

# 셀룰러 망에서 SIP 재전송 간격조절에 의한 성능 개선과 이를 이용한 홈 네트워크 구현

## Improving the Performance of Cellular Network by Controlling SIP Retransmission Time Interval and Implementing Home Network

권경희, 김진희, 고윤미  
단국대학교 전자계산학과 컴퓨터과학

Kwon Kyung Hee(khkwon@dankook.ac.kr), Kim Jin Hee(whitej2@dankook.ac.kr),  
Go Yun Mi(alice8105@dankook.ac.kr)

### 요약

최근 이동통신의 급격한 발전으로 인해 IP를 기반으로 한 네트워크에서 제공되던 멀티미디어 서비스가 이동단말기에서도 가능케 되고 있다. 셀룰러 망에서는 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 SIP(Session initiation Protocol)를 호 설정 프로토콜로 사용하는 추세이다. 그러나 높은 비트 에러율, 좁은 대역폭을 사용하는 셀룰러 망에서 기존 SIP RTI(Retransmission Time Interval : 재전송 타임 간격) 값은 오히려 네트워크 성능을 저하시키고 호 설정 시간을 지연시킨다. 본 논문에서는 시뮬레이터 NS-2를 이용하여 셀룰러 망에서의 호 설정 시간을 최소화하는 적합한 SIP RTI 값을 찾아 성능을 향상하였고 그 값을 적용하여 SIP를 이용한 홈 네트워크를 설계, 구현하였다.

■ 중심어 : | SIP | 이동통신 | 홈 네트워크 |

### Abstract

Recently, due to the rapid advances of mobile communication, multimedia service can be provided by mobile devices. Cellular network tends to uses SIP as a call setup protocol in order to provide various multimedia service to consumers. Cellular network holds the characteristic of higher BER (Bit Error Rate), narrower bandwidth than the wired network. The value of SIP RTI (Retransmission Time interval) based on the wired network decreases a network efficiency and increases a call setup delay over cellular network. By using NS-2 simulator, we show new SIP RTI value adequate over cellular network. We design and implement home network by using the modified SIP that is suitable for cellular network.

■ keyword : | SIP | Wireless Cellular Network | Home Network |

## 1. 서론

최근 이동단말기는 IP 전송 프로토콜을 기반으로 하

는 다양한 타입의 패킷 기반 서비스를 동시에 제공할 수 있게 되었다. 즉, 음성, 영상 등 실시간 서비스와 파일전송, 이메일, 단문 메시지의 비 실시간 서비스를 동

\* 본 연구는 2006년도 단국대학교 대학 연구비의 지원으로 연구되었습니다.

접수번호 : #071031-004

접수일자 : 2007년 10월 31일

심사완료일 : 2007년 12월 06일

교신저자 : 고윤미, e-mail : alice8105@dankook.ac.kr

시에 사용할 수 있게 되었다. 따라서 이동단말기에서 사용되는 많은 프로토콜과 결합하여 다양한 서비스들을 만들기 위해 SIP를 호 설정 프로토콜로 사용한다.

SIP(Session Initiation Protocol: 호 설정 프로토콜)[1][9]은 각 종단 단말간의 호 설정을 위한 시그널링 프로토콜로서 하부 프로토콜에 독립적이다. 더욱이 텍스트 기반으로 확장이 용이하다. 이러한 이점들 때문에 차세대 네트워크는 SIP를 호 설정의 표준으로 정하는 방향으로 진행되고 있다. SIP는 UDP 전송 프로토콜을 사용할 때 신뢰적인 데이터 전송을 위해 어플리케이션 레벨에서 재전송 메커니즘을 이용한다. 기존의 홈 네트워크 시스템에서는 각각의 기기마다 IP등의 네트워크 설정을 통해 서버에 접속하는 서버/클라이언트 모델을 채택하였다. 서버/클라이언트 모델은 각 기기들이 이동하여 네트워크 환경이 변화하였을 때 다시 설정을 변경해야 하는 불편함이 내재되어있다. 이러한 문제점을 해결하고자 SIP를 이용하여 이동성이 지원되는 홈 네트워크 시스템을 구축하였다. 본 논문에서는 홈 네트워크 시스템은 맥 외의 셀룰러 망과 맥내의 LAN이 통합된 유·무선 환경에서 휴대전화와 가전제품이 통신하게 구현되었다. 이 때 좁은 대역폭과 높은 비트 에러율을 갖는 셀룰러망은 잦은 재전송을 통해 패킷 손실을 최소화해야 한다. 그러나 기존의 SIP RTI(Retransmission Time Interval: 재전송 타임 인터벌)값은 500ms로 정해져 있다. 이는 SIP RTI값이 유선망을 중심으로 설계되었기 때문에 셀룰러 망에서는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 셀룰러 망에서 적합한 SIP RTI값을 제시하고 이를 시뮬레이션을 통해 확인한다. 그 후 그 값을 홈 네트워크 시스템의 셀룰러 망에 적용하고 유선망에는 표준 SIP RTI 값을 적용하여 실제로 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SIP 호 설정과정에서 사용되는 RTI값이 셀룰러 망에 적용될 때 문제점을 살펴본 후 해결방안을 제시한다. 3장에서는 제안한 SIP RTI 값과 기존의 SIP RTI 값을 시뮬레이션을 통해 성능을 비교하였다. 4장에서는 적합한 SIP RTI 값을 유·무선 혼합 망에 각각 적용하여 홈 네트워크 시스템을 설계, 구축하였다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대해서 살펴본다.

