

# 이동성 예측을 이용한 무선 VoIP서비스의 Hand-off 기법

한상범<sup>o</sup> 서혜숙 이근호 황종선  
고려대학교 컴퓨터학과

hansb@kt.co.kr<sup>o</sup>, suh@kida.re.kr, root1004@korea.ac.kr, hwang@disys.korea.ac.kr

## The Hand-off Technique for mobile VoIP Service Based on Mobility Prediction

Sang-bum Han<sup>o</sup> Heyi-Sook Suh Keun-Ho Lee Chong-Sun Hwang

Dept. of Computer Science & Engineering, Korea University  
1, 5-ga, Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul, 136-701, Korea

### 요 약

최근 무선네트워크의 급속한 확대로 무선인터넷 접속 또한 크게 증가하고 있다. 무선인터넷을 이용하는 Voice over IP 서비스는 IP 기반의 인터넷과 셀룰러 네트워크를 합쳐 놓은 것과 유사하며 모바일 노드의 이동성 확보가 핵심 기술이다. 특히 VoIP 서비스 이용자는 지연이나 끊어짐에 대하여 매우 민감하므로 가급적 지연시간이 적은 핸드오프 기법이 필요하다. 본 연구에서는 무선네트워크를 이용하는 VoIP 서비스 프로토콜 중 하나인 SIP를 기반으로 이동성 관리를 위한 신호의 흐름을 도식하여 발생 가능한 지연의 구성요소를 분석하였으며 핸드오프 지연을 줄이기 위한 Prediction Shadow Registration을 제안하였다.

### 1. 서 론

최근 무선 인터넷에 접속 가능한 정보 단말기(e.g. PDA, Handheld PC 등)의 보급이 급격히 확대되고 있으며 802.11, Bluetooth 등의 여러 가지 무선접속기술을 고려한다면 복합적인 무선통신 인터페이스가 휴대용 정보 단말기에 장착되게 될 것이다. 특히 Wireless LAN은 저렴한 비용으로 최고 11Mbps 급의 고속 무선 데이터 서비스를 제공할 수 있고 AP와 브리지의 설치만으로 쉽게 서비스 제공 영역을 구축할 수 있다. 그러나 이러한 무선접속 기술은 커버리지 및 단말의 이동성이 크게 제한된다는 단점을 가지고 있으므로 모바일 노드에 대한 Seamless mobility의 지원이 중요한 과제로 떠오르고 있다.

원래의 VoIP 프로토콜과 Application은 인터넷 망을 이용하여 음성통신 서비스를 제공 한다는 개념으로 무선인터넷이라는 환경이 고려되지 않았다. 그러나 최근 무선인터넷 접속기술의 발전으로 기존의 VoIP 프로토콜에 대하여 이동성을 지원하기 위한 연구가 진행되고 있다. 무선에서 VoIP 서비스가 실행될 때 가장 큰 문제는 핸드오프가 일어날 때 통화가 끊어지거나 지연으로 인한 무응답 상태가 생긴다는 것이다. 대부분의 음성통신 사용자는 갑작스런 통화의 단절이나 순간적인 무응답 상태를 용납하지 못한다.[1]

현재, VoIP service에 이동성을 부여하기 위해서는 Mobile IP를 Network layer에 적용하는 방안과 H.323 과 SIP(Session Initiation Protocol) 같은 현재의 VoIP protocol을 확장하여 application layer에서 이동성 문제를 해결하는 방안이 있다. 이 논문에서는 SIP만을 고려하였으며 제 2장에서 핸드오프 과정과 지연이 일어나는 요소를 분석하고 제 3장에서 지연을 줄이기 위하여 모바일 노드의 이동여부와 이동방향을 예측하여 미리 주변의 셀에 등록하는 Predictive Shadow Registration을 제안하였고 제 4장에서 결론을 제시하였다.

### 2. 관련연구

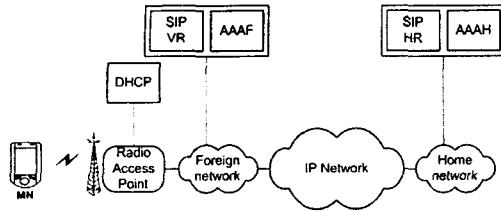
#### 2.1 SIP 개요

SIP는 멀티미디어 통신을 위한 Signalling Protocol로써, 오디오, 비디오, 화이트보드 등과 같은 멀티미디어 회의, 인터넷 텔레포니 등에 적용할 수 있다. SIP는 IETF에 의하여 표준화되었으며 1999년 3월 RFC2543로 확정되었다. SIP는 Client-Server 방식의 프로토콜로써 호 시도자가 상대방을 세션에 참석시키기 위하여 호출하는 형태로 전개되는 프로토콜이다. 또한 멀티미디어 서비스 통신을 위하여 세션에 표현되어야 할 세션 정보들은 SOP(Session Description Protocol)를 이용하여 기술하며 미디어 전송을 위하여 RTP를 사용한다.

