네트워크나 플랫폼 유형에 관계없이 어플리케이션을 생성, 제어, 변화 시킬 수 있으며, 영상이나 대용량 데이터 등 멀티미디어 통신을 효율적으로 구현할 수 있다. SIP 신호 프로토콜을 기반으로 하는 IMS의 프레임워크는 기능적 요소, 네트워크 요소, 콘텐츠 전송 플랫폼을 포함하는 아키텍처이며, 이를 통해 IP기반의 인프라에 실시간 멀티미디어 서비스를 통합시킬 수 있다.

그리고 P2PSIP을 사용하는 주된 이유는 P2P의 확장성과 서버 유지비용의 절감이다. 수백만 개 peer들의 등록과 위치정보를 고려해야 하는 종래 SIP 서버들의 기능을 overlay 네트워크 내의 peer에 분산 배치함으로써 serverless 시스템을 실현하는 것이다.

이러한 P2PSIP과 IMS 네트워크를 상호접속 시킴으로써 P2P의 높은 확장성을 이용하여 IMS의 범위를 확장시킬 수 있으며, P2P의 장점인 서비스 확장성, 유지관리에 대한 용이성 등으로 인해 관리비용을 줄일 수 있다. 또한 대규모 P2PSIP overlay에서 자율 분산적으로 세션 제어를 함으로써 기존 SIP 방식이나 IMS처럼 core에 주는 부담의 최소화가 가능하다. 즉 P2PSIP 이용자들은 overlay 네트워크를 IMS 네트워크처럼 하나의 네트워크로 활용하여 IMS 네트워크에 접속하고 IMS 서비스를 제공받을 수 있다.

양방향 및 방송 서비스의 모든 영역에까지 성공적으로 서비스를 제공하기 위해서는 P2PSIP 및 IMS의 통합 기술과 함께 서비스를 최적으로 제공하기 위한 네트워크 구조 연구가 필요하다. 그러므로 본 논문에서는 P2PSIP overlay와 IMS간 상호접속 구조를 나타내고, 특성을 비교 분석한다.

따라서 본 논문의 구성은 서론에 이어, 제II장에서는 P2PSIP overlay와 IMS의 상호접속 기술에 관한 기존의 연구를 분석하고, III장에서는 두 네트워크 간 상호접속 구조를 제시한다. 제 IV장에서는 제시한 상호접속 장치의 트래픽 모델을 나타내고, 개략적인 해석을 한다.

V장에서는 제시된 접속 구조에 대해 시뮬레이션을 통해 성능 분석 및 평가를 하고, VI장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

그림 1은 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크의 상호접속 구조를 나타냈다. 이는 P2PSIP overlay의 UA(User Agent)와 IMS 네트워크의 UA가 통신을 원할 때 interconnection device를 통해 상호 접속되는 구조이다.

그림 1과 같은 상호접속을 위한 아키텍처 연구는 문헌^[4~6]에서 시도되었으며, 이들 연구의 초점은 P2PSIP과 IMS가 signaling으로 SIP 프로토콜을 사용함으로써 상호 접속은 signaling 관점에 연구의 중점을 두었다. 참고문헌 [4]은 SIP과 IMS가 연동이 가능한 시나리오를 개념적 수준으로 나타내고 있고, 참고문헌 [5~6]은 AS(Application Server)를 매체로 하여 상호 접속하는 방법을 나타내고, 시뮬레이션을 통해 타당성을 실험하였다. 상기 두 방식은 모든 가능한 구조에 대해 구체적으로 비교 분석은 하지 않았다. 또 두 네트워크 간의 상호접속 구조를 연구하고 있는 표준화 단체는 IMS Forum이며, 2008년 7월에 관련 문서를 발표하였다^[1]. 이 문서에서는 P2PSIP과 IMS에서는 서로 상반된 구조를 가지고 있지만 서로 보완하여 양립할 수 있는 방법에 대해 연구하고 있다. IMS는 core에 제어 구조를 가지고 있고, P2PSIP은 user agent에 분산된 구조를 취하고 있지만, signaling 방법은 모두 SIP 기반에 의해 이루어지고 있다는 점을 중요시 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 P2PSIP overlay와 IMS간 상호연동을 위한 구조를 다양한 각도에서 분석하여, 상호접속 가능한 구조를 제시하고, 제시된 구조의 트래픽 모델에 대해 개략적 분석과 시뮬레이션을 통해 세션 설정 지연 특성을 비교 분석하여 최적 방안을 도출하고자 한다.

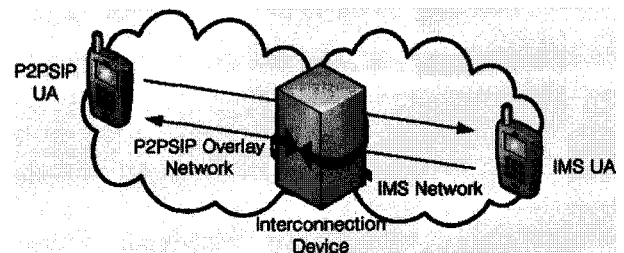


그림 1. 상호접속 구조

Fig. 1. Interconnection architecture.

III. P2PSIP Overlay와 IMS간 상호접속 방법

P2PSIP overlay의 가입자를 유형별로 구분하면, ① 오직 P2PSIP overlay에만 가입되어 있는 경우와 ② P2PSIP overlay 및 IMS 네트워크에 모두 가입되어 있는 경우로 나눌 수 있다. 전자는 P2PSIP 전용 가입자이며, 후자는 P2PSIP 및 IMS 네트워크의 양쪽에 등록된 가입자로 유저 단말은 두 네트워크에서 동작이 가능하여야 한다. 여기서는 두 네트워크에서 동작이 가능한 단말이라고 가정하고 전개한다.

