

논문 2006-43TC-11-17

IMS기반 이동패킷망에서의 IPv4/IPv6 연동구조 설계 및 구현

(Design and Implementation of the Internetworking Architecture between IPv4 and IPv6 in IMS based Mobile networks)

류 승 관*, 김 영 한**

(You Seugn Kwan and Young Han Kim)

요 약

본 논문에서는 IMS(IP Multimedia Subsystem)기반의 이동통신망에서 IPv4를 기반으로하는 UA(User Agent)와 IPv6를 기반으로 하는 UA간 통신을 위한 구조를 제안하고 이를 검증하기 위해 IMS 프로토콜 변환기를 설계하고 구현한다. 이를 위하여 IPv4/IPv6간의 이전 시나리오를 정리하고 분석하였고 분석된 결과를 바탕으로 이전의 필수 요소인 프로토콜 변환기를 제시하였다. 제시된 IMS 프로토콜 변환기는 IMS-ALG(IP Multimedia Subsystem - Application Level Gateway)기능과 TrGW(Translation Gateway)의 기능들로 구성되었고 이들 구성요소를 구현하고 실험을 통하여 이들의 적합성을 검증하였다.

Abstract

In this paper, we propose an architecture for communication between the IPv4-based UA and the IPv6-based UA in IMS based Mobile Networks, and design and implement the IMS protocol Translator for verification of the architecture. For the design of the internetworking between the IPv4 and the IPv6, we analyze the transition mechanisms and investigate the protocol translator. The IMS protocol translator is composed of the IMS-ALG(IP Multimedia Subsystem - Application Level Gateway) and TrGW(Translation Gateway), and the conformance of these components are verified by experiments.

Keywords : IPv6 이전 기술, IMS(IP Multimedia Subsystem), NAT-PT(Network Address Translation- Protocol Translation)

I. 서 론

최근 이동통신과 인터넷의 급격한 발전과 융합은 이동통신망의 가입자에게도 다양한 형태의 IP기반망에서 제공되던 멀티미디어 서비스를 가능하게 하고 있다. 이를 위한 3GPP의 표준은 R5(Release 5) 규격에서부터 IMS를 제시하고 있고 R6 규격을 통해 확장되어 현재는 R7 규격 제정을 진행중에 있다^[1].

이러한 IMS기반의 이동통신망에서 IP 프로토콜은 기존의 IPv4과 새로이 주소확장을 위해 개발된 IPv6가 혼

재하는 형태로 구축될 것으로 예상된다. IPv6의 주소체계의 사용은 NAT(network address translator)와 같은 변환 장치 없이도 모든 인터넷 단말에 고유주소를 할당하여 종단간 투명성을 유지 시켜줄 것이나 완벽하게 IPv6만을 사용하게 되는 시기로 가기 전 상당기간동안 IPv4가 공동으로 사용되게 될 것으로 전망되고 있다.

이런경우 IPv4, IPv6간의 상호 통신 문제를 해결하기 위해 NAT-PT(network address translator-protocol translator) 와 같은 변환 장치가 필요하게 되고 이는 나아가 IMS기반 서비스 신호메세지의 종단 간 투명성을 위한 별도의 기능이 요구되게 된다^[2].

본 논문에서는 IMS 기반 이동통신망 환경에서 IPv6/v4 이전 기술의 적용과 이때 사용될 IPv6/v4 변환 장치로 인해 발생하는 종단간 투명성 해결방안을 제시하고 이를 실험을 통해 구현, 분석한다.

* 학생회원, ** 종신회원, 송실대학교 정보통신공학과 (Department of Information and Communications Engineering, Soongsil University) 교신저자
* 본 논문은 정통부 BcN Engineering ITRC 지원의 결과임.
접수일자: 2006년10월10일, 수정완료일: 2006년11월18일

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 IMS 기반 이동통신망에서의 IPv6 적용 시 기존의 IPv4 기반 환경에서 IPv6 환경으로의 이전 시나리오들을 분석하고 III장에서는 IPv4 IMS 망과 IPv6 IMS 망간의 연동에 필수적인 IMS 프로토콜 변환기의 설계 및 구현 내용을 설명한다. IV장에서는 실험을 바탕으로 구현된 내용을 분석하고 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. IMS(IP Multimedia Subsystem) 에서의 IPv6 이전 시나리오

그림 1은 기존 IPv4기반의 IMS 네트워크와 일반 IPv6 기반 유선인터넷의 VoIP 서비스간 연동 구조이다.

