

Mobile IPv6에서 프로파일 기반의 바인딩 갱신 전략¹

양순옥⁰ 송의성 남성현 윤태명 황종선
고려대학교 컴퓨터학과 분산시스템 연구실
(soyang, ussong, shnam, tmyoon, hwang)@disys.korea.ac.kr

A Profile-Based Binding Update Strategy in Mobile IPv6

Sun-Ok Yang⁰, Ui-Sung Song, Sung-hun Nam, Tae-Myoung Yoon, Chong-Sun Hwang
Distributed Systems Lab. of Computer Science & Engineering, Korea Univ.

요 약

미래에는 Mobile IP의 이동 노드 사용자가 증가할 것이기 때문에 보다 효율적인 이동성 관리 기법이 필요할 것이다. 특히 이동 노드의 수가 증가함에 따라 이동성을 지원하기 위한 바인딩 갱신 메시지 수는 증가한다. 따라서, 본 논문에서는 이동 노드의 이동성 패턴의 지역적 특성이 반영된 프로파일 정보를 이용하여 네트워크 상에서 바인딩 갱신 메시지의 라이프타임 값을 조정함으로써 바인딩 갱신 메시지의 수를 감소시킬 수 있는 프로파일 기반의 전략을 제안한다. 본 논문에서는 이동 노드의 과거 이동성 패턴 정보를 이용하여 이동 노드가 가지고 있는 프로파일의 평균 상주시간 정보를 라이프타임 값으로 설정하는 적응적 라이프타임과, 이동성 정보가 없는 경우에 기존 Mobile IPv6에서 사용하는 라이프타임 값을 그대로 사용하는 디폴트 라이프타임이 존재한다. 그리고, Mobile IPv6에서의 효율적인 라우팅을 위해 프로파일 정보에 기반한 두개의 라이프타임을 효율적으로 관리함으로써 바인딩 갱신 메시지와 바인딩 요청 메시지의 수를 감소시킬 수 있으며, 상당한 통신비용 절감효과를 기대할 수 있다.

1. 서론

무선 네트워크의 기술이 급성장하고, 인터넷의 이용이 보편화됨에 따라 효과적으로 이동 사용자의 이동성을 지원하는 필요성도 또한 중요해지고 있다. 인터넷을 이용하는 Mobile IP환경에서 IPv6의 라이프타임(lifetime)동안 이동 노드(MN: Mobile node)에게 이동성을 원활하게 지원하는 것은 매우 중요하다. 그러나, IPv6에서 이동 노드가 적절한 개수의 바인딩 갱신 (Binding Update:이하 BU) 메시지를 보내면, 인터넷 상에서 네트워크 트래픽을 현저히 감소시킬 수도 있다. 기존 Mobile IPv6(MIPv6)에서는 핸드오프시 패킷의 전송 지연과 손실을 막기 위해서 BU 메시지의 라이프타임 값을 최소 1초에서 최대 10초 간격으로 비교적 빈번하게 보낸다[1].

따라서, 본 논문은 MIPv6에서 이동 노드의 이동성 패턴에 기반한 정보를 이용하여 BU 메시지의 라이프타임 값을 설정하여 BU 메시지의 수 뿐만아니라, 바인딩 요청(Binding Request:이하 BR) 메시지 수를 줄일 수 있는 프로파일 기반의 전략(Profile-Based Strategy:이하 PBS)을 제안한다. 이 프로파일 기반의 전략에서는 일정기간 동안 이동 노드가 방문한 서버넷의 주소와 각 서버넷별 평균 상주시간을 프로파일로 저장하였다가, 임의의 서버넷에 방문할 때마다 프로파일을 검색하여 지금 방문한 서버넷에 관한 기록이 프로파일에 있으면, 평균 상주시간을 BU 메시지를 위한 적응적 라이프타임 값(Adaptive Lifetime)으로 적용하고, 없으면 기존 방

법의 디폴트 라이프타임 값(Default Lifetime)을 그대로 적용한다.