1. P2PSIP overlay 전용 가입자와 상호접속

(1) DNS 서버를 이용한 상호접속

P2PSIP overlay와 IMS의 두 네트워크 가입자간 상호 접속하는 방안으로, DNS 서버를 이용한 상호접속 구조는 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 이때, P2PSIP overlay의 proxy peer는 IMS의 I-CSCF와 유사한 역할을 수행한다. 이 구조는 P2PSIP overlay의 가입자 bob@p2p.org와 IMS 네트워크 가입자 alice@ims.com 간에 통신이 이루어지도록 상호 접속하는 방식이다.

그림 2에서 알 수 있듯이, proxy peer, relay agent, DNS 서버가 필요하다. Proxy peer는 IMS의 I-CSCF와 연동하기 위한 end-point 기능을 가진다. 이 경우, P2PSIP의 end-point인 proxy peer와 IMS의 end-point인 I-CSCF는 각각의 도메인 이름인 p2p.org와 ims.com을 DNS 서버에 등록하여야 한다. DNS 서버는 P2PSIP의 유저가 IMS 네트워크의 가입자와 접속을 원하거나 그 반대일 경우, 도메인 주소와 매핑 되어 있는 IP 주소를 얻기 위해 필요하다. 여기서 유저인 Bob은 P2PSIP overlay에 등록된 가입자이고 Alice는 IMS 네

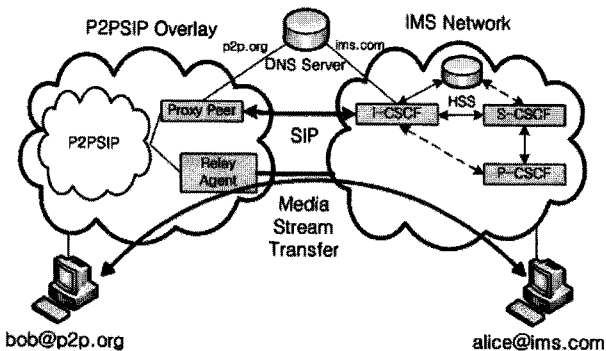


그림 2. DNS 서버를 이용한 상호접속 구조
Fig. 2. Interconnection architecture using DNS server.

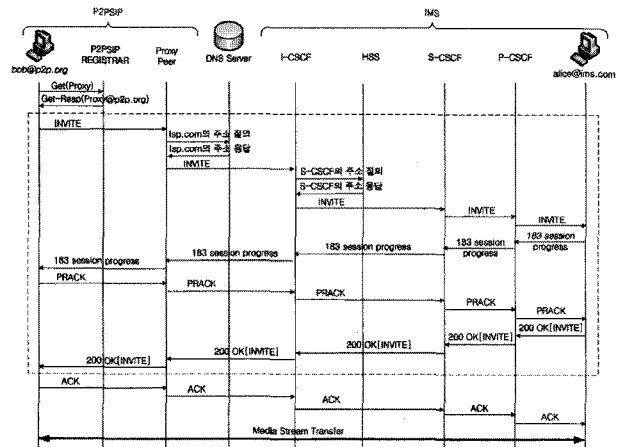


그림 3. 그림 2의 세션설정절차 (P2PSIP → IMS)
Fig. 3. Session setup procedure of fig. 2. (P2PSIP → IMS)

트위크에 등록된 가입자이므로 세션 설정 요구 시에 DNS 서버를 통해 각 네트워크의 IP 주소를 찾아서, 네트워크의 end-point로 INVITE 메시지를 보낼 수 있다. Relay agent는 P2PSIP overlay에서 IMS로 미디어 스트림을 전송하기 위한 전송 중계 장치이다.

그림 3은 Bob이 Alice에게 INVITE 메시지를 보낼 때의 세션 설정 절차를 나타내고 있다. 먼저 Bob은 P2PSIP overlay 내에 있는 proxy peer를 찾기 위해 P2PSIP registrar에서 proxy peer의 주소를 GET 동작으로 찾는다. Proxy peer의 주소를 알면 INVITE 메시지를 전달하고 proxy peer는 alice@ims.com이라는 주소가 자신의 망 내의 유저가 아님을 알고 DNS 서버에 ims.com이라는 도메인과 매핑 되어 있는 IP 주소를 질의한다. DNS 서버는 ims.com의 도메인을 가지고 있는 IMS 네트워크의 end-point인 I-CSCF의 IP 주소를 응답해준다. DNS 서버로부터 IP 주소를 얻은 proxy peer는 Alice가 등록되어 있는 IMS 네트워크의 I-CSCF에게 INVITE 메시지를 보내고 INVITE 메시지를 받은 I-CSCF는 Alice를 담당하는 S-CSCF에, S-CSCF는 Alice와 가장 가까이 접해있는 P-CSCF에 INVITE 메시지를 보낸다. INVITE 메시지를 받은 Alice는 Bob에게 200 OK 메시지를 보내게 되고 Bob이 200 OK 메시지를 받은 후 미디어 스트림 데이터를 직접 주고받는다.