IMS는 SIP 신호프로토콜을 기반으로 이동통신망에 적합하도록 보완된 프로토콜을 사용하고 있으며 종단 단말 간에 협상할 미디어 세션 정보에 대한 기술은 SDP(Session Description Protocol) 프로토콜을 사용하고 있다. IPv4 IMS 기반망을 IPv6 기반의 유선 VoIP

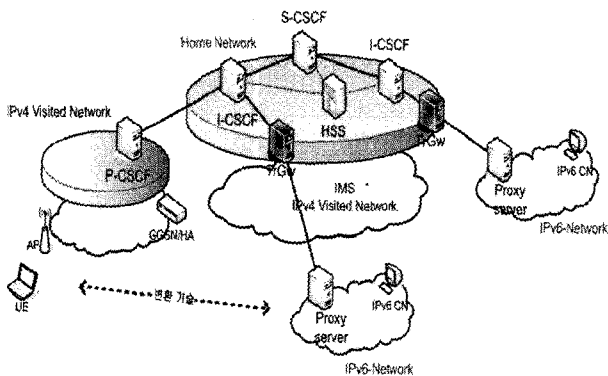


그림 1. IPv4기반 IMS과 IPv6기반 일반 VoIP 네트워크 간의 연동 구조

Fig. 1. Interworking Architecture between IPv4 based IMS and IPv6 based normal VoIP Network.

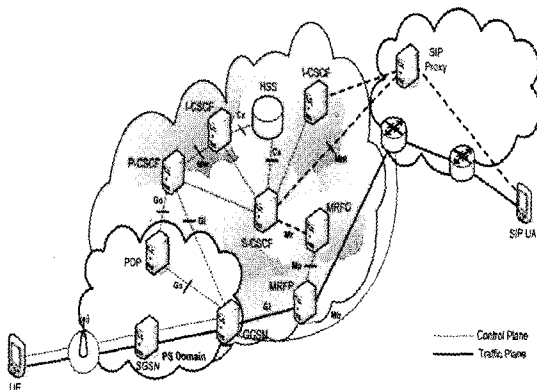


그림 2. IMS 연동 모델

Fig. 2. IMS interworking model.

망과 연동시키기 위해서는 그림 2와 같은 구조를 따르게 된다. 이때 신호레벨에서는 IMS-ALG (IMS-Application Level Gateway)와 데이터 계층에서는 TrGW(traslation gateway)가 필요하게 된다^[2]. 이러한 연동 기반 구조하에 단계별 연동 방식을 고찰하면 다음과 같다.

가. IMS 연동 시나리오 1

그림 3은 기존 IPv4로 IMS가 구성된 네트워크의 IPv4 UE(User Equipment)와 외부 IPv6 VoIP를 지원하는 UE간 통신과정을 보여주고 있다. 이 시나리오에서 IPv4 IMS네트워크와 IPv6 노드 간에 서로 다른 프로토콜이 존재하기 때문에, SIP 와 SDP는 IMS-ALG를 통하여 변환하고 User 데이터는 TrGW를 이용하여 변환한다. 그리고 유선 인터넷망의 터미널이 SIP 확장 기능을 지원하지 않을 때 B2BUA Proxy를 이용한다. 이는 IPv4로 구성된 IMS 망에서 IPv6와 연동을 위한 가장 초기의 단계의 연동 시나리오이다.

나. IMS 연동 시나리오 2

두 번째 단계는 IMS 네트워크가 IPv4/IPv6 듀얼 스택 구조로 확장되었을 때 외부 IPv6를 지원하는 UE와

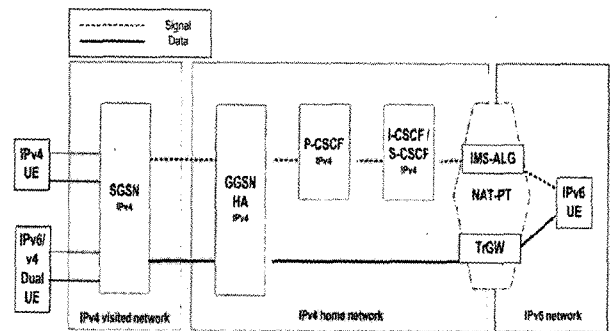


그림 3. IMS IPv6 이전 시나리오 1

Fig. 3. Transition scenario 1 of IMS IPv6.

