

SIP에서의 효율적인 이동성 관리를 위한 방향성 사전등록영역 구성 알고리즘

(The DSRR Organizing Algorithm for Efficient Mobility Management in the SIP)

서혜숙[†] 한상범[†] 이근호^{**} 황종선^{***}
(Heyi-Sook Suh) (Snag-Bum Han) (Kuen-Ho Lee) (Chong-Sun Hwang)

요약 모바일/무선 환경하에서 이음새없는(seamless) 이동성 관리 문제는 많은 연구의 대상이 되고 있다. 그러나 핸드오프 이후에 등록을 함으로써 사용중 끊김이 발생하거나, MN가 인접한 셀로 이동할 확률이 같다는 Random Walk 모델을 사용함으로써 불필요한 네트워크 트래픽을 발생시키는 문제들이 있었다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하여 이음새없는 이동성을 제공하는 방향성 사전등록 영역(DSRR) 구성 기법과 알고리즘을 제안한다. DSRR의 핵심은 핸드오프할 확률이 높은 인접 셀(AAAF)을 최소한으로 구성하여 사전 등록을 수행함으로써 끊김과 불필요 트래픽 발생을 방지하는 것이다. 이를 위해 셀 분할 스킴을 도입하였다. 셀을 영역적으로 분할(Regional Cell Division)하여 핸드오프 시기를 감지하였으며, 셀의 방향성 분할(Directional Cell Sectoring)로 계산된 방향벡터(DV: Direction Vector)를 적용하여 MN의 이동방향을 반영하였다. 결과적으로 본 논문에서 제안한 DSRR은 노드간 메시지 교환이 인트라도메인 내에서 처리되므로 끊김은 인터도메인 환경에서 처리되는 기존 연구들에 비해 현저히 줄었으며, 또한 핸드오프마다 발생하는 트래픽은 인접한 셀의 개수(n)만큼 발생하던 기존 연구에 비해 DSRR에서는 2번으로 감소하였다.

키워드 : 이동성 관리, SIP, Shadow 등록, 방향성 사전등록영역(DSRR), 방향 벡터(DV), 사전등록 감지영역(STR)

Abstract In mobile/wireless environment, mobility management is widely being focused as one popular researches. But, disruption happens when messages are exchanged between nodes as registration is made after handoff, and unnecessary traffic occurs because of the use of the Random-walk model, in which the probability for MN to move to neighboring cells is equal. In order to solve these problems, this study proposes a technique and algorithm for composing Directional Shadow Registration Region (DSRR) that provides seamless mobility. The core of DSRR is to prevent disruption and unnecessary traffic by minimizing the number of neighboring cells with a high probability of handoff (AAAF). This study sensed the optimal time for handoff through regional cell division by introducing a division scheme, and then decided DSRR, the region for shadow registration, by applying direction vector (DV) obtained through directional cell sectoring. According to the result of the experiment, the proposed DSRR processes message exchange between nodes within the intra-domain, the frequency of disruptions decreased significantly compared to that in previous researches that process in inter-domain environment. In addition, traffic that occurs at every handoff happened twice in DSRR compared to n (the number of neighboring cells) times in previous researches. As an additional effect, divided regions obtained from the process of composing DSRR filter MN that moves regardless of handoff.

Key words : Mobility Management, SIP, Shadow Registration, Directional Shadow Registration Region(DSRR), Direction Vector(DV), Shadow Trigger Region(STR)

[†] 비회원 : 고려대학교 컴퓨터학과
suh@kida.re.kr
hansb@kt.co.kr

^{**} 학생회원 : 고려대학교 컴퓨터학과
root1004@korea.ac.kr

^{***} 종신회원 : 고려대학교 컴퓨터학과 교수
hwang@disys.korea.ac.kr

논문접수 : 2004년 2월 28일
심사완료 : 2004년 6월 7일

1. 서론

최근 급속하게 발전하고 있는 모바일/무선 컴퓨팅 환경은 크게 모바일 노드(MN: Mobile Node)와 무선망(wireless network), 그리고 이동성(mobility)이라는 기술로 이루어진다. MN는 CPU의 처리 능력이 낮고 저장용량이 적으며, 전지 수명이 짧으므로 이를 해결하기 위해 '무선 입출력 및 유선 계산 방식'을 쓰고 있다. 무선망은 유선망에 비해 낮은 대역폭, 낮은 데이터 전송률 그리고 높은 전송 지연시간 등의 특징들을 갖고 있으므로 이를 해결하기 위한 기술들이 연구되고 있다. 이동성 측면에서, 사용 도중 발생하는 끊김이나 지연은 사용자에게 불편을 초래하며 신뢰도에도 영향을 미치므로 끊김 발생을 사전에 방지하여 이음새 없는(seamless) 이동성이 제공되어야 할 것이다.

VoIP 서비스[1-3]에서 효율적으로 이동성을 지원하는 프로토콜에는 Mobile IP와 SIP(Session Initiation Protocol), H.323 등이 있다. Mobile IP는 네트워크 계층에서 이동성을 확보하는 프로토콜이며, SIP와 H.323은 응용 계층에서 이동성 문제를 해결하는 프로토콜이다[4]. 본 논문에서는 이동성 지원 프로토콜 중에서 VoIP 프로토콜을 확장한 SIP를 기반으로 연구를 수행한다.

이동성은 방문 네트워크의 AAA 서버(AAAF)에 MN 자신의 관련 정보를 등록(registration)하여 네트워크에게 자신의 위치를 알림으로써 보장받을 수 있다. 핸드오프 이후에 등록을 하는 SIP 등록 방법은 한 개의 셀에만 등록을 하지만(AAAF1 이라 표기) 인터도메인 상에서 이루어지는 노드 간의 메시지 교환으로 지연이 발생하여 통화중 끊김(disruption)을 유발시킨다. 또한 실제 핸드오프가 일어나기 이전에 등록을 수행하는 Shadow 등록은 인접하고 있는 n개의 셀에 등록(AAAF_n이라 표기)함으로써 메시지 교환에 필요한 시간을 인트라도메인 내의 시간으로 줄일 수 있으나, n개의 셀에 정보를 전달하고 그 정보를 관리해야 하는 추가적인 문제 발생으로 오히려 더 많은 비용을 초래한다. 이는 사전등록방법에서 MN가 인접한 셀로 이동할 확률이 같다는 Random-walk 모델을 사용하기 때문이다.

본 논문에서는 방향성 사전등록영역(DSRR) 구성 기법과 알고리즘을 제안한다. DSRR에서는 MN의 이동 특성과 이동 방향을 이용하여 이동 확률이 높은 인접 셀을 찾아낸다. MN의 이동 특성은 셀 분할 스킴을 도입하여 구성된 영역으로부터 핸드오프가 요구되는 시점을 알 수 있다. MN의 이동 방향은 방향 벡터 값으로 계산되어 이동 확률을 다르게 한다.

본 논문의 제2장에서는 본 연구와 관련된 기존 연구 내용으로서 이동성 관리와 SIP 및 사전등록방법의 개념

을 시그널링 지연과 관련된 내용을 중심으로 살펴보고, 제3장에서는 본 논문에서 제안하는 DSRR을 구성하는 과정과 이의 알고리즘에 대해 설명한다. 제4장에서는 DSRR과 기존 방법과의 성능을 비교 분석한다. 마지막으로 제5장에서는 결론과 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 이동성 관리

이동성은 이동통신망에게 특정 MN 및 사용자의 존재와 위치를 알려주는 방법인 등록을 통하여 보장 받을 수 있다. 이동성은 로밍(roaming), 매크로 이동성(macro-mobility), 그리고 마이크로 이동성(micromobility) 등의 유형으로 구분할 수 있다. 로밍은 인터넷 연결이 안된 사용자를 위한 것으로 MN가 인터넷 접속을 시도할 때의 경우이다. 매크로 이동성과 마이크로 이동성은 인터넷 접속을 유지하면서 핸드오프와 같은 접속점을 변경할 때로써 마이크로 이동성은 서로 다른 도메인인 인터도메인 상에서 이동할 경우로써 사용자에게 끊어짐 없는 서비스를 제공해야만 한다[5,6]. 마이크로 이동성은 같은 도메인인 인트라도메인에서의 사용자의 이동을 말한다.

