

논문 2010-1-3

프록시 바인딩 갱신을 이용한 수직적 핸드오버 기법

A Vertical Handover Scheme Using Proxy Binding Update

박희동*

Hee-Dong Park

요약 본 논문은 멀티 호밍 기반의 프록시 바인딩 갱신 (Proxy binding update)을 이용하여 이동 노드가 다른 종류의 무선 액세스 망으로 이동할 때 발생하는 수직적 핸드오버 (Vertical handover) 지연 및 그에 따른 패킷 손실을 최소화하는 방안을 제안하였다. 제안 방안에서 다중 인터페이스를 가지는 이동 단말이 이종 액세스 망으로 이동할 경우 기존의 인터페이스를 통한 네트워크 연결을 유지한 채 새로운 인터페이스를 이용해 미리 3계층 핸드오버를 수행함으로써 빠르고 끊김 없는 핸드오버가 가능하다. 제안된 프록시 바인딩 갱신이 Mobile IP의 바인딩 갱신과 다른 점은 바인딩 갱신 메시지에 자신의 인터페이스가 아닌 이전 액세스 망과 통신하고 있는 인터페이스의 홈 주소 (Home address)를 사용한다는 점이다. 성능 분석 결과 제안된 수직적 핸드오버 기법이 핸드오버 지연 및 패킷 손실을 효율적으로 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

Abstract This paper proposes a multihoming-based vertical handover scheme using Proxy binding update to minimize handover delay and packet loss while a mobile node moves to a heterogeneous access network. When a mobile node moves to a heterogeneous access network, the proposed scheme can provide a mobile node with fast and seamless handover by performing layer-3 handover using its new interface while the other interface is still communicating in the old access network. The proposed Proxy binding update is different from the Mobile IP binding update in that it includes home address (HoA) of the old interface instead of the new interface. The performance analysis shows that the proposed scheme can efficiently reduce vertical handover delay and packet loss.

Key Words : Vertical handover, Proxy binding update, Heterogeneous access network, Seamless handover

1. 서론

최근 다양한 무선 접속망의 등장과 함께 이동 단말도 다중 인터페이스를 통해 언제, 어디서나 가장 최적의 무선망에 접속하여 끊김 없는 통신 서비스를 받을 수 있도록 지원하는 수직적 핸드오버 (Vertical handover) 기술에 대한 중요성이 커지고 있다.

예를 들어, UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)와 같은 CDMA 셀룰러 망의 경우 서비스 영역은 넓으나 상대적으로 낮은 대역폭

과 가격이 비싸다는 단점을 가진다. 반면에 높은 대역폭과 저렴한 이용요금을 장점으로 한 WLAN은 서비스 영역에 한계를 가진다. 이 외에도 Wibro, Bluetooth, Zigbee 등 네트워크에 접속하기 위한 다양한 액세스 기술들은 서로 구별되는 각각의 서비스 특성을 가진다.

따라서 다중 네트워크 인터페이스를 탑재한 이동 단말은 응용 서비스의 요구 및 네트워크 환경을 고려하여 가장 최적의 인터페이스를 선택하여 연속적인 통신 서비스를 받을 필요가 있는데, 이를 실현하기 위해서는 이종 네트워크 간의 연동 구조를 확립하고 이종 망들 간의 노드 이동에 대해서도 서비스의 연속성을 제공하는 기술 개발이 필수적이다.

*정회원, 나사렛대학교 정보통신학과
접수일자 2010.1.19, 수정일자 2010.2.12

이러한 수직적 핸드오버 제공 기술은 현재, IETF Mobile IP를 기반으로 다양한 L3 이동성 지원 기술들과 IEEE 802.21 MIH (Media Independent Handover)와 같이 이종망 간의 핸드오버를 지원하기 위해 통일된 L2 트리거 정보 및 액세스망 관련 정보를 상위 계층에 제공하기 위한 기술 등이 있다^[1-3]. 본 논문에서는 기존 Mobile IP 프로토콜의 바인딩 갱신 (binding update) 메커니즘을 수정한 프록시 바인딩 업데이트 (Proxy binding update) 기법을 제안함으로써 멀티호밍 환경에서 빠르고 끊김 없는 수직적 핸드오버가 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 서론에 이어, 2장에서 관련 연구 내용을 살펴보고, 3장에서 WLAN과 3G 셀룰러 망 사이에 끊김 없는 수직적 핸드오버를 제공하기 위한 프록시 바인딩 갱신 기법을 제안하고, 4장에서 그 성능을 분석한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 수직적 핸드오버 기법

1. 수직적 핸드오버 및 단말 요구사항

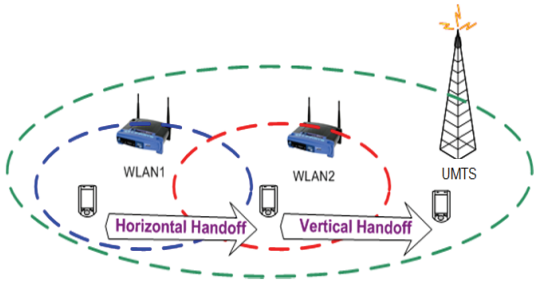


그림 4. 수평 및 수직적 핸드오버
Fig. 1. Horizontal and vertical handover.

