

F-HMIPv6 환경에서의 비용 효율적인 MAP 선택 기법

노명화*, 정충교*

Cost Effective Mobility Anchor Point Selection Scheme for F-HMIPv6 Networks

Myoung Hwa Roh*, Choong Kyo Jeong**

요 약

F-HMIPv6(Fast-Hierarchical Mobile IP version 6) 네트워크에서는 단말의 이동을 관리하기 위해 MAP (Mobility Anchor Point)를 사용한다. 현재는 매크로 핸드오프 발생 시 단말로부터 가장 멀리 떨어져있는 MAP을 선택하는 기법을 사용하고 있다. 그러나 이 경우 하나의 큰 MAP으로 전체 부하가 몰리는 문제와 이동 단말과 MAP 간의 긴 거리로 인해 통신 비용이 증가하는 문제가 있다. 이 연구에서는 단말의 이동속도와 패킷 전송률을 고려하여 통신 비용을 최소화 하는 비용 효율적인 MAP을 선택 기법을 제안한다. 이를 위해 통신 비용을 바인딩 업데이트 비용과 데이터 패킷 전달 비용으로 구분하고 이 통신 비용을 최소화하는 MAP의 크기를 수식으로 표현한다.

Abstract

In this paper, we propose a new automatic fingerprint identification system that identifies individuals in large databases. The algorithm consists of three steps: preprocessing, classification, and matching, in the classification, we present a new classification technique based on the statistical approach for directional image distribution. In matching, we also describe improved minutiae candidate pair extraction algorithm that is faster and more accurate than existing algorithm. In matching stage, we extract fingerprint minutiae from its thinned image for accuracy, and introduce matching process using minutiae linking information. Introduction of linking information into the minutiae matching process is a simple but accurate way, which solves the problem of reference minutiae pair selection in comparison stage of two fingerprints quickly. This algorithm is invariant to translation and rotation of fingerprint. The proposed system was tested on 1000 fingerprint images from the semiconductor chip style scanner. Experimental results reveal false acceptance rate is decreased and genuine acceptance rate is increased than existing method.

▶ Keyword : 빠른 계층 이동 IPv6(F-HMIPv6), MAP 선택 기법(MAP Selection Scheme), MAP 간 핸드오프(Macro Handoff)

• 제1저자 : 노명화

* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정 ** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

I. 서론

현재 무선망을 통해 IP기반의 유선망에 접근하여 서비스를 제공받는 이동 장치들이 크게 증가하고 있다. 이러한 이동 장치들의 이동성을 심리스하고 효율적으로 관리하기 위해 SIP, Wireless TCP, Mobile IP 등 다양한 영역에서의 연구가 진행되어 왔다. 최근 All-IP망으로의 차세대 망이 진화함에 따라 IP기반의 이동성 관리 프로토콜인 Mobile IP가 대두되고 있다. Mobile IP는 이동장치의 사용자가 다른 망으로 이동 시 사용 중이던 IP주소를 그대로 사용케 하여 통신의 지속성을 유지시켜주는 기술이며, 이에 차세대 인터넷 프로토콜 IPv6이 결합되어 이웃 발견 프로토콜, 주소 자동 설정 기능, 경로 최적화 기법을 제공하는 Mobile IPv6가 IETF에 의해 제안되었다[1].

Mobile IPv6의 핸드오버 최적화를 위해 FMIPv6와 HMIPv6가 IETF MIPSHOP WG에 의해 제안되었으며 표준화가 완료되었다[2][3]. FMIPv6는 단말의 이동을 미리 감지하여 주소 재설정애 소요되는 시간을 크게 줄여주고, HMIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)를 이용하여 HA, CN로 향하는 Global Binding Update에 소요되는 메시지를 줄여준다. 더욱 효율적인 핸드오버를 수행하기 위해 두 네트워크의 장점을 결합한 F-HMIPv6가 IETF Mip6 WG에 의해 제안되었으며 현재 표준화가 진행 중이다[4].