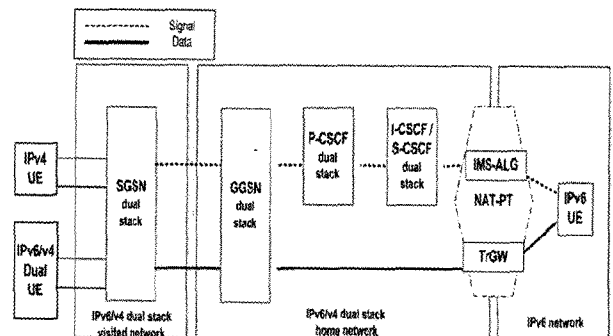


그림 4. IMS IPv6 이전 시나리오 2

Fig. 4. Transition scenario 2 of IMS IPv6.

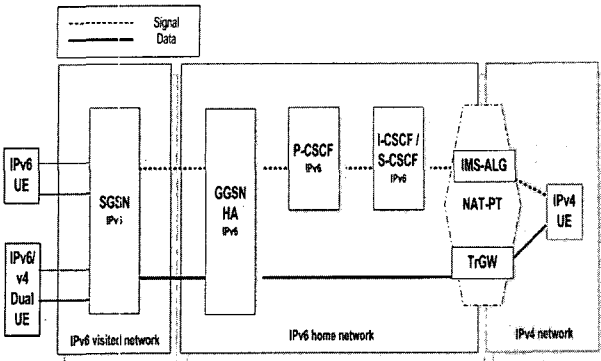


그림 5. IMS IPv6 이전 시나리오 3
Fig. 5. Transition scenario 3 of IMS IPv6.

의 연동을 위한 시나리오이다. All-IPv6 IMS 로 가는 과도기 시나리오로써 IMS-ALG와 TrGW 기능은 IPv4/IPv6 IMS망에 접속된 IPv4 only UE를 수용하기 위해서 필요하게 된다.

다. IMS 연동 시나리오 3

마지막 세 번째 단계는 IMS망이 IPv6로 완전히 이전 되어 구성될 경우의 시나리오이다. 이 경우에 IPv6가 가능한 IMS UE가 외부 인터넷상의 IPv4-only 노드와 통신을 하는 경우가 존재하게 되어 역방향으로의 IMS-ALG, TrGW가 요구되게 된다.

이상의 시나리오들로부터 공통으로 IMS-ALG, TrGW 의 기능이 필요함을 볼 수 있어 이에 대한 상세 설계 및 구현 실험을 다음절에서 수행하였다.

III. IMS에서의 IPv4/IPv6 프로토콜 변환기 설계

IPv4 네트워크와 IPv6 네트워크간 SIP 메시지를 서로 인식할 수 있도록 하기위해선IMS-ALG를 통한 SIP 메시지의 변환이 이루어져야 한다. SIP 메시지를 변환할 때 가장 중요한 부분이 주소를 포함한 필드 영역이다. IPv4 주소와 IPv6 주소 영역은 서로 다른 구조를 가지고 있어 서로 인식할 수가 없다. SIP에서는 또한 SDP를 이용하여 멀티미디어 교환을 위한 IP 주소와 포트 번호를 명시하게 된다. 이부분도 Translator를 통과할 때 변환이 요구된다. 이 밖에 컨택트(Contact) 헤더, 경로 기록 헤더(Record-Route), SIP URL, Via 헤더, Call-ID, To와 From 등이 사용자나 프록시 등의 고유한 주소나 이름을 포함하고 있으며 각 도메인에 적합한 형태로 변환되어야 한다. 그림 6은 IMS-ALG와 TrGW 로 구성된 IMS 프로토콜 변환기의 구성요소를 보여주고 있다.

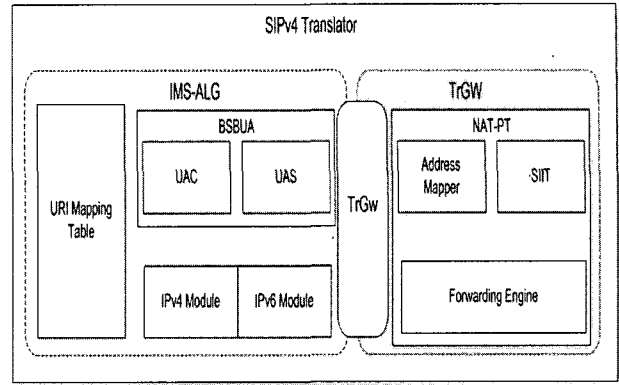


그림 6. IMS 프로토콜 변환기의 구조
Fig. 6. Architecture of IMS protocol translator.