## II. 연구배경

SIP 호 설정 시 INVITE, 200 OK, ACK 인 3-way handshake과정으로 이루어진다. SIP에서 UDP(User Datagram Protocol)전송 프로토콜을 사용하여 INVITE 메시지를 보낼 때 일정한 시간 간격을 두고 백-오프 방법으로 재전송한다. 클라이언트가 서버에게 보낸 최종 응답(Final Response) 또는 임시응답(Provisional Response)를 받거나 7개의 요청 메시지 패킷을 모두 전송하고 나면 재전송을 중단하고 호 설정 과정을 멈춘다. 임시 응답 메시지는 INVITE 메시지를 받은 UAS(User Agent Server)에서 200ms 이후에 최종 응답 메시지를 UAC(User Agent Client) 보내게 될 때 사용된다. 임시응답의 역할은 UAC가 최종응답을 받지 못한 상태에서 INVITE 요청 RTI(Retransmission Time Interval)값이 종료되어 패킷을 재전송하지 못하게한다. 이에 불필요한 패킷 전송을 막아 네트워크 체증상황을 피한다.

[그림 1]은 UAC에서 INVITE 메시지를 보낼 때 첫 번째 패킷이 손실되어 최종 응답 또는 임시응답이 도착하지 않는 경우이다. 이 때 SIP RTI값이 종료되어 패킷을 재전송한 후 호 설정이 이루어지는 과정이다.

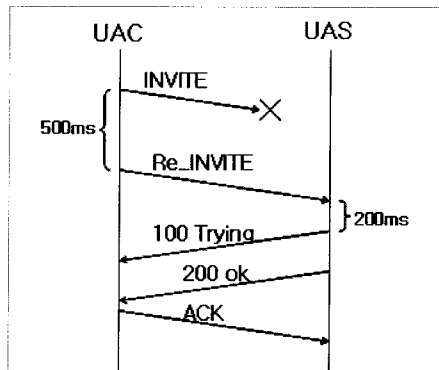


그림 1. 호 설정방법

SIP은 유선망을 대상으로 하여 설계 되었지만 점점 셀룰러 망까지 그 사용 범위가 확장되고 있다. 본 연구

는 유선망 기준으로 설정된 SIP RTI 값이 셀룰러 망에서 적용됨으로서 호 설정 시간을 지연시키는 문제점을 개선시키기 위해 시작되었다. 셀룰러 망에서는 비트 오류나 전송지연으로 인해 유선망 보다 패킷이 손실되는 경우가 많으므로 재전송이 자주 일어난다[2]. 현재 유·무선 혼합 망에서 SIP사용 시 무선망에서 높은 비트 오류와 전송지연 특징을 고려하지 않고 기존의 유선망 중심으로 구현된 SIP RTI 값인 500ms 사용한다. 그 결과 MH(Mobile Host:이동 호스트)들이 재전송이 필요한 경우 긴 RTI 값 때문에 호 설정 시간을 지연시키는 문제점이 있다[3-6]. 따라서 위와 같은 상황을 고려한다면 유선망과 무선망을 분리하여 적합한 SIP RTI 값을 설정한다면 네트워크 성능 향상을 도모할 수 있다.