이동성을 지원하는 프로토콜에는 Mobile IP[7,8]와 SIP[9-15] 그리고 H.323 등이 있다. Mobile IP는 네트워크 계층에서 이동성을 해결하는 것으로 로밍과 매크로 이동성 관리를 위해 사용되며, 또한 마이크로 이동성 지원을 위해 Regional Registration과 Cellular IP와 같은 방법도 제안되었다. SIP와 H.323은 응용 계층에서 이동성을 해결하는 프로토콜로써, 통신 기반의 H.323은 복잡성으로 인해 개선하는데 많은 어려움이 있는 반면 SIP는 무선 멀티미디어 서비스 환경에 적합한 프로토콜로써 그 사용도가 더 커지고 있다.

무선 환경을 지원하는 이동성은 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 노드와 노드 간에 발생할 수 있는 지연 시간을 최소화하여 끊김을 방지하는 것이 무엇보다 중요하다. 통신 중에 끊김 현상이 생긴다면 MN 사용자들은 많은 불편을 느끼게 될 것이다. 결과적으로 미흡한 이동성 지원은 모바일/무선 컴퓨팅 환경의 신뢰도를 감소시킬 뿐만 아니라 성능의 저하를 초래하게 될 것이다. 그러므로 Mobile IP나 SIP 등과 같은 이동성 지원 프로토콜의 특징과 가능성을 활용한 이동성 관리 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

2.2 SIP 등록과 지연/끊김 시간

SIP[9-15]은 멀티미디어와 인터넷 전화의 시그널링 프로토콜로서 회의나 전화 통화에 상대방을 쉽게 초대할 수 있는 응용 계층의 프로토콜이다. 또한 둘 이상의 참가자들이 다수의 미디어 스트림(오디오, 비디오, 분산 게임,

공유된 어플리케이션 및 문자 편집기등의 인터넷 기반 통신 매체)으로 이루어지는 세션을 구축하도록 해준다. SIP는 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해서 표준화되었으며, 최근 들어 위치 확인, 이벤트 통지 및 인스턴트 메시지 서비스까지 확장되고 있다[11].

그림 1은 SIP의 일반적인 구조를 설명한 것이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 MN 사용자의 이동성을 지원하기 위해 SIP, DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)[12]와 AAA(Authentication, Authorization, Accounting) 등을 조합한 구조를 사용하고 있다. MN가 사용자 에이전트 클라이언트(UAC: User Agent Client)이다. MN는 무선망(RAN: Radio Access Network)을 통해 방문 네트워크와 연결되어 있으며, 이들 간에 DHCP 서버가 사용되고 있다. 방문 네트워크와 홈 네트워크, 상대 노드(CN)의 홈 네트워크들이 IP 망을 통해 서로 연결되어 있다. 레지스트라(Registrar)는 방문 네트워크에 VR(Visited Registrar), 홈 네트워크에 HR(Home Registrar)이 각각 존재하며 여기에는 SIP 플록시 서버(Proxy server), 위치 서버(Location Server), 사용자 에이전트 서버(User Agent Server) 등이 결합되어 있다. 또한 AAA 서버는 방문 네트워크에 AAAF, 홈 네트워크에는 AAAH가 각각 위치해 있다.

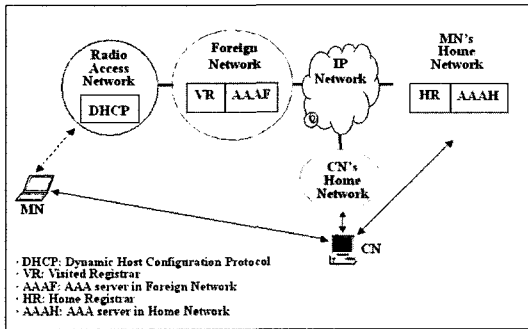


그림 1 SIP의 구조

그림 2는 SIP를 구성하는 노드들 사이의 메시지 교환 시 발생하는 지연 나타내는 파라미터 T 를 추가한 것이다. 단, 본 논문에서는 이동 시스템에 영향을 미치는 QoS(Quality of Service)나 기타 다른 영향 요소들은 없는 것으로 가정하였고, 단지 시그널링 지연과 데이터 전송에 따른 관련 요소들에만 초점을 맞추었다.

각 노드간 T 의 의미는 다음과 같다

- T_r : MN와 DHCP 서버 간 메시지 교환 시간
- T_f : MN와 AAAF 서버 간 메시지 교환 시간
- T_h : MN와 홈 네트워크 간 메시지 교환 시간
- T_{mc} : MN와 CN 간 메시지 교환 시간

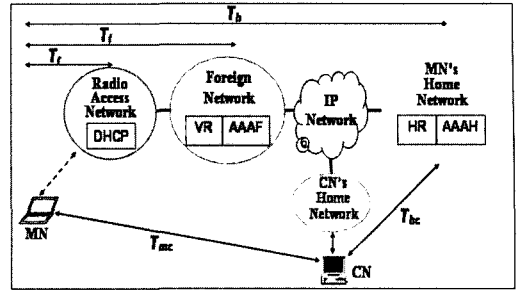


그림 2 MN와 각 노드간 지연 시간(T)

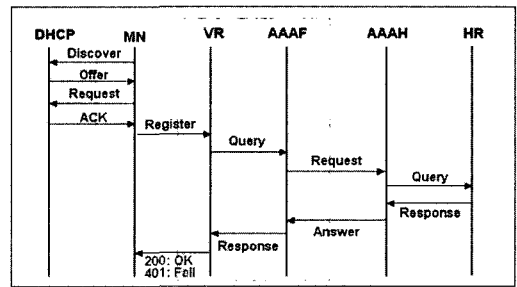


그림 3 SIP 등록의 시그널링 흐름

T_{hc} : MN의 홈 네트워크와 CN 간 메시지 교환 시간

그림 3은 SIP 등록의 시그널링 흐름을 설명하고 있다. MN와 DHCP 서버간에 새로운 IP 주소를 할당받기 위해 다음과 같은 메시지 교환이 이루어진다. 먼저 MN가 DHCP 서버에게 DHCP_DISCOVER 메시지를 보드드케스트하면, 해당 서버들은 DHCP_OFFER 메시지를 통해 MN에게 새로운 주소를 요구한다. 그러면 MN는 선택된 서버에게 DHCP_REQUEST 메시지를 보내고, DHCP 서버는 MN에게 DHCP_ACK로 답한다. 새로운 IP 주소를 할당 받은 후, MN는 방문 네트워크의 레지스트라(VR)에 등록을 하기 위해 자신의 홈 네트워크의 레지스트라(HR)에 Request 및 Answer 메시지를 주고 받게 된다. MN는 CN에게 Invite 메시지를 보내어 초대하게 된다. 그림 2와 3에서 알 수 있듯이 SIP 등록에서는 인터도메인 간에 핸드오프가 발생한다.