#### 2.2 SIP에서의 이동성 지원

SIP는 5개의 기능적인 요소로 구성된다. User agent client, User agent server, Proxy server, Redirect server, 등록 Server로 정의된다. User agent client는 SIP 요청을 하는 구성요소이며, 이에 대한 응답을 하는 것이 User agent server이다. 등록 Server는 사용자가 SIP Server에 등록하는 기능을 가진다. SIP요청을 Server에서 처리하는 방법으로서 Proxy mode와 Redirect mode가 있다. 두 방법의 가장 큰 차이는 호출 받은 수신자가 다른 곳으로 이동하였을 때, 새로운 주소로 다시 INVITE 메시지를 보내는 주체이다. 즉 프록시 모드는 호 요청을 받으면 어떤 Server로 보낼 것인지 결정하고, 헤더를 수정한 후 Forwarding하는 역할을 한다. 따라서 수신자의 주소가 이동된 경우에, 발신자의 메시지를 새로운 주소의 수신자에게 전달해 준다. Proxy server는 User agent server와 기능적으로 유사하나 호 제어 상태 정보를 가지고 있지 않다. Redirect 모드는 SIP 요청에 따라서 새로운 주소를 포함한 Redirect Response를 발신자에게 전달함으로써 발신자가 직접 다른

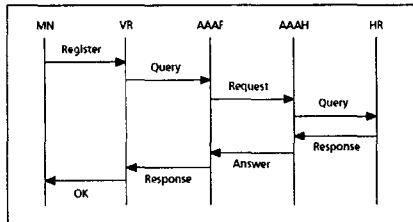
Server에게 호를 Redirect 하도록 한다. 따라서 SIP Redirect server는 라우트가 최적화된 Mobile IP의 HA와 흡사한 특성을 가지며 발신자가 어디서 호출하는지를 말한다.



[그림 1] SIP의 구조

[그림1]에서 SIP 구조를 보았다. 여기서, Visited Registrar(VR)는 발신용 SIP Proxy server, Location server, 그리고 User agent server가 결합되어 있다고 가정한다. 마찬가지로 Home registrar(HR)는 Incoming SIP proxy server, Location server, 그리고 User agent server가 결합되어 있다고 가정한다. MN(Mobile Node)은 User agent client이다. SIP 세션이 핸드오프 중에도 온라인 접속 상태를 유지토록 하기 위해 가장 확실한 방안은 INVITE message를 보내어 Correspondent host를 다시 참여시키는 것이다.

SIP에서 더욱 빠른 핸드오프는 RTP Translator[2]를 사용함으로써 가능하다. Proxy server는 RTP translator와 함께 발신되는 INVITE message에 media destination을 다시 기록할 수 있다. 그래서 동일한 domain 내에서 correspondent host의 채널 재설정 없이 MN의 hands off가 가능하다. 발신 proxy server가 이런 기능들을 제공 한다고 가정한다. [1]



[그림 2] SIP 등록을 위한 메시지 흐름도 [1]

MN과 foreign network에서 Dynamic Host Configuration Protocol(DHCP)을 사용하여 IP address를 할당받다고 가정한다. MN이 visited network에 등록되기 위한 signaling flow를 [그림2]에 표시하였다. 먼저 MN이 새로운 IP주소와 자신의 Identity를 포함한 SIP REGISTER message를 VR에 송신한다. VR은 Visited network의 AAA entity에 MN의 자격과 권한을 Diameter-compliant message를 사용하여 질의한다. Visited network의 AAA entity(AAAF)는 다시 Home network의 AAA entity(AAAH)에게 보낸다. AAAH는 HR에게 문의하여 승인한다는 회신을 AAAF에게 보낸다. AAAF는 승인 응답을 VR에게 한다. VR은 등록 성공 시에는 SIP 200 OK 응답을, 실패한 경우에는 401 unauthorized를 응답한다. 등록 후 MN은 INVITE message를

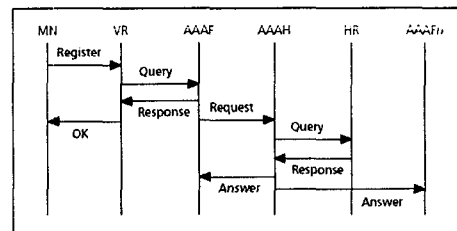
수신자(CN)에게 보냄으로 SIP session을 초기화 한다. 그리고 CN이 SIP OK message에 응답한다.