본 논문에서 제안하는 전략을 사용하면 이동 노드의 과거 이동 패턴을 고려하여 두개의 라이프타임을 적응적으로 사용하여, BU 메시지와 BR 메시지의 수를 감소시킴으로써 상당한 통신비용 절감효과를 가져오는 효율적인 라우팅이 가능하다.

2. 관련 연구

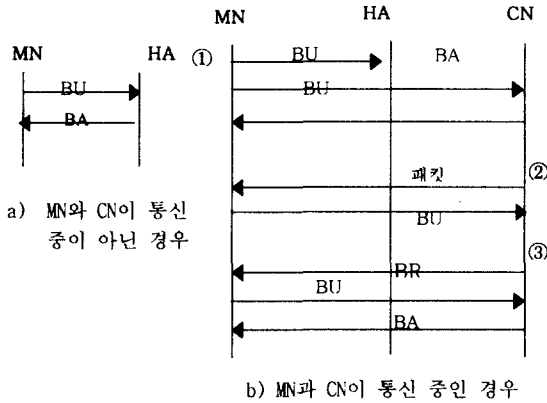
Mobile IPv6에서 이동성 관리를 위해 발생하는 시그널링의 양과 소요되는 대역폭은 네트워크에 상당한 부하를 주어 트래픽 병목 현상을 유발시킬 수 있다. 그러나, 이러한 이동성 관리에 대한 연구가 이동 통신 시스템(PCS:Personal Communication System)에서는 많이 진행된 반면, Mobile IP에서는 아직 초기 단계의 연구가 진행중이다[2]. [3]에서는 PCS 환경에서 사용자의 이동성을 반영한 프로파일 기반의 전략을 사용하여, 사용자가 가장 많이 발견된 위치부터 가장 적게 발견된 위치까지 순차적으로 등급을 부여하며, 시스템은 그 목록을 관리한다. 그리고나서, 착호가 이동단말에 발생하면 목록에 있는 각 위치를 순차적으로 페이징 하는 전략으로, 기존에 지리적 기반의 위치 추적 구조에 비하여대역폭과 시그널링의 부하가 감소함을 보여주었다. 반면, [4]에서는 경로를 최적화하기 위해 이동 노드의 지역성을 이용하였으며, 매크로 이동성으로부터 마이크로 이동성을 분리한 새로운 계층형 구조에서 두 개의 COA(Care-Of-Address)를 사용

¹ 본 논문은 정보통신부에서 지원하는 2001년도 대학기초연구지원사업으로 수행.

한다. 그리고, 각 COA 에 서로 다른 라이프타임을 주어, 홈 네트워크의 시그널링 부하의 감소와 핸드오프시 성능 향상을 보여주었다.

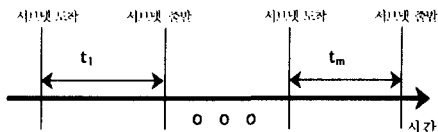
3. 프로파일 기반의 전략

본 논문에서 제안하는 전략은 MIPv6[1]의 바인딩 캐쉬 관리 기법을 그대로 사용한다.



<그림 1> MIPv6에서 바인딩 갱신 과정

<그림 1>에서 바인딩 갱신(BU) 메시지는 상대 노드(CN:Correspondent node) 또는 이동 노드(MN)의 홈 에이전트(HA:Home Agent)에게 현재의 바인딩 정보를 알려주기 위해 이동 노드에 의해서 보내지는 메시지인 반면, 바인딩 요청(BR)메시지는 BU 메시지를 요청하는 메시지로 주로 상대 노드에 캐쉬되어 있는 바인딩 정보를 새롭게 하기 위해 이동 노드에게 보내는 메시지이다. 그리고, 바인딩 응답 (BA: Binding Acknowledgement) 메시지는 BU 메시지를 수신한 후 홈 에이전트 또는 상대 노드가 이동 노드에게 보내는 메시지이다. 이동 노드가 새로운 외부 네트워크(foreign network)로 이동하거나, 또는 이미 등록된 서브넷에 있는 동안 BU 메시지의 라이프타임 값이 만료 시간에 가까워지면 이동 노드는 상대 노드 또는 홈 에이전트의 바인딩 캐쉬 엔트리(binding cache entry)를 갱신 시키기 위해 BU 메시지를 주기적으로 각각의 상대 노드 또는 홈 에이전트에게 전송하며 <그림 1>과 같이 4가지의 경우가 존재한다.



