

# 분산형 지역 기반 이동성 IP

김기일<sup>0</sup>, 이 준화, 김 상하

충남대학교 컴퓨터학과  
shkim@ccslab.cnu.ac.kr

## DRMIP: Decentralization Region based Mobile-IP

Ki-Il Kim, Jun-Hwa Lee and Sang-Ha Kim  
Dept. of Computer Science, Chungnam National University

### 요 약

지금까지 인터넷에서 단말기의 이동성을 보장하기 위한 연구 방향은 계층적 망 구조에 따라 매크로 이동성과 마이크로 이동성을 분리하는 것이다. 핸드오프가 적은 매크로 이동성의 경우 Mobile IP 로 수립되는 반면 이동성이 잦은 마이크로 이동성의 경우 HA 로 보내지는 제어 메시지를 어떻게 줄일 것인가에 대하여 서로 다른 방안이 제시되고 있다. 현재까지 제시된 연구의 공통적인 문제는 게이트웨이 라우터의 집중화로 발생할 수 있는 부하이다. 본 논문에서는 단말기의 이동의 지역성 및 분산된 지역 에이전트 개념을 도입하여 이러한 문제를 개선한 분산 지역 기반 이동 프로토콜인 DRMIP 를 제안한다. 또 DRMIP 의 특성 및 적용성을 검증하기 위하여 인터넷 프로토콜과의 호환성, QoS 지원성, 시스템 안정성, 광역단위로의 확장성 등의 측면에서 타 프로토콜과 비교 분석하였다.

### 1. 서론

Mobile IP(향후 MIP 로 명명함)가 매크로 이동성을 지원하는 기본적인 메커니즘이지만 마이크로 이동성을 지원하기에는 문제점이 있다. 잦은 핸드오프시 HA(Home Agent)에게 보내지는 제어 메시지의 폭주로 트래픽이 증가되고 결국 코어망이 마비 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제안된 마이크로 이동성에 대한 연구는 크게 독자적인 라우팅 방법과 터널링 기반 라우팅 방법으로 나누어진다.

첫째, 마이크로 단위에 대해 독자적인 라우팅 방법을 사용하는 대표적 연구로 HAWAII[1]와 Cellular-IP[2] 등이 있다. HAWAII 는 CCoA (Co-located Care of Address) 를 사용해서 서비스 질(QoS)을 보장하는 데 유리하며, Cellular-IP 는 활성/비활성 단말기의 라우팅 정보를 분리하여 활성 단말기의 라우팅을 신속하게 지원한다. 하지만, 상기 방법 모두 마이크로 단위에 속한 모든 라우터가 이러한 독자적인 라우팅 프로토콜을 탑재하여야 하며, 호스트 기반 라우팅을 사용하므로 게이트웨이 라우터(HAWAII 의 경우 도메인 루트 라우터)에 과중한 부하가 수반되는 단점을 갖고 있다.

둘째, 마이크로 단위에 대해 터널링 기반 라우팅 방법을 사용하는 대표적인 연구로 LIMP[3], THEMA[4], MIPRTM[5] 및 등이 있다. 이들의 경우 매크로/마이크로 이동성을 위한 제어 메시지를 구분하여 메시지를 줄일 수 있지만 게이트웨이 라우터를 대표 에이전트로 사용하므로 같은 단점을 갖게 된다.

본 논문에서는 터널링을 기반으로 하며 위의 문제점을 해결한 DRMIP (Region -based decentralization Mobile IP) 방식을 제안한다. 즉, DRMIP 는 게이트웨이 라우터의 부하를 줄이고 기존 라우터의 변경을 최소화 할 수 있는 방안이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 DRMIP 의 구조 및 이동성 관리에 대해 살펴본다. 3 장에서는 현재까지 제안된 마이크로 이동성 방안들과 장단점을 비교 분석한다. 4 장에서는 향후의 연구 방향에 대해 살펴본다.

### 2. 분산 지역 기반 이동성 IP

DRMIP 는 분산 환경을 지원하는 계층적이고 논리적인 구조를 가짐으로써 마이크로 이동성을 보장하는 프로토콜이다. 이 장에서는 DRMIP 의 망 구조와 동작 방식에 대하여 알아본다.