### III. 시뮬레이션 및 성능분석

본 논문에서는 네트워크 시뮬레이터인 NS-2[7]을 이용하여 기존의 RTI 값과 제안한 RTI 값을 비교, 평가하였다.

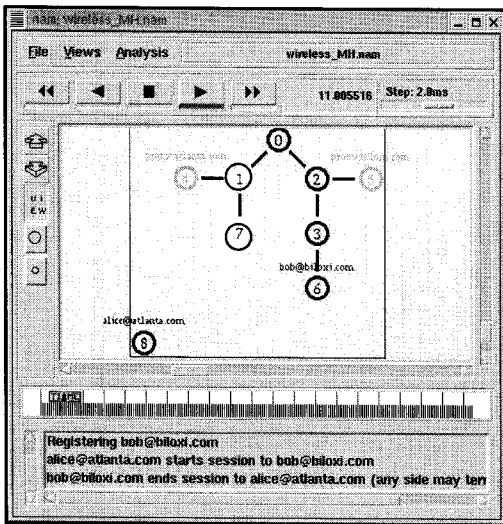


그림 2. 네트워크 모델

[그림 2]는 시뮬레이션에 사용된 네트워크 모델이다. 9개의 노드가 위치하고 있고 8번 노드는 UAC이고, 6번

노드는 UAS이다. 4번과 6번 노드는 프록시 서버, 등록 서버, 도메인 서버 역할을 하고 0번, 1번, 2번, 3번 노드는 라우터 역할을 한다. 본 논문에 시뮬레이션은 NS-2.27 시뮬레이터를 사용하였으며 MH인 8번 노드와 FH(Fixed Host:고정호스트)인 6번 노드는 UDP위에 SIP 모듈을 이용하여 호 설정을 한다. 시뮬레이션에서 무선구간은 CDMA2000 환경으로 무선 링크 대역폭은 144kbps, 무선 링크 지연을 10ms 가정하고 무선구간의 BER(Bit Error Rate)는 3G의 규정 범위를 맞추어  $10^{-3}, 10^{-6}$ [8]경우로 나누어 실험하였다. 또한 MH와 BS(Base Station:기지국)의 무선구간의 거리는 500m을 기준으로 한다. 시뮬레이션에 사용된 유선 링크 지연 및 대역폭 그리고 무선 구간의 대역폭과 지연 등 [표 1]에 나타난 바와 같다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설정값
Simulator	NS-2.27
Application	FTP, CBR, SIP
Wired 링크 전송속도	10Mbps
Wired 링크 지연	10ms
CDMA2000 링크 전송 속도	144kbps
CDMA2000 링크 지연	10ms
BER	10 <sup>-9</sup> ~10 <sup>-6</sup>
시뮬레이션 시간	50s

시뮬레이션에서 호 설정 과정은 MH인 8번 노드와 FH인 6번 노드는 각 도메인에 맞는 등록 서버에 자신의 AOR(Address-of Record) URI(Uniform Resource Identifier)와 접속 주소에 대한 정보들을 기록한다. 그 후 MH간 FH간의 호 설정 과정이 이루어진다. 시뮬레이션 총시간은 50초로 하였으며 이동속도를 도보(1m/s)에서 차량(25m/s)인 경우로 다양하게 실험하였다. 또한 테스트 시간동안 MH에서 FH로 FTP, CBR, SIP 트래픽을 생성하여 네트워크 이용률을 10%정도로 유지하였다.

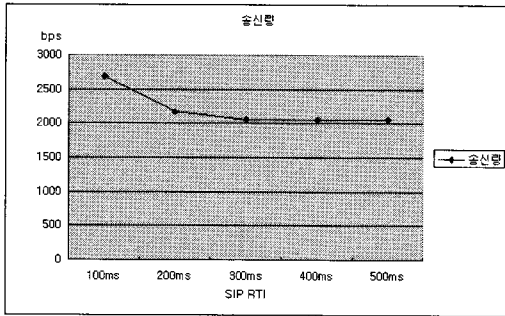


그림 3. SIP RTI 값에 따른 MH의 송신량

[그림 3]은 SIP RTI값이 변함에 따른 MH의 송신량이다. 송신량은 MH에서 SIP 프로세서 서버로 보내는 SIP 패킷의 총양을 의미한다. MH에서 BS간의 거리를 100m, 200m, 300m, 400m, 500m로 변경하면서 실험하였고 이때 비트 에러율은  $10^{-3}$ 부터  $10^{-6}$ 까지이다. 각 실험에서 나타난 송신량은 같음을 보였다. [그림 3]에서 보면 SIP RTI 값이 작을 때에는 빈번한 재전송이 이루어져 오히려 트래픽 양이 증가하게 된다. 이러한 빈번한 재전송은 불필요한 패킷을 발생시켜 네트워크 혼잡이 유발시킨다.

