

HPI상에서 IP 페이징 프로토콜 구현 및 성능측정

*나지현, *김영진, **김장수, **정태의, ***송병권
*한국전자통신연구원 이동통신연구소
**서경대학교 컴퓨터학과
***서경대학교 정보통신공학과
nemo_12@hanmail.net

The Implementation and the Performance Measurement for IP Paging Protocol in HPI Network

*Jeehyeon Na, *Youngjin Kim, **Changsu Kim, **Taeui Jeong, ***Byungkwon Song
*Mobile Telecommunication Research Lab., ETRI
**Dept. of Computer Science, Seokyeong Univ.
***Dept. of Information & Communication Engineering, Seokyeong Univ.

요 약

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 IP패킷 무선망으로써 연구되고 있는 HPI(High-speed Portable Internet)망을 위한 페이징 프로토콜 및 페이징 영역 구조를 제안하였으며 실제 시뮬레이션을 통해 성능을 측정한다.

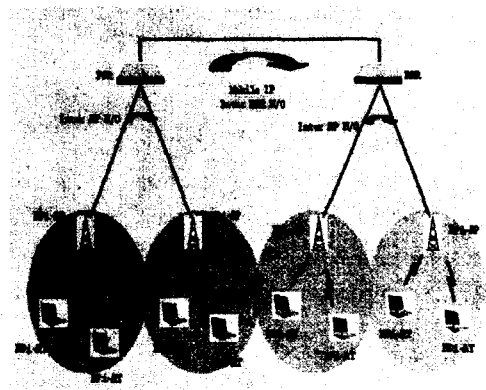
1. 서론

HPI 망은 거시적 이동성을 위하여 Mobile IP[2,3,4]를 사용하고, 미시적 이동성을 위해서는 IEEE802.16e[1]를 사용할 예정이다. 현재 Mobile IP는 페이징을 지원하지 않고 있으며, IEEE802.16e는 현재 표준화 진행 중이다. 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 송수신하기 위해 MH의 전원관리의 효율이 떨어지게 되며, 네트워크의 오버헤드가 커지게 된다. 주기가 너무 길면 MH의 핸드오프에 지연이 발생하게 되며 dormant상태의 MH의 이동장치가 어려워진다. 이러한 단점을 해결하기 위해 제안된 페이징은 dormant상태 MH의 이동을 방지하여 지연을 최소화시키고 MH가 패킷 송수신을 할 수 있도록 제안된 메시지 프로토콜이다[6-10]. 기존의 페이징 기법으로는 P-MIP[6]와 Cellular IP[5] 등이 있다.

본 논문에서는 HPI망에서의 착신 서비스를 위한 최적에 IP 페이징 기법을 제안하고 시뮬레이션을 통해 성능을 측정한다.

2. HPI 네트워크 구조

HPI 네트워크 구조는 아래 <그림 1>과 같이 HPI-AP와 HPI-AP의 게이트웨이 라우터인 PAR로 구성되어 있다. HPI-AP간의 연결 및 HPI-AP와 PAR와의 연결은 스위치 허브를 통해 연결된다. 그러므로 HPI-AP들로 도메인을 구성하더라도 Cellular IP와 같은 path setup기능은 필요치 않게 된다. 또한 HPI의 이러한 망 구성은 HPI-AP들로 만들어진 도메인을 구성하게 되며, PAR가 고정적으로 페이징을 담당하는 형태가 된다. 따라서 HPI 망은 FAP(Foreign Agent Paging)과 DP(Domain Paging)의 혼합형태라고 할 수 있다[7].



<그림 1> HPI 페이징 네트워크 구조

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

3. HPI IP 페이징 기법

3.1 페이징 영역

PA(Paging Area)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. PA구성은 크게 static PA와 dynamic PA의 두 가지로 나눈다[8]. static PA는 PA가 고정적임을 뜻하며 dynamic PA는 MH의 방향성의 예측 결과로 구성된다. 본 논문은 static PA를 기본으로 하며, dynamic PA의 MH방향성 예측 요소를 static PA의 지형적 요소로 전환하여 생각한 공유AP라는 기술을 덧붙인다.

공유AP는 PA내의 HPI-AP의 위치가 물리적으로 이웃 PA와의 경계에 해당할 때, HPI-AP를 이웃 PA와의 공유AP로써 설정할 수 있다. 이동하는 HPI-AT는 공유AP에서 위치보고 하지 않는 것이 공유AP 설치의 목적이다. 결국 PA의 영역이 셀 하나의 크기만큼 확장되는 결과를 갖게 되며, 유동인구가 많은 지역이나 도로의 방향 등을 고려하여 공유AP를 설치할 경우 페이지 비용의 감소라는 이점을 얻을 수 있다.

