정보통신설비 학술대회 논문집, 2007. 8.24-25

IPv6 네트웍 환경에서 지수가중적 이동평균 기법을 이용한 성능향상에 관한 연구

A Study for Improvement Performance on Using Exponentially Weighted Moving Average at IPv6 networks

*오지현. **정충교
*한국정보 통신기능대학 ** 강원대학교
*Oh Ji -Hyun. **Choong-Kyo Jeong
*korea info & communication polytechnic college
jhoh@icpc.ac.kr

Abstract

Mobility Anchor Points are used for the mobility management in HMIPv6 networks. Currently a mobile node selects the MAP farthest away from itself as a new MAP among available candidates when it undertakes a macro handoff. With this technique, however, the traffic tends to be concentrated at a MAP with the largest domain size and the communication cost increases due to the distance between the mobile node and the MAP. In this work, we proposed a cost effective MAP selection scheme. When leaving the current MAP domain, the mobile node calculates the optimum MAP domain size to minimize the local mobility cost at the new MAP domain considering mobile node's velocity and packet transmission rate. The mobile node then selects a MAP domain of size close to the optimum domain size calculated among the candidate MAP domains. In this way, it is possible for the mobile node to select an optimal MAP adaptively taking the network and node states into account, thus reducing the communication cost.

Keywords : HMIPv6, MAP Selection Scheme, Macro Handoff

1. 서론

CN으로부터 이동 단말까지의 통신 경로가 만들어질 때 HA와 이동 단말간의 터널이 생성되는 대신 CN과 MAP간 터널, 그리고 MAP과 이동 단말 간 터널이 연결되어 형성된다. 이렇게 함으로써 이동 단말이 무선 접속 라우터를 바꿔 접속할 때마다 먼 곳에 위치한 HA와 CN에 위치 등록 갱신 메시지를 보내는(글로벌 위치 등록 갱신) 대신 MAP에만 보내어(로컬 위치 등록 갱신) MAP과 이동 단말 간 터널만 재설정함으로써 시그널링 부하를 줄이고 보다 빠른 핸드오버 시간을 제공하게 된다.

HMIPv6 프로토콜에서 이동 단말이 무선 접속 라우터를 옮겨갈 때 새 무선 접속 라우터가 속하는 여러 MAP 도메인 중 어느 것을 선택할 것인가 하는 문제는 통신 성능에 큰 영향을 주는 요소이다.

따라서 이 논문에서는 단말의 이동성과 통신 상태를 종합적으로 고려하여 최적의 MAP을 선택하는 방법을 제시하고 이를 통해 단말의 통신 비용을 최소화하도록 한다. 제안한 방법의 효과는 모의실험에 의해 검증된다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 논문에서 제안한 비용 효율적인 MAP 선택 기법에 대해 기술한다. 다음 3장에서는 시뮬레이션 및 결과 분석을 다루고 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 효율적인 Mobility Anchor Point 기법

최적의 MAP 도메인 크기 결정에 영향을 미치는 요소에는 여러 가지가 있겠지만 그 중 대표적인 것은 단말의 데이터 전송률과 이동 속도이다. 데이터 전송률이 작을수록 그리고 단말의 이동 속도가 높을수록 삼각 라우팅에 의한 전송 비용이

위치 등록 갱신에 의한 비용 보다 그 상대적 비중이 낮아질 것이다. 우리는 MAP을 사용함으로써 발생하는 비용을 MAP 도메인의 크기, 단말의 데이터 전송률, 그리고 단말의 이동 속도로 나타내고 이 비용을 최소화하는 도메인의 크기를 나타내는 식을 도출할 것이다.

이 논문에서는 MAP을 사용함으로써 발생하는 비용, 즉 단말이 MAP을 바꿀 때 발생하는 위치 등록 갱신 비용과 단말로부터 MAP까지의 데이터 전송 비용을 합친 비용을 이동지역비용이라고 부르기로 한다. 즉 이동지역비용은 단말이 상대노드(CN)와 통신하는 데 필요한 전체 비용 중 상대노드와 MAP 사이 구간에 의해 발생하는 비용을 제외하고 MAP과 단말 사이 구간에서 발생하는 비용만을 의미한다.