IMS-ALG는 SIP, SDP와 같은 시그널 메시지를 변환시키는 기능을 담당하는 부분으로써 IPv4 모듈과 IPv6 모듈, B2BUA(back-to-back UA), URL mapping table 그리고 TrGW과 정보 교환을 위한 TrGW Client 로 구성된다. IPv4 모듈과 IPv6 모듈은 각각 IPv4 , IPv6 소켓을 바인딩 하는 역할 뿐만 아니라 IPv4, IPv6 네트워크로부터 오는 패킷들에 대해 처리를 담당하고 있다. IPv4, IPv6 모듈과 더불어 작동하고 있는 B2BUA 은 UAS(User Agent Server)와 UAC(User Agent Client)의 기능을 포함하고 있다. 예를 들면 IPv4와 IPv6 SIP UA간에 SIP 세션이 끊어졌을 경우 기존에 IMS-ALG 속에 존재하는 URL -mapping table의 정보를 참조하여 B2BUA는 깨진 세션을 다시 복구하는 기능을 담당하고 있다. 이때 URL-mapping table에는 SIP 헤더필드, Call-ID, From, To, 그리고 Via 값이 IPv4와 IPv6 간 맵핑된 정보들이 존재한다. 이를 통해 IMS-ALG는 TrGW Client를 이용하여 TrGW 데몬에게 IP 정보와 포트 정보를 알리게 된다.

TrGW는 RTP 패킷을 변환시키는 기능을 담당하며 크게 TrGW 데몬과 NAT-PT (Network Address Translation - Protocol Translation)로 구성되어있다. NAT-PT는 SIIT(Stateless IP/Internet control Message protocol Translation)과 Address Mapper와 Forwarding engine 모듈로 나누어져있다^{[3]-[5]}.

그림 7은 IMS-ALG의 전체 기능 구조를 나타낸 것이다. 먼저 IPv4와 IPv6 모듈로 들어온 패킷에 대해서 패킷의 발생지의 주소와 포트번호를 분석하여 SIP 메시지인지를 분별하게 된다. SIP 메시지는 디폴트 포트 번호를 5060을 사용하므로 쉽게 판가름 할 수 있다. 만약 SIP 서버에 자신의 주소와 포트 번호를 등록한 UE 로부터 발생된 SIP 메시지라면 디폴트 포트 번호로 사

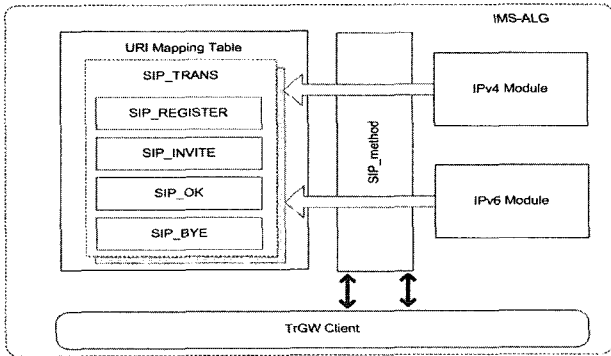


그림 7. IMS -ALG의 전체 구조
Fig. 7. Entire Architecture of IMS-ALG.

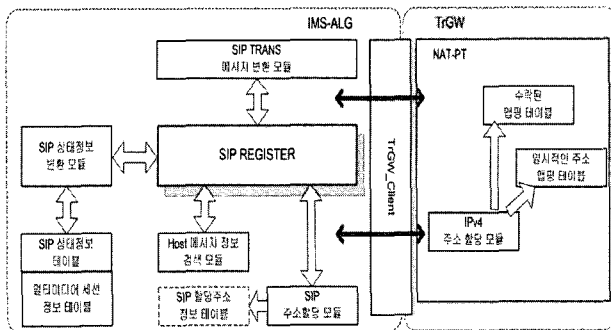


그림 8. SIP_REGISTER 메시지 처리 모듈
Fig. 8. SIP_REGISTER Message Processing Module.

