

HMIPv6 환경에서 MN의 특성을 고려한

동적 페이징 영역 설정 기법

정유진^o 최종원

숙명여자대학교 컴퓨터과학과

{yujin0603^o, choejn}@sookmyung.ac.kr

Dynamic Paging Area Construction Mechanism Considering Mobile Node Characteristics

in HMIPv6 Networks

Yujin Jeong ^o Jongwon Choe

Dept. of Computer Science, Sookmyung Women's University

요 약

최근 무선 접속망의 급속한 발전으로 이동 통신 환경에서 인터넷 서비스 제공에 대한 요구가 늘어남에 따라, IP기반의 이동성 지원과 마이크로 이동성에 따른 위치관리 트래픽을 줄일 수 있도록 해주는 HMIPv6 프로토콜이 제안되었다. HMIPv6에 페이징을 적용함으로써 MN의 위치등록에 필요한 시그널링 및 위치정보 데이터베이스의 갱신을 위한 처리와 단말의 전원 소모를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 각기 다른 특성을 갖는 MN들에 하나의 동일한 페이징 영역이 적용되는 것이 아닌, 각 MN의 특성을 고려하여 각각의 MN에 적합한 최적의 페이징 영역이 설정되는 HMIPv6 환경에서의 동적 페이징 영역 설정 기법(DP-HMIPv6)을 제안한다.

1. 서 론

인터넷의 급속한 성장과 더불어 무선 접속망의 발전은 이동 통신 환경에서 인터넷 서비스 제공에 대한 요구를 늘어나게 하였다. IETF는 인터넷 이동 통신 방안과 주소 부족문제 등을 고려하여 Mobile IPv6[1]를 제안하였다. 빈번한 핸드오버가 발생하는 환경에서 MIPv6는 지연, 패킷손실 그리고 시그널링이 증가하는 심각한 문제를 가져 마이크로 이동성에 적합한 기술이다. 그래서 IETF는 이러한 빈번한 핸드오버가 발생하는 환경과 마이크로 이동성을 위하여 Hierarchical Mobile IPv6(HMIPv6)[2]를 제안하였다.

이러한 HMIPv6에 dormant상태 노드와 active상태 노드를 구분하는 페이징을 적용함으로써 MN의 위치등록에 필요한 시그널링 및 위치정보 데이터베이스의 갱신을 위한 처리를 줄일 수 있으며, MN의 전원 소모를 줄일 수 있다[3]. 페이징 영역을 크게 하면 할수록 MN의 위치등록의 빈도는 감소하지만 페이징에 필요한 시간이 증가하게 되고, 또한 페이징 영역을 작게 설정하면 페이징을 적용한 의미가 없게 된다.

본 논문에서는 각기 다른 트래픽과 이동속도를 갖는 MN들에게 동일한 하나의 페이징 영역을 설정하는 것이 아닌, MN의 이동속도, MN로 들어오는 패킷의 비율, MN와 MAP까지의 거리를 고려하여 각각의 MN에 적합한 최적의 페이징 영역이 설정되는 HMIPv6 환경에서의 동적 페이징 영역 설정 기법(DP-HMIPv6)을 제안한다.

본 논문의 2절에서는 HMIPv6, 페이징 그리고 이 둘이 결합된 HMIPv6에서의 정적 페이징 기법을 소개하고 3절

에서는 본 논문의 제안기법인 동적 페이징 기법(DP-HMIPv6)을 설명한다. 4절은 결론으로 구성되었다.

2. 관련 연구

2.1 HMIPv6

MIPv6에서 MN가 짧은 이동거리를 빈번하게 움직일 경우에 효율적 핸드오프를 제공하기 위해 HMIPv6에서는 세개의 CoA를 사용한다. 즉, MAP 서브넷 내에서 구성된 RCoA(Reginal CoA)와 MN의 AR로 부터 받은 prefix로 구성된 LCoA(on-link CoA) 그리고 홈 네트워크에서 구성한 고유한 HoA(Home Address)를 사용한다.

