

# Mobile IP 기반 무선 IP 패킷 데이터 망에서의 페이징 기법

\*나지현, \*김영진, \*\*이재현, \*\*정태의, \*\*\*송병권

\*한국전자통신연구원 이동통신연구소

\*\*서경대학교 컴퓨터과학과

\*\*\*서경대학교 정보통신공학과

[asoar@nownuri.net](mailto:asoar@nownuri.net)

## Paging method based Mobile IP for Wireless IP packet data network

\*Jeehyeon Na, \*Youngjin Kim, \*\*Jaehyun Lee, \*\*Taeui Jeong, \*\*\*Byungkwon Song

\*Mobile Telecommunication Research Lab., ETRI

\*\*Dept. of Computer Science, Seokyeong Univ.

\*\*\*Dept. of Information & Communication Engineering, Seokyeong Univ.

### 요약

최근 무선망 수요가 급증함에 따라 무선단말기의 전원효율을 높이고 망의 오버헤드를 줄이는 한편, 단말의 위치추적을 위하여 페이징(paging) 기법이 등장하게 되었다. IP 패킷 단말의 이동성과 함께 효율적인 페이징 기법이 차세대 무선망 기술의 핵심 이슈로 떠오르고 있다. 이에 본 논문은 국내의 차세대 IP 패킷 무선망으로써 연구되고 있는 HPI(High-speed Portable Internet)망을 위한 페이징 프로토콜 및 페이징 영역 구조를 제안한다.

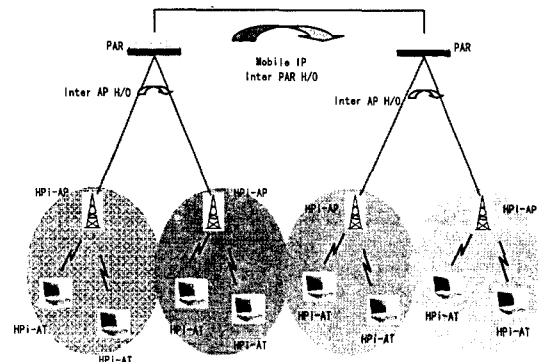
#### 1. 서론

HPI 망은 거시적 이동성을 위하여 Mobile IP[3,4,5]를 사용하고, 미시적 이동성을 위해서는 IEEE802.16e[2]를 사용할 예정이다. 현재 Mobile IP는 페이징을 지원하지 않고 있으며, IEEE802.16e는 현재 표준화 진행 중이기 때문에 페이징에 대한 언급만이 있을 뿐이다. Mobile IP에서 HA(Home Agent)와 MH(Mobile Host)는 주기적으로 등록을 수행하며, MH의 FA(Foreign Agent)가 변경되었을 때에도 등록을 수행한다. 이 등록의 주기가 너무 짧으면 등록 메시지를 송수신 하기 위해 MH의 전원관리의 효율이 떨어지게 되며, 네트워크의 오버헤드가 커지게 된다. 주기가 너무 길면 MH의 핸드오프에 지연이 발생하게 되며 dormant 상태의 MH의 이동탐지가 어려워진다. 페이징은 패킷송수신 상태가 아닌 dormant 상태 MH의 이동탐지를 통해 최소한의 지연으로 MH가 패킷 송수신을 할 수 있도록 제안된 메시지 프로토콜이다[7-11]. 페이징은 HA 페이징 기법을 제외하면, 인터넷 안에서의 라우터 또는 FA의 MH에 대한 위치추적 및 MH의 라우터 또는 FA에 대한 위치보고이다.

기존의 페이징 기법 중 잘 알려진 것은 P-MIP[7]와 Cellular IP[6] 등이 있다. P-MIP는 FA 페이징 기법으로서, FA가 터널의 출구이면서 동시에 라디오 셀(cell)을 가지는 경우에 해당한다. P-MIP는 Mobile IP와의 호환이 가장 큰 목적이며, 따라서 Mobile IP의 Agent 메시지를 그대로 사용한다. Cellular IP는 새로운 라우팅 및 페이징 프로토콜을 제안한다. Cellular IP는 도메인 페이징 기법으로써 도메인 루트 라우터와 하위 여러 개의 중간 라우터 또는 브릿지들로 도메인을 구성하며, 도메인 내의 호 연결을 위해 path setup 알고리즘이 필요하다. Cellular IP는 Mobile IP와는

관계없이 독자적인 라우팅 및 페이징 프로토콜을 사용한다.