Alice가 Bob에 INVITE 메시지를 보낼 때의 세션 설정 절차는 그림 4에 나타났다. Alice가 자신과 가까운 P-CSCF에 INVITE 메시지를 보내게 되고 P-CSCF는 Alice를 담당하는 S-CSCF에, S-CSCF는 I-CSCF에 전

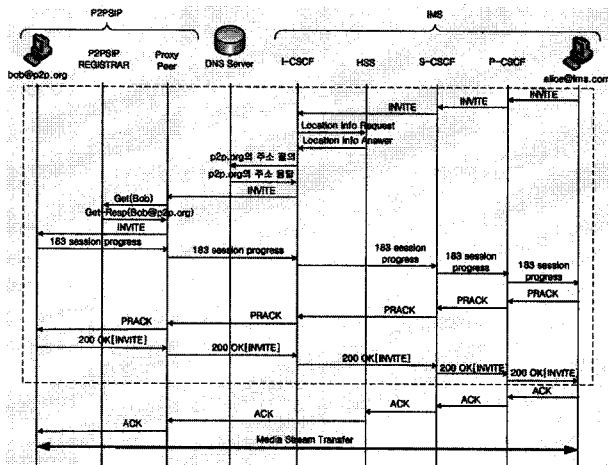


그림 4. 그림 2의 세션설정절차 (IMS → P2PSIP)
Fig. 4. Session setup procedure of fig. 2 (IMS → P2PSIP)

달한다. I-CSCF는 P2PSIP overlay의 도메인인 p2p.org와 매핑 되어 있는 IP 주소를 얻기 위해 DNS 서버에 질의한다. 이때, DNS 서버는 p2p.org의 end-point인 proxy peer의 IP 주소를 응답해준다. 응답을 받은 I-CSCF가 P2PSIP overlay의 proxy peer에 INVITE 메시지를 전달하면, proxy peer는 같은 overlay 네트워크 내에 있는 Bob을 registrar에 주소를 질의하여 Bob의 URI를 획득하여, 최종적으로 INVITE 메시지를 Bob에게 전달하게 된다.

(2) Gateway AS를 이용한 상호접속

P2PSIP overlay와 IMS 네트워크의 가입자간 상호접속 방안으로 gateway AS(application server)를 이용하여 IMS 네트워크 내의 S-CSCF를 통한 상호접속 구조를 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

그림 5의 상호접속은 gateway AS로 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 양쪽에 연결되어 있다^[6]. P2PSIP

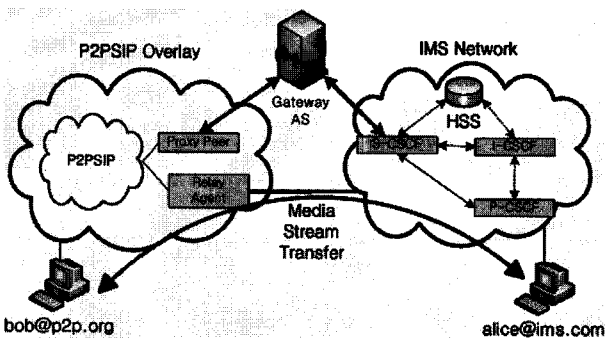


그림 5. S-CSCF를 통한 상호접속 구조
Fig. 5. Interconnection architecture through S-CSCF.

overlay 측에서 보이는 gateway AS는 일반적인 peer나 proxy peer로 보이지만, IMS 네트워크 측에서는 일반 SIP AS(application server)처럼 보인다. Gateway AS는 IMS 네트워크의 ISC 인터페이스를 통해 S-CSCF와 연결된다. 그리고 gateway AS는 P2PSIP의 peer들처럼 PUT 동작을 이용하여 P2PSIP overlay의 registrar에 등록한다. 이때 PUT 메시지에는 gateway AS가 연결되어 있는 IMS 도메인 이름(ims.com)과 gateway AS 자체의 IP 주소를 포함한다. 따라서 이와 같은 상호접속 구조에서, P2PSIP 유저가 IMS 가입자와 접속 요구 시 IMS 도메인 ims.com과 gateway AS의 IP 주소를 갖는 gateway AS를 통해 IMS의 S-CSCF와 접속된다.

P2PSIP 유저인 Bob이 Alice에게 INVITE 메시지를 보낼 경우의 세션 설정 절차는 그림 6과 같다. 먼저 Bob은 proxy peer에게 메시지를 전달하고 proxy peer는 도메인을 체크하여 ims.com이 자신의 망 내에 있지 않으므로 ims.com이라는 IMS 도메인이 매핑되어 있는 gateway AS의 IP 주소로 INVITE 메시지를 전달한다. 메시지를 받은 gateway AS는 IMS 네트워크의 S-CSCF로 전달하게 된다. S-CSCF에서 Alice와 인접한 P-CSCF에게 메시지를 전달하고 최종적으로 P-CSCF는 Alice에게 INVITE 메시지를 전달한다.

Alice가 Bob에게 INVITE 메시지를 보낼 경우 Alice는 P-CSCF에게 INVITE 메시지를 전달하고 P-CSCF는 S-CSCF로 전달한다. S-CSCF는 gateway AS에 메시지를 전달하고 gateway AS는 proxy peer에 전달하여 proxy peer가 P2PSIP registrar에게 Bob의 주소를 질의한다. Bob의 주소를 획득한 proxy peer는 Bob에게 INVITE 메시지를 전달한다.