핸드오버는 크게 수평적 핸드오버 (Horizontal handover)와 수직적 (Vertical handover)로 나뉜다. 그림 1에서와 같이 수평적인 핸드오버는 동종 (Homogeneous) 망 간의 이동으로 WLAN과 WLAN 사이의 연동이나 3G 망 내부에서 발생하는 이동을 말한다. 반면 수직적 핸드오버는 이종 망 간의 이동으로 단말의 이동 방향에 따라 상향 수직적 핸드오버 (Upward vertical handover) 및 하향 수직적 핸드오버 (Downward vertical handover)로 나눌 수 있다. 상향 수직적 핸드오버는 WLAN에서 3G 망으로의 이동과 같이 서비스 영역이 좁고 높은 대역폭을 가지는 망에서 서비스 영역이 넓

고 낮은 대역폭을 지원하는 망으로의 이동을 말하며, 하향 수직적 핸드오버는 그와 반대로 3G 망에서 WLAN으로의 이동이 해당된다.

국제 표준화 단체들은 다양한 무선 접속망의 연동 방안을 활발하게 연구하고 있다. ITU-T의 SG13 및 SG19에서는 차세대 통합망인 NGN (Next Generation Network)에 대한 요구사항 및 프레임워크를 정의하고 있으며, 3GPP에서는 차세대 통합망으로의 진화를 6단계로 나누고 단계별 연동 모델을 표준화하고 있다^[4-6].

이종 망 간의 핸드오버 지원을 위해서 이동 단말은 다중모드 인터페이스를 이용해서 다양한 액세스 망에 접속할 수 있어야 하고, 단말 내에 IP 주소 기반 위치 정보 등록 기능과 이종 액세스 망 간의 핸드오버를 처리하기 위한 신호 기능이 필요하다. 또한, 다양한 커버리지를 갖는 무선망들이 중첩된 환경에서 기존의 연결이 끊기기 전에 다음 연결을 준비할 수 있도록 접속 가능한 액세스 망들의 존재를 파악하는 기능이 필요하며, 유무선 망 자원 상황, 사용자의 선호, 통신 비용 등의 정보를 바탕으로 핸드오버 대상 망 및 수행 여부를 판단하는 기능을 필요로 한다.

2. 이동성 지원 기술

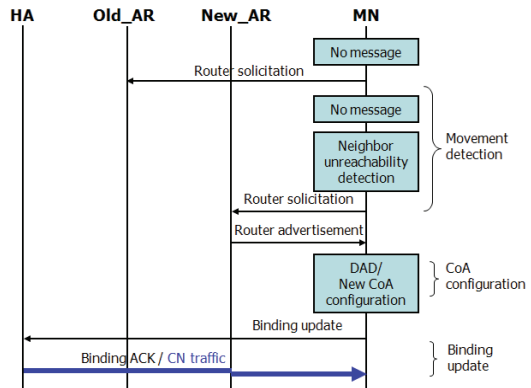


그림 5. Mobile IPv6 메시지 다이어그램
Fig. 2. Mobile IPv6 message diagram.

이동 노드가 새로운 망으로 이동할 경우에도 기존에 연결된 통신 서비스를 끊김 없이 제공하기 위한 이동성 지원 프로토콜로는 IETF Mobile IP 기술이 대표적이며 이는 세션 계층에서 연결을 유지한 상태에서 단말의 이동성을 제공함으로써 이기종 망 간의 연동 서비스를 쉽게 지원할 수 있는 방법이다^[1]. 그림 2는 Mobile IPv6 프

로토콜의 메시지 다이어그램을 보여주고 있는데, 이동 노드가 이동할 경우 움직임 검출, CoA(Care-of address) 설정, 및 바인딩 갱신 과정을 거치는 동안 2계층(L2) 및 3계층(L3) 핸드오버 과정에서 발생하는 서비스 단절 및 패킷 손실로 인해 성능이 떨어지는 문제점이 있다.

Mobile IPv6의 핸드오버 지연 및 패킷 손실을 줄이기 위한 방법으로 IETF에서는 IPv6 기반의 빠른 핸드오버(Fast handover) 기법 즉 FMIPv6가 제시되고 있다^[2]. 이 방식은 단말이 이전 액세스 라우터(AR)와 연결이 되어 있는 상태에서 새로운 액세스 라우터와 핸드오버 과정을 수행하는 Proactive 방식과 새로운 액세스 라우터와 등록 과정이 완료되지 않아도 단말과 새로운 액세스 라우터 간에 데이터를 주고받을 수 있도록 하는 Reactive 방식으로 나눌 수 있다. 특히, Proactive 방식의 경우 2계층 핸드오버가 발생하기 전 미리 3계층 핸드오버 시그널링을 수행함으로써 빠른 핸드오버가 가능하지만 여전히 핸드오버 지연은 발생하게 된다.