#### 2. HPI 네트워크 구조



<그림 1> HPI 페이징 네트워크 구조

PAR : Packet Access Router  
HPi-AP : HPi-AT와 PAR간의 유무선 중계기  
HPi-AT : HPi 무선 이동 단말

HPI 네트워크 구조는 <그림 1>과 같이 HPi-AP와 HPi-AT의 게이트웨이 라우터인 PAR로 구성되어 있다. 이외에도 HA 및 백본망이 존재하나 페이징과는 관계 없으므로 그림 1에는 제외했다. HPi-AP간의 연결 및 HPi-AP와 PAR

과의 연결은 스위치 허브를 통해 연결된다. 그러므로 HPi-AP 들로 도메인을 구성하더라도 Cellular IP 와 같은 path setup 기능은 필요치 않게 된다. 또한 HPi 의 이러한 망 구성은 HPi-AP 들이 도메인을 구성하게 되며, PAR 이 고정적으로 페이징을 담당하는 형태가 된다. 따라서 HPi 망은 FA 페이징과 도메인 페이징의 혼합형태라고 할 수 있다. 이에 새로운 페이징 기법을 본 논문에서 제안한다.

### 3. 페이징 기법 제안

#### 3.1 페이징 영역

PA(Paging Area:페이징 영역)의 성형[10]에는 지형적인 요소, 전파공학적 요소와 같은 물리적 요소 이외에 MH의 방향성 예측 및 PAI(Paging Area Identifier)분배와 같은 논리적인 요소도 고려해야 한다. PA 구성은 크게 static PA 와 dynamic PA 의 두 가지로 나뉜다. static PA 는 PA 가 고정적임을 뜻하며 dynamic PA 는 MH의 방향성의 예측 결과로 구성된다. 각각의 장단점으로는, static PA 의 경우 구현 및 관리비용이 저렴하다는 장점과 페이징 비용의 증가를 피할 수 없다는 단점이 있으며, dynamic PA 는 적절한 예측 알고리즘을 사용 할 경우 페이징 비용의 감소라는 장점과 예측 자체가 어렵다는 점 및 적은 개수의 Base Station으로 구성된 도메인의 경우 효율성이 떨어진다는 단점이 있다. HPi 망은 PAR 의 하위에 약 20 개 정도로 적은 개수인 HPi-AP 들로 구성될 것으로 보인다. 따라서 본 논문은 static PA 를 기본으로 하며, dynamic PA 의 MH 방향성 예측 요소를 static PA 의 지형적 요소로 전환하여 생각한 공유 AP 라는 기술을 덧붙인다.

공유 AP 는 PA 내의 HPi-AP 의 위치가 물리적으로 이웃 PA 와의 경계에 해당할 때, HPi-AP 를 이웃 PA 와의 공유 AP 로써 설정할 수 있다. 이동하는 HPi-AT 는 공유 AP 에서 위치보고 하지 않는 것이 공유 AP 설치의 목적이다. PA1 과 PA2 의 공유 AP 가 하나 있다고 가정하면, PA1 과 PA2 각각에서 반대방향으로 향하는 HPi-AT 가 공유 AP 에 들어왔을 때, 어느 HPi-AT 도 위치보고를 수행하지 않는다. 결국 PA 의 영역이 셀 하나의 크기만큼 확장되는 결과를 갖게 되며, 이동인구가 많은 지역이나 도로의 방향 등을 고려하여 공유 AP 를 설치할 경우 페이징 비용의 감소라는 이점을 얻을 수 있다.

#### 3.2 PAI

PAI 는 각 PA 를 구분하는 요소이다. PAI 는 지역적 재사용성을 가지며, 공유 AP 는 별도로 선지정(pre-assignment)된 특수한 PAI 를 가지게 된다. PAI 는 도메인 설계시에 PA 의 성형과 함께 각 PA 및 공유 AP 에 할당되며 HPi-AP 는 PAR 과의 컨트롤 메시지를 교환으로 PAI 가 알려지게 된다.

### 4. 페이징 프로토콜

#### 4.1 Beacon Signal

Beacon Signal 은 연속된 비트열로써 HPi-AP 에서 지속적으로 셀 내에 브로드캐스팅 되는 단순 정보 신호이다. 이것은 발신하는 HPi-AP 의 IP 주소, PAR 의 IP 주소 및 PAI 로 구성된다. HPi 망 설계에 있어 HPi-AP 와 HPi-AT 와의 연결에 L2 연결 파라미터가 필요할 경우, L2 연결 파라미터 또한 Beacon Signal 에 포함된다. HPi-AT 는 dormant 상태에서 Beacon Signal 을 수신하여 현재 위치를 확인한다.

#### 4.2 Paging Table

PAR 은 하위 도메인에 대한 정보, 즉 HPi-AP 주소와 공유 AP 관리, PAI 와 함께 HPi-AT 의 위치정보를 관리하기 위해 Paging Table 이라는 데이터 베이스 모듈을 내장한다.