용하지 않을 수도 있다. 즉, 기존에 맵핑된 테이블을 검색하여 UE의 SIP 메시지인지를 확인 할 수 있다. 또한 TrGW Client를 통해서 TrGW 데몬과 함께 NAT-PT의 맵핑 테이블의 저장된 정보 교환도 이루어진다. 그림 8 - 그림 10은 SIP-Tran. 구성부분의 각 메소드별 처리 구조를 나타낸 것이다. 그림 8의 REGISTER 메시지의 처리 모듈은 메시지 내부의 Via 필드, From, To, Contact 필드 등에 포함된 호스트 주소 정보와 포트 번호 그리고 갱신 시간 정보를 추출하여 TrGW Client를 통해 TrGW 에서의 NAT-PT 모듈에 있는 IPv6 주소 할당 모듈로부터 IPv6 글로벌 주소를 할당 받을 수 있도록 한다.

할당이 성공적으로 이루어지면 SIP_REGISTER로 할당된 글로벌한 주소와 포트 번호를 전달하고 임시적인 SIP 할당 주소 테이블에 이 맵핑 정보를 저장한다.

그림 9는 이어 INVITE 메시지를 처리하는 모듈의 동작을 보여준다. 이 모듈은 REGISTER 모듈과 같은 구조로 되어있으나 SDP에 대한 할당 주소 정보 테이블이 더 추가가 되었다. SIP INVITE 메시지를 전달받으면 호스트 메시지 정보 검색 모듈을 통해서 메시지의 호스트 정보를 추출한 후 이전에 REGISTER 메시지를 통해 공유한 글로벌 주소의 UE인지를 SIP 할당주소 정보 테

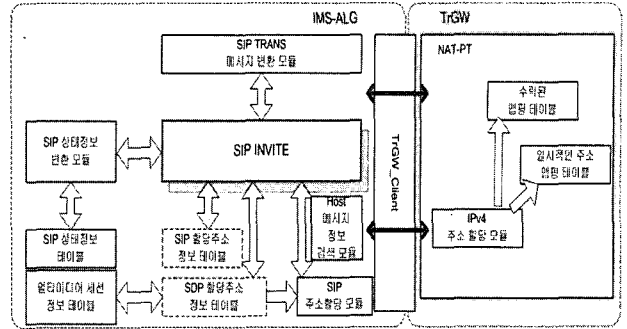


그림 9. SIP_INVITE 처리 모듈
Fig. 9. SIP_INVITE Processing Module.

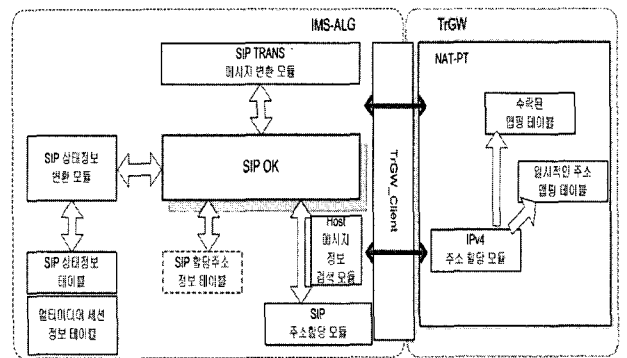


그림 10. SIP_OK 처리 모듈
Fig. 10. SIP_OK Processing Module.

이블을 통해 확인한다. 이 때 맵핑 테이블에 UE에 대한 정보가 이전에 등록이 된 UE이라는 것이 확인 되면 IMS-ALG는 SIP_INVITE의 SDP에 포함되어있는 UE에 대한 정보를 추출한다. SIP_INVITE는 SDP의 'm' 필드를 포함하여 멀티미디어 세션 정보에 대한 주소와 고유한 포트 번호를 할당해줄 것을 요청하도록 한다.

SDP 주소 할당 모듈이 TrGW의 NAT-PT로부터 멀티미디어 세션의 글로벌 주소와 포트번호를 얻어 오면 SIP_INVITE로 전달한다. SIP_INVITE는 이 정보를 SIP 상태 정보 변환 모듈로 전달하여 SIP 상태 정보 테이블과 멀티미디어 세션 정보 테이블에 저장한다. SIP 상태 정보 테이블과 세션 정보 테이블은 서로 연결되어 있어 Call ID를 참고로 멀티미디어 세션에 할당된 주소와 포트를 검색 할 수 있도록 하였다.