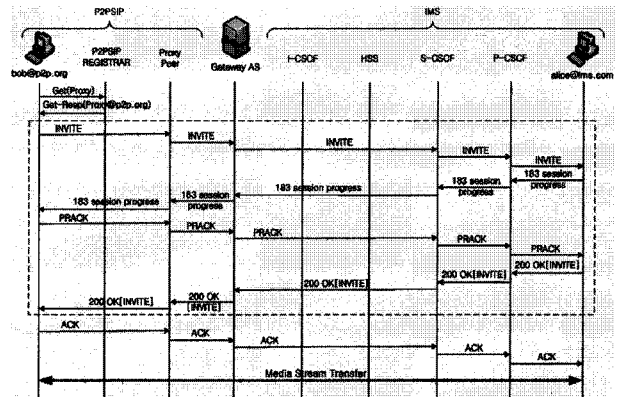


그림 6. 그림 5의 세션설정절차 (P2PSIP → IMS)
Fig. 6. Session setup procedure of fig. 5 (P2PSIP → IMS)

2. P2PSIP overlay 및 IMS에 동시 가입한 가입자와 상호접속

(1) IMS의 I-CSCF를 통한 상호접속

P2PSIP overlay와 IMS 네트워크에 모두 가입되어 있는 경우, IMS의 I-CSCF를 통한 상호접속 구조는 그림 7과 같다. 이때, P2PSIP overlay의 가입자인 Bob은 IMS 네트워크에 가입하여 등록된 상태이며, IMS 네트워크 내의 HSS(Home Subscriber Server)에서 가입자 정보를 관리한다. 이 경우 P2PSIP overlay에서 IMS 단말과 접속하는 형태를 취하므로, IMS 네트워크가 홈네트워크이며, P2PSIP overlay가 방문자 네트워크 형태가 되어, I-CSCF를 통해 메시지가 전달된다. P2PSIP overlay 내의 proxy peer는 IMS 내의 I-CSCF와 유사한 역할을 한다.

I-CSCF는 IMS 네트워크 내에서 다른 망으로부터 SIP 메시지를 수신하는 게이트웨이 성격의 SIP 서버이다. 그리고 IMS가 다른 망을 통해 받은 메시지를 IMS 망 내의 적절한 S-CSCF에게 전송하는 역할을 한다. 여기서 P2PSIP user agent가 IMS 네트워크의 가입자와 접속하고 싶을 때 P2PSIP overlay의 proxy peer을 이용하여 직접 I-CSCF에 접속한다. 미디어 스트림 테이터는 relay agent를 통하여 전달된다.

그림 7에서, Bob은 두 네트워크에 모두 가입한 상태로 사용 가능한 주소는 bob@p2p.org와 bob@ims.com이며, Alice도 IMS 네트워크의 가입자이기 때문에 bob@ims.com이 alice@ims.com에게 INVITE 메시지를 보내게 된다. 그림 8은 Bob이 Alice와 상호접속을 원할 때 세션을 설정하는 절차를 나타내고 있다. 먼저 Bob은 IMS 네트워크로 INVITE 메시지를 보내기 위해 proxy peer에게 INVITE 메시지를 보낸다. Proxy peer

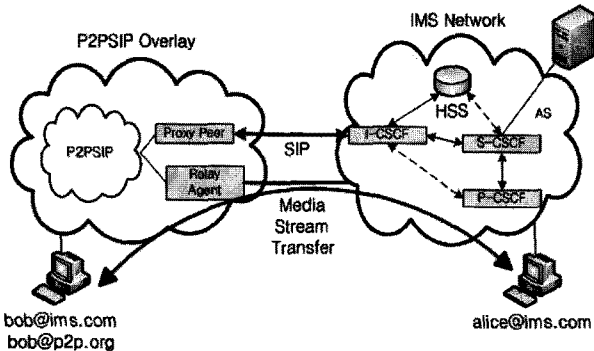


그림 7. I-CSCF를 통한 상호접속 구조
Fig. 7. Interconnection architecture through I-CSCF.

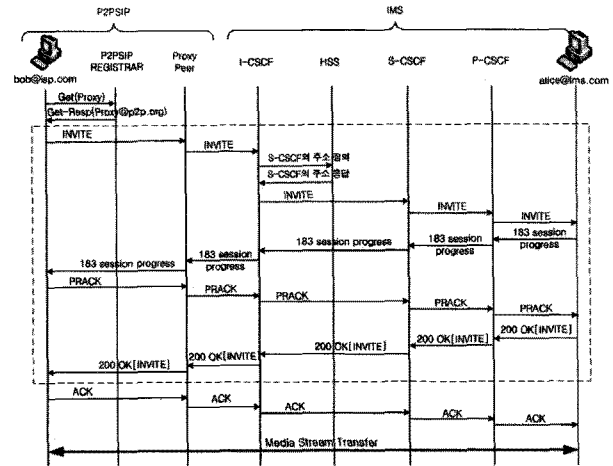


그림 8. 그림 7의 세션설정절차(P2PSIP → IMS)
Fig. 8. Session setup procedure of fig. 7. (P2PSIP → IMS)

는 메시지를 받은 후 IMS 네트워크의 I-CSCF에게 전달한다. I-CSCF는 Alice의 S-CSCF에게 메시지를 보내기 위해 IMS 네트워크의 가입자 정보를 관리하는 HSS에 S-CSCF의 주소를 질의한 후 응답을 받으면 S-CSCF에게 INVITE 메시지를 전달한다. S-CSCF는 Alice와 인접한 P-CSCF에게 메시지를 전달하고 P-CSCF는 최종적으로 Alice에게 INVITE 메시지를 전달한다.

반대로 Alice가 Bob에게 INVITE 메시지를 보낼 때 세션 설정 절차에서는 P-CSCF와 S-CSCF를 거쳐서 I-CSCF로 INVITE 메시지가 전달이 되면, I-CSCF는 Bob의 주소를 찾기 위하여 HSS에 질의하게 된다. Bob은 IMS 네트워크에 등록된 가입자이므로, I-CSCF는 HSS로부터 Bob의 주소(위치)를 확인한 후, P2PSIP overlay의 proxy peer에 전달한다. 이 경우 HSS에 질의하여 이미 Bob의 주소를 알고 있으므로 proxy peer는 전달하는 역할만 수행한다.