2.1 최적의 Mobility Anchor Point 도메인

단위시간당 이동지역비용함수의 기대치 c는 x의 함수로서 아래로 볼록인 모양을 갖는다. c를 최소화하는 x값은

$$x_o = \sqrt{\frac{C_p v}{\beta \delta r}} \tag{1}$$

이며, 그 때의 최소 단위시간당 이동지역비용의 기대치는

$$c_{\min} = \frac{\alpha v}{\beta} + 2\sqrt{\frac{C_p v \beta r}{\beta}} \tag{2}$$

이다. 즉 C_p와 α, β, δ가 정해져 있을 때 MAP 도메인들을 단말이 지나가는 속도 v와 단말의 데이터 전송률 r을 알면 단위시간당 이동지역비용의 기대치를 최소화하는 최적의 MAP 도메인의 크기를 (1)식을 이용해 결정할 수 있으며, 그 때의 비용은 (2)식에 의해 계산된 값이 된다.

단말의 이동 속도의 기대치와 데이터 전송률의 기대치를 우리가 알고 있다면 (1)식에 의해 계산된 값으로 MAP 도메인의 크기를 설계할 수 있을 것이다. 그러나 우리는 MAP 도메인 설계 문제를 다루고 있는 것이 아니고 여러 가지 현실적 고려를 통해 다양한 크기의 MAP 도메인들이 서로 중첩되어 이미 배치되어 있을 때 이 속을 이동하는 개별 이동 단말이 여러 후보 MAP들 중 어떤 MAP을 선택해야 하는가 하는 문제를 다루고 있다. 결국 이동 단말은 자신이 택할 수 있는 여러 후보 MAP들 중에서 식 (1)에서 구한 최적의 MAP 도메인 크기와 가장 유사한 크기를 갖는 MAP을 선택하도록 함으로써 CN과의 통신 비용을 낮게 만들 수 있다. 자신의 이동 속도와 데이터 전송률은 스스로 이력을 관리하여 그 수치를 가지고 있어야 한다.

3. 시뮬레이션 및 결과 분석

시뮬레이션은 C언어와 SMPL을 이용한 가상의 망에서 이루어지며 각 시뮬레이션의 공통된 가정 사항은 표 1과 같다. 전체 네트워크는 총 400개의 서브넷으로 이루어져 있으며 각 서브넷의 모양은 정사각형으로 근사화한다. 각 서브넷에는 하나의 무선 접속 라우터가 존재하며 서브넷의 중심에 위치한다. 각 무선 접속 라우터의 무선 전파 통달 거리는 100m로 동일하며 하나의 서브넷은 여러 MAP으로부터 관리 받을 수 있다. 하나의 MAP은 최소 1개, 최대 400개의 서브넷을 관리 할 수 있다. 이동 단말은 하나의 CN과 통신하며, 현재의 서브넷으로부터 이웃 서브넷들 중 하나로 자유롭게 이동한다.

표 1 시뮬레이션을 위한 가정

파라미터	값	설명
N_{SUBNET}	400	총 서브넷 개수
N_{M_SUBNET}	1<=N_{M_SUBNET}<=400	하나의 MAP 도메인에 속하는 서브넷 개수
AR_{RANGE}	100 m	무선 접속 라우터의 전파 통달 거리
N_{MN} , N_{CN}	1	MN과 CN의 개수

비용 계산 시 사용되는 고정 파라미터는 표 2와 같다. D_{CN-MAP}, D_{HA-MAP}는 CN, HA와 MAP 간 거리를 나타내며 각각 6, 4로 가정한다. 유선망에서 패킷의 단위 전송 비용 (패킷 하나를 유선망의 한 홉 구간 전송하는데 드는 비용) τ는 1로, 무선망에서 패킷의 단위 전송 비용 κ는 2로 설정한다. 글로벌 위치 등록 갱신 메시지가 HA에서 처리되는 비용 C_P^{HA}는 24, CN에서 처리되는 비용 C_P^{CN}는 6, 로컬 위치 등록 갱신 메시지가 MAP에서 처리되는 비용 C_P^{MAP}는 12로 가정한다.

표 2 비용 계산 시 사용되는 파라미터

파라미터	값	설명
D_{CN-MAP}	6	CN-MAP 사이의 거리 (홉 수)
D_{HA-MAP}	4	HA-MAP 사이의 거리 (홉 수)
C_P^{HA}	24	HA에서 글로벌 위치 등록 갱신 메시지를 처리하는 데 드는 비용
C_P^{CN}	6	로컬 위치 등록 갱신 메시지를 처리하는데 드는 비용
C_P^{MAP}	12	MAP에서 로컬 위치 등록 갱신 메시지를 처리하는데 드는 비용
κ	2	무선망에서 패킷의 단위 전송 비용
τ	1	유선망에서 패킷의 단위전송 비용

단말의 이동속도와 패킷전송률이 전체 통신비용에 미치는 영향을 분석한다.