이어서 그림 10의 200 OK 메시지를 수신에 따른 처리 모듈은 메시지의 Call ID를 SIP 상태 정보 변환 모듈로 전달하여 SIP UE 상태 정보 테이블에 저장된 상태 정보가 REGISTER인지 INVITE인지를 검색 후 SIP OK 모듈을 호출한다. 이전의 상태 정보가 REGISTER 일 경우 상태정보를 200 OK로 재설정하고 이 테이블에 저장된 정보와 200 OK 메시지에 포함되어있는 UE의 정보를 이용하여 이전에 일시적인 SIP 할당 주소 테이블

블에 저장하였던 주소 정보를 검색하여 추출한 뒤 SIP 할당 주소 테이블에 저장하고 일시적인 할당 주소 테이블을 제거한다. SIP 할당 주소 테이블에 재 저장할 경우 이전에 REGISTER 메시지에 포함되었던 타이머 값을 주어 이 타이머가 갱신되면 할당된 주소 정보가 자동적으로 해제되도록 한다. 이전의 상태 정보가 INVITE일 경우 상태 정보를 200 OK로 재설정하고 이 테이블에 저장된 정보를 이용하여 이전의 일시적인 SDP 주소 할당 테이블을 제거하고 SDP 주소 할당 테이블로 다시 저장하도록 한다.

IV. IMS 프로토콜 변환기 구현 및 실험

설계된 IMS 프로토콜 변환기는 리눅스 기반 환경에 구현하여 동작을 실험하였다.

그림 11은 IMS-ALG를 통한 메시지 흐름도를 보여 주고 있다.

실험에서는 IPv4 노드가 IMS ALG를 거쳐 IPv6 도메인에 있는 SIP 서버로 REGISTER 메시지를 전송하여 서버에 자신의 정보를 등록하는 과정에서의 메시지 처리와 다른 IPv6 노드와 INVITE 메시지 교환에 대한 동작을 살펴보았다. 먼저 IPv4 노드에서 발생한 INVITE 메시지가 IMS ALG를 통해서 적절하게 변환되어 IPv6 도메인에 서버가 인식할 수 있는지를 확인 하였다. 그림 12는 실험에서 캡처된 INVITE 메시지의 변환 내용을 보여주고 있다.

메소드의 정보에서 그림 12의 IPv4 INVITE 메시지의 정보에서 (c=)Connection Information 가 IN IP4 220.70.2.100 이라는 사실을 알 수 있다. 또한 (m=)media Description 정보 또한 audio 32786 라는 정

보를 알 수 있다. 그림 13의 변환된 IPv6 INVITE 메시지에서 IPv4의 주소가 아닌 Connection Information 정보는 SIPv4 Translator의 IPv6의 주소인 2001:1000::1로 변환되었고, media Description 정보는 35022 라는 값으로 변환되었음을 알 수 있다. 각각 REGISTER, INVITE, 200 OK, BYE는 각각 IMS-ALG와 TrGW 를 통하여 (c=)Connection Information 정보와 (m=)media Description 뿐만 아니라 NAT-PT에 의해 SIP 헤더도 적절히 변환되었음을 알 수 있었다.

위의 구현된 IMS-ALG의 지연시간을 고찰하기 위해 기존 IPv4 UA간의 처리 시간과 IPv4 UA와 IPv6 UA 간 통신에서의 지연시간을 비교측정 하였다. 측정은 각각의 Call Setup 메시지에서 INVITE 메시지를 기준으로 반복실험을 통해 평균값을 구하였다. 실험결과 IPv4 UA와 IPv6 UA간 걸린 지연 시간은 평균 6.591ms로

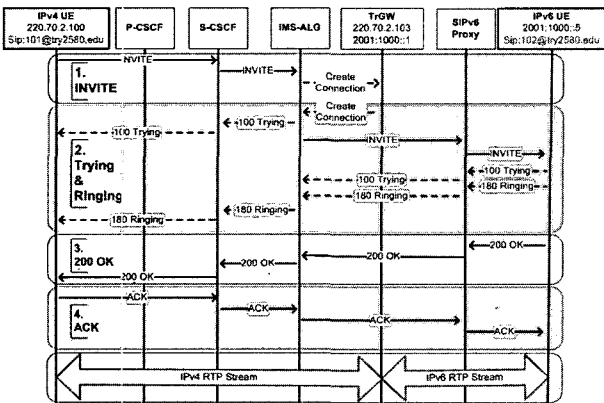


그림 11. IMS-ALG를 통한 SIP 연결 흐름도
Fig. 11. SIP Connection Flow through IMS-ALG.