3.2 PAI

PAI는 각 PA를 구분하는 요소이다[6]. PAI는 지역적 재사용성을 가지며, 일반 AP는 하나의 PAI를 가지며, 공유AP는 두개 혹은 최대 세개의 PAI를 가진다

4. HPI IP 페이징 프로토콜 구현

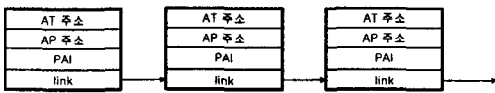
4.1 구현 시스템 구조

Beacon Signal은 연속된 비트열로써 HPI-AP에서 지속적으로 셀 내에 브로드캐스트 되는 단순 정보 신호이다. 이것은 발신하는 HPI-AP 주소, PAR 주소, PAI 및 공유AP 유무를 알리는 플래그로 구성된다.

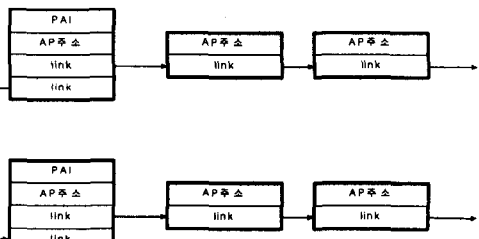
HPI-AT는 PAR에 위치보고를 수행하기 위해 Paging Update Packet을 발신한다. PAR는 Paging Update Packet의 정보에 따라 Paging 테이블을 갱신하며, HPI-AT의 현재 위치를 확인한다. Paging Update Packet에는 HPI-AT 주소, 현재 위치한 HPI-AP 주소와 PAI 및 PAR 주소가 포함된다.

PAR가 HPI-AT의 현재 위치를 찾기 위해서는 Paging Packet을 사용한다. 데이터가 PAR에 도착 했을 때 HPI-AT가 속한 PAI의 모든 HPI-AP들에게 Paging Packet을 보내고 각 HPI-AP들은 자신의 셀 내에 브로드캐스트 한다. HPI-AT는 Paging Packet을 수신하여 dormant상태에서 active상태로 전환하며, 위치보고 응답으로써 Paging Update Packet을 PAR에 발송한다.

Paging 테이블은 AT_PAИ 테이블과 PAI_AP 테이블로 구성되며 PAR의 하위 도메인에 대한 정보를 관리한다. HPI-AT가 위치한 HPI-AP와 PAI를 관리하기 위한 AT_PAИ 테이블<그림 2>, PAI가 할당된 HPI-AP 리스트를 관리하기 위한 PAI_AP 테이블<그림 3>이 있으며 PAI_AP 테이블은 공유AP 관리도 동시에 해준다.



<그림 2> AT_PAИ 테이블

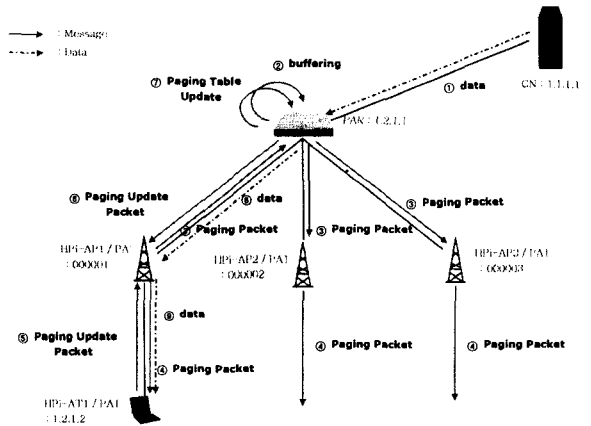


<그림 3> PAI_AP 테이블

4.2 HPI-AT의 데이터 착신

<그림 4>는 HPI-AT의 데이터 착신을 위한 페이징 메시지들의 흐름 순서를 나타낸다. 데이터 및 페이징 메시지의 흐름은 다음과 같다. ① CN(Correspondent Node)은 목적지 주소를 HPI-AT로 하는 데이터를 보낸다. ② PAR는 데이터를 버퍼링 한다. ③ 데이