IV. 상호접속 장치의 트래픽 해석

P2PSIP overlay와 IMS 네트워크간 상호접속 장치에서 SIP 신호레벨에서 지연 특성 해석을 위한 트래픽 모델은 그림 9와 같다. 그림 9에서 좌측 네트워크는 P2PSIP overlay로 P2PSIP overlay의 user(agent)가 인터넷을 통해 proxy peer 서버를 경유하여 IMS 네트워크에 접속되는 모델이다.

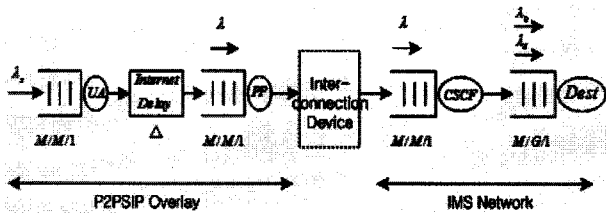


그림 9. P2PSIP overlay와 IMS간 상호 접속에서 지연 해석 모델
 Fig. 9. Delay analysis model of interconnection between P2PSIP overlay and IMS network

- λ_s : SIP message arrival rate at the source
- λ : SIP message arrival rate at the SIP server
- λ_d : SIP message arrival rate at the destination
- λ_0 : Arrival rate at the destination for messages other than SIP
- ρ_s : Load at the source
- ρ : Load at the SIP server(CSCF)
- ρ_d : SIP load at the destination
- ρ_0 : Load at the destination for messages other than SIP
- μ_s : Processing rate for each SIP message in the source
- μ : Processing rate for each SIP message in the SIP server
- μ_d : Processing rate for each SIP message in the destination
- μ_0 : Processing rate at the destination for message other than SIP
- Δ : Constant Internet delay
- UA: User agent server(transmitter)
- PP: Proxy peer server
- CSCF: Call session control function server
- Dest.: User agent server(receiver)

때 접속 방법은 III장에서 제시한 방법 중 하나이다. 그림 9의 우측은 IMS 네트워크 모델이다. 세션 설정시 SIP 메시지 처리는 네트워크의 서버에서 queuing 지연을 발생시키며, 이러한 queuing 지연을 queuing theory에 의해 추정할 수 있다. 그림 9에서 queuing 지연을 해석하기 위해, 송신 측의 user agent, proxy peer, CSCF server은 SIP 신호만 처리하므로 M/M/1 모델로 가정한다.

그리고 수신 측의 user agent는 SIP 신호 및 기타 업무도 수행 가능하므로 non-preemptive priority M/G/1 모델로 가정한다^[7].

III장에서 제시한 3가지 상호접속 구조에서 보면,

P2PSIP overlay 쪽의 user agent는 인터넷을 통해 proxy peer에 접속되므로 일정 시간 Δ 인 아주 적은 인터넷 지연을 고려하였다. 따라서 P2PSIP overlay의 user agent가 IMS의 user agent에 세션 설정을 시도할 경우의 평균 지연은 식(1)과 같이 주어진다.

$$D_{SIPSetUpDelay} = D_{UA} + \Delta + D_{PP} + \text{Interconnection Device Delay} + D_{CSCF} + D_{Dest} \quad (1)$$

여기서

$$D_{UA} = \frac{1}{\mu - \lambda_s}$$

$$D_{P-CSCF} = D_{I-CSCF} = D_{S-CSCF} = \frac{\rho}{\lambda(1-\rho)}$$

$$D_{Dest} = \frac{\frac{1}{\mu_d}(1-\rho_0-\rho_d)+R}{(1-\rho_0)+(1-\rho_0-\rho_d)}$$

여기서

$$R = \lambda_0 \overline{X_0^2} + \lambda_d \overline{X_d^2} / 2$$

$\overline{X_0^2}, \overline{X_d^2}$ 은 μ_0, μ_d 의 각각 2차 모멘트(moment)이다^[7-8].

식(1)을 이용하여 III장에서 제시한 3가지 상호접속 방식에 따른 SIP 메시지의 지연 모델을 설명한다. DNS 서버를 이용하여 P2PSIP overlay 전용 가입자를 접속하는 경우, 상호접속 장치의 트래픽 모델은 그림 10과 같다. 그림 10에서 보면, DNS 서버는 SIP message(λ) 이외에 DNS 고유의 트래픽(λ_1)을 처리하여야 한다.

따라서 이 경우도 우선순위 non-preemptive M/G/1 모델로 가정할 수 있다. 따라서 DNS 서버에서 지연 D_{DNS} 은 식(1)의 목적지 단말에서의 지연과 동일한 식 (2)와 같다. 여기서 R은 평균과 variance로부터 유도할 수

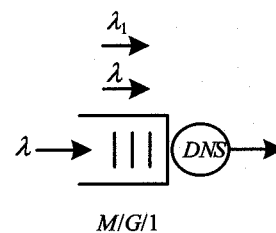


그림 10. DNS 서버의 트래픽 모델
 Fig. 10. Traffic model of DNS server.