#### 2.1 분산형 망 구조

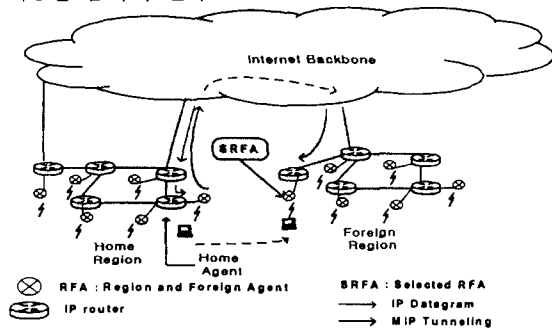
DRMIP 는 마이크로 이동성을 지원하기 위해 기존의 연구[1-4]들과 같은 계층적 구조를 가지면서 하나의 에이전트의 과도한 부하를 여러 에이전트에서 나누어 관리할 수 있는 분산형 망 구조를 가진다. [그림 1]에서 보듯이 DRMIP 의 망 구조는 지역과 단말기의 이동성을 지원하는 에이전트를 포함하고 있다.

지역은 네트워크 구조와 별개로 단말기의 이동 속성인 지역성(locality)을 고려하여 논리적으로 정해진 인접 셀들의 집합이며, 각 지역마다 고유한 지역 식별자(RID):

Regional Identification)를 가진다.

이동 에이전트는 MIP 의 HA,FA 와 [3]의 RA 의 기능에 FA 의 기능을 추가한 RFA 가 있다. RFA 는 광고 메시지 전송, 디캡슐화(Decapsulation) 등의 MIP 의 FA 기능인 과 이동 단말기에서 SRFA 로의 등록 메시지를 릴레이 하는 기능을 가지고 있다.

SRFA 는 특별한 에이전트의 추가 없이 새로운 이동 단말기 새 지역으로 이동하여 처음으로 접속하는 RFA 를 말한다. SRFA 는 에이전트의 등록 메시지를 이용하여 이동 단말기의 정보를 관리하고 이것을 이용하여 이동 단말기로 향하는 패킷을 터널링 하므로 단말기의 지역 내의 이동을 숨기게 된다.



[그림 1] DRMIP 망 구조

2.2 DRMIP 확장 메시지

DRMIP 는 [6,7]에서 새로운 메시지 형태를 가지는 것 과는 달리 DRMIP 는 단순히 MIP 의 선택적인 확장 프로토콜이다. 따라서 MIP 와 호환성을 가지며 동작한다. 그림 2 는 RA 기능을 첨부하기 위해 MIP 광고 및 등록 메시지의 확장인 DRMIP 광고 및 등록 메시지를 나타낸다.

|                 |        |          |
|-----------------|--------|----------|
| 0               | 16     | 31       |
| type            | length | reserved |
| Region ID       |        |          |
| Extensions .... |        |          |

(a) DRMIP 광고 메시지(MIP 메시지 확장)

|                 |        |          |
|-----------------|--------|----------|
| 0               | 16     | 31       |
| type            | length | reserved |
| SRFA address    |        |          |
| Extensions .... |        |          |

(b) DRMIP 등록 요구 메시지 (MIP 메시지 확장)

[그림 2] DRMIP (a) 광고 및 (b) 등록요구 메시지

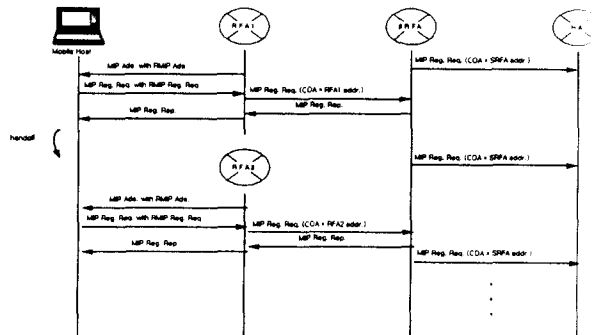
DRMIP 광고 메시지는 MIP 광고 메시지의 확장으로 단말기에게 RFA 의 논리적인 지역 식별자를 알리기 위해 사용한다. DRMIP 등록 요청 메시지도 MIP 등록 요청 메시지의 확장으로 SRFA 또는 RFA 에게 등록을 요청할 때 사용된다. S 와 R 플래그 비트는 등록을 요청할 때 RFA 에게 동작 모드를 알리기 위해 사용된다. 즉, S 는 SRFA 모드로, R 은 RFA 모드로 동작을 요구할 때 사용된다. 각 메시지의 인증과 보안을 위한 부분은 향후 연구가 필

요하다.