F-HMIPv6는 HMIPv6 망에 FMIPv6 매커니즘을 적절히 결합하여 성능을 향상시켰지만, 비효율적인 MAP 선택 기법으로 인해 전체 통신 비용을 증가시키는 문제점이 남아있다[5-6]. 현재 F-HMIPv6는 이동 단말의 잦은 MAP 간 핸드오버로 인한 지연 및 패킷 손실을 피하기 위해 최대한 큰 영역을 관리하는 MAP을 선택하도록 한다. 이 때 MAP 크기를 판단하는 요소로 MAP option의 Distance 필드 값을 이용하며, 이는 단말과 MAP 간의 홉 수를 나타낸다. 이러한 단순한 거리기반의 MAP 선택 기법을 사용하면 모든 단말이 항상 가장 거리가 먼 MAP을 선택하기 때문에 동일한 선택이 발생하여 하나의 MAP으로 모든 부하가 집중되는 부작용을 낳을 수 있다. 또한 단말의 이동 속도가 작을 경우에도 큰 MAP 영역을 경유하여 통신이 이루어지기 때문에 패킷 전송에 오버헤드가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 단말의 이동성과 통신 상태를 고려하여 MAP을 선택하도록 하고 이를 통해 단말의 통신 비용을 최소화하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안한 비용 효율적인 MAP 선택 기법에 대해 기술한다. 다음 3장에서는 이동지역비용함수의 적용 예를 분석하고 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 비용 효율적인 MAP 선택 기법

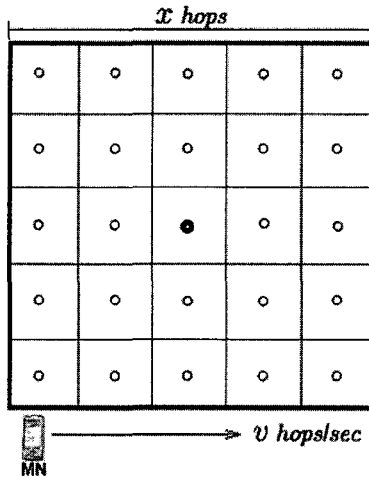
MAP 도메인은 효율적인 핸드오프와 망 고장으로부터의 빠른 복구를 위해 그 관리 영역이 중첩되어 설정될 수 있다. 이로 인해 이동 단말은 기존의 MAP 도메인을 벗어나 새로운 무선 접속 라우터로부터 라우터 advertisement 메시지를 받을 때 복수의 MAP에 대한 정보를 받을 수 있으며 이 중 하나를 선택해 자신의 새로운 MAP으로 사용할 수 있다. 이 때 어떤 MAP을 선택하는가 하느냐에 따라 통신 비용이 달라질 수 있는데 이 연구에서는 단말의 전송률과 이동 속도를 고려하여 통신 비용을 최소화하는 MAP을 선택하는 기법을 제안한다.

여기에서 우리의 관심사는 MAP 도메인이 크기이다. 선택 대상이 되는 복수의 MAP들은 각각 그 도메인 크기가 다르며 이 중 어떤 크기의 도메인을 갖는 MAP을 선택하는 것이 통신 비용을 최소화할 것인지를 결정하는 일반적인 기법을 찾는 것이 우리의 목표이다.

일반적으로 볼 때 이동 단말이 큰 도메인을 갖는 MAP을 선택하면 향후에 그 도메인에 머무를 시간이 길 것이므로 단위 시간당 비용으로 환산한 binding update 비용이 줄어드는 반면 단말로부터 MAP까지의 거리가 멀어져 단말, MAP, 상대

노드로 이어지는 삼각 라우팅에 의한 전송 비용이 증가하게 된다. 우리는 이 두 가지 상충되는 비용의 균형점에 해당하는 최적 도메인 크기를 갖는 MAP을 찾는 일반적인 규칙을 알아내고자 한다.

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 binding update에 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 binding update 비용과 단말로부터 MAP까지의 데이터 전송 비용을 합친 비용을 이동지역비용이라고 부르기로 한다. 이동지역비용은 단말이 상대노드와 통신하는 데 필요한 전체 비용 중 상대노드와 MAP 사이 구간에 의해 발생하는 비용을 제외하고 MAP과 단말 사이 구간에서 발생하는 비용만을 의미한다.



【그림 63】 무선 라우터와 MAP의 배치 모형

우선 그림 1과 같은 단순한 무선 네트워크 모형을 생각하자. 그림의 작은 동그라미는 무선 라우터를 나타내며 그 중 굵은 선으로 그려진 동그라미는 MAP을 나타낸다. 가는 선으로 그려진 격자는 각 무선 라우터의 전파 통달 구역이며 굵은 선으로 그려진 큰 격자는 MAP 도메인을 나타낸다. 무선 라우터들은 가로 세로 방향으로만 이웃 무선 라우터와 유선으로 연결되어 있다고 가정한다. 이 모형에서는 MAP 도메인의 중첩이 없다. 우리는 이 단순한 모형으로부터 기본적인 이동지역비용함수를 구한 후, MAP 도메인들이 서로 중첩되어 있는 모형에서 최적의 MAP을 선택하는 데 이 함수를 이용할 것이다.