3.1 단말의 이동속도와 통신비용

단말의 이동속도가 통신비용에 미치는 영향을 분석한다. 우리의 실험에서는 이동 단말이 0 m/s와 100 m/s 사이의 이동 속도로 각각 100,000초 동안 가상의 네트워크를 직선으로 움직이며, 네트워크의 가장자리에 도달한 때는 자유롭게 방향을 바꾸어 직선으로 진행하는 이동 모형을 설정하였다. 이동 단말의 패킷전송률은 1,000 packet/s로 가정하였다. 가상의 네트워크는 400개의 서브넷으로 구성되며 서브넷들을 관리하는 MAP 도메인의 크기가 각각 2, 5, 10, 20인 경우로 나누어 실험하되 MAP 도메인들은 서로 중첩되지 않는다고 가정한다.

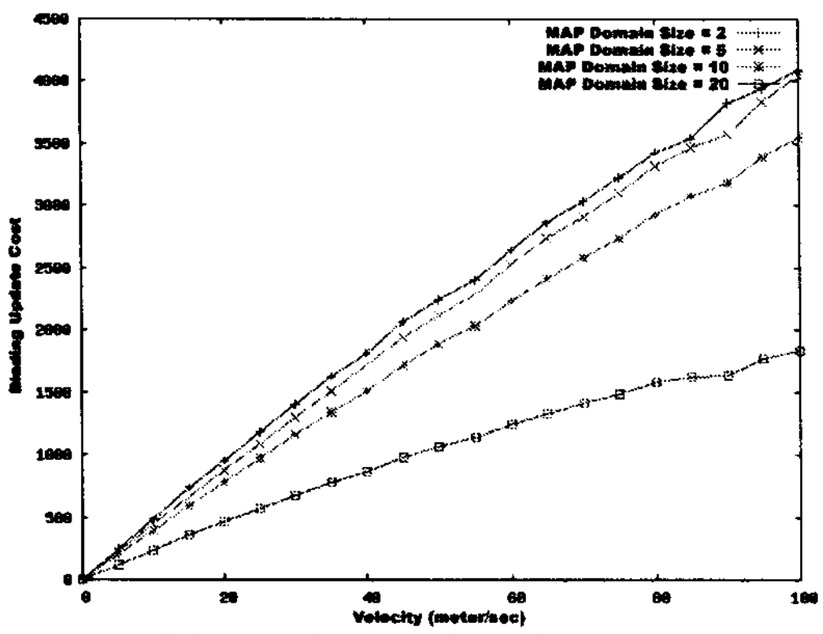
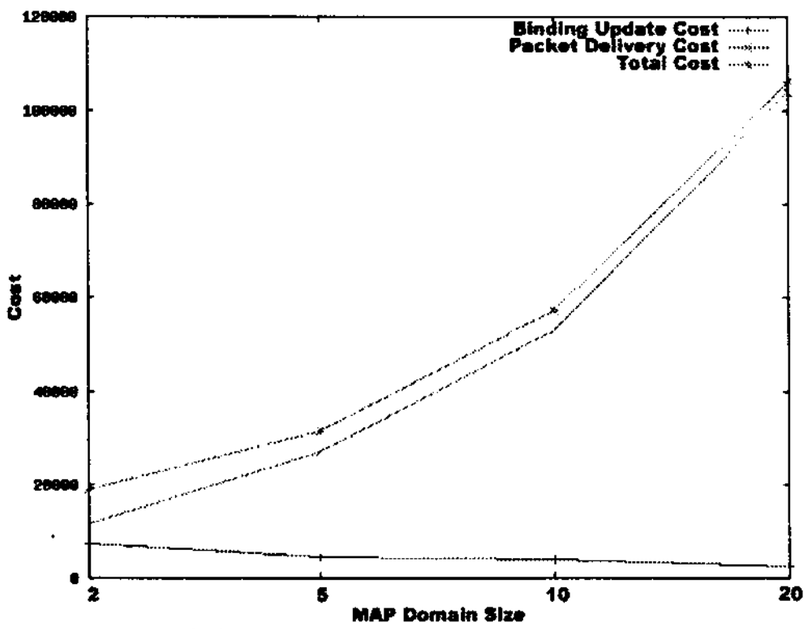
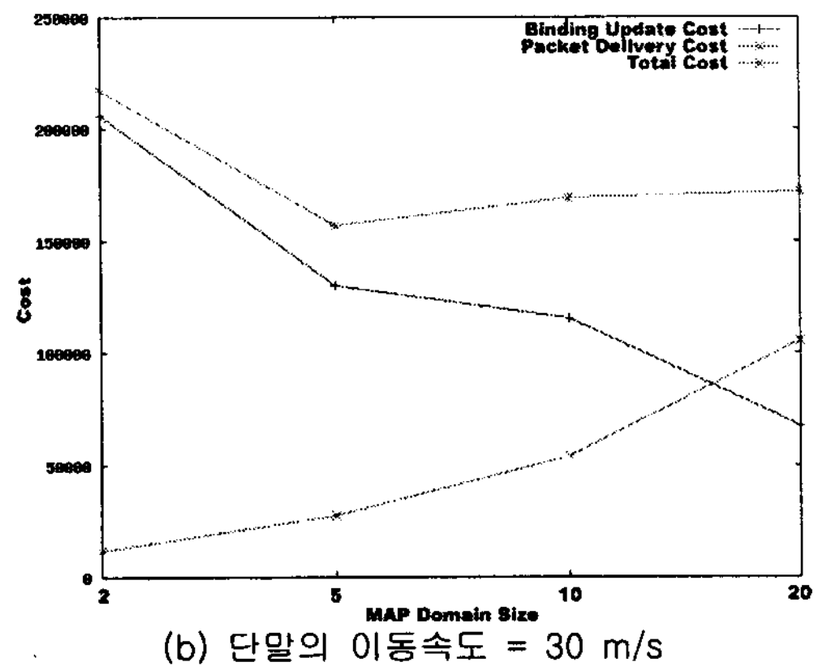