SIP 등록의 경우, 지연 시간에 따른 굵김 시간 $T_{SIP-reg}$ 계산하면 다음과 같다. MN와 DHCP 서버간에는 2번의 왕복 메시지 교환(round-trip)이 이루어지므로 이때 걸리는 시간은 $4T_r$ 이다. 새로운 IP 주소를 할당 받은 후, MN는 방문 네트워크의 레지스트라(VR)에 SIP 등록을 하기 위해 자신의 홈 네트워크 레지스트라(HR)에 SIP Request 및 Answer 메시지를 주고받는데 (1번의 round-trip), 이때 걸리는 시간은 $2T_h$ 이다. 또한 MN는 CN에게 Invite 메시지를 보내어 초대하게 되는데 이때는 $2T_{mc}$ 라는 시간이 걸린다. 이와 같이 각 노드

간의 지연 시간 T 에 따른 끊김 시간 $T_{SIP-Reg}$ 를 수식으로 나타내면 (1)과 같다.

$$T_{SIP-Reg} = 4T_r + 2T_h + 2T_{mc} \quad (1)$$

2.3 Shadow 등록과 지연/끊김 시간

마크로 이동성은 사용자가 특정 도메인에서 다른 도메인으로 이동할 때 핸드오프를 동반한다. 이럴 때마다 MN 사용자는 반드시 자신의 홈 네트워크에 있는 AAA 서버(AAAH)에 의해 인식되거나 인증되어야 한다. 즉, AAA 솔루션은 MN가 서로 다른 도메인 간의 핸드오프마다 해결되어야 한다. Shadow 등록에서는 실제 핸드오프가 일어나기 이전에 MN와 인접한 n 개의 셀 간에 Security Association(SA)을 설립해 두는 방법을 사용하여 노드 간의 지연을 줄이고자 한다[4]. 따라서 MN가 인접한 셀 중의 하나로 핸드오프할 때 AAAH를 경유하지 않고 방문 네트워크인 그 셀 내에서 지역적으로 처리할 수 있게 된다. Mobile IP에서의 Regional Registration과 같은 기능이라 할 수 있다.

그림 4는 Shadow 등록의 시그널링 흐름을 나타낸 것이다. 그림 3의 SIP 등록과 비교할 때 달라진 부분은 모두 3곳이 있다. DHCP 서버를 통한 IP 주소 할당은 SIP 등록과 동일한 방법으로 이루어진다. AAAF 서버가 AAAH 서버에게 Request 메시지를 보낼 때, AAAH는 Request 메시지에 인접하고 있는 n 개의 AAA 서버나 혹은 관리 도메인들에 대한 정보를 추가하여 보낸다(달라진 첫번째 부분). AAAH가 Request 메시지를 받으면 그 추가된 정보를 유지하고 있다가 홈 에이전트(HA)가 MN에 대한 인증을 회신할 때, Shadow 등록을 위한 Answer 메시지를 해당 방문 네트워크의 AAAF와 인접한 n 개의 AAAF에게 동시에 보낸다(AAAFn라 표시하며, 달라진 두번째 부분). AAAFn에게 Answer 메시지를 보내어 n 개의 인접한 셀과의 SA가 확립되고, 이로써 핸드오프 이전에 등록이 이루어진다. MN가 사전에 등록이 이루어진 인접한 셀 중 하나에 등록을 요청하면, MN는 AAAH와의 연결 없이도

AAAF와의 연결만으로 핸드오프가 가능하게 된다(달라진 세번째 부분).

그림 2의 지연 시간 T 와 그림 4의 시그널링 흐름을 참조하여 계산된 Shadow 등록의 끊김 시간 $T_{SIP-Shadow-Reg}$ 은 다음과 같다. MN와 DHCP간 IP 주소 할당 시간은 SIP 등록의 경우와 마찬가지로 $4T_r$ 이 걸린다. 또한 MN가 CN를 다시 초대할 때 걸리는 시간도 SIP 등록과 동일하게 $2T_{mc}$ 가 걸린다. 그러나 Register 메시지가 AAAF와 VR에서 지역적으로 해결되므로 이때 걸리는 시간은 $2T_f$ 가 된다. 따라서 Shadow 등록을 사용하는 경우의 총 끊김 시간 $T_{SIP-Shadow-Reg}$ 은 아래의 수식 (2)와 같다.

$$T_{SIP-Shadow-Reg} = 4T_r + 2T_f + 2T_m \quad (2)$$

2.4 SIP 등록과 Shadow 등록의 제한사항

앞의 식 (1)과 (2)의 차이는 AAA 서버와의 메시지 교환을 위한 목적지가 홈 네트워크에서 방문 네트워크로 바뀌었다는 점이다. $T_{SIP-Reg}$ 에서 T_h 걸리던 시간이 $T_{SIP-Shadow-Reg}$ 에서는 T_f 만큼 줄인다. 즉, SIP 등록에서는 끊김이 MN와 홈 네트워크 간의 메시지 교환시 걸리는 지연 시간 T_h 의 영향으로 생긴다. 반면 Shadow 등록에서의 끊김은 MN와 방문 네트워크 간의 메시지 교환시 걸리는 지연 시간 T_f 만큼으로 줄어든다. 일반적으로 인트라도메인에서의 지연이 인터도메인에서의 지연보다 작다($T_f \ll T_h$)[4].

그러나 Shadow 등록에서는 MN의 이동 특성과 방향을 고려하지 않으므로 핸드오프와는 무관한 움직임에도 무조건 사전 등록을 하며, 또한 MN의 이동 확률을 모두 같은 것으로 간주하기 때문에 인접한 n 개의 셀에 사전 등록을 하게 된다. 핸드오프때마다 발생하는 네트워크 트래픽 발생 비용(C)를 SIP 등록과 Shadow 등록 간의 트래픽 발생 비용으로 나타내면 아래의 (3)과 같다.

$$\sum_{i=1}^h C_{SIP-Shadow-Reg} = \sum_{i=1}^h n \times C_{SIP-Reg} \quad (3)$$

$C_{SIP-Reg}$: SIP 등록의 트래픽 발생 비용

$C_{SIP-Shadow-Reg}$: Shadow 등록의 트래픽 발생 비용

n : 인접 셀의 개수

h : 핸드오프 횟수

결과적으로 기존의 Shadow 등록은 핸드오프마다 트래픽이 인접한 셀의 수(n)만큼 증가하여 핸드오프 횟수가 증가하면 증가할수록 트래픽이 과다하게 발생하므로 현실적으로 구현성이 부족하다.

3. 방향성 사전 등록 영역(DSRR: Directional Shadow Registration)

실 세계에서 MN 사용자는 한 특정 위치에서 더 많은 시간을 보내는 것이 보통이다. 특히 MN 사용자는

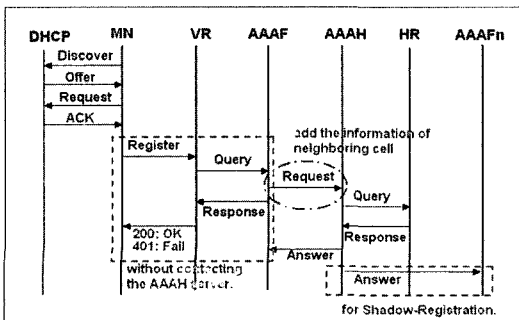


그림 4 Shadow 등록의 시그널링 흐름

가정이나 직장에서 상주하는 시간이 거의 대부분이며, 이때는 이동의 폭도 좁아 거의 한 서비스 지역을 잘 벗어나지 않는다. 본 논문에서는 이러한 특징들이 반영되도록 MN가 상주하는 셀을 분할하여 최소한의 사전등록 영역을 구성하는 DSRR을 제안한다. DSRR에서 고려된 사항은 MN의 이동 특성과 이동 방향이며, 또한 단순화시킨 거리 단위와 방위각의 사용이다.