2.1 이동지역비용함수

변의 길이가 x 홉인 MAP 도메인들을 단말이 시간당 v 홉을 지나가는 속력으로 직선으로 지나쳐 간다고 가정하자. 단말이 하나의 도메인을 거쳐 가는 동안 발생하는 이동지역비용 C 는 binding update를 위한 비용 C_{bu} 와 단말로부터 MAP까지 데이터 패킷들을 전달하는 데 드는 비용 C_{pd} 의 합으로 표현할 수 있다.

$$C = C_{bu} + C_{pd} \dots\dots\dots (1)$$

이 중 binding update 비용 C_{bu} 는 다시 binding update 패킷의 전달 비용과 이 패킷에 대한 처리 비용으로 나눌 수 있는데 이 중 처리 비용은 일정하다고 가정하고 패킷의 전달 비용은 홉 수로 표현된 전달 거리에 비례한다고 가정한다. 전달 비용이라는 것은 패킷의 지연 시간과 손실 확률, 보안 위협 등의 제반 부담을 포함하는 것이므로 전달 과정에서 거치는 홉 수에 비례한다는 가정을 한다. 그러면 C_{bu} 는

$$C_{bu} = C_p + ax \dots\dots\dots (2)$$

로 표현할 수 있으며 여기에서 C_p 는 처리 비용이고 a 는 비례상수이다. 단말과 MAP간 데이터 패킷 전달 비용 C_{pd} 는 데이터 패킷 발생률과 단말로부터 MAP까지의 거리, 그리고 단말이 MAP 도메인이 머무르는 시간에 비례할 것이다. 단말이 MAP 도메인에 머무르는 시간을 t_d 라고 하면 $t_d = \frac{x}{v}$ 이므로,

$$C_{pd} = \beta r x t_d = \beta r \frac{x^2}{v} \dots\dots\dots (3)$$

라고 표현할 수 있으며 여기에서 r 은 단말과 MAP간 데이터 패킷 전송률이며 β 는 적절한 비례상수이다. 식 (2)와 (3)을 식 (1)에 대입하면

$$C = C_p + ax + \beta r \frac{x^2}{v} \dots\dots\dots (4)$$

이다. 우리는 단위시간당 이동지역비용을 구해야 한다. 하나의 도메인에서 발생하는 비용을 최소화하는 것이 아니라 단위 시간당 비용을 최소화해야 하기 때문이다. 단위시간당 이동지역비용을 c 라고 하면 c 는 MAP 도메인 당 이동지역비용(\$/도메인)과 도메인 통과율(도메인/단위시간)의 곱으로 구해진다.

$$c = C \frac{1}{t_d} = C \frac{v}{x} = (C_p + ax + \beta r \frac{x^2}{v}) \frac{v}{x}$$