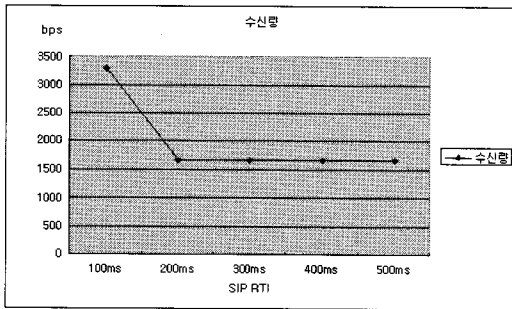


그림 4. SIP RTI 값에 따른 FH의 수신량

[그림 4]는 SIP RTI 값이 변함에 따른 FH의 수신량이다. MH에서 BS간의 거리를 100m, 200m, 300m, 400m, 500m로 변경하면서 실험하였고 이때 비트 에러율  $10^{-3}$ 부터  $10^{-6}$ 까지이다. 각 실험에서 나타난 수신량은 같음을 보였다. [그림 4]에서 보면 SIP RTI값이 100ms로 작을 때에는 불필요하게 재전송된 패킷을 FH에서 받는 것을 볼 수 있었다.

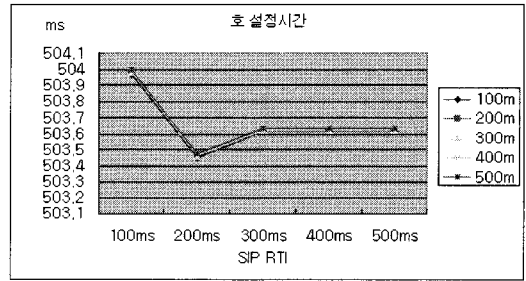


그림 5. SIP RTI 값에 따른 호 설정 시간

[그림 5]는 SIP RTI값이 변함에 따른 호 설정시간이다. 여기서 호 설정시간이란 UAC에서 INVITE 메시지를 보낸 시간부터 UAS에서 확인응답을 받은 시간까지를 의미한다. [그림 5]에서 보면 SIP RTI값이 200ms 일 때 가장 짧았다. 기존에 500ms로 설정 되어있는 SIP RTI값은 유선망을 기준으로 설정되었다. 때문에 MH에서 BS까지의 유선망에 비해 짧은 무선망 지연시간과 높은 비트 에러율을 고려한다면 CDMA2000망에서는 SIP RTI값은 기존의 500ms보다 짧아야한다. 그러나 SIP RTI 값이 100ms 미만으로 작을 때에는 오히려 MH에서 빈번한 재전송이 일어나 네트워크가 혼잡하게 되고 호 설정시간 또한 길어짐을 볼 수 있었다. SIP RTI 값이 200ms에서부터500ms 사이에는 FH의 수신량이 같다. 즉 200ms에서부터500ms사이의 SIP RTI 값을 설정할 때에는 불필요한 패킷 전송이 없음을 알 수 있다. 그러나 SIP RTI값이 300ms에서부터500ms로 설정된다면 패킷 손실로 재전송이 일어나야 할 때 재전송 간격이 길어져 호 설정시간을 지연시키는 문제점이 있다. 따라서 SIP RTI값이 200ms 일 때 가장 적합하다고 볼 수 있다.

[그림 6]은 이동속도를 도보(1m/s)로 하는 경우에서부터 차량(10m/s에서25m/s까지)의 이동까지 고려한 시뮬레이션의 결과이다. RSIPRTI(Regular SIP RTI)란 기존의 SIP RTI값인 500ms을 무선구간에 적용하였을 때이다. MSIPRTI(Modify SIP RTI)란 제안한 SIP RTI 값인 200ms을 무선구간에 적용했을 경우 이다. [그림 6]의 결과는 MSIPRTI값을 적용하였을 때 보다 RSIPRTI값을 적용 하였을 경우 호 설정 시간이 지연됨을 볼 수 있었다.