MN의 위치를 이용하여 핸드오프 시기를 감지할 수 있도록 셀을 영역적으로 분할(Regional Cell Division)한다. 또한 MN가 이동할 다음 셀은 오로지 하나이므로 핸드오프 가능성이 높은 셀을 찾는 것이 중요하다. 이 문제는 MN의 이동 방향을 반영하여 계산된 방향 벡터로 해결한다. 방향 벡터는 셀의 방향성 분할(Directional Cell Sectoring)을 통해 얻는다. 또한 DSR에서는 기지국의 방향성 안테나 또는 MN의 인접 셀 beat 수신 등을 이용한 거리나 방향 탐지능력이 있으며[16,17], 그 정보는 MN와 네트워크가 공유하는 것으로 가정한다. 위치와 관련된 값은 중심(0)으로부터 떨어진 거리 단위로, 방향에 관련된 값은 중심 각(0°)으로부터 떨어진 방위각으로 단순화시켜 사용한다.

3.1 시스템 구조

본 논문에서 가정하는 이동 통신 시스템 구조는 그림 5와 같다. 이동 컴퓨팅 시스템은 유/무선 네트워크와 이동 노드(MN), 기지국(BS: Base Station), 고정 처리 단위인 고정노드(FN: Fixed Node)로 구성된다. 무선 인터페이스를 가진 기지국이 고정 네트워크인 IP 망에 연결되어 있다. 하나의 셀은 기지국이 관리하는 논리적 또는 지리적 영역으로서, MN는 네트워크에 접속된 도중에도 이동할 수 있으며, MN가 다른 MN나 FN와 통신을 하기 위해서는 반드시 자신이 머무는 셀의 기지국과 무선 통신을 해야 한다. MN들은 자유롭게 셀에 들어가거나 나올 수 있으므로 사용자의 이동성이 잘 고려되어야 한다.

각 BS에 의해서 관리되는 지리적 단위의 셀은 육각형 셀 모델을 사용한다. 육각형 셀들로 이루어진 셀룰러

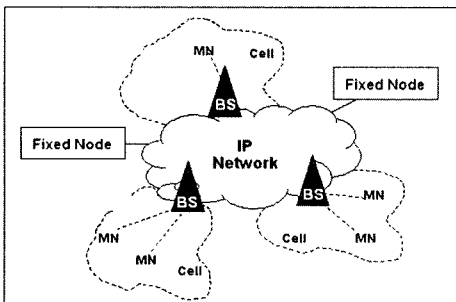
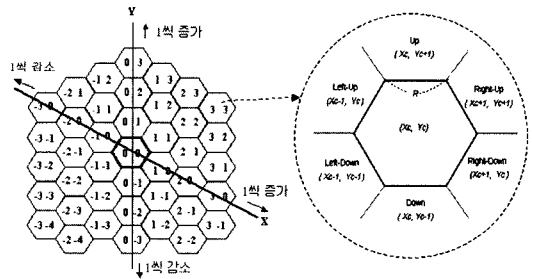


그림 5 이동 통신 시스템 구조

구조는 이동 통신 시스템의 대역폭을 효율적으로 사용하기 위한 방법으로 많은 시스템에서 사용되어 왔다. [18,19]. 이러한 육각형 셀을 구분하기 위한 식별자(ID)를 할당하기 위해 그림 6과 같은 X-Y 좌표체계를 이용한다. 그림 6(a)와 같이 임의의 한 셀을 원점으로 선택하여 이 셀을 기준 셀로 정한 후, X축과 Y축이 120의 각으로 교차되게 하며, 기준 셀을 중심으로 X축과 Y축의 각 방향으로 셀 하나마다 좌표를 1씩 증가시키거나 또는 감소시킨다[20]. 그림 6(b)는 임의의 셀 (X_c, Y_c)에 대해 방향성을 적용하여 인접 셀의 좌표 값을 부여한 예이다. 위에서부터 시계방향으로 상(Up), 우상(Light-Up), 우하(Right-Down), 하(Down), 좌하(Left-Down), 좌상(Left-Down)에 위치한 6개의 인접 셀에 대해, 각각 좌표 값은 (X_c, Y_c+1), (X_c+1, Y_c+1), (X_c+1, Y_c), (X_c, Y_c-1), (X_c-1, Y_c-1), (X_c-1, Y_c)이 된다.



(a) X-Y 좌표체계 (b) 인접 셀의 방향성과 ID

그림 6 X-Y 좌표체계를 이용한 셀 식별자 할당

3.2 셀의 영역적 분할(Regional Cell Division)

우리들은 DSR의 개념을 적용한 최소한의 사전등록 영역인 DSRR(Directional Shadow Registration Region)을 구성하기 위해 육각형 셀의 한 단면을 사용하여 그림 7과 같이 모델링하였다. 그림 7은 MN가 임의의 한 셀에 상주할 때, 사전등록을 필요로 하는 영역을 효율적으로 찾아내기 위해 셀을 영역적으로 분할하는 과정을 보여주고 있다.

셀 경계선(Cell Boundary)은 셀과 셀이 접하는 경계면으로서 그 길이를 R 이라 하자. 또한 셀 경계선으로부터 MN가 인접한 셀로부터 받는 신호 세기가 일정 임계치(threshold) 이상이 되는 지점까지의 거리를 h 라 하자. h 는 최적의 핸드오프를 발생시키는 지점이라고 가정한다. h 는 셀의 영역적 분할에서 정확도를 유지시켜 주는 중요한 파라미터로서, 핸드오프 실패와 DSRR 생성 횟수에 영향을 미친다.

셀 경계선으로부터 h 만큼 중심쪽으로 이동하여 얻어진 6개의 꼭지점 H1, H2, H3, H4, H5, H6를 연결하여

어진 선(그림 7의 단일 점선 부분)을 핸드오프 시작선 (Handoff Start Boundary)이라 하자.

최적의 h 값을 사용하여, 높이가 h 이고 한 변의 길이가 l 인 정삼각형을 만들어 보자. 이러한 정삼각형을 Triangle unit(Δ)라 부르기로 한다. 셀 경계선과 핸드오프 시작선 사이의 영역을 그림 7에서와 같이 Triangle unit를 사용하여 구성해 보면, 7개의 Triangle unit들이 하나의 영역을 구성하게 된다(이후 이를 핸드오프영역이라 함). 이때 Triangle unit의 크기에 따라 육각형 셀의 반지름 R 의 등분 정도(숫자)가 달라진다 [21]. R 의 등분 갯수를 c 라 할 때 $c = R / l$ 로서, 그림 7에서는 4등분 되었음을 알 수 있다.

Triangle unit를 중심(X_c, Y_c)까지 확대해 보자. 그림 6에서와 같이 육각형 셀은 Triangle unit라는 부분 집합들이 모여 하나의 정삼각형을 이루게 되는데, 결과적으로 높이가 $h \times c$, 반지름이 R 인 정삼각형 6개가 모여 하나의 육각형 셀을 구성함을 알 수 있다.

핸드오프 시작선으로부터 중심쪽으로 h 만큼 떨어진 곳에 위치한 S1, S2, S3, S4, S5, S6를 연결하여 구성된 선(그림 7의 이중 점선 부분)을 사전등록 시작선 (Shadow Trigger Boundary)이라 하자.