<그림 2> MN의 상주시간을 나타내는 시간 다이어그램

본 논문에서는 다음과 같은 두 가지 가정을 한다. 첫째, 각 이동 노드는 각 서브넷을 방문할때마다 도착시간과 출발 시간 및 서브넷의 주소 정보를 로그 정보로 남기며, 이 로그

정보를 이용하여 이동노드는 각 서브넷에서의 평균 상주시간을 계산한다. 둘째, BU 메시지를 보내는 통신비용보다는 이동 노드의 로그 유지 비용이 더 저렴하다.

<그림 2>는 각 이동 노드가 임의의 서브넷으로 이동하였을 때, 그 서브넷에 도착한 시간(AT_m :Arrival Time)과 출발한 시간(ST_m :Starting Time) 그리고 상주시간 (t_m :Residence Time)을 나타내며, 상주시간은 식(1)과 같다.

$$t_m = ST_m - AT_m \quad (1)$$

각 이동 노드는 일정기간 동안 AT_m , ST_m , t_m 의 정보를 로그에 남긴 후, 각각 방문한 서브넷별 평균 상주시간($Meant_m$)을 구해서 프로파일을 구성한다. 평균 상주시간을 구하는 알고리즘은 <그림 3>과 같다.

신뢰도 높은 프로파일 구성을 위해 기존 MIPv6에서 사용하는 라이프타임 값(Default_Lifetime)보다 작은 상주시간을 갖는 경우와 방문 빈도가 낮은 각 서브넷은 프로파일에 남지 않도록 방문 횟수의 기준이 되는 경계값($Count_b$)보다 작은 경우는 계산에서 제외한다.

```

While (every subnet into the visited subnet log)
{
  If ( $t_m > Default\_Lifetime$ ){
    Total $t_m$  = Total $t_m$  +  $t_m$ 
    Count $t_m$  = Count $t_m$  + 1
  }
  If (Count $t_m$  > Count $b$ )
    Meant $m$  = Total $t_m$  / Count $m$ 
}
    
```

<그림 3> 평균 상주시간 계산 알고리즘

프로파일이 구성된 후, 이동 노드가 임의의 서브넷을 방문하게 되면, <그림 4>와 같이 이동 노드는 해당 서브넷과 관련된 정보가 프로파일에 있는지 검색 한 후, 평균 상주시간이 존재하면, 이 평균 상주시간을 라이프타임 값으로 사용하고, 평균 상주시간이 존재하지 않으면, 기존 Mobile IPv6에서 사용하는 라이프타임 값을 그대로 사용한다.

```

//When a MN move into any sub-network
If (net_id in the profile){
  Adaptive_Lifetime = Meant $m$ 
  BU_lifetime = Adaptive_Lifetime
}
Else BU_lifetime = Default_Lifetime
    
```

<그림 4> 적응적 라이프타임 적용 알고리즘

그리고, Adaptive_Lifetime을 적용한 후 Adaptive_Lifetime 이 만료되면, 이동 노드가 동일 서브넷에 계속 상주할 시간은 비교적 짧을 것으로 예측되므로, 동일 서브넷에서 이동 노드의 라이프타임 값을 아래와 같이 Default_Lifetime로 설정하여 BU 메시지를 상대 노드와 홈 에이전트에게 보낸다.