2.3 지역 내 핸드오프

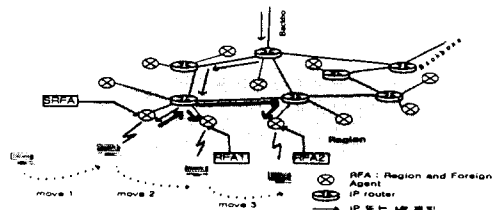
지역 내에서 단말기의 핸드오프가 발생하면, 단말기는 새로운 RFA 위 광고 메시지에 포함된 RID 를 비교하여 현재 이동이 지역 내에서의 이동인지 새로운 지역으로의 이동인지를 감지한다. 만일 이동이 지역 내 이동이면 매크로 이동성을 제공하기 위한 MIP 정보는 변경을 하지 않고 마이크로 이동성을 제공하기 위한 DRMIP 관련 정보를 변경함으로써 이동성을 유지하게 된다.

지역 내에서의 핸드오프는 단말기의 위치에 따라 두 가지 경우로 나뉜다. 첫째는 단말기가 홈 지역에서 핸드오프가 일어나는 경우이며, 둘째는 단말기가 외부 지역에서 핸드오프가 발생하는 경우이다. 전자의 경우는 MIP 와 동일하게 작동하며 후자의 경우에는 SRFA 가 HA, RFA 가 FA 의 역할을 담당하는 DRMIP 가 동작한다. 그림 3 은 외부 지역에서 단말기가 SRFA, RFA1, RFA2 로 순차적인 핸드오프가 발생한 두 가지 경우의 MIP 와 DRMIP 메시지의 흐름을 보여준다.



[그림 3] 지역 내 핸드오프 처리 과정

단말기가 SRFA 가 아닌 RFA 로 이동한 경우 해당 RFA 로부터 CoA (Care of Address) 또는 CCoA (Co-located CoA)를 할당받고, 이를 이용해서 SRFA 에 등록 요청 메시지를 전송한다. 이때 단말기는 DRMIP 등록 요청 메시지의 R 비트를 셋팅하여 RFA 모드로 동작을 요구한다. 단말기의 등록 메시지를 수신한 해당 RFA 는 유효성을 검사한 후 이를 SRFA 로 릴레이 한다. 등록 메시지를 수신한 SRFA 는 단말기의 위치 정보를 갱신하고, 이후 도착하는 패킷을 새로운 CoA 또는 CCoA 로 터널링한다. SRFA 는 단말기를 대신하여 주기적으로 HA 에게 등록 메시지를 전송한다.



[그림 4] 지역 내 핸드오프 데이터 흐름

그림 4 는 지역 내에서 핸드오프 발생할 때 데이터 패킷의 흐름을 보여준다. 즉, HA 로부터 SRFA 에 도착한 패킷은 다시 단말기가 위치한 RFA 로 재터널링되는 데이터 흐름을 나타낸다.

## 2.4 지역 간 핸드오프

매크로 이동성은 DRMIP 와 MIP 의 상호 연계를 통해서 제공된다. MIP 는 단말기가 위치한 SRFA 까지의 라우팅을 책임지고, 지역 내에서의 라우팅인 SRFA 에서 단말기까지의 라우팅은 DRMIP 터널링에 의해 이루어진다. DRMIP 광고 메시지를 통해 지역간의 이동을 감지한 단말기는 DRMIP 및 MIP 등록 요구 메시지를 이용해서 SRFA 및 HA 의 위치 정보 모두를 갱신한다. HA 위치 정보는 SRFA 에 의해 릴레이 되는 등록 메시지에 의해 갱신된다. 이때 SRFA 는 HA 에게 자신의 CoA 로 위치 정보를 등록함으로써 단말기의 지역 내 이동을 숨기게 된다.

송신자(CH: Correspondent Host)로부터 단말기로의 패킷은 세 단계를 거쳐 라우팅 된다. 첫번째 단계로 CH-HA 간은 기존의 IP 라우팅을 사용하여 라우팅 된다. 두번째 단계로 패킷을 수신한 HA 는 MIP 바인딩 캐쉬 정보를 참조하여 이를 단말기가 현재 위치한 지역의 SRFA 로 터널링하여 전송한다. 마지막 단계로 SRFA 는 단말기의 DRMIP 위치 정보를 이용하여, 도착한 패킷의 터널 헤더 부분만을 교체하여 단말기가 위치한 FA 또는 단말기로 전송한다. 만일 단말기가 홈 지역으로 이동한 경우에는 MIP 만으로 동작하게 된다.