핸드오프 시작선, 사전등록 시작선, h , l , 그리고 c 를 사용하여 형성된 셀의 분할 영역을 살펴보자. 그림 8에서 보는 바와 같이, 먼저 반지름이 $l \times (c-1)$ 인 핸드오프 시작선의 외접원을 그린다. 다음으로 반지름이 $h \times (c-2)$ 인 사전등록 시작선의 내접원을 그리면 육각형의 중간 부분에 원이 형성된다(질은 음영 부분). 이를 사전등록 감지 영역(STR: Shadow Trigger Region)이라 부르기로 한다. STR의 상한선은 $l \times (c-1)$ 로서 이를 $STR-Upper$ 라 하고, STR의 하한선은 $h \times (c-2)$ 로서 이를 $STR-Lower$ 라 하자. STR-Low부터 중심까지의 나머지 영역은 등록 불필요 영역(NRR: None-Registration Region)으로 분류하며, 핸드오프할 확률이 낮은 영역으로서 아직 등록과는 무관하다. STR-Upper 이상

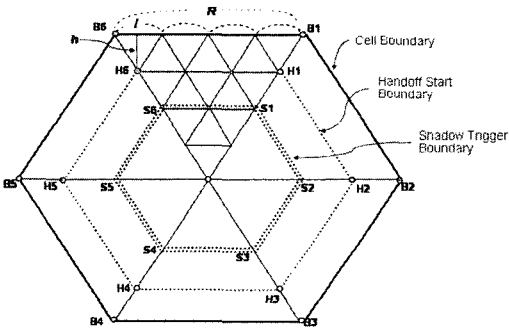


그림 7 Triangle unit을 이용한 육각형 셀의 분할 과정

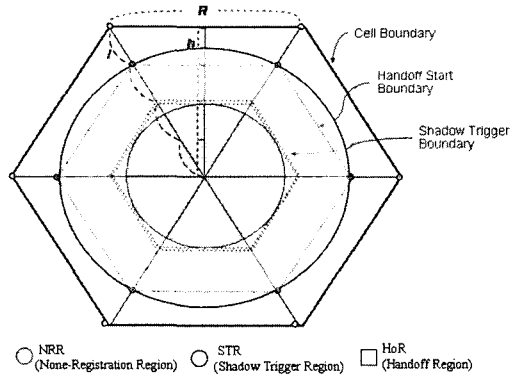


그림 8 셀의 영역 분할 결과

의 영역은 핸드오프 영역(HoR: Handoff Region)으로 분류하며, 핸드오프가 진행중인 영역으로 볼 수 있다.

MN의 현재 위치를 $L-current$ 라 하자. $L-current$ 가 STR 내에 있을 때에만 사전등록 여부를 판단하게 된다. 영역 분할에서 사용되는 비교 단위는 중심으로부터 떨어진 거리의 개념이며, $L-current$ 도 기지국의 수신 신호의 감도로 인식된 중심으로부터 떨어진 거리 단위를 사용한다. 셀의 영역 분할 결과와 MN의 $L-current$ 와의 관계를 요약하면 아래 (4)와 같다.

$$\text{if } STR-Low \leq L-current \leq STR-Upper \rightarrow$$

$MN \in STR \rightarrow$ 사전등록 요청

$$\text{if } L-current < STR-Lower \rightarrow MN \in NRR \rightarrow \quad (4)$$

등록 불필요

$$\text{if } L-current > STR-Upper \rightarrow MN \in HoR \rightarrow$$

핸드오프 진행중

3.3 셀의 방향적 분할(Directional Cell Sectoring)

최소한의 사전등록영역(DSRR)을 구성하기 위해서는 셀의 영역 분할과 함께 주요하게 고려해야 할 것 중의 하나는 방향성 분할이다. 영역적 분할이 MN의 위치를 이용하여 사전등록을 필요로 하는 영역을 찾아내기 위한 작업이라면, 방향성 분할은 MN의 이동 방향을 반영한 방향 벡터(DV)를 결정하는 것이다. 즉, 방향성 분할의 목적은 방향 벡터를 이용하여 핸드오프할 것으로 추측되는 인접 셀을 찾아내는 것이다.

방향 벡터를 결정하기 위해 셀을 부채꼴 모양으로 분할해 보자(그림 9(a) 참조). 안테나의 수직 평면(높이)은 $0 \leq \theta < \pi$ 구간에서 변동이 없고, 수평 평면(방위각)방향으로 360° 구동한다고 가정한다. 그림 9와 같이 셀을 30° 씩 나뉘어서 12개의 섹터로 만든다. 0° 부터 시작하여 섹터 두 개씩을 묶어 방향 벡터 값을 부여하면, 모두 6개의 방향 벡터가 생긴다. MN의 현재 위치에 대한 방위각을 $A-Current$ 라 하자. 방향 벡터와 $A-Current$ 의 범위를 요약하면 그림 9(b)와 같다. $A-Current$ 는 기지

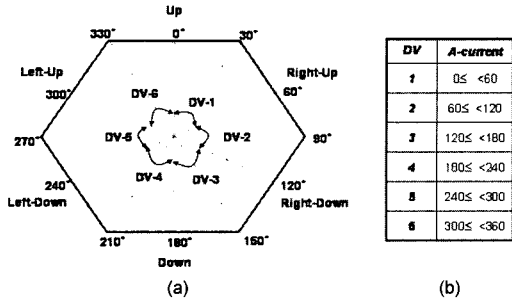


그림 9 방향성 셀 분할

국의 방향성 안테나와 신호의 세기로 인식된 중심 각(0°)으로부터 떨어진 상대 값(0°-359°)를 갖는다. 30°씩 나뉘어진 삼각형의 한 면적을 포함시켜 부채꼴로 만드는 방법은 사전등록의 특징인 예측에서 오는 오차를 줄이는 방법이기도 하다.

3.4 DSRR 결정 및 알고리즘

본 절에서는 셀의 영역적 분할과 방향성 분할의 결과에 따라 정의된 각 파라미터들과 DV에 따라 구성되는 DSRR 결정 과정과 알고리즘에 대해 살펴보도록 한다. DSRR 결정하기 위해 필요한 파라미터들과 그 의미는 표 1과 같으며, MN와 DV에 따라 결정되는 DSRR은 표 2와 같다. DSRR에서는 단순화된 거리 단위(m)와 방위각(0°~359°)를 사용한다.

MN가 STR 내에 위치할 때 즉, $STR-Low \leq L-Current \leq STR-Upper$ 일 때 시스템은 MN의 이전 위치와 방향 벡터를 참조하여 등록 여부를 결정하게 된다. 그러나, MN가 현재 STR 내에 있더라도 예외인 경우가 있다. MN의 이전 위치가 핸드오프 영역(HoR)에 있을 때가 그런 경우로서, 이때는 다른 셀로 핸드오프하기 보다는 인접한 셀에서 현재의 셀로 진입하는 경우로 볼 수 있다.

앞에서 설명한 조건에 따른 DSRR 결정 알고리즘은 그림 10과 같다. 그림 10의 DSRR 알고리즘에서도 알 수 있듯이 시스템이 새로운 셀을 인식할 때마다 새로운 값의 셀 ID, R, h 등의 파라미터들이 값들이 사용됨을 알 수 있다. 이것은 임의적인 토폴로지를 나타내는 이동