$$= \frac{C_p v}{x} + av + \beta r x \dots\dots\dots (5)$$

2.2 최적의 MAP 도메인 크기

단위시간당 이동지역비용함수 c 는 x 의 함수로서 아래로 볼록인 모양을 갖는다. c 를 최소화하는 x 값은

$$x_o = \sqrt{\frac{C_b v}{\beta r}} \dots\dots\dots (6)$$

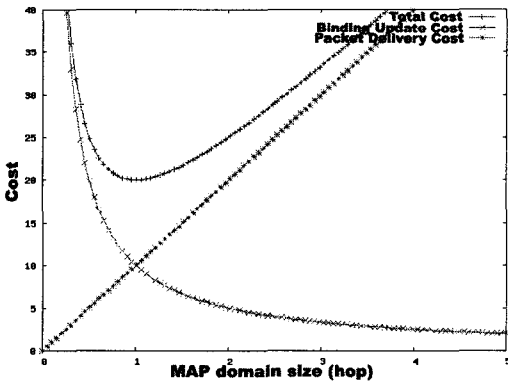
이며, 그 때의 최소 단위시간당 이동지역비용은

$$c_{\min} = a v + 2\sqrt{C_b v \beta r} \dots\dots\dots (7)$$

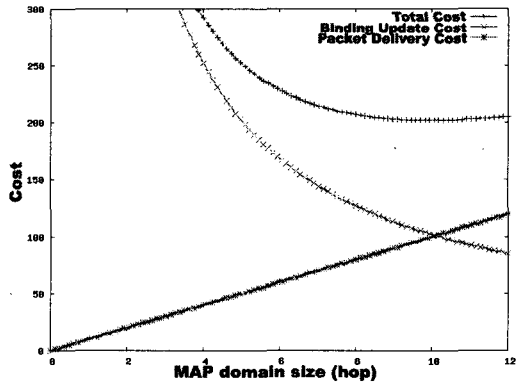
이다. 즉 C_b 와 a , β 가 정해져 있을 때 MAP 도메인들을 단말이 지나가는 속도 v 와 단말의 데이터 전송률 r 을 알면 단위시간당 이동지역비용을 최소화하는 최적의 MAP 도메인의 크기를 (6)식을 이용해 결정할 수 있으며, 그 때의 비용은 (7)식에 의해 계산된 값이 된다. 단말은 실제 망에서 라우터 Advertisement를 통해 발견한 MAP들 중, 식 (6)에서 구한 최적의 MAP 도메인 크기와 가장 유사한 크기를 갖는 MAP을 선택하도록 하여 CN과의 통신 비용을 최소화 한다.

III. 적용 예

이번 절에서는 본 논문에서 제안한 이동지역비용 산출 및 최적의 MAP 도메인 크기 결정 방법을 적용하는 예를 살펴본다. 이 절의 예에서 C_b , a , β 는 각각 500, 1, 1로 설정한다. 즉 바인딩 업데이트 패킷의 홉 당 전달 비용과 사용자 데이터 패킷의 홉 당 전달 비용이 같다고 보고 바인딩 업데이트에 소요되는 총 처리 비용이 홉 당 패킷 전달 비용의 500배라고 가정한다. 이렇게 할 경우 식 (5)와 (7)에 의해 표현되는 단위시간당 비용은 패킷의 홉 당 전달 비용을 기준으로 정규화한 비용이 된다.



(a) 단말의 이동속도 = 0.02 hop/s



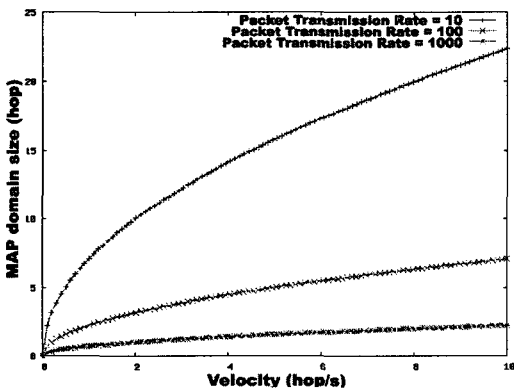
(b) 단말의 이동속도 = 2 hop/s

【그림 2】 MAP 도메인 크기에 따른 이동지역비용

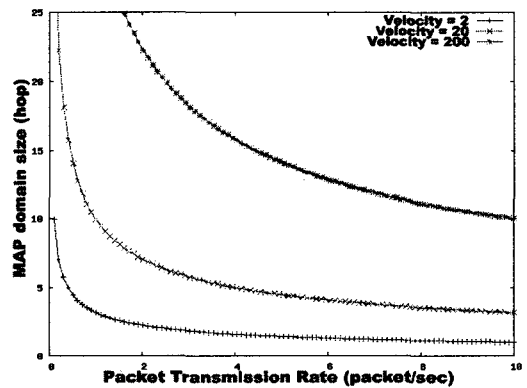
3.1 MAP 도메인 크기와 이동지역비용

본 논문에서 제시한 단위시간당 이동지역비용 및 위치 등록 갱신 비용, 패킷전달비용을 MAP 도메인의 크기에 따라 나타내면 그림 2와 같다. 그림 2-(a)는 단말의 이동속도가 2m/s일 때, 그림 2-(b)는 200m/s일 때의 그래프이며 패킷전송률은 각각 10packet/s로 일정하다. 무선 라우터의 전파 전달거리를 100m라고 가정하면, 이동속도는 다시 각각 0.02hop/s, 2hop/s로 나타낼 수 있다.