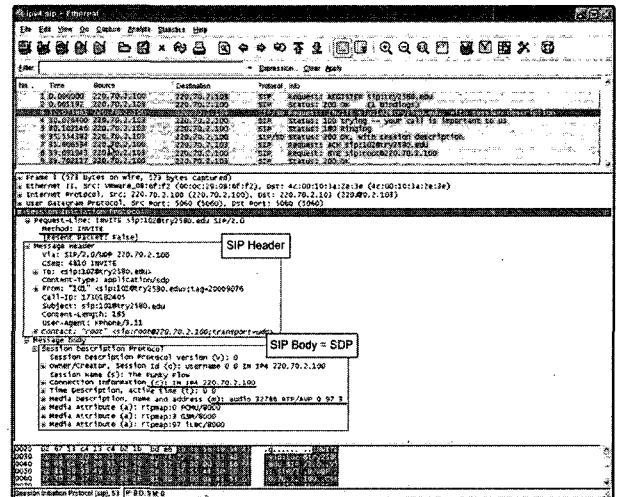


그림 12. INVITE IPv4 UA 메시지
Fig. 12. INVITE IPv4 UA message.

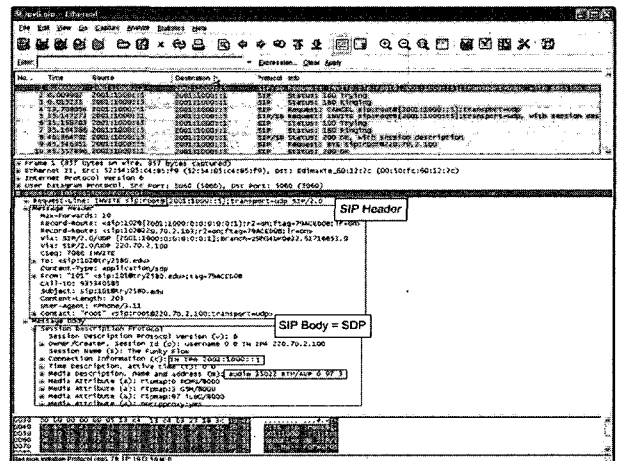


그림 13. INVITE IPv6 UA 메시지
Fig. 13. INVITE IPv6 UA message.

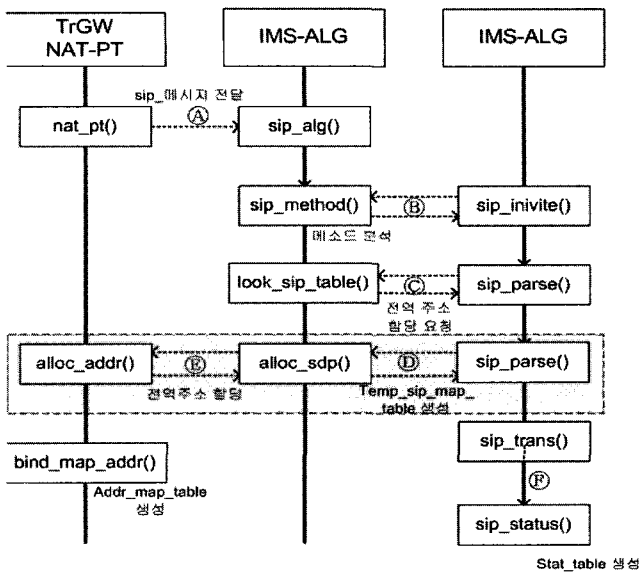


그림 14. TrGW 와 IMS-ALG 의 처리 지연 요소
 Fig. 14. Processing latency point TrGW and IMS-ALG.

IPv4 UA간의 평균 4.878ms 지연시간보다 증가된 것을 볼 수 있었다. 이렇게 증가된 증가시간은 추가 변환 작업으로 인한 것으로 세부적인 지연요소는 다음과 같이 분석되었다.