표 1 DSRR 결정 파라미터들

파라미터	의 미
R	육각형 셀의 반지름
h	핸드오프를 위한 최적의 거리 셀 경계면에서 핸드오프 시작선까지의 최단 거리 Triangle unit의 높이
l	Triangle unit의 한 변의 길이 $l = h \times 2 / \sqrt{3}$
c	육각형 셀의 반지름의 등분 정도 $c = R / l$
L-current	MN의 현재 위치로서 중심으로부터의 거리
L-before	MN의 이전 위치로서 중심으로부터의 거리
STR-Upper	사전등록 감지 영역의 상한 값 $STR-Upper = l \times (c - 1)$
STR-Lower	사전등록 감지 영역의 하한 값 $STR-Low = h \times (c - 2)$
A-Current	MN의 현재 위치에 대한 방위각
DVn	방향 벡터, n = 1~6 MN의 이동 방향에 따라 결정

```

Procedure DSRR()
// The procedure will report two cell IDs for DSRR.

Begin
Whenever a new cell id is acquired do
  Xc = new cell's x value, Yc = new cell's y value, // the current cell's ID = (Xc, Yc)
  R = new cell's radius, // the current cell's radius (m)
  h = new cell's handoff threshold, // the current cell' handoff threshold (m)
  // height of Triangle unit
  l = 2 / √3 × h, // a side length of Triangle unit (m)
  c = R / l, // raise fractions not lower than 0.5
  STR-Lower = h×(c-2), // lower limit of STR (m)
  STR-Upper = h×(c-1), // upper limit of STR (m)
Whenever time-interval = "an" or a new MN's L-current is detected do
  L-current = new MN's L-Current,
  DV = new MN's Direction Vector by azimuth,
  if L-current < STR-Low then L-before = L-current, // without Shadow Registration
  // MN is position to NRR
  if L-current > STR-Upper then L-before = L-current, // MN is position to HoR
  if STR-Lower ≤ L-current < STR-Upper and L-before < STR-Upper then
  // MN is position to STR, and MN's before position is not HoR
  // two DSRRs(DSRR-1st, DSRR-2nd) decisions according to DVs that is sector by 60 degree
  // Up → add 1 to Y, Right-Up → add 1 to X, add 1 to Y,
  // Right-Down → subtract 1 from X, Down → subtract 1 from Y,
  // Left-Down → subtract 1 from X, Left-Up → subtract 1 from l
  if DV = 1 then DSRR-1st = (Xc+1, Yc+1), DSRR-2nd = (Xc+1, Yc+1) // Up, Right-Up
  if DV = 2 then DSRR-1st = (Xc+1, Yc+1), DSRR-2nd = (Xc+1, Yc) // Right-Up, Right-Down
  if DV = 3 then DSRR-1st = (Xc+1, Yc), DSRR-2nd = (Xc, Yc-1) // Right-Down, Down
  if DV = 4 then DSRR-1st = (Xc, Yc-1), DSRR-2nd = (Xc-1, Yc-1) // Down, Left-Down
  if DV = 5 then DSRR-1st = (Xc-1, Yc-1), DSRR-2nd = (Xc-1, Yc) // Left-Down, Left-Up
  if DV = 6 then DSRR-1st = (Xc-1, Yc), DSRR-2nd = (Xc, Yc+1) // Left-Up, Up
End
    
```

그림 10 DSRR 결정 알고리즘

통신 환경을 동적으로 표현할 수 있음을 나타내는 것이다. DSRR 결정 알고리즘에서 알 수 있듯이 MN가 현재 STR에 위치하고 그 이전 위치가 HoR이 아닐 경우,

표 2 MN의 위치와 DV에 의한 DSRR 결정

MN의 현재 위치 (L-current)(m)	MN의 이전 위치 (L-before)(m)	방향벡터 (DV)	DSRR	
			1	2
$L-current \in STR$ $(STR-Lower \leq L-current \leq STR-Upper)$	$L-before \notin HoR$ $(L-before < STR-Upper)$	1	Up	Right-Up
		2	Right-Up	Right-Down
		3	Right-Down	Down
		4	Down	Left-Down
		5	Left-Down	Left-Right
		6	Left-Right	Up

핸드오프를 감지하고 방향 벡터에 따라 2개의 인접한 셀의 ID만을 사전등록 영역으로 통보하게 된다.

4. DSRR 성능 평가

본 절에서는 우리들이 제안한 DSRR의 성능을 평가하기 위하여 두 가지 시나리오에 의한 실험을 하였다. 첫 번째 실험의 주목적은 일반적인 SIP 등록과 SIP-DSRR 등록 방법 간의 끊김 시간을 비교하는 것이다. 두 번째 실험의 주목적은 MN의 이동체적에 따른 Shadow 등록과 DSRR의 등록횟수 및 네트워크 트래픽 결과를 비교 및 분석하는 것이다. 두 가지 실험 모두 실험의 정확도 보다는 제안된 DSRR 개념을 적용한 후의 그 결과를 알아보는 것이 주 목적이므로 시나리오는 최대한 단순화하였다.

셀 식별자 및 MN의 이동 경로는 그림 11과 같이 할당하였다. 그림 11에서와 같이 MN가 목적지 까지 이동할 셀을 미리 정해주었으며, 중간에 경유되는 각 셀에서는 일정시간을 상주한 후 타임아웃 되기 이전에 다음 목적지를 향해 이동하는 것으로 간주하였다. 셀의 이동에 따른 필요 데이터들은 DSRR-DB에 생성되도록 하였다. 이렇게 생성된 DSRR-DB를 사용하여 MN의 이동 경로에 대한 끊김 시간 및 등록 횟수를 계산하였다.

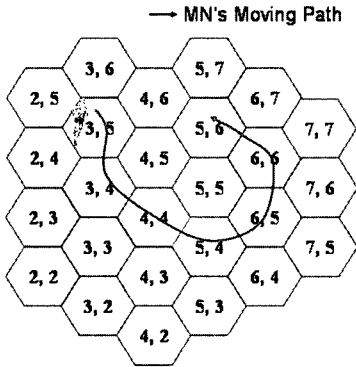


그림 11 셀 식별자 할당 및 MN의 이동경로

4.1 실험 1: 끊김 시간 비교

등록방법별 인트라도메인 핸드오프시의 끊김 시간 비교가 주목적인 실험 1에서는 MN와 각 셀 간의 메시지 교환 시간으로 표 3과 같은 임의의 데이터가 사용되었다. MN와 무선 링크를 통한 DHCP 서버와의 시간(T_s)은 10ms-15ms 사이의 대체적으로 저 대역폭을 사용하며, 방문 네트워크인 AAAF 서버는 유선의 고 대역폭을 사용하므로 T_f 는 각 셀에서 짧은 지연시간(3ms)을 갖는 것으로 가정하였다. 무선 링크를 사용하여 IP 망에 연결되는 CN는 자신의 홈 네트워크에만 있는 것으로

간주하고 T_{mc} 도 25ms의 고정된 시간을 갖는 것으로 가정하였다. 한편, MN와 MN의 홈 네트워크 간의 메시지 교환시간 T_h 는 MN와 그의 홈 네트워크와의 거리에 따른 다양한 값들이 반영되었다.

표 3의 각 셀에서의 MN와 노드간 메시지 교환 시간에 의한 실험 결과는 그림 12와 같이 나타났다. 일반적인 등록방법인 SIP 등록은 MN와 그의 홈 네트워크 간의 거리가 증가할수록 핸드오프 동안의 끊김 시간도 증가하였다. 그러나 Shadow 등록 방법을 사용하는 우리가 제안한 SIP-DSRR의 경우에는 끊김이 약하게 나타났는데, 이것은 인트라도메인 내의 끊김으로써, 이때의 끊김은 대부분 T_s 와 T_{mc} 에 의한 것이었다. 결과적으로 Shadow 등록 방법을 도입한 DSRR이 핸드오프 동안의 끊김 시간을 줄여줄 수 있는 우수한 방법임을 실험을 통해서도 알 수 있었다.

표 3 각 셀에서의 MN와 노드간 메시지 교환 시간

Cell ID	T_s	T_f	T_h	T_{mc}
3,5	10ms	T_s+3ms	20ms	25ms
3,4	15ms	T_s+3ms	25ms	25ms
4,4	10ms	T_s+3ms	35ms	25ms
5,4	10ms	T_s+3ms	50ms	25ms
6,5	15ms	T_s+3ms	60ms	25ms
6,6	15ms	T_s+3ms	55ms	25ms
5,6	10ms	T_s+3ms	40ms	25ms

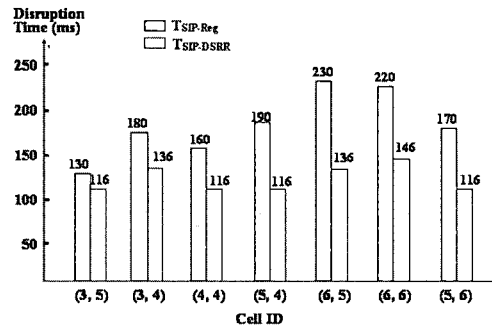


그림 12 각 셀별 노드간 메시지 교환 시간에 따른 끊김 시간

4.2 실험 2: 등록 횟수 및 네트워크 트래픽 비교

등록방법에 따른 등록 횟수 및 네트워크 트래픽 결과 비교가 주목적인 실험 2에서는 그림 11과 같은 이동경로를 따라 MN가 이동하면서 생성했던 DSRR-DB의 결과를 이용하여 분석하였다. 각 셀의 반지름 R 은 1000m이며 핸드오프 임계치 h_g 가 124m인 것으로 가정하였다. 따라서 Triangle unit의 한 변의 길이 l 은 143m이며 반지름의 등분 수 c 는 7, 사전등록 트리거 영역의 상한 값 $STR-Upper$ 는 858m, 사전등록 트리거

영역의 하한 값 $STR-Lower$ 는 620m였다. 이동 궤적에 따른 전체적인 사전등록의 결과는 그림 13과 같다.