있다.

$$D_{DNS} = \frac{\frac{1}{\mu}(1-\rho_1-\rho)+R}{(1-\rho_1)+(1-\rho_1-\rho)} \quad (2)$$

Gateway AS을 ISC 인터페이스를 통해 S-CSCF에 접속하여, P2PSIP overlay와 IMS간 상호 접속하는 경우의 GW AS의 트래픽 모델은 그림 11과 같다. 이때, GW AS는 SIP message만 처리하는 기능으로 보고, M/M/1 모델로 가정할 수 있다. 이때 IMS 네트워크에서는 GW AS가 S-CSCF에 접속되므로, I-CSCF 서버는 경유 할 필요가 없으므로 S-CSCF, P-CSCF만 경유하면 된다. Gateway AS에서 지연 D_{GW} 는 식(3)과 같다.

$$D_{GW} = \frac{\rho}{\lambda(1-\rho)} \quad (3)$$

SIP message는 IMS 네트워크에서 P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF을 경유하여 전달되므로 그림 12와 같이 모델링 한다.

P2PSIP overlay 와 IMS에 동시 가입한 가입자의 경우, IMS의 I-CSCF을 통해 접속 한다. 이때 트래픽 해석 모델은 proxy peer로부터 직접 I-CSCF에 접속되는 구조이며, 이 경우 I-CSCF가 HSS에 질의를 통해 S-CSCF을 선택한다.

제시한 각 방식에서 세션 설정 지연은 접속 방식에 따라 세션 설정 절차(그림 3, 그림 4, 그림 6, 그림 8)가 다르다. 또 DNS 및 GW AS 등의 상호 접속 장치에 따

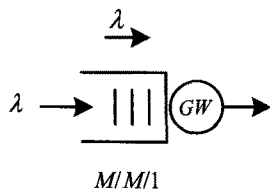


그림 11. GW AS의 트래픽 모델
Fig. 11. Traffic model of GW AS.

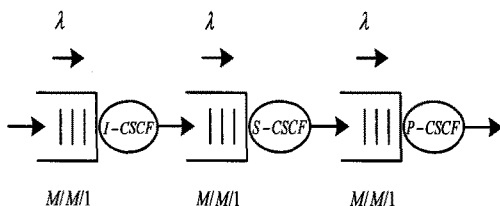


그림 12. IMS 네트워크 모델
Fig. 12. Traffic model of IMS network.

라 세션 설정지연 특성이 다르다. 그러나 제시한 3가지 방식 모두 P2PSIP overlay에서 세션 설정시 발생하는 지연은 동일함을 알 수 있다. 다만 상호접속장치 및 상호 접속 방법에 따라 IMS 네트워크에서 발생하는 지연에 차이가 있음을 알 수 있다.

P2PSIP overlay 전용 가입자를 IMS에 수용하는 경우, 식(2) 및 식(3), 그리고 세션 설정 절차로부터 구체적으로 분석하면, GW AS을 이용하여 접속하는 방식이 DNS 서버를 이용하여 접속하는 방식보다 경유하는 서버 수 및 GW AS에서 작은 처리 지연으로 인해 세션 설정 지연이 적음을 알 수 있다. 또 P2PSIP overlay와 IMS에 동시 가입한 가입자의 경우는 I-CSCF을 통해 직접 접속하는 방식을 이용 할 수 있으며, P2PSIP에서 IMS에서 방향으로 세션 설정 지연 관점에서 보면 중간적 특성을 갖는다는 것을 추측 할 수 있다.

V. 특성 평가 및 분석

1. 평가 모델

P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 간 상호접속에 대한 평가 시뮬레이션 모델을 그림 13과 같이 구성한다. 그림 13은 physical machine 2대에 virtual machine 3개를 설치하고, physical machine은 PM1, PM2로, virtual machine은 VM1-1, VM1-2, VM2-1로 표기한다. PM 1에는 VM1-1과 VM1-2를 설치하여 각각 P2PSIP user agent와 P2PSIP의 proxy peer 역할을 수행한다. PM2에는 VM2-1을 설치하여 IMS 네트워크와 IMS user agent의 역할을 하며, 모두 Linux 기반으로 동작한다.

VM2-1의 IMS 네트워크는 OpenIMSCore^[9]를 사용하였고 IMS 네트워크에 접속하는 UA(User Agent)는 UCT client를 사용한다. OpenIMSCore 프로그램은 IMS 네트워크로 동작하며 S-CSCF, I-CSCF, P-CSCF, HSS의 기능을 모두 포함하고 있다.

VM1-1과 VM1-2는 같은 P2PSIP overlay 네트워크 안에 있으며, P2PSIP 환경은 peer 2개로 구성한다. VM1-1은 일반 UA로 구성하고 VM1-2는 OpenSER을 사용하여 SIP 서버의 기능을 포함시켜 proxy peer로 동작하도록 구성한다.

먼저 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크에 동시 가입한 가입자가 IMS의 I-CSCF를 이용하여 상호 접속하는 방안의 경우, VM1-1에서 VM2-1로 INVITE 메시지를

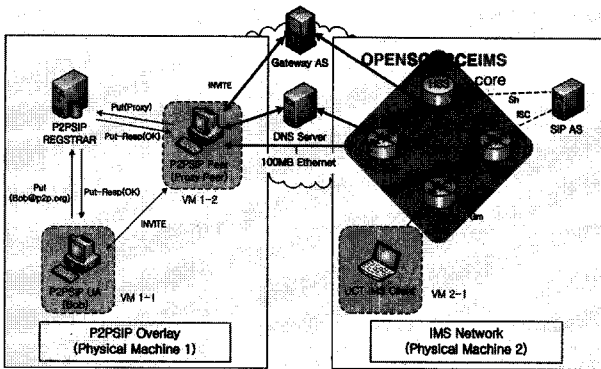


그림 13. 시뮬레이션 모델
Fig. 13. Simulation model.

보낼 때, VM1-2 및 IMS의 I-CSCF를 통해 전달도록 구성하며, 그 역도 성립하도록 한다.