그림 14에서와 같이 TrGW NAT-PT와 IMS-ALG의 처리 지연 요소는 첫째 TrGW에서의 SIP 메시지 인식, 둘째 IMS-ALG에서의 각 메시지에 따른 정보 테이블 형성, 셋째 TrGW를 통한 전역 주소 및 포트 할당, 넷째 SIP 헤더 변환 및 SDP 데이터 변환등으로 구성된다. 이중 기존 IPv4 UA간 통신에 있어서도 첫 번째 요소와 두 번째 요소는 공통사항이나 세 번째와 네 번째는 IPv4/IPv6간 변환을 위해 추가된 요소이다. 이중에서도 구현상에선 IPv6로 변환을 위한 SIP 메시지에 따른 테이블 형성 및 SIP 헤더와 SDP 바디의 IPv6로 변환을 위한 TrGW로의 호출 절차가 가장 많은 시간지연 요소이었으나 전체적으로는 큰 지연요소가 아님을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

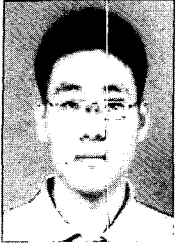
IMS기반의 이동통신망은 유선중심의 NGN(next generation network)에서도 핵심 세션제어 기반으로 채택되어 더욱 중요성이 증가되고 있다. 이와함께 유선인 터넷에서는 주소부족 문제를 위해 개발된 IPv6가 점차 적용되는 상황이다. 그러나 IPv6가 전체 인터넷 망과 단말에 적용되어 사용되는 완전한 IPv6 망이 구성되기 까지 상당한 기간 동안 IPv4 기반의 망, 단말, 응용 등

이 함께 공존하게 될 것이다. 본 논문에서는 IMS 망에서 IPv4를 기반으로 일차 구성된후 유선의 IPv6 기반 단말과 연동하기위한 망구조를 분석하고 이에 필요한 프로토콜 변환기를 설계하고 구현, 검증하였다. 설계된 IMS 프로토콜 변환기는 SIP 및 SDP 시그널 메시지를 변환 시켜주는 IMS-ALG와 RTP와 같은 데이터 메시지를 변환 시켜주는 TrGW로 구성되었으며 설계된 변환 방식을 구현을 통해 검증하고 이때 추가되는 지연요소를 분석하였다. 실험결과 추가된 지연시간은 수용할 수 있는 수준으로서 제안된 구성방법을 통하여 유선인터넷 상의 IPv6 단말과의 점진적인 연동을 이룰 수 있을 것으로 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] TR 23.981, "IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2," March 2005.
- [2] G. Tsirtsis and P. Srisuresh, "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)," IETF RFC 2766, February 2000.
- [3] S. Lee, M-K. Shin, Y-J. Kim, E. Nordmark, A. Durand. "Dual Stack Hosts Using Bump-in-the-API (BIA)," IETF RFC3338, October 2002.
- [4] D. Senie, "Network Address Translator (NAT)-Friendly Application Design Guidelines," IETF RFC3235, January 2002.
- [5] E. Nordmark, "Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT)," IETF RFC 2765, February 2000.
- [6] Whai-En Chen, Chia-Yung Su, and Quincy W., "Porting SIP User Agents to IPv6," 1st ASEAN IPv6 Summit 2003, Malaysia, October 2003.
- [7] Whai-En Chen, Chia-Yung Su, and Yi-Bing Li, "NCTU SLT: A Socket-layer Translator for IPv6-IPv4 Translation," IEEE Communications Letters, 2005.
- [8] Whai-En Chen, Quincy Wu, Yi-Bing Lin, and Yung-Chieh Lo, "Design of SIP Application Level Gateway for IPv6 Translation," Journal of Internet Technology Vol. 5 No. 2, 2004.
- [9] Whai-En Chen and Quincy Wu, "Development and Deployment of IPv6 SIP-based VoIP Networks," IEEE SAINT2005, 2005.
- [10] The Iptel Web Site. <http://www.iptel.org/>.

저 자 소 개



류 승 관(학생회원)
 2004년 송실대학교
 정보통신공학과 학사
 2006년 현재 송실대학교
 정보통신공학과 석사
 2006년 현재 네오웨이브(주)
 연구소

<주관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 무선 네트워크,
 VoIP, IMS>



김 영 한(중신회원)
 1984년 서울대학교 전자공학 학사
 1986년 한국과학기술원
 전기전자공학 석사
 1990년 한국과학기술원
 전기전자공학 박사
 2006년 현재 송실대학교
 정보통신공학과 정교수

2006년 현재 개방형 컴퓨터통신연구회 상임이사
 2006년 현재 통신학회 인터넷 연구회 위원장
 2006년 현재 VoIP포럼 차세대분과 위원장
 <주관심분야 : BcN, IMS, VoIP, QoS, MANET,
 Mobile IP>