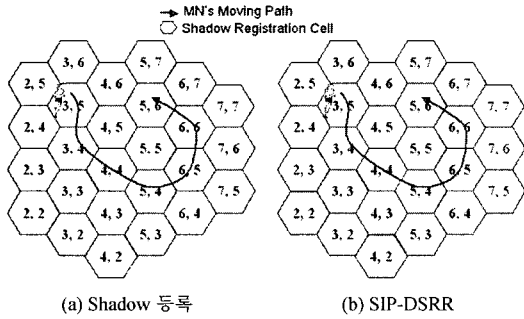


그림 13 이동궤적에 따른 등록 결과

SIP Shadow 등록은 인접한 모든 셀에 MN의 SA를 확립해 놓음으로써 그림 13의 (a)와 같이 출발지인 (3,5) 셀에 위치할 때에는 (3,6) (4,6) (4,5) (3,4) (2,4) (2,5)셀에 사전등록을 하였으며, 나머지 5개의 중간 셀에서도 각각 6개의 인접 셀에 사전등록을 행하였다. 또한 도착지인 (5,6) 셀에서도 (5,7) (6,7) (6,6) (5,5) (4,5) (4,6)셀에 사전등록을 하였다. 결과적으로 7개의 셀을 경유할 때마다 등록해야 할 셀이 6개까지 생겼으며, 목적지까지 사전 등록을 42번이나 수행하였다. 이는 인접한 셀로 이동할 확률을 같은 것으로 보기 때문이다.

한편, 우리가 제안한 SIP DSRR에서는 그림 13의 (b)에서와 같이 출발지인 (3,5) 셀에서는 (3,4)와 (4,5), (3,4) 셀에서는 (4,4)와 (4,5), ..., (6,6) 셀에서는 (5,5)와 (5,6) 셀에 각각 사전등록을 하였으며, 목적지인 (5,6) 셀에서는 등록이 감지되지 않아 사전등록을 수행하지 않았다. 이렇게 DSRR에서는 7개의 셀을 방문하면서 모두 12번의 사전등록이 행해졌다.

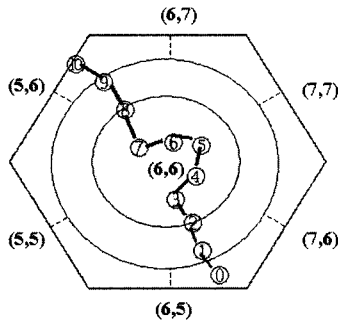
그림 14는 셀 (6,6) 내에서의 이동궤적과 SIP-DSRR과의 관계를 세부적으로 표현한 예이다. MN가 이동할 때에 현재의 위치 $L-current$ 와 이전 위치 $L-before$, 그

리고 방향 벡터 DV 를 참조하여 사전등록 여부를 결정하고 있다. 그림 14의 경우, MN의 $L-current$ 가 STR ($STR-Lower \leq L-current \leq STR-Upper$)에 위치할 때인 이동 궤적 1, 2, 8에서 등록을 결정하기 위하여 먼저 이전 위치 $L-before$ 를 참조한다. 나머지 궤적은 등록과는 무관하다. 1과 2 궤적은 $L-before$ 가 $L-current$ 보다 더 큰 값을 가지므로 제외된다. 8번 궤적은 $L-before$ 가 $L-current$ 보다 작은 값을 가져야 하는 조건을 만족시키며 또한 DV 가 6이므로 상측(Up)인 (6,7) 셀과 좌상(Left-Up)인 (5,6) 셀에 사전 등록을 한다.

그림 15는 셀 (5,6) 내에서의 이동궤적과 SIP-DSRR과의 관계를 묘사한 것이다. 1의 궤적에서 MN가 STR에 위치하였으나 이때는 진입하는 경우이므로 등록에서 제외되었으며, 그 이외의 나머지 궤적은 NRR에 위치하므로 등록은 행해지지 않았다. 결국 그림 15는 핸드오프가 일어나지 않는 경우인데, SIP-DSRR에서 효과적으로 찾아낼 수 있음을 보여주는 좋은 예이다.

네트워크 트래픽 분석과 관련하여 트래픽 생성에 필요한 패킷의 크기는 모든 셀에서 동일하게 1000 바이트로, 패킷의 전송시간도 h 보다 작은 시간인 3ms로 가정하였으며, 전송될 목적지는 DSRR-DB의 인접 셀 ID 값을 적용하였다. 하나의 셀에서 한번의 사전등록으로 인한 트래픽 총량을 T_{Cost} 라 할 때, SIP 등록의 경우는 T_{Cost} , Shadow 등록의 경우는 인접 셀의 개수 만큼인 $n \times T_{Cost}$ 만큼의 트래픽 양이 증가하였다. 그리고 SIP-DSRR의 경우는 인접 셀의 수인 $2 \times T_{Cost}$ 로 만큼으로 트래픽이 발생하였다.

그림 16은 등록 방법에 따른 등록의 시점과 끊김의 주요 발생원인에 따른 끊김 시간의 총합, 그리고 네트워크 트래픽 발생 비용을 요약한 것이다. 그림 16에서도 알 수 있듯이 일반적인 SIP 등록은 인터도메인 간의 메시지 교환시간인 T_h 만큼의 끊김 시간이 생겼다. 대신 네트워크 트래픽은 추가적으로 발생하지 않았다. 반면, Shadow 등록은 끊김 시간이 인트라도메인 간의 메시지



Moving Trajectory	L-Current	L-Before	DV	DSRR
0	900	0	0	
1	840	900	0	
2	716	840	0	
3	600	716	0	
4	610	600	0	
5	618	610	0	
6	500	618	0	
7	600	500	0	
8	720	600	6	(5,6) (6,7)
9	862	720	0	
10	980	862	0	