P2PSIP overlay 전용가입자가 gateway AS를 이용하여 상호 접속하는 방식에서는 VM1-1이 VM2-1에게 INVITE 메시지를 보낼 때 VM1-2를 거쳐 gateway AS으로 통해 S-CSCF에 전달되도록 구성한다. DNS 서버를 이용하여 상호접속 방안의 경우는 VM1-2에서 DNS 서버에 상호접속 방안의 경우는 VM1-2에서 DNS 서버에 I-CSCF의 주소를 질의·응답하는 과정이 추가된다. 이때 질의시간은 5msec로 설정하였다.

2. 세션 설정 지연 시간 분석

세션 설정 지연 시간은 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크에서 양 방향으로 평가한다. P2PSIP UA가 IMS 네트워크의 end user에게 INVITE 메시지를 보낸 시점부터 200 OK 메시지를 받을 때까지의 시간과, IMS 네트워크의 end user가 P2PSIP UA에게 INVITE 메시지를 보낸 시점부터 200 OK 메시지를 받을 때까지의 시간을 측정한다. 이때 INVITE를 보내고 200 OK를 받을 때까지의 시간을 response time이라 부른다.

앞 장에서 제시한 가입자 접속 유형별 3가지 상호접속 방법에서 사용한 세션 설정 절차는 그림 3, 그림 4, 그림 6, 그림 8이며, 양 방향의 response time을 측정하고 비교한다. 여기서 동시에 세션 설정을 원하는 call 수는 초당 5, 10, 20, 30, 40, 50호로 하며, 각 5 set을 반복하여 평균값으로 나타낸다. 그 결과를 그림 14와 그림 15에 나타냈다.

그림 14에서 보면 알 수 있듯이, P2PSIP overlay 전용가입자와 상호 접속하는 구조에서는, gateway AS를 이용하는 방식이 DNS 서버를 이용하는 방식보다 세션 설정 지연 시간이 적음을 알 수 있다. 특히 DNS 서버를 이용한 방식에서는 P2PSIP overlay와 IMS 네트워

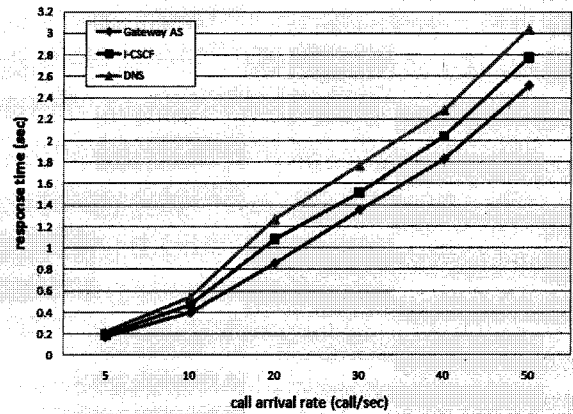


그림 14. P2PSIP에서 IMS로 접속 시 세션설정시간
Fig. 14. Characteristics of session setup delay time. (P2PSIP → IMS)

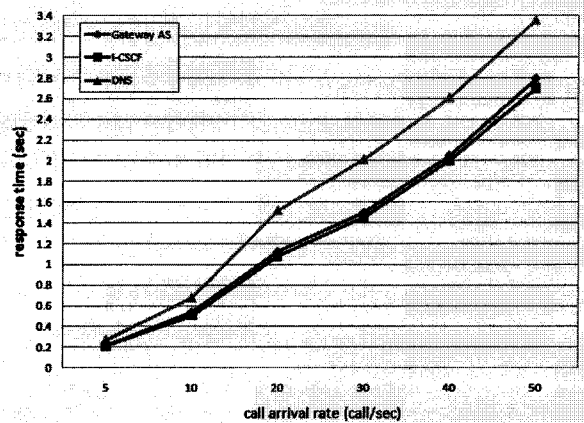


그림 15. IMS에서 P2PSIP으로 접속 시 세션설정시간
Fig. 15. Characteristics of session setup delay time. (IMS → P2PSIP)

크는 각각의 도메인 이름을 DNS 서버에 등록해야 한다. 단말이 세션을 확립하기 위해서는 DNS 서버에 상대 도메인의 주소를 질의해야 하므로 총 response time 중 DNS 서버에 질의, 응답하는 시간이 필요하고, IMS 내부의 I-CSCF를 경유하기 때문에 GW AS을 통해 S-CSCF에 접속하는 구조보다 길다.

P2PSIP overlay 및 IMS에 동시 가입자를 위한 I-CSCF를 통한 접속 방식에서의 response time은 SIP 신호 흐름상 IMS 내부에서 경유하는 서버가 GW AS 접속 구조 보다 단계가 많으므로 지연 설정시간이 약간 길게 나타나고 있다.

그림 14 및 그림 15에서, DNS을 이용하는 방식은 한 개의 call당 DNS 서버의 질의 시간을 5msec로 설정하여 측정된 결과를 나타냈다. 따라서 단위 시간당 발생 call 수가 많아지면, DNS queuing 시간이 발생되므로 응답시간은 길어지게 된다.

특히, 그림 14 및 그림 15에서 알 수 있듯이 gateway AS를 이용하여 S-CSCF로 접속하는 방식의 경우, I-CSCF로 접속하는 방식보다 response time이 짧다. 이러한 이유는 S-CSCF로 접속하는 구조는 end user가 INVITE 메시지를 보내면 proxy peer 및 GW AS를 통해 S-CSCF로 직접 전달되고, I-CSCF를 이용하여 접속하는 구조는 INVITE 메시지를 받은 I-CSCF가 HSS에 질의하여 적절한 S-CSCF를 선택하는 절차를 포함하고 있다. 반대의 세션 설정의 경우는 I-CSCF에서 바로 P2PSIP overlay의 proxy peer을 선택하기 때문에 역 효과를 얻을 수 있다.