Micro mobility의 경우에는 사용자의 권한과 자격을 AAA server를 통하여 조회할 필요가 없다. MN은 새로운 MN주소를 포함한 SIP REGISTER message를 송신한다. VR은 자신의 데이터베이스를 사용하여 사용자 권한과 등록여부를 조회하고 접속 리스트를 갱신하고 SIP OK message를 회신한다. Macro mobility경우의 signaling message flow는 [그림2]의 SIP 등록을 위한 메시지 흐름도와 유사하다.

### 2.3 SHADOW REGISTRATION

Shadow Registration의 기본적인 아이디어는 실제 핸드오프가 일어나기 전에 우선순위를 확립하고 이웃한 도메인의 AAA server와 MN간의 Security Association(SA)을 맺어두는 것이다. 그래서 MN이 이웃 도메인으로 핸드오프할 때 Registration request는 MN의 AAAH와의 연결 없이 도메인 내에서 처리되도록 할 수 있으므로 핸드오프에 걸리는 지연을 줄일 수 있다. 다만 가장 큰 문제는 이웃한 도메인의 범위와 우선순위의 결정이다.

SA의 사전 확립에는 세가지 방법이 있다. 첫 번째는 분배방식으로 AAAF server가 이웃의 AAAFn과 직접 접촉한다. 두 번째는 AAAF server가 MN의 AAAH에게 이웃 AAAFn server에 대한 정보를 주고 AAAH가 그들과 접촉한다. 마지막 방법은 AAAH가 각 AAAF들의 위치정보를 모두 가지고 있어 능동적으로 이웃한 AAAFn을 찾고 Shadow Registration을 위한 메시지를 적절한 이웃 AAAFn에게 전송한다. [그림3]은 두 번째와 세 번째 방법에 해당되는 메시지 흐름도이다.



[그림 3] Shadow Registration 메시지 흐름도 [1]

### 2.4 핸드오프에서의 지연시간 분석

핸드오프 지연은 대체적으로 link layer의 확립에 걸리는 시간과 signaling 시간으로 구성된다. Link layer의 확립 지연은 signaling delay에 비하여 무시해도 될 정도로 작으므로 고려하지 않는다면 지연시간은 다음과 같은 요소들로 구성된다.

- $t_s$  : MN 과 DHCP server사이의 지연
- $t_f$  : MN과 foreign network 사이의 지연
- $t_h$  : MN과 home network의 각 entity(HR, AAAH, HA) 사이의 지연
- $t_{mc}$  : MN과 CN 사이의 지연
- $t_{nc}$  : MN의 home network와 CN 사이의 지연
- $t_{arp}$  : client가 address resolution protocol(ARP)을 실행하여 subnet의 중복 주소를 감지하는데 걸리는 시간

SIP에서, Call을 확립하는데 걸리는 시간  $T_{init}$ 은 다음 수식

으로 표현할 수 있다.

$$T_{init} = 4t_s + t_{arp} + 2t_h + 2t_{mc} \quad (1)$$

만일 핸드오프 시 Shadow registration이 되어 있었다면 지연 시간  $T_{init\_shadow}$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

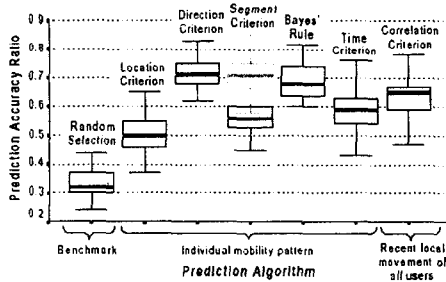
$$T_{init\_shadow} = 4t_s + t_{arp} + 2t_f + 2t_{mc} \quad (2)$$

따라서 MNI Home Network으로부터 멀리 떨어져 있을수록 Shadow registration의 효과가 증가함을 알 수 있다.

### 3. PSR(PREDICTIVE SHADOW REGISTRATION)

#### 3.1 예측기법

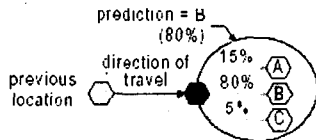
핸드오프의 지연시간을 줄이거나 호의 손실을 방지하기 위하여 많은 이동성 예측기법이 연구되어 왔다. 그 중 가장 기본적인 기법들은 위치기반 알고리즘, 방향기반 알고리즘, Segment 기반 알고리즘과 Bayes'식 기반의 알고리즘, 시간기반 알고리즘, 상관관계 기반의 알고리즘이 있다. 이들 기본적인 알고리즘 중 다음 핸드오프할 Cell을 예측하는 정확도는 방향기반의 알고리즘이 가장 높아 약 72%의 정확도를 보인다.[5] [그림 4]에 각각의 알고리즘 정확도를 보였다.