HMIPv6에서는 지역 홈 에이전트 역할(HA)을 수행하는 MAP(Mobility Anchor Point)을 새롭게 도입한다. MN이 MAP이 관리하는 영역에 진입하면 AR(Access Router)에서 주기적으로 방송하는 RA(Router Advertisement)메시지를 받는다. 이 메시지는 AR이 MAP의 영역 내에 있음을 알리는 MAP 옵션을 포함하고 있다[2]. MAP 옵션이 포함된 RA 메시지를 받은 MN은 AR상의 CoA인 LCoA와 MAP 상의 CoA인 RCoA를 생성한다. LCoA와 RCoA를 구성한 후 MN은 MAP에게 LCoA를 소스주소로 하고 MAP 주소를 목적지 주소로, RCoA를 홈 어드레스 옵션주소로 하여 로컬 바인딩 메시지를 보낸다. MAP은 LCoA와 RCoA를 바인딩하며 바인딩이 성공적인지 아닌지를 나타내는 바인딩 Ack 메시지를 MN으로 돌려준다. 로컬바인딩이 성공적으로 이루어지면 MN은 HA와 CN에 대하여 바인딩 업데이트를 수행한다. 만일 MN이 동일한

MAP 영역 내에서 다른 AR로 이동하는 경우 HA와 CN에 대해서는 동일한 RCoA를 가지므로 글로벌 바인딩 위치 업데이트를 필요로 하지 않으며 LCoA를 업데이트하는 로컬 바인딩 위치 업데이트만이 필요하게 된다. 이것은 MN의 이동성이 MN과 통신하고 있는 CN에 투명하도록 해준다. 등록이 완료된 이후 MN으로 전달되는 데이터가 있으면 이 데이터는 RCoA로 전달되며 MAP은 이 데이터를 터널링을 통해 MN의 LCoA로 전달한다.

2.2 페이징

페이징이란 현재 데이터를 주고받지 않는 상태의 MN가 몇 개의 베이스 스테이션, AR 또는 라우터를 하나의 영역으로 인식하고 이 영역 안에서 이동할 경우 새로운 지점으로 이동하였음을 네트워크에 알리지 않는 방법을 말한다. 또 그러한 영역을 페이징 영역(Paging Area)이라고 한다[4]. 페이징 서비스를 사용함으로써 MN의 전력 낭비를 현저히 줄일 수 있고 dormant 모드의 MN이 페이징 영역을 벗어나지 않는 한 업데이트 메시지를 네트워크망에 보내지 않으므로 양의 부하를 줄일 수 있는 이점을 얻을 수 있다.

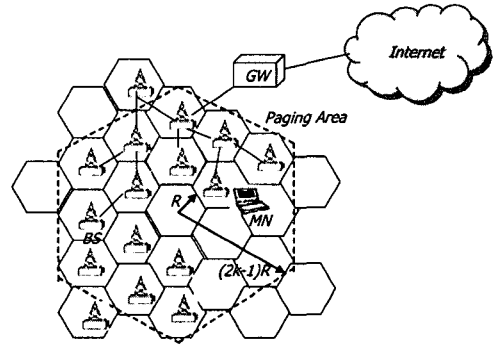
2.3 HMIPv6에서의 정적 페이징 기법

페이징을 적용한 HMIPv6에서의 MN는 같은 페이징 영역에서 AR이 변경 되었을 경우 더 이상 MAP에게 지역적 등록을 위한 BU 메시지를 보내지 않게 되고, 오직 페이징 영역이 변경 되었을 때나 lifetime이 만료될 때 BU 메시지를 MAP에게 보내게 됨으로서 빈번한 MN의 BU 메시지 전송을 줄이게 된다. 같은 MAP상의 새로운 페이징 영역으로 MN이 이동하였을 때, MN은 AR로부터 광고되는 RA 메시지에 포함되어 있는 페이징 영역 ID확장부분을 검사하여 자신이 새로운 페이징 영역에 들어왔음을 인식하게 된다. 그리고 새로운 지역적 등록을 MAP에게 해야만 한다. 기존 HMIPv6에서 AR이 변경 되었을 때처럼 AR로부터 새로운 LCoA를 생성하고 이를 이용하여 페이징 기능을 위하여 추가된 필드인 BU 메시지의 P 플래그를 세팅하여 MAP에게 보내게 되고 이를 수신한 MAP은 MN의 정보를 갱신하게 된다[4]. [4]에서의 페이징 영역의 크기는 MN의 트래픽 또는 이동 특성을 고려하지 않은 채 네트워크 관리자에 의해 정적으로 설정되어 있다.

각기 다른 특성을 갖는 MN들에 하나의 동일한 페이징 영역이 적용되는 것은 페이징을 통하여 전체적인 시그널링 비용을 줄이고자하는 목적에 부합하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 MN의 이동속도, MN로 들어오는 패킷의 비율, MN와 MAP까지의 거리를 고려하여 각각의 MN에 적합한 최적의 페이징 영역이 설정되는 HMIPv6 환경에서의 동적 페이징 영역 설정 기법(DP-HMIPv6)을 제안한다.