터의 목적지 주소를 보고 AT_PAИ 테이블에서 PAI를 찾는다. 검색된 PAI를 기초로 PAI_AP 테이블 상에서 해당 PAI에 속한 HPI-AP 리스트를 찾아낸다. HPI-AT가 속한 PAI의 모든 HPI-AP들에게 Paging Packet을 보낸다. ④ 각 HPI-AP는 자신의 셀 안에 Paging Packet을 브로드캐스트 한다. ⑤ 각 HPI-AT는 Paging Packet을 받아 그 응답으로 Paging Update Packet을 보낸다. ⑥ HPI-AP는 Paging Update Packet을 PAR로 전달한다. ⑦ PAR는 Paging Update Packet을 받아 AT_PAИ 테이블의 HPI-AP 주소, PAI를 갱신한다. ⑧ HPI-AT가 속해 있는 HPI-AP로 데이터를 보낸다. ⑨ 데이터를 받은 HPI-AP는 해당 HPI-AT로 데이터를 전달한다.



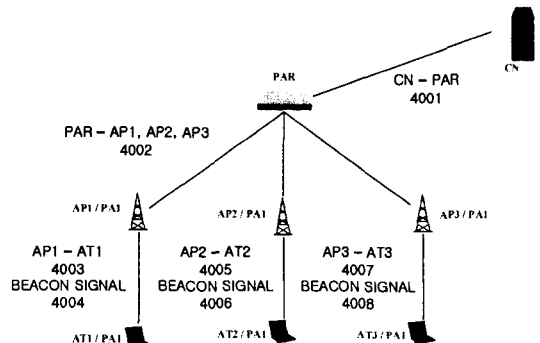
<그림 4> 데이터 착신 흐름도

4.3 HPI-AT의 데이터 발신

HPI-AT가 데이터를 보내기 위해 active상태로 전환할 경우, HPI-AT는 active상태전환과 동시에 Paging Update Packet을 PAR에 전송하여 위치보고를 수행한다. 이후 일반적인 라우팅을 통해 PAR을 거쳐 목적지로 데이터를 발신한다.

5. 시뮬레이션 및 성능측정

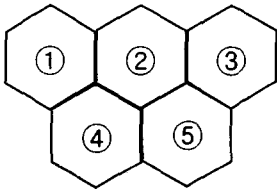
구현은 Linux 7.1 상에서 GNU GCC Ver 2.96 컴파일러를 사용하였으며 각 프로세스 통신은 소켓을 사용하였다. 아래 <그림 5>는 각 HPI-AP 및 PAI와 HPI-AT의 기본 구성을 보여준다. 4001부터 4008까지는 소켓의 통신포트를 지칭하며 HPI-AP와 HPI-AT 간의 데이터 및 메시지를 위한 포트와 Beacon Signal을 위한 포트는 별도로 분리되어 있다.



<그림 5> 시뮬레이션 네트워크 구성도

제한한 페이징 기법에 대한 성능측정은 한정된 전원을 보유한 HPI-AT 이동에 따른 위치보고 비용인 Paging Update Packet의 발송횟수를 기초로 하며, 공유AP 설치에 의해 어느 정도의 비용 절감효과가 있는가에 대해 평가한다.

실제 성능측정을 위한 HPI-AP 구조는 아래 <그림 6>과 같이 5개의 HPI-AP들로 구성되며, 각각의 HPI-AP에 PAI와 공유AP 여부를 3가지의 경우로 정의하고, 각각의 독립적인 3가지 경우에서 HPI-AT가 동일한 움직임을 보일 때 나타나는 Paging Update Packet의 발송 횟수를 측정했다. 각 경우에 따른 HPI-AP의 구성은 다음과 같다.



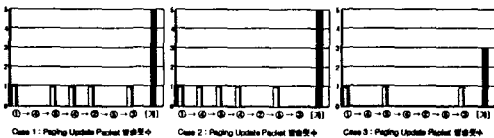
<그림 6> 성능측정을 위한 HPI-AP 구조

- Case 1 : [① = PAI. 1], [② = PAI. 2], [③ = PAI. 3], [④ = PAI. 1], [⑤ = PAI. 2]
- Case 2 : [① = PAI. 1], [② = PAI. 2], [③ = PAI. 3], [④ = PAI. 2], [⑤ = PAI. 3]
- Case 3 : [① = PAI. 1], [② = PAI. 2], [③ = PAI. 3], [④ = (공유AP)PAI. 1(default), 2], [⑤ = (공유AP)PAI. 2(default), 3]

다음으로 AT의 이동패턴은 아래와 같다.