[그림 4] 각 예측 알고리즘의 정확도 비교 [5]

방향기반의 이동성 예측 알고리즘은 간단하지만 비교적 우수한 정확도를 보이며 기본적인 알고리즘은 다음과 같다. MNI 주어진 위치에서 이동을 시작한 후 핸드오프를 할 때 마다 해당 BS의 번호를 저장한다.

이를 Departure History라 하며 이 정보를 이용하여 방향을 계산하고 다음 핸드오프할 셀을 예측한다. [그림 5]에서 간략하게 그 구조를 보였다.



[그림 5] 위치기반 예측 알고리즘 [5]

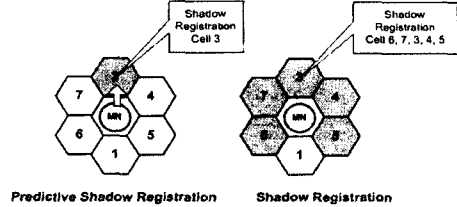
#### 3.2 PSR의 적용

PSR를 사용한다면 다음과 같은 절차로 핸드오프하게 된다.

- 이전의 셀에서 현재의 셀로 핸드오프가 완료되는 시점에서 MN은

방향예측을 실행한다. 이 때 충분한 Departure History정보와 자신의 이동속도를 알고 있다면 정확한 예측이 가능하므로 예측된 방향을 AAAF에 보내고 그렇지 않은 경우에는 예측이 불가능함을 AAAF에 알린다.

- AAAF는 예측된 방향에 있는 후보 AAAFn의 정보를 AAAH에 보낸다. 만일 정확한 방향예측이 불가능하다면 주변에 위치한 셀 중 가장 가까운 셀을 제외한 모든 셀의 정보를 AAAH에 보낸다.
- AAAH는 AAAF가 보내온 정보를 사용하여 한개, 혹은 그 이상의 AAAFn과 SA를 시도한다.



[그림 6] 예측 여부에 따른 Shadow Registration 범위

#### 3.3 성능분석

Shadow Registration을 적용함으로써 MNI HR로부터 멀어질수록 핸드오프에 소요되는 지연시간은 단축된다. PSR를 적용함으로써 얻을 수 있는 핸드오프 지연의 감소는 Shadow Registration을 적용했을 때와 거의 같으리라 예상된다. 그러나 예측을 하여 Shadow Registration을 하나의 셀에만 적용함으로써 트래픽 감소효과를 얻을 수 있다. 예측이 정확하다면 육각형 모델의 셀 환경을 기준으로 할 때 트래픽을 1/5로 감소시킬 수 있으므로 평균 정확도를 적용하면 56%의 트래픽 감소효과를 기대할 수 있다.

#### 4. 결론

VoIP 서비스는 음성과 데이터가 IP network으로 통합됨을 의미한다. 이 논문은 VoIP 서비스가 핸드오프에 매우 민감하다는 점에 초점을 맞추어 이동 환경 하에서 핸드오프로 인한 VoIP 세션의 끊김 시간을 줄이기 위한 PSR의 개념을 제안하였다. PSR를 적용함으로써 핸드오프에 따른 지연시간을 줄이고 사전등록에 따른 트래픽 부담을 해소할 수 있다. 그러나 HR과의 거리, 예측의 정확도 등 환경조건에 따라 성능이 크게 변하므로 향후 다양한 환경에서의 폭 넓은 시뮬레이션과 적용시험이 필요하며 예측의 정확도를 향상시키기 위한 지속적인 연구가 필요하다.

[1] TED TAEKYOUNG KWON AND MARIO GERLA, "MOBILITY MANAGEMENT FOR VOIP SERVICE : MOBILE IP VS. SIP," IEEE Wireless Communications October 2002  
 [2] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, 1996.  
 [3] E. Gustafsson, A. Jonsson, and C. Perkins, "Mobile IP Regional Registration," Internet draft, draft-ietf-mobileipreg-tunnel-05.txt, " Sept. 2001, work in progress.  
 [4] H. Schulzrinne et al., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," IETF RFC 1889, Jan. 1996.  
 [5] J. Chan, et al., "A QoS Adaptive Mobility Prediction Scheme for Wireless Networks", Proc. IEEE GLOBECOM'98, Nov. 1998.