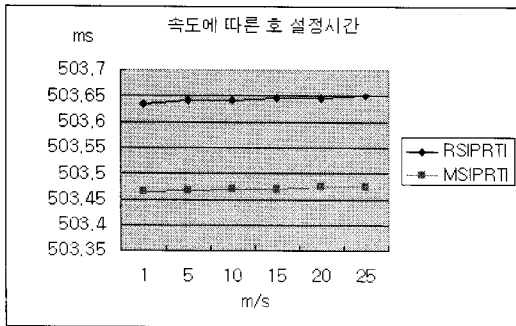


그림 6. 속도에 따른 호 설정시간

MH와 BS간의 SIP RTI 값이 100ms 으로 설정 되었을 경우 빈번히 재전송이 일어나 트래픽이 증가되는 것과 호 설정 시간이 지연되는 것을 확인하였다. 또한 SIP RTI 값이 300에서부터500ms사이 일 때에도 호 설정 시간이 지연되는 것을 확인하였다. 좁은 대역폭을 사용하는 셀룰러 망에서는 너무 짧은 SIP RTI 값은 네트워크 체증을 일으켜 오히려 호 설정시간을 지연시키는 것을 알 수 있었다. 또한 높은 비트 에러율을 갖은 무선망의 특성상 SIP RTI 값이 길게 설정되었을 경우 호 설정 시간이 지연되는 것을 확인할 수 있었다.

따라서 MH와 FH까지 호 설정 시간, 수신량, 송신량을 고려하여보면 CDMA2000의 SIP RTI 값은 200ms 일 때 호 설정시간과 트래픽을 최소화 할 수 있다.

#### IV. 홈 네트워크 시스템의 설계 및 구현

본 논문에서는 SIP를 이용하여 이동성인 지원되는 홈 네트워크 시스템을 설계, 구축한다. 이때 셀룰러 망에 적합한 SIP RTI값인 200ms를 적용하고 유선망에는 표준 SIP RTI 값인 500ms를 적용 하여 호 설정 시 지연시간을 최소화 하였다. 또한 JAIN SIP를 사용하여 이동성이 지원되는 홈 네트워크 시스템을 구축하였다.

##### 1. 홈 네트워크 설계

제안하는 시스템은 소비자가 휴대전화를 통해 이동하면서도 홈 서버에 접속하여 맥 내 가전기기들을 손쉽게

제어할 수 있게 만든다. 맥 내 가전기기들은 고유 SIP ID를 사용하기 때문에 가전기기가 이동하여 다른 IP주소로 접속하여도 고유 SIP ID가 유지되므로 제어 가능하다. [그림 7]은 제안하는 홈 네트워크 시스템의 전체적인 구성도이다.

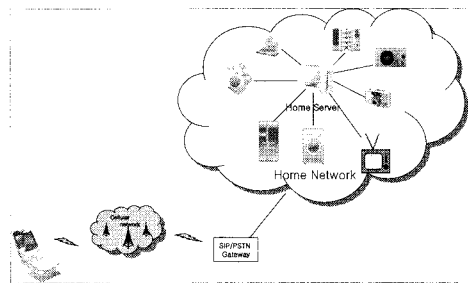


그림 7. 홈 네트워크 시스템 전체적 구성도

제안하는 홈 네트워크 시스템은 먼저 가전기기를 네트워크에 연결한 후 홈 서버에게 자신의 ID와 IP 주소를 전송한다. 홈 서버는 네트워크에 연결한 가전기기의 ID와 IP를 저장한다. 소비자는 셀룰러 망을 통해 홈 서버에 접속하여 가전기기의 고유 SIP ID를 이용하여 제어한다.