3. HMIPv6에서의 동적 페이징 제안기법

3.1 개요



[그림 1] 페이징 영역 모델 ($k=3$)

각각의 BS는 MN를 위한 AR이 되고 페이징 영역의 가운데에 있는 BS는 페이징 에이전트(PA)가 된다. 페이징 에이전트는 dormant 모드 상태에 있는 MN으로 향하는 패킷이 들어 왔을 때, 그 MN의 정확한 위치를 찾기 위하여 페이징 요청메시지를 뿌려주는 역할을 한다. GW는 MAP의 역할을 수행하게 된다. 각 셀의 반지름은 R 이고, 페이징 영역은 반지름 $(2k-1)R$ 의 크기를 갖는 매크로 셀이다. 본 논문에서는 페이징 영역의 크기를 나타내는 변수로서 k 를 사용한다.

다음의 변수들은 각각의 MN의 이동속도, MN로 들어오는 패킷의 비율, MAP까지의 거리를 고려하여 그 MN에 적합한 최적의 페이징 영역을 도출해내기 위하여 사용되는 것들이다. 이 변수들의 기본적인 정의는 [5][6]에서 이루어졌으나, [5]는 personal communication service(PCS) 환경에 그리고 [6]은 MIPv4[7] 환경에 적합하게 정의되어졌기 때문에 변수들의 정의를 본 논문의 환경인 HMIPv6에 적합하도록 수정하였다.

- R_{IC} : 각 MN로 들어오는 패킷의 비율 (pakets/sec)
- LU_k : 크기 K 인 페이징 영역에서 MN의 위치 업데이트 비율
- C_p : 한 셀에서의 페이징 비용 (bytes/paging/cell)
- C_u : 해당 위치 업데이트 비용 (bytes/update/hop)
- $d_{MN,MAP}$: MN와 MAP사이의 거리 (hops)
- $d_{AR,MAP}$: MN가 있는 셀의 AR과 MAP사이의 거리
- $d_{MN,PA}$: MN와 페이징 영역의 PA 사이의 거리

하나의 페이징 영역을 페이징 하는 비용은 그 페이징 영역안의 각각의 마이크로 셀들로 브로드캐스팅을 통해서 시그널링 메시지를 보내는 비용과 같다. 크기 k 인 페이징 영역 안에 있는 셀의 개수는 다음과 같다.

$$s(k) = 1 + 6 \sum_{i=1}^{k-1} i = 1 + 3k(k-1)$$

그러므로 페이징의 비용은 다음과 같다.

$$Paging_{cost}(k) = (\alpha + \beta)(s(k)-1)C_p$$

$$= 3(\alpha+\beta)k(k-1)C_D$$

여기서 αC_D 는 라우터에서 라우터로 βC_D 는 무선상으로 페이징 요청메시지를 브로드캐스팅 하는 비용이다. 이는 유선과 무선으로 혼합되어있는 실제적인 네트워크 환경을 고려한 것이다.

3.2 DP-HMIPv6의 동작

MN는 dormant 모드 상태로 전환되면 MAP에게 BU 메시지에 P플래그를 1로 세팅하여 보냄으로서 자신이 dormant 모드 상태를 알린다[4]. 그리고 MN는 자신의 최적의 페이징 영역(k_{opt})을 계산한다. 최적의 페이징 영역은 MN의 이동속도, MN로 들어오는 패킷비율, MAP까지의 거리를 고려하여 네트워크의 시그널링 로드를 최소화 시키는 크기이다. 그 페이징 영역의 가운데에 위치해 있는 BS가 페이징 에이전트(PA)가 된다. PA는 자신이 PA임을 MAP에게 알린다. dormant 모드 상태인 MN로 향하는 패킷이 MAP에 도착 했을 때 MAP은 패킷을 버퍼링 하고 PA에게 페이징을 수행하도록 명령하는 패킷을 유니 캐스트로 보낸다. 이 패킷을 받은 PA는 해당 MN를 찾기 위하여 페이징 요청메시지를 페이징 영역에 뿌려준다. 페이징 요청 메시지를 받은 MN는 자신의 상태를 active 상태로 전환하고 자신의 위치를 MAP에게 알린다. MN로 부터 페이징 응답 메시지를 받으면 MAP은 버퍼링 해놓은 패킷을 MN로 전달한다.

HMIPv6에서의 정적페이징 기법처럼 MN는 같은 페이징 영역 안에서 AR을 변경하여도 MAP에게 BU 메시지를 보내지 않는다.