그림 14 (6,6) 셀 내에서의 이동궤적과 SIP-DSRR

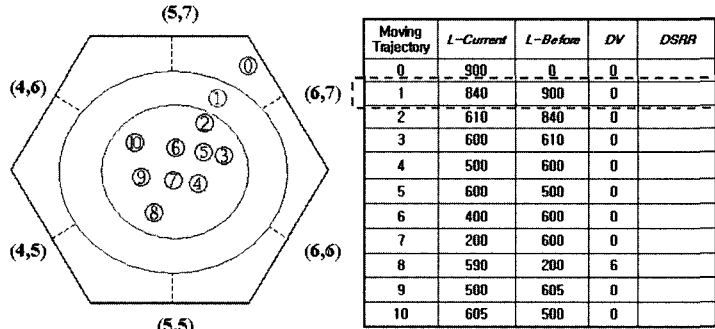


그림 15 셀 (5,6) 내에서의 이동궤적과 SIP-DSRR

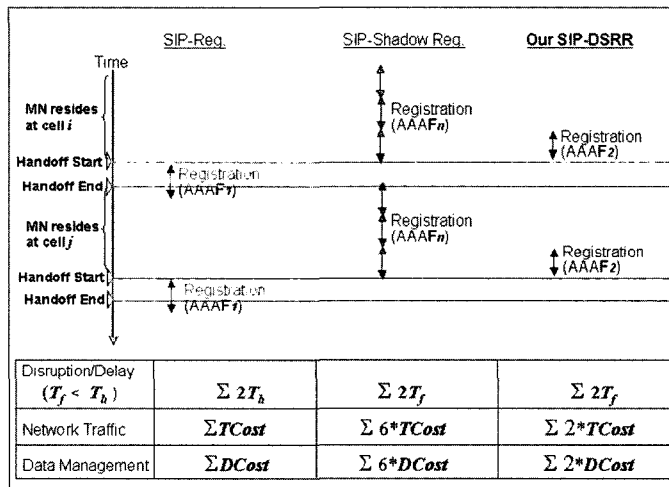


그림 16 등록방법에 따른 등록 시기 및 네트워크 트래픽 비용

교환시 발생하는 T_f 만큼의 지연시간만 발생하였다. 그러나 핸드오프마다 인접 셀 수(n) 만큼의 네트워크 트래픽(Tcost) 발생이라는 추가적인 문제가 발생하였다.

본 연구에서 제안하는 SIP-DSSR은 끊김 시간이 T_f 만큼으로 감소되었으며, MN의 이동 특성과 이동 방향이 반영되어 2개의 영역에만 등록하게 되므로, 네트워크 트래픽도 Shadow 등록과 비교할 때, n-2만큼 감소되어 전체적으로 $\Sigma(n-2) \times TCost$ 만큼 감소시킬 수 있었다. 더욱이 STR 영역을 제외한 모든 영역에서의 이동은 등록과는 무관하므로 필터링되어 등록을 수행하지 않아도 되므로 그 효과는 더 크게 나타날 것이다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 모바일/무선 환경하에서 통화중 끊김과 불필요 트래픽 발생을 줄일 수 있는 사전등록영역(DSRR)을 구성하는 방법과 알고리즘을 제안하였다. DSRR에서는 MN의 현 위치로부터 사전등록 영역을 찾

게 되는데, 셀의 영역적 분할 결과 생성된 HoR, STR, NRR 등의 영역별 위치 정보와 셀의 방향성 분할 결과 얻은 MN의 방향 벡터 정보를 이용하였다.

본 논문에서 제안한 DSRR은 실제 이동 통신 시스템에서 MN의 이동 방향성을 반영하여 동적으로 구성할 수 있으며, DSRR 알고리즘에서 알 수 있듯이 파라미터 값들을 변경해 줌으로써 임의의 다양한 도플러를 나타내는 이동통신 환경 구축에도 유용하게 사용할 수 있다. 특히 DSRR은 핸드오프 임계치 h 가 작고, 셀의 크기가 클수록, 또한 핸드오프 횟수가 많아질수록 더 효과적이다.

본 논문에서는 두 가지 시나리오에 의한 실험을 통해 DSRR의 성능을 평가하였다. 끊김 시간 비교를 위한 첫 번째 실험에서는 사전등록 방법을 사용한 SIP-DSRR이 사전등록방법을 사용하지 않는 기존의 등록 방법에 비해 끊김을 현저하게 없앨 수 있음이 증명되었다. 사전등록 횟수와 네트워크 트래픽 비교를 위한 두 번째 실험

럼에서는, 기존의 Shadow 등록은 n 개의 인접 셀에 등록을 하는 반면, SIP-DSRR은 2개의 인접 셀에만 사전 등록을 하므로 결과적으로 트래픽 발생을 $\Sigma(n-2)$ 만큼 줄일 수 있음을 보였다.

앞으로 DSRR 관련한 연구로서는 DSRR의 정확도를 결정짓는 주요 파라메터인 핸드오프 임계치 h 의 최적화 알고리즘 개발이 이루어져야 할 것이다. 또한 셀의 영역화 및 방향 백터화한 분할 스킴은 이동성 관리뿐만 아니라 위치관리에도 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Bill Douskalis, Putting VoIP to Work: Softswitch Network Design and Testing, Prentice Hall PTR, 2002.
- [2] Bill Douskalis, IP Telephony: The Integration of Robust VoIP Services, Prentice Hall PTR, 2000.
- [3] Mark A. Miller, Voice over IP: Strategies for the converged Network, M&T Book, 2000.
- [4] Ted Tackyoung Kwon, Mario Gerla, Sajal Das, and Subir Das, "Mobility Management for VoIP Service: Mobile IP and SIP," IEEE Wireless Communication, Oct. 2002.
- [5] Sudhir Dixit and Ramjee Prasad, Wireless IP and Building the Mobile Internet, Artech House, 2003.
- [6] Willie W. Lu, Broadband Wireless Mobile: 3G and Beyond, John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
- [7] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, Oct.1996.
- [8] E. Gustafsson, A. Jonsson, and C. Perkins, "Mobile IP Regional Registration," Internet Draft, Sept. 2001.
- [9] Rosenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M. and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol," IETF RFC 3261, June 2002.
- [10] H. Schulzrinne and J. Rosenberg, "The session initiation protocol: Internet-centric signaling," IEEE Communications Magazine, Vol.38, Oct. 2000.
- [11] J. Rosenberg et al., "SIP extensions for presence," Internet Draft, Internet Engineering Task Force, June 2000.
- [12] H. Schulzrinne, "DHCP Option for SIP Servers," Internet Draft, draft-ietf-sip-dhcp-05.txt, Nov. 2001.
- [13] E. Wedlund, H. Schulzrinne, "Mobility Support using SIP," VON Eurpoe Sping 2000, June 2000.
- [14] H. Schulzrinne, "SIP registration," Internet Draft, Internet Engineering Task Force, October 2000.
- [15] F. Vakil et al., "Mobility Management in SIP Environment," Internet Draft, Internet Engineering Task Force, December 2000.
- [16] Edgar H., Callaway, Jr., Wireless Sensor Networks: Architecture and Protocols, Auerbch Publications, 2003.
- [17] Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele, Antenna Theory and Design, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [18] T. Imielinski and .F. Korth, Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [19] E. Pitoura and G. Samaras, Data management for Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [20] J. Zhang, "A Cell ID Assignment Scheme and It's Applications," Proc. of 2000 Int. Workshop on Parallel Processing, pp. 507-512, 2000.
- [21] Mari Wu et. al, "A Calculation Method of Handoff Rate using Speed and Direction of Mobile Stations in Cellular Networks," Journal of KISS: Information Networking, Vol. 29, Number 4, August 2002, pp. 352-357.



서혜숙

1988년 2월 숙명여자대학교 전산학과 졸업(이학사). 2001년 8월 고려대학교 전산교육학과 졸업(석사). 2004년 8월 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(박사). 현재 한국국방연구원 지식경영팀. 관심분야는 컴퓨터 네트워크, 이동 컴퓨팅, 이동성 관리, 차세대 연동체계(HLA/RTI)



한상범

1997년 2월 서울산업대학교 컴퓨터학과 졸업(이학사). 2001년 8월 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(석사). 2003년 8월 고려대학교 컴퓨터학과 박사 수료. 현재 한국통신 망운용센터 과장. 관심분야는 무선망, ad-hoc, 이동성 관리 및 네트워크

보안



이근호

1998년 2월 순천향대학교 컴퓨터학과 졸업(이학사). 2001년 2월 순천향대학교 전자상거래학과 졸업(석사). 2003년 8월 고려대학교 컴퓨터학과 박사수료. 관심분야는 ad-hoc, 센서, 유비쿼터스 및 네트워크 보안

황중선

정보과학회논문지 : 정보통신
제 31 권 제 1 호 참조