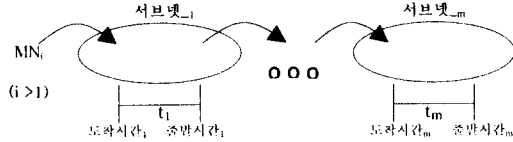
```

If (Reside After Adaptive_Lifetime is expired )
  BU_lifetime = Default_Lifetime
    
```

4. 성능 평가

4.1 시뮬레이션 모델

<그림 5>의 시뮬레이션 모델에서 이동 노드는 서버넷에 이동할 때 마다, 도착 시간(AT_m), 출발시간(ST_m), 서버넷의 주소 정보를 로그로 남기게 된다. 여기서, t_m는 각 이동 노드가 각각의 서버넷에 매번 방문할 때 마다 머무른 상주시간을 의미한다.



<그림 5> 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 각 이동 노드가 각 서버넷에 매번 방문할 때 마다 머무른 상주시간은 α를 가진 감마분포를 따른다고 가정한다. 그 이유는 감마분포가 여러 분포들을 표현할 수 있을 뿐만 아니라, 측정된 데이터가 특정분포를 따른다고 가정할 수 없는 경우에 적합하기 때문이다. 감마분포에서 확률밀도 함수와 평균, 분산은 다음과 같다.

$$f(t) = \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (\lambda t)^{\alpha-1} e^{-\lambda t}, t \geq 0. \quad (2)$$

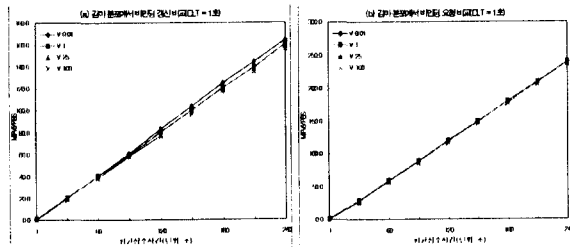
$$E(t) = \frac{\alpha}{\lambda} \quad (3)$$

$$V(t) = \frac{\alpha}{\lambda^2} \quad (4)$$

본 논문에서 각 식의 확률변수 t는 상주시간을 의미하며, 각각의 이동 노드가 각 서버넷별로 매번 방문할 때 마다 머무른 상주시간의 평균은 식(3)이고, 동일한 평균에서 분산을 다르게 했을 때 성능차이 비교하기 위해 사용된 분산은 식(4)와 같다.

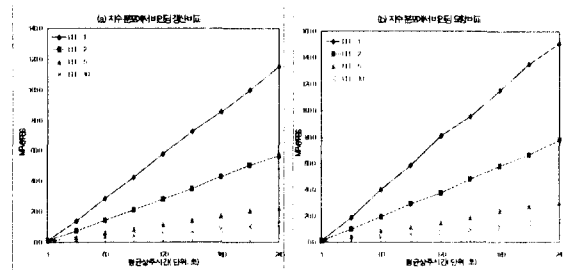
4.2 시뮬레이션 결과

<그림 6>은 디폴트 라이프타임이 1초일때, 식(3)과 식(4)를 이용한 감마분포에서 평균 상주시간과 분산을 다르게 하면서, 기존 MIPv6와 PBS의 비교한 결과를 보여 주고 있다. (a)는 기



<그림 6> 감마분포에서 MIPv6와 PBS의 메시지 비교

존 MIPv6와 PBS의 BU의 메시지 비율을 비교한 것이며, (b)는 기존 MIPv6와 PBS의 BR의 메시지 비율을 비교한 것으로, 분산이 작을수록, 이동 노드가 프로파일 에 있는 서버넷의 평균 상주시간에 근접하여 머무른 것을 의미한다. <그림 6>의 (a), (b)는 평균 상주시간이 증가할수록 기존 MIPv6보다 PBS가 BU와 BR 메시지를 보내는 비율이 월등히 감소함을 보여주고 있다. 또한, 분산이 매우 다르게 주어졌음에도 불구하고 메시지를 보내는 비율의 차이는 거의 나지 않지만, BU의 메시지 비율을 나타내는 (a)에서 분산이 다른 경우에 약간의 차이만을 보여 주고 있다. 즉, 이동 노드가 프로파일 에 기록된 상주시간 만큼 서버넷에 상주한 후 이동하는 경우나 그렇지 않은 경우나 BU 메시지를 보내는 비율의 차이가 거의 없다는 것으로, 이는 프로파일과 상