그림 1 단말의 이동 속도에 따른
위치 업데이트 비용



(a) 단말의 이동속도=1m/s



(b) 단말의 이동속도 = 30 m/s

그림 2 MAP 도메인의 크기에 따른 비용

그림 2은 MAP 도메인의 크기에 따른 총 비용의 변화를 나타낸 그래프이며, 단말의 이동 속도가 느린 경우 (a)와 단말의 이동 속도가 빠른 경우 (b)로 나누어 결과를 보여준다.

단말의 이동속도가 1m/s인 경우에는 MAP 도메인 크기에 따른 위치 등록 갱신 비용의 변화가 크지 않다. 이로 인해 패킷 전달 비용이 총 비용의 변화에 큰 영향을 미치게 되며, 패킷 전달 비용이 최소화 되는 지점에서 총 비용도 가장 작은 값을 갖게 된다. 이 그래프에서 패킷 전달 비용 및 총 비용은 MAP 도메인 크기가 약 2일 때 가장 작은 값을 나타낸다.

단말의 이동속도가 30m/s인 경우에는 MAP 도메인 크기가 증가함에 따라 위치 등록 갱신 비용이 적어지며 패킷 전달 비용은 증가한다. 즉 두 비용은 서로 절충 관계에 있으며 두 비용의 합인 총 비용은 MAP 도메인 크기가 클수록 감소하다가 MAP 도메인 크기가 약 5일 때 다시 증가하기 시작 한다. 그림 2의 (a)와 (b)를 비교했을 때, 총 비용이 최소화 되는 MAP 도메인의 크기는 단말의 이동 속도가 증가할수록 더 큰 값을 나타낸다. 결과적으로 단말의 이동속도가 빠를수록 더 큰 MAP 도메인을 선택하여 통신하는 것이 더 효율적임
을 확인할 수 있다.

3.2 단말의 패킷전송률과 통신비용

단말의 패킷전송률이 통신비용에 미치는 영향을 분석한다. 이 실험에서 이동 단말은 3m/s의 속도로 각 100,000 초 동안 400 개의 서브넷으로 이루어진 전체 네트워크를 움직이며 단말의 이동 모델 및 시뮬레이션 시나리오는 3.1절에서와 같다.