이 외에도 이종망 간의 수직적 핸드오버 지연을 최소화하기 위해 2계층에서 상위 계층으로 액세스 망 정보 및 L2 트리거 정보에 관한 공통된 규격을 마련하기 위한 IEEE 802.21 MIH 기술 등이 있다^[3].

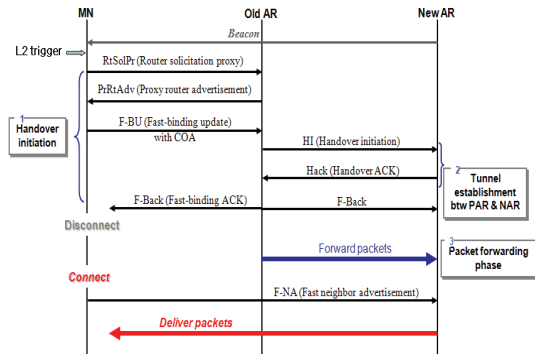


그림 6. FMIPv6 메시지 다이어그램
Fig. 3. FMIPv6 message diagram.

그림 4는 IP 계층 핸드오버의 세 가지 형태를 보여 주고 있는데, MIPv6와 FMIPv6 외에 핸드오버 시 새로운 연결 확립 후에 이전 연결을 끊음으로써 서비스 단절을 막는 Make-before-break 형태의 핸드오버가 가능하다. 그러나 이것은 CDMA 망과 같이 소프트 핸드오프를 지원하는 경우에 가능한 방법이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 MIPv6는 L2 핸드오버 이후에도 L3 핸드오버로

인한 서비스 단절 시간이 가장 크며, FMIPv6는 L3 핸드오버로 인한 지연은 최소화하였지만 여전히 L2 핸드오버 지연은 발생함을 알 수 있다. 반면에 Make-before-break 형태의 핸드오버는 핸드오버 과정에서 기존 연결을 유지한 채 L2 및 L3를 미리 수행할 수 있어 핸드오버로 인한 전송 지연 및 패킷 손실을 최소화할 수 있음을 알 수 있다.

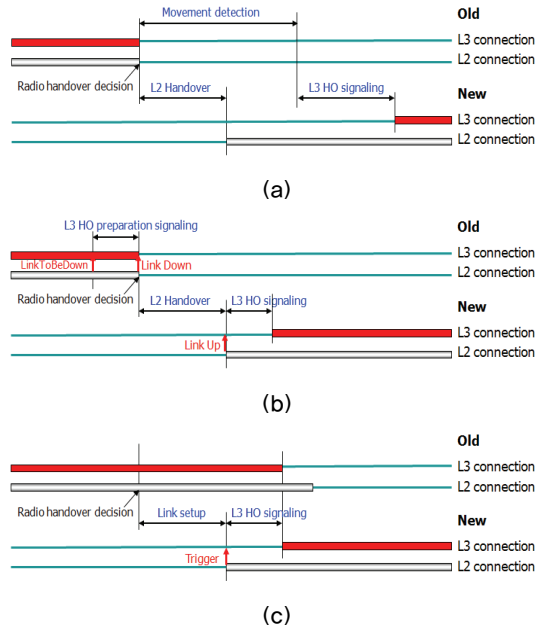


그림 4. IP 계층의 핸드오버 형태: (a) MIPv6, (b) FMIPv6, (c) Make-before-break
Fig. 4. Layer-2 and layer-3 handover: (a) MIPv6, (b) FMIPv6, and (c) Make-before-break.

III. 프록시 바인딩 갱신을 이용한 수직적 핸드오버 기법

본 장에서는 다중 인터페이스를 가지는 이동 단말이 이종 망으로 이동할 때 발생하는 핸드오버 지연 및 패킷 손실을 최소화하기 위해 프록시 바인딩 갱신을 이용한 수직적 핸드오버 기법을 제안한다.

그림 5는 다중 인터페이스를 통한 수직적 핸드오버 기능을 갖는 단말의 프로토콜 스택 구조를 나타낸 것으로, 각 인터페이스마다 별도의 HoA (Home address) 및 CoA (Care-of address)를 가지고 있다. 그것은 실제 액세스 망마다 고유의 IP 주소를 가지고 있고 응용에 따라

최적의 액세스 망을 선택할 수 있는 상황을 고려한 것이다. 예를 들어 HoA1 및 CoA1은 WLAN 인터페이스 (INT-1), HoA2 및 CoA2는 3G 셀룰러 망의 인터페이스 (INT-2)에 할당된 HoA 및 CoA가 될 수 있다.

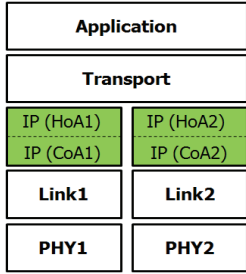


그림 5. 이동 단말의 프로토콜 스택
Fig. 5. Protocol stack of a mobile node