DP-HMIPv6에서 MN는 $d_{MN,PA} \geq k_{opt}$ 인 경우에 최적의 페이징 영역(k_{opt}) 즉 자신의 페이징 영역을 다시 계산하여 설정하게 된다. 새롭게 페이징 영역이 결정되면 새로운 PA가 선택되고 PA와 MN는 MAP에게 위치 업데이트를 하게 된다.

3.3 최적의 페이징 영역 크기 계산

MN와 단위시간당 시그널링 비용은 다음과 같이 정의된다.

$$Cost(k, R_{IC}, LU_k, d_{MN,PA}, d_{MN,MAP}) = R_{IC}Paging_{cost}(k) + R_{IC}(\alpha d_{AR,PA} + 2d_{AR,MAP}) + 3\beta) C_U + 2LU_k(\alpha d_{AR,MAP} + \beta) C_U$$

사용의 편리성을 위해 $C_U = C_D = C$ 라고 한다. 또한 랜덤 이동[4]에 대한 결과 $LU_k = LU_T / k$ 를 사용한다. 결과적으로 다음과 같은 식을 얻게 된다.

$$Cost(k, R_{IC}, LU_k, d_{MN,PA}, d_{MN,MAP}) = (3(\alpha+\beta)k(k-1) + \alpha(d_{AR,PA} + 2d_{AR,MAP}) + 3\beta) R_{IC}C + 2LU_T(\alpha d_{AR,MAP} + \beta) C / k$$

페이징 영역의 크기가 k 인 시스템과 $k-1$ 인 시스템 사이의 비용 차이 함수를 $\delta()$ 라 하면,

$$\delta(k, R_{IC}, LU_T, d_{MN,MAP}) = (3(\alpha+\beta)(k-1)^2 k R_{IC} - LU_T(\alpha d_{AR,MAP} + \beta)) / (k(k-1))$$

$$k_{opt} =$$

$$1, \quad \text{if } \delta(2, R_{IC}, LU_T, d_{MN,MAP}) > 0 \\ \max(k : 3k(k-1)^2 \leq LU_T(\alpha(\alpha+\beta)d_{AR,MAP} + \alpha(\alpha+\beta)) / R_{IC}), \quad \text{otherwise}$$

이다. 결과적으로 이식은 k_{opt} 가 MN의 속도, MN로 들어오는 패킷의 도착 비율, MAP까지의 거리에 영향을 받을 것을 보여준다.

4. 결론

HMIPv6에 페이징을 적용하면 MN가 AR의 위치가 변경 될 때마다 MAP에게 새로운 위치 업데이트를 함으로서 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있다. 그러나 페이징 영역이 크면 클수록 위치 업데이트 메시지의 수는 줄지만 dormant 모드 상태의 MN를 찾는데 지연이 발생함을 의미한다. 즉 페이징 영역의 크기와 위치 업데이트 간에는 trade-off가 존재한다. 그러므로 네트워크 환경의 전체적인 시그널링 로드를 줄여 줄 수 있는 각 MN에 적절한 최적화된 페이징 영역을 결정하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 본 논문에서는 MN의 이동속도, MN로 들어오는 패킷의 비율, MN와 MAP까지의 거리가 고려되어 각각의 MN에 맞는 최적화된 페이징 영역이 동적으로 결정되는 기법을 제안 하였다. 향후, 제안 기법에 대해 시뮬레이션 및 성능평가를 수행할 예정이다.

5. 참고 문헌

- [1] David B. Johnson, Charles Perkins, "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-25.txt, June 2004
- [2] Claude Castelluccia "Hierarchical MIPv6 mobility management", draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt, June 2003
- [3] 이준섭, 이재홍, "효율적인 페이징 관리를 위한 동적 페이징 영역 설정 기법", 한국 해양 정보통신학회, 춘계 종합학술대회지, 제6권, 제1호, 2002
- [4] 정계감, 이상욱, 김준년, "페이징 영역 크기에 따른 계층적 이동 IPv6의 성능분석", 정보통신학회 논문지, Vol.28, 12, 2003
- [5] H. Xie, S.Tabbne, and D.J Goodman "Dynamic Location Area Management and Performance Analysis. In *IEEE VTC*, pages 536-539. Secausus, New Jersey, 1993
- [6] Claude Castelluccia, "Extending Mobile IP with Adaptive Individual Paging : A Performance Analysis", ACM SIGMOBILE, 2001
- [7] C.Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC 3344, August 2002