- AT의 이동패턴 : ① → ④ → ⑤ → ④ → ② → ⑤ → ③

이러한 구성을 보인 이유는 AT의 이동이 크게 (일반PA)→(일반PA), (일반PA)→(공유AP), (공유AP)→(공유AP), (공유AP)→(일반PA)로 나눌 수 있기 때문이다.



<그림 7> Case 1, Case 2, Case 3의 Paging Update Packet 발송 횟수

위 <그림 7>은 먼저 제시한 각 경우에 대해 동일한 AT의 이동 패턴으로부터 몇 회의 Paging Update Packet 발송이 발생하는가를 보여 주고 있다. 처음의 ①에서 발생하는 한 번의 위치보고는 HPI-AT가 망에 최초 접속함으로써 발생하는 위치보고를 나타낸다. Case1, Case2와 Case3의 Paging Update Packet발송 횟수를 비교해 보면 5회, 5회, 3회로써 절반에 약간 못 미치는 수준의 Paging Update Packet발송횟수 절감을 보인다.

Case 3의 경우 총 7회의 HPI-AT이동 중 4회가 공유AP를 지나가는 것이다. 이것은 단말기 사용자가 동선에 따라 가장 많은 접근이 예상되는 지역에 공유AP를 설치함으로써 위치보고 비용을 줄일 수 있다는 것을 나타낸다.

본 성능측정에서 나타난 결과는 단말기 사용자가 가장 많이 접근하는 지역에 공유AP를 설치함에 따른 HPI-AT의 위치보고 비용의

감소와 Beacon Signal의 플래그 활성화/비활성화만으로 공유AP의 설치/제거가 간단히 이루어 진다는 점이라 할 수 있다. 즉, 사용자의 이동패턴이 변경될 경우, 간단한 플래그 설정으로 공유AP를 설정하며, 이것은 AT의 위치보고 비용 절감과 더불어 전원 절약이라는 이점을 가져온다.

6. 결론

본 논문은 HPI망에서 착신 서비스를 제공하기 위한 방법으로 IP 페이징 기법을 제시하였으며 이에 따라 HPI망을 위한 IP 페이징 프로토콜 및 페이징 망 구조를 제안하였다. 페이징 프로토콜은 최소한의 필요정보만을 주고 받을 수 있으면서도 위치추적 및 위치보고라는 주어진 역할에 충실하도록 설계했으며, 페이징 망 구조는 한정된 전력을 가지고 있는 우선 단말의 전원 효율을 높이는 방향으로 제안했다. 이에 제한된 페이징 프로토콜을 실제 시뮬레이션 하고 성능측정을 수행하였다. 시뮬레이션을 통해 제안한 페이징 기법에 따라 프로토콜이 동작함을 보이고, HPI-AT의 위치관리와 데이터 착신이 이루어짐을 보였다. 성능측정에서는 제안한 페이징 망 구조와 공유AP가 어떠한 장점을 가지고 있는지 HPI-AT의 위치보고 횟수를 통해 분석하였다. 분석한 결과에 의해 공유AP를 사용함으로써 HPI-AT의 위치보고 비용이 감소하며, 추가 비용 없이 Beacon Signal에 대한 간단한 조작만으로 일반AP와 공유AP의 전환이 자유롭게 이루어지는 장점을 보였다. 이것은 HPI-AT의 위치보고 비용 감소와 전원 사용의 효율을 가져온다.

참고문헌

- [1] IEEE 802.16 TGe Working Document, "IEEE 802.16e-03/07r2 Part 16 Amendment 4: Mobility Enhancements", IEEE 802.16 TGe, May 2003
- [2] James D. Solomon, "Mobile IP: The Internet Unplugged", Prentice Hall PTR, 1998
- [3] C. E. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", RFC3344, August 2002
- [4] 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
- [5] A. Campbell, J. Gomez, "Cellular IP", IETF internet draft <draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt>, June 2000
- [6] X. Zhang, J. Gomez, "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP", Mobile Networks and Applications, July 2002
- [7] R. Ramjee, T. Laporta, L. Li, S. Kasera, "IP Paging Service for Mobile Hosts", Wireless Networks, August 2002
- [8] C. Castelluccia, P. Mutaf, "An Adaptive Per-Host IP Paging Architecture", Computer Communication Review, ACM SIGCOMM, October 2001
- [9] J. Kempf, C. Castelluccia, P. Mutaf, "Requirements and Functional Architecture for an IP Host Alerting Protocol", RFC3154, August 2001
- [10] J. Kempf, "Dormant Mode Host Alerting("IP Paging") Problem statement", RFC3132, June 2001