지금까지 검토한 결과를 종합하면, P2PSIP overlay 전용가입자를 IMS 네트워크에 수용하는 경우는 gateway AS를 이용하여 P2PSIP overlay를 접속하는 방식이 세션지연 설정 등 여러 관점에서 우수함을 알 수 있다. P2PSIP overlay와 IMS 네트워크에 동시 가입한 가입자를 수용 할 경우는 I-CSCF를 이용하여 IMS에 접속하는 경우가 유리 할 수 도 있다. 결론적으로 말하면, P2PSIP overlay가 gateway AS를 이용하여 IMS에 접속하는 방법과 I-CSCF로 직접 접속하는 방법이 가입자 유형에 따라 적절히 선택 할 수 있음을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 P2PSIP overlay 및 IMS 네트워크 서비스 확장을 위한 방법으로 P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 간의 상호접속 가능한 3가지 구조를 제시 하고, 세션 설정 지연 시간 관점에서 트래픽 특성을 분석하고, 시뮬레이션을 통해 세션 설정 지연 특성을 비교 검토하였다.

이때, P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 간의 상호접속 방안으로 P2PSIP overlay의 전용 가입자가 상호접속 하는 방법과 P2PSIP overlay 및 IMS 네트워크에 동시 가입한 가입자가 상호접속 하는 경우에 대해 고려하였다.

P2PSIP overlay의 전용 가입자가 상호접속 하는 방법으로는 DNS 서버를 이용하여 접속하는 구조와 gateway AS를 이용하는 방법, P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 동시 가입한 가입자와 상호접속 하는 방법에는 IMS의 I-CSCF를 통한 상호접속 방법을 제시하였다. 제안한 세 방식에 대해 세션 설정지연 시간을 분석

하였다. 분석 결과에 의하면, P2PSIP overlay의 전용 가입자가 상호접속 하는 방법으로는 gateway AS를 이용한 접속 방식이 DNS 서버를 이용한 접속 방식보다 세션 설정 지연 특성 관점에서 가장 우수하게 나타났다. P2PSIP overlay와 IMS 네트워크 동시 가입한 가입자와 상호접속 하는 방법으로 IMS의 I-CSCF를 통한 접속 방식에 대해 세션 설정 지연 시간 특성을 나타냈다.

결론적으로 말하면, gateway AS를 이용한 접속 방식이 DNS 서버를 이용한 접속이나 IMS의 I-CSCF를 통한 접속 방식 보다 세션 설정 지연 특성 관점에서 가장 우수하게 나타났다. 그러나 gateway AS를 이용한 방식과 IMS의 I-CSCF를 통한 방식은 가입자 유형에 따라 적절히 선택 할 수 있음을 분명히 하고 있다.

금후, 연구 할 내용은 IMS와 P2PSIP overlay의 상호 접속에서 이용되는 상호접속 장치의 구체적인 구조 및 특성 분석과 multimedia level에서 정보 전달 특성 분석, NAT 기능, P2PSIP overlay의 QoS 보장 기능 등이다.

참 고 문 헌

- [1] IMS Forum, "P2PSIP and the IMS: Can they complement each other?," IMSF-008-072008, 2008.
- [2] Gonzalo Camarillo, Miguel A. Garcia-Martin, "The 3G IP Multimedia Subsystem(IMS),"
- [3] Bryan, D., Matthews, P., Shim, E. and D. Willis, Concepts and Terminology for Peer to Peer SIP, draft-ietf-p2psip-concepts-00, July. 2007, work in progress.
- [4] E. Marocco, Antonio Manzalini, Marcello Sampo and Gianni Canal, "Interworking between P2PSIP Overlays and IMS Networks-Scenarios and Technical Solutions," ICIN 2007, France, October 2007.
- [5] E. Marocco and D, Bryan, "Interworking between P2PSIP Overlays and Conventional SIP Networks," Internet Engineering Task Force, Internet-Draft draft-marocco-p2psip-interwork-01, Mar. 2007, work in progress.
- [6] Jani Hautakorpi, et al., "Interconnecting P2PSIP and IMS," 2-nd International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services, and Technologies, IEEE, 2008.
- [7] Nilanjan Banerjee, Wei Wu, Kalyan Basu and

Sajal K. Das, "Analysis of SIP-based mobility management in 4G wireless networks," computer communications, pp697-707, 2004.

- [8] L. Kleinrock, QUEUEING SYSTEMS vol. I: Theory, Wiley, New York, 1975.
 [9] Fraunhofer FOKUS, "The Open IMS Core Project," at <http://www.openimscore.org>, 2008.

저 자 소 개



김 현 지(학생회원)
 2009년 한국외국어대학교
 전자공학과 학사
 2009년~현재 한국외국어대학교
 전자정보공학과 석사과정
 <주관심분야 : 초고속정보통신, 네
 트워크 설계 및 성능 분석>



한 치 문(정회원)-교신저자
 1990년 The University of Tokyo,
 전기공학 전공, 공학박사
 1977년 2월~1983년 3월
 KIST 연구원
 1983년 4월~1997년 2월 ETRI
 선임 및 책임연구원, 교환
 기술연구단 계층연구부장
 역임

1997년~현재 한국외국어대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야 : 초고속정보통신, 센서네트워크, 네
 트워크 보안, 네트워크 설계 및 성능 분석 등>