##### 2. 홈 네트워크 구현

적합한 SIP RTI 값을 셀룰러 망에 적용하여 홈 네트워크 시스템을 설계 구현하였다. 홈 서버를 RedHat Linux7.1 운영체제에서 JAVA(J2SE 2 SDK 1.4.2)와 JAIN SIP(JAIN SIP API 1.2)[10]을 이용하여 SIP 모듈을 구현하였고 이를 서버에 적용하였다. SIP UA는 윈도우 XP 기반에 JAVA와 JAIN SIP를 이용하여 구현하였다. 실제 홈 네트워크 시스템을 구현하기 위해 가전기기들은 가상으로 PC에 SIP UA 모듈을 추가하여 실험하였다. 또한 휴대전화는 노키아에서 제공하는 MIDP 2.0 phone 에뮬레이터[11]로 CLDC1.1/MIDP 2.0 플랫폼을 사용하고, SIP1.0.1(SIP API for J2ME(JSR 180)Specification)[12]을 이용하여 SIP기능을 제공한다. 즉, 휴대전화와 맥내의 가전기기에 SIP 모듈을 구현하여 적용함으로써 기존 IP 네트워크에서 사용 가능한 가상 SIP통신망을 구축하였다.

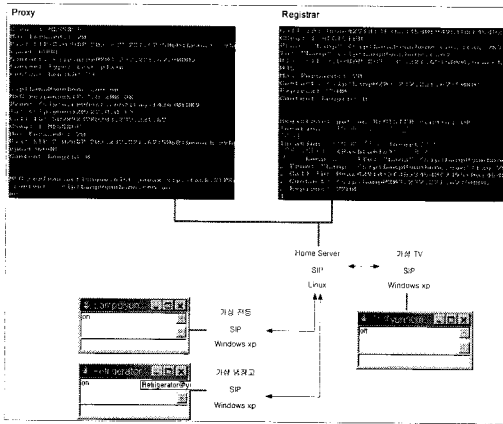


그림 8. 각 가전기와 홈 서버 구현

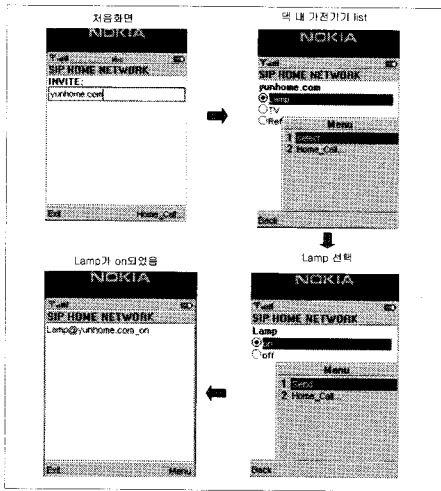


그림 9. 휴대전화 컨트롤러 구현

프록시 서버는 소비자가 맥 내 가전기와 접속할 때 SIP요청 메시지를 받는다. 그 후 location DB에서 요청 URI와 일치하는 AOR(Address-of-Record)URI의 정보를 받아 SIP요청 메시지를 실제 주소로 포워딩한다. 레지스트라 서버는 맥 내 가전기기가 네트워크에 연결될 때 각 기기들의 AOR URI와 접속 주소에 대한 정보들을 DB에 기록한다. DB에 저장된 정보들은 프록시 서버에게 location 서비스 제공을 위해 사용된다. SIP UA는 기존의 가전기기가 본 논문에서 제안하는 홈 네트워크 시스템 환경을 지원하지 않기 때문에 PC를 이용한 에뮬레이터를 구현하여 사용하였다. SIP UA 모듈을 각

가전기기에 에뮬레이터에 적용하여 SIP에서 제공하는 기능을 이용할 수 있게 하였다. [그림 8]은 각 가전기기가 레지스트라에 자신의 location 정보를 저장하는 과정과 휴대전화에 홈 서버 접속하여 각 가전기기를 제어하는 과정이 구현된 실제 모습이다.

[그림 9]는 휴대전화 컨트롤러가 홈 서버에 접속하는 초기화면 모습과 홈 서버에 등록된 가전기기를 중 램플을 선택하여 제어하는 과정이 구현된 실제 모습이다.