그림 3는 여러 가지 MAP 도메인 크기에 대해 단말의 패킷전송률에 따른 패킷 전달 비용을 보여준다. 패킷 전달 비용은 단말의 패킷전송률이 증가할수록 더 큰 값을 나타낸다. 단말이 같은 패킷전송률로 통신할 때, 작은 MAP 도메인을 선택하여 사용하는 경우보다 큰 MAP 도메인을 사용하는 경우에 더 큰 패킷 전송 비용을 나타낸

다. 이를 통해 단말의 패킷 전송률이 증가할수록 더 작은 MAP 도메인을 사용하는 것이 더 효율적임을 확인할 수 있다.

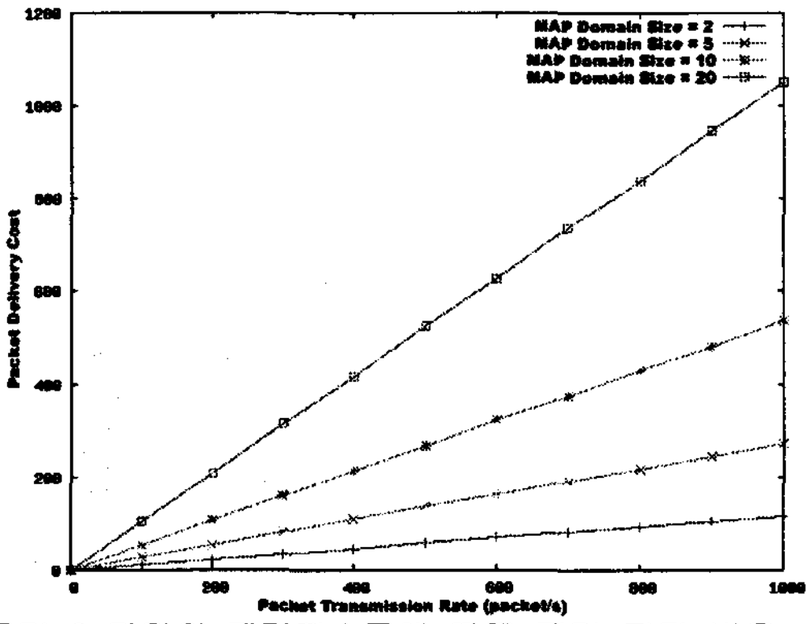


그림 3 단말의 패킷전송률에 따른 패킷 전달 비용

4. 결론

HMIPv6는 MAP을 이용한 지역적 이동성 관리를 통해 위치 등록 갱신의 횟수를 줄임으로써 MIPv6에서 발생하는 문제점인 핸드오프 지연과 시그널링 부하를 감소시켰으며 그 결과 IP 망에서의 무선 이동 단말들을 효과적으로 서비스하기 위한 표준으로 주목받고 있다. 하지만 비효율적인 MAP 선택 기법을 사용함으로써 전체 통신 비용을 증가시키는 문제점이 남아있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해 비용 효율적인 MAP 선택 기법을 제안하였다. 단말은 기존의 MAP 영역을 벗어나면 단말의 이동속도, 패킷전송률을 종합적으로 고려하여 새 MAP 영역에서 소요될 지역이동비용을 계산한다. 이 지역이동비용을 최소화하는 MAP 도메인의 크기를 구하여 실제 서비스 받을 MAP들 중 이와 가장 유사한 크기의 MAP을 선택하도록 한다. 이 기법을 통해 네트워크와 단말의 상태 변화에 따른 적응적인 최적의 MAP 선택이 가능해지며, 그 결과 위치 등록 갱신 비용과 패킷 전달 비용이 최소화되어 대응 단말과의 효율적인 통신이 가능해진다. 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 O-HMIPv6 방식이 기존의 D-HMIPv6 방식보다 더 좋은 성능을 나타냄을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] Y. Chung and D. Cho, "Velocity Estimation using Adaptive Array Antennas", IEEE Vehicular Technology Conference, vol. 4, pag. 2565-2569, May 2001.

[2] C.-Der Wann; Y.-Ming Chen, "Mobile location tracking with velocity estimation", Proceedings of the IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2002. Pag:566 - 571

[3] J. Xie, Ian F. "Akyildiz, A Novel Distributed Dynamic Location Management Scheme for Minimizing Signaling Costs in Mobile IP," IEEE Transaction on mobile computing, VOL.1, NO. 3,July September 2002.

[4] M. H. MacDougall, Simulating Computer Systems Techniques and Tools. The MIT Press, 1987.