#### 4.3 Paging Update Packet

HPi-AT 는 PAR 에 위치보고를 수행하기 위해 Paging Update Packet 을 발신한다. PAR 은 Paging Update Packet 의 정보에 따라 Paging Table 을 갱신하며, HPi-AT 의 현재 위치를 확인한다. Paging Update Packet 에는 HPi-AT 의 홈 주소 및 현재 위치한 PAI 와 HPi-AP 의 주소가 포함되며, 페이로드에는 HPi-AT 의 인증을 위한 인증 정보가 실리게 된다. 도메인 변경시의 Paging Update Packet 의 페이로드에는 인증 정보 외에 HPi-AT 가 캐쉬하고 있던 PAR 의 주소가 포함된다. Paging Update Packet 의 기본형은 ICMPv4 형태를 가지며, ICMP 타입은 Paging Update Packet 이다.

#### 4.4 Paging Packet

PAR 은 HPi-AT 의 현재 위치를 질의, 즉 페이징 하기 위해 Paging Packet 을 해당 HPi-AT 에 발송한다. HPi-AT 는 Paging Packet 을 수신하여 dormant 상태에서 active 상태로 전환하며, 위치보고 응답으로써 Paging Update Packet 을 PAR 에 발송한다. Paging Packet 의 발송은 Paging Table 에서 해당 HPi-AT 가 마지막으로 위치보고한 시점의 PAI 를 기준으로 PAI 및 관련 공유 AP 에 발송되며 HPi-AP 는 셀 내에 브로드캐스트 한다. Paging Packet 의 기본형은 ICMPv4 형태를 가지며, ICMP 타입은 Paging Packet 이다.

### 5. 페이징 과정

#### 5.1 Inter-PA 페이징

HPi-AT 는 HPi-AP 의 Beacon Signal 을 수신하여 현재의 PA, HPi-AP 및 PAR 의 주소 등 위치정보를 확인하고 위치보고를 수행할 것인지를 결정한다. 현재 PA 와 이전 PA 가 다른 경우, HPi-AT 는 PAR 에 Paging Update Packet 을 보내 위치보고를 수행한다. 단, HPi-AT 가 공유 AP 에서 최초로 위치보고를 수행하는 경우를 제외하고 공유 AP 의 선지정 PAI 를 수신했을 때 위치보고를 수행하지 않는다.

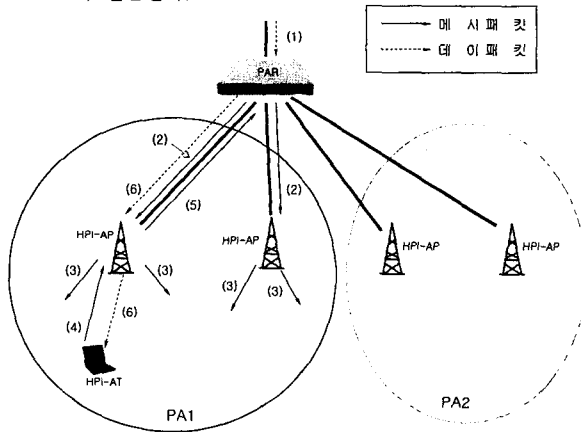
#### 5.2 Inter-도메인 페이징

HPi-AT 는 Beacon Signal 의 PAR 주소 부분으로 현재 도메인의 PAR 를 알게 된다. 현재 받은 PAR 주소가 이전에 캐쉬된 PAR 주소와 다를 경우, HPi-AT 는 현재 위치의 도메인이 바뀐 것으로 인식한다. 도메인이 바뀐 경우 HPi-AT 는 곧바로 Beacon Signal 을 통해 알게 된 새로운 PAR 주소로 Paging Update Packet 을 발신하여 위치보고를 수행한다. PAR 은 Paging Update Packet 을 수신하여 이전 PAR 주소를 확인하고, 이전 PAR 에 대해 해당 HPi-AT 의 Paging Table 정보를 삭제할 것을 요청하는 PAR 간 컨트롤 메시지를 보낸다. 이후 Paging Table 에 새로운 HPi-AT 에 대한 정보가 생성되어 페이징이 완료된다. HPi-AT 는 페이징과 별도로 HA 와 등록을 수행한다.