이 그래프를 통해 MAP 도메인의 크기가 커질수록 단위시간당 위치등록갱신 비용은 감소함을 확인할 수 있다. 단말이 같은 속도로 이동할 때, MAP 도메인의 크기가 작을수록 더 잦은 매크로 핸드오프가 발생하고 이로 인해 더 잦은 위치 등록 갱신이 수행된다. 따라서 MAP 도메인이 커질수록, 위치 등록 갱신이 수행될 횟수는 줄어들고 그에 따른 비용이 감소된다. 반면 MAP 도메인 크기가 커질수록 단위시간당 패킷 전달 비용이 증가함을 확인할 수 있다. 이는 MAP 도메인의 크기가 커질수록 단말과 MAP 간의 거리가 멀어지고, 패킷 전달 비용은 멀어진 양단간의 거리에 비례하여 증가하기 때문이다. 이동 단말은 위치 등록 갱신 비용과 패킷전달비용의 트레이드오프 관계를 고려하여 총 이동지역비용이 최소화 되는 최적의 MAP 도메인 크기를 결정해야 한다. 2-(a)에서는 MAP 도메인의 크기가 약 1홉일 때, 그림 2-(b)에서는 약 10홉일 때 최소의 이동지역비용을 나타냄을 확인할 수 있다.



[그림 3] 단말의 이동속도에 따른 MAP 도메인 크기



[그림 4] 단말의 패킷전송률에 따른 MAP 도메인 크기

3.2 최적의 MAP 도메인 크기

그림 3과 그림 4는 이동지역비용함수를 통해 계산된 최적의 MAP 도메인의 크기를 단말의 이동속도와 패킷 전송률에 따라 나타낸 그래프이다. 그림 3에서는 단말의 패킷전송률이 각각 10packet/s, 100packet/s, 1000packet/s일 때 이동 속도에 따른 MAP 크기의 변화 값을 그렸으며 그림 4에서는 단말의 이동속도가 각각 2m/s, 20m/s, 200m/s(0.02hop/s, 0.2hop/s, 2hop/s)일 때 패킷 전송률에 따른 MAP 크기의 변화를 나타냈다.

그림 3에서 단말의 이동속도가 증가할수록 최적의 MAP 도메인 크기가 증가하며 이때, 단말의 패킷 전송률이 클수록 MAP 도메인 크기의 증가율이 감소함을 확인할 수 있다. 마찬가지로 그림 4에서 단말의 패킷 전송률이 증가할수록 MAP 도메인 크기가 감소하며 이때 단말의 이동속도가 클수록 MAP 도메인 크기의 감소율이 증가함을 확인할 수 있다. 즉, 단말은 이동속도가 클수록, 패킷 전송률이 낮을수록 더 큰 MAP 도메인을 선택해야함을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

F-HMIPv6는 HMIPv6 네트워크에 FMIPv6 메커니즘을 결합하여 그 성능을 향상시켰으며 그 결과 IP 망에서의 무선 이동통신 단말들을 효과적으로 서비스하기 위한 표준으로 주목받고 있다. 하지만 HMIPv6에서의 기본적인 MAP 선택 기법을 그대로 수용하여 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 고려하여 새 MAP 영역에서 소요될 지역이동비용을 계산한다. 이 지역이동비용을 최소화 하는 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. 제안한 지역이동비용을 수학적으로 분석하여 각 파라미터에 따른 변화 값을 나타냈으며, 향후에는 시뮬레이션을 통해 제안된 방식의 타당성을 높이도록 한다.

참고문헌

- [1] D. Johnson, C.Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2003.
- [2] R. Koodi, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF RFC 4068. July 2005.
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. EL Malki, L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC 4140, August 2005.
- [4] HeeYoung Jung, et al., "Fast Handover for Hierarchical MIPv6 (F-HMIPv6)," draft-jung-moboptsfhmv6-00, (work in progress), April 2006.
- [5] Y. Xu, H. C. J. Lee, and V. L. L. Thing, "A Local Mobility Agent Selection Algorithm for Mobile Networks," in Proc. IEEE ICC, May 2003.
- [6] S. Pack, T. Kwon, and Y. Choi, "A Comparative Study of Mobility Anchor Point Selection Schemes in Hierarchical Mobile IPv6 Networks," in Proc. ACM MobiWac 2004, September 2004.