## 3. 마이크로 이동성 IP 와의 비교

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 DRMIP 와 타 프로토콜과 비교 분석한다. DRMIP 는 터널링 방법에 기반하고 있지만 대표 에이전트에게 부하가 집중되는 것을 방지하기 위해 대표 에이전트를 분산하는 개선된 방법을 채택하고 있다. 따라서, 본 장에서는 주로 터널링 방법을 사용하지 않는 HAWAII[6], Cellular IP[7] 와 DRMIP 를 비교하고자 한다.

[6,7]의 경우, 액세스 망 또는 도메인 안에 있는 모든 기지국 및 라우터가 마이크로 이동성을 위한 고유한 프로토콜을 가져야 한다. 특히, [6]에서 FA 가 CCoA 를 지원하지 않는 경우 이를 사용할 수 없게 된다. DRMIP 의 경우, FA 에 RA 를 삽입하여 동작되며, 이를 탑재하지 FA 인 경우에도 Mobile IP 가 동작하므로 호환성이 유지된다. 즉, DRMIP 를 탑재한 FA 및 탑재하지 않은 FA 가 혼합되어 동작될 수 있다. [6,7]이 기존의 라우팅 프로토콜을 확장하여야 하는 반면, DRMIP 는 Mobile IP 의 확장만으로 충분하다. 호스트 기반 라우팅을 하는 [6,7]의 경우 라우팅 테이블 확장성이 문제가 되며, 이것이 도메인 크기를 제한하게 된다.

마이크로 이동성의 신뢰성은 액세스 망의 망 장치 장애에 대한 서비스 중단 여부와 관련된다. [6,7]의 경우

액세스 망을 구성하는 각 라우터 등이 호스트 기반 라우팅을 위한 기능을 가져야 하기 때문에 이들에 결함이 발생할 경우 치명적인 문제점을 갖게 된다. DRMIP 의 경우 [4,5]와 달리 대표자 에이전트의 결함에 대해서도 동작할 수 있게 설계되어 있다. 즉, 단말기가 직접 연결된 FA 의 결함을 제외하고는 이동성에 손상을 입지 않는다.

인터넷에서 서비스 질(QoS) 연구는 크게 RSVP 를 이용하는 통합 서비스와 차별화 서비스로 분류된다. 플로우 레벨의 QoS 을 다루는 통합 서비스의 경우 HA 와 단말기 간의 자원 예약에 있어 CCoA 를 사용하는 [6]이 유리하다. 하지만, 통합 서비스의 경우 확장성 문제로 코어망에서 사용되지 않게 될 것이다. 액세스 망에서 이용 가능성은 있지만, 이동망의 경우 자원예약 주기 및 이동 주기로 인해 통합 서비스가 전면 수용되기에는 문제점을 가진다. 따라서, 이동망의 경우에는 제어가 간편한 차별화 서비스가 직접 적용될 가능성이 높다고 하겠다. 한편, 터널링 방법의 경우에도 RSVP 적용 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

## 4. 결론

본 논문은 마이크로 이동성을 지원하기 위한 HAWAII, Cellular IP, LIMP 및 HMIP 의 단점을 개선한 DRMIP 방안을 제안한다. DRMIP 는 액세스 망에서 호스트 기반 라우팅을 사용하는 방안의 문제점과 게이트웨이 라우터에 제어가 집중되는 문제점을 해결하기 위해 분산 에이전트와 터널링을 사용한다.

현재 ns 시뮬레이터를 이용해서 각 프로토콜에 대한 성능분석이 수행되고 있으며 멀티캐스팅으로의 확장에 대한 연구가 진행되고 있다.

## 5. 참고 문헌

- [1] R. Ramjee, et al., "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-area Wireless Networks," ICNP '99
- [2] A.G. Vakilko, "Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Computer Comm. Rev., 1999, pp.50-65.
- [3] K.I. Kim, et al., "Locality-based Internet Mobile Protocol," APCC/ICCS 98
- [4] P. McCann, et al., "Transparent Hierarchical Mobility Agents," Internet Draft, draft-mccann-theme-00.txt, Work in Progress, Mar. 1999.
- [5] E. Gustafsson, et al., "Mobile IP Regional Tunnel Management," Internet Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-01.txt, Work in Progress, Aug. 1999.
- [6] C. Perkins, "IP Encapsulation within IP", IETF RFC 2003, Oct. 1996.