## V. 결론 및 향후 과제

현재의 통신망은 유선중심의 망에서 유·무선 혼합 망으로 변화되고 있다. 본 논문에서는 맥 외의 셀룰러 망과 맥내에서의 LAN이 통합된 유·무선 환경에서 MH와 HF 호 설정 시 적합한 SIP RTI 값을 찾으려고 시도하였다. 셀룰러 망에서 비트 에러나 전송지연으로 인해 재전송이 이루어질 경우 기존의 SIP RTI 값은 호 설정 시간을 지연시킴을 볼 수 있었다. 본 논문에서는 셀룰러 망에서 MH에서 BS까지 SIP RTI 값은 200ms으로 적용하였을 때 호 설정 시간을 줄일 수 있음을 확인하였다. 그 값을 토대로 JAIN SIP를 이용하여 이동성을 지원하는 홈 네트워크 시스템을 설계시 셀룰러 망에 적용하였다. JAIN SIP를 이용하여 구축한 홈 네트워크 시스템은 기존의 IP 네트워크 인프라 활용이 가능하여 모든 종류의 디바이스에서 이동성 지원이 가능하다. 더욱이 제한한 홈 네트워크 시스템은 JAIN 기술을 기반으로 두었기 때문에 차세대 네트워크 표준에 부합하는 장점을 가지고 있다. 또한 소비자의 이동성을 보장하기 위해 휴대전화를 이용하여 컨트롤러를 구현하였다. 그 결과 소비자는 언제 어디서든 홈 서버에 접속하여 가전기기를 관리하고 제어할 수 있었다. 제한한 시스템은 향후 가전기들 또는 생활 속 모든 기기들이 IP를 소유하게 된다면 소비자가 원하는 어느 곳이든 적용할 수 있게 될 것이다.

앞으로 연구과제는 유·무선 환경에서 SIP이용하여 호 설정 시 네트워크 성능개선을 위해 개선하는 알고리즘을 연구할 것이다.

참고 문헌

- [1] J. Rosenberg, "SIP : Session Initiation Protocol" IETF RFC 3261, 2002(6).
- [2] HALA ELAARAG, "Improving TCP Performance over mobile networks," ACM Computing Surveys, Vol.34, No.3, pp.357-374, 2002(9).
- [3] A. Kist and R. J. Harris, "SIP Signaling Delay in 3GPP," Proc, Sixth Int'l Symp, Comm, Interworking, pp.211-222, 2002.
- [4] H. Fathi, S. S. Chakraborty, R. Prasad, "Optimization of SIP session setup delay for VoIP in 3G wireless networks," IEEE Trans, on Mobile Computing, Vol.5, No.9, pp.1121-1132, 2006.
- [5] R. Price, "Signaling Compression(SigComp)," RFC 3320, 2003(1).
- [6] B. Dai, F. Wang, K. Jinshui, "Performance analysis of signaling using SigComp scheme in narrowband system," CCNA, Vol.1, pp.376-379, 2006.
- [7] [http:// www.isi.edu/nsnam/ns](http://www.isi.edu/nsnam/ns)
- [8] 배성수, 최규태, 차세대 네트워크 이동통신기술, 세화출판사, p.406, 2006.
- [9] <http://www.cs.columbia.edu/sip>
- [10] The JAIN SIP 1.2 Specification(JSR 32), SUN microsystems.
- [11] <http://www.forum.nokia.com>
- [12] SIPA 1.0.1 Specification(JSR 180), SUN microsystems.

저자 소개

권 경 희(Kwon Kyung Hee)

정회원



- 1976년 : 고려대학교 물리학과 (이학사)
- 1986년 : Old Dominion Univ. Dept. of Computer Science (M.S.)
- 1992년 : Louisiana State Univ. Dept. of Computer Science(Ph.D.)

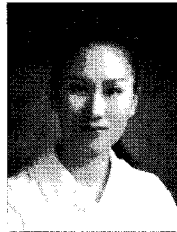
▪ 1979년 ~ 1984년 : 산업연구원 연구원

▪ 1993년 ~ 현재 : 단국대학교 교수

<관심분야> : 컴퓨터 네트워크, 알고리즘 분석 및 설계, 웹 공학

김 진 희(Kim Jin Hee)

정회원

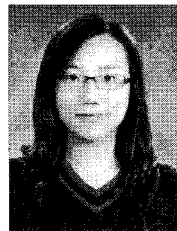


- 1999년 : 한국방송통신대학교 전자계산학과(이학사)
- 2001년 : 단국대학교 전자계산학과 컴퓨터과학(이학석사)
- 2007년 : 단국대학교 전자계산학과 컴퓨터과학(이학박사)

<관심분야> : 컴퓨터 네트워크, TCP/IP, 이동통신

고 윤 미(Go Yun Mi)

정회원



- 2004년 : 단국대학교 전자계산학과(이학사)
- 2007년 : 단국대학교 전자계산학과 컴퓨터과학(이학석사)

<관심분야> : 컴퓨터 네트워크, 무선 네트워크, 이동통신