#### 5.3 HPi-AT 의 데이터 착신

<그림 2>는 HPi-AT 의 데이터 착신을 위한 페이징 메시지들의 흐름 순서를 나타낸다. (1) PAR 에서 목적지가 도메인 내의 특정 HPi-AT 인 데이터를 받았을 때, PAR 은 데이터를 버퍼링한다. (2) Paging Table 에 따라 HPi-AT 의 현재

알려진 PA 의 HPI-AP 들에 **Paging Packet** 을 전송한다. (3) HPI-AP 는 **Paging Packet** 을 받아 셀 내에 브로드캐스트 한다. (4) **Paging Packet** 을 받은 해당 HPI-AT 는 dormant 상태에서 active 상태로 전환하여 PAR 에 **Paging Update Packet** 을 발신하고, HPI-AP 는 **Paging Update Packet** 의 패킷 타입이 **Paging Update Packet** 임을 확인한다. (5) HPI-AP 는 **Paging Update Packet** 을 PAR 로 전달한다. PAR 은 **Paging Update Packet** 을 받아 **Paging Table** 을 갱신한다. (6) 마지막으로 PAR 은 버퍼링 된 데이터를 HPI-AT 에 전달 하며, 이후에 계속되는 데이터는 버퍼링 및 페이징 없이 HPI-AT 에 전달한다.



<그림 2> HPI-AT의 데이터 수신 과정

#### 5.4 HPI-AT의 데이터 발신

HPI-AT 가 데이터를 보내기 위해 active 상태로 전환할 경우, HPI-AT 는 active 상태전환과 동시에 **Paging Update Packet** 을 PAR 에 전송하여 위치보고를 수행한다. 이후 일반적인 라우팅을 통해 PAR 을 거쳐 목적지로 데이터를 발신한다.

### 6. 시뮬레이션 및 성능평가

본 논문에 대한 연구는 현재 계속 진행 중에 있으며, Network Simulator 2 (NS-2)[12]를 사용하여 도메인에 해당하는 구성 요소들을 배치, HPI-AT 의 이동에 따른 페이징이 본 논문에서 제안한 방법대로 구현되는가에 대해 실험할 예정이다. 성능평가에 대한 부분에 있어서는, 본 논문에서 제안한 PA 성형과 관련하여 HPI-AT 가 공유 AP 를 지날 때와 지나지 않을 때를 중점적으로 비교하여 수학적 계산식을 도출, 페이징 관련 메시지 전송량을 측정할 것이다.

### 7. 결론

본 논문이 적용되는 무선 네트워크 구조는 다단계의 계층적 구조가 아닌 PAR 과 직접 연결되어 있는 HPI-AP 들로만 구성되어 있다. 따라서 이와 같은 구조에 적용될 페이징 알고리즘 역시 라우팅기법들이 제외된 단순한 구조이어야 하며, HPI-AP 들이 라우터 역할 또는 브릿지 역할을 수행하는 것이 목적이 아니므로 Cellular IP 와 같은 도메인 페이징 기법을 그대로 적용하지 못한다. 본 논문에서 제안한 페이

징 알고리즘은 FA 페이징과 도메인 페이징의 장점을 적절히 혼용하여 적용했으며 PA 성형 또한 static PA 기법에 dynamic PA 기법을 응용한 공유 AP 를 추가하여 기존 PA 성형방식에 대한 대안을 제시하였다. 향후, 제안한 페이징 알고리즘에 대해 시뮬레이션 및 성능평가를 수행할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] IEEE std 802.16-2001, "Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", IEEE-SA, April 2002
- [2] IEEE 802.16 TGe Working Document, "IEEE 802.16e-03/07r2 Part 16 Amendment 4: Mobility Enhancements", IEEE 802.16 TGe, May 2003
- [3] James D. Solomon, "Mobile IP: The Internet Unplugged", Prentice Hall PTR, 1998
- [4] C. E. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", RFC3344, August 2002
- [5] Karim El Malki, Pat R. Calhoun, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4", IETF internet draft, <draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-05.txt>, June 2003
- [6] A. Campbell, J. Gomez, "Cellular IP", IETF internet draft <draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt>, June 2000
- [7] X. Zhang, J. Gomez, "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP", Mobile Networks and Applications, July 2002
- [8] R. Ramjee, T. Laporta, L. Li, S. Kasera, "IP Paging Service for Mobile Hosts", Wireless Networks, August 2002
- [9] C. Castelluccia, P. Mutaf, "An Adaptive Per-Host IP Paging Architecture", Computer Communication Review, ACM SIGCOMM, October 2001
- [10] J. Kempf, C. Castelluccia, P. Mutaf, "Requirements and Functional Architecture for an IP Host Alerting Protocol", RFC3154, August 2001
- [11] J. Kempf, "Dormant Mode Host Alerting("IP Paging") Problem statement", RFC3132, June 2001
- [12] Network Simulator 2 (NS-2), <http://www-mach.CS.Berkeley.edu/ns/>