<그림 7> 지수분포에서 MIPv6와 PBS의 메시지 비교

관없이 기존 MIPv6보다는 PBS가 BU와 BR 메시지를 보내는 비율의 감소 측면에서 성능이 더 좋다는 것을 의미한다.

이동 통신 시스템에서 상주시간을 나타낼 때는 지수분포를 많이 사용하는데, 지수분포에서 디폴트 라이프타임 값이 다를 때, 평균상주시간과 메시지 발생 비율을 보면 <그림 7>과 같다. (a)는 기존 MIPv6와 PBS의 BU의 메시지 비율을 (b)는 기존 MIPv6와 PBS의 BR 메시지 비율을 비교한 결과이다. <그림 7>의 (a), (b)는 지수분포에서도 평균 상주시간이 증가할수록 기존 MIPv6보다는 PBS가 BU와 BR 메시지를 보내는 비율이 월등히 감소함을 보여주고 있다. 또한, 디폴트 라이프타임 값이 작을수록, 기존 MIPv6보다 PBS가 BU와 BR 메시지를 보내는 비율의 감소 폭이 커지고 있다. 즉, 디폴트 라이프타임 값이 증가할수록, 이동노드가 보내는 기존 MIPv6와 PBS의 BU 메시지와 BR 메시지 비율의 감소 폭이 작아져, 네트워크 오버헤드, 대역폭 및 통신 비용 절감 효과 또한 작아진다. 그러나, 디폴트 라이프타임 값이 길어질수록, 핸드오프시 패킷 전송 지연 및 손실이 발생할 가능성이 크다.

5. 결론 및 향후 연구방향

기존의 연구는 MIP에서 네트워크의 대역폭을 줄이기 위해 어떻게 경로를 최적화 할 것인가에 초점이 맞추어 진행된 반면, 본 논문에서는 이동 노드의 이동성 패턴이 반영되도록 BU 메시지의 라이프타임 값을 설정하여 BU 메시지를 홈 에이전트와 상대 노드에게 보내는 PBS 전략을 제안하였다. 본 논문에서는 PBS의 전략을 사용하여, BU 메시지와 BR 메시지의 수를 감소시킬 수 있음을 보였으며, 네트워크의 오버헤드, 대역폭 및 통신 비용을 줄일 수 있도록 하였다. 향후 연구로는 이러한 PBS 전략을 확장하여 각 이동 노드에게 최적의 라이프타임 값을 설정하는 방법과 각 이동 노드가 동일한 서버넷에 방문하는 시간대가 다르고, 평균 상주하는 시간도 다른 경우, 동일한 서버넷에 방문 시간대별 라이프타임 값을 설정하는 방법을 연구 개발이 필요하다.

6. 참고 문헌

- [1] D. B. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in Pv6", IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-13.txt, Nov. 2000.
- [2] S.Tabbance, "Modeling the MSC/VLR Processing Load due to Mobility Management," in Proc. ICUPC98, Florence, Italy, Oct, 1998.
- [3] Gregory P. Pollini and Chil-Lin I, "A Profile-Based Location Strategy and Its Performance", IEEE Selected Areas in Communications, vol. 15, NO.8 Oct,1997.
- [4] Youn-Hee Han, "Route Optimization by the Use of Two Care-of Addresses in Hierarchical Mobile IPv6", IEICE Transaction on Communication Vol. E84-B, No. 4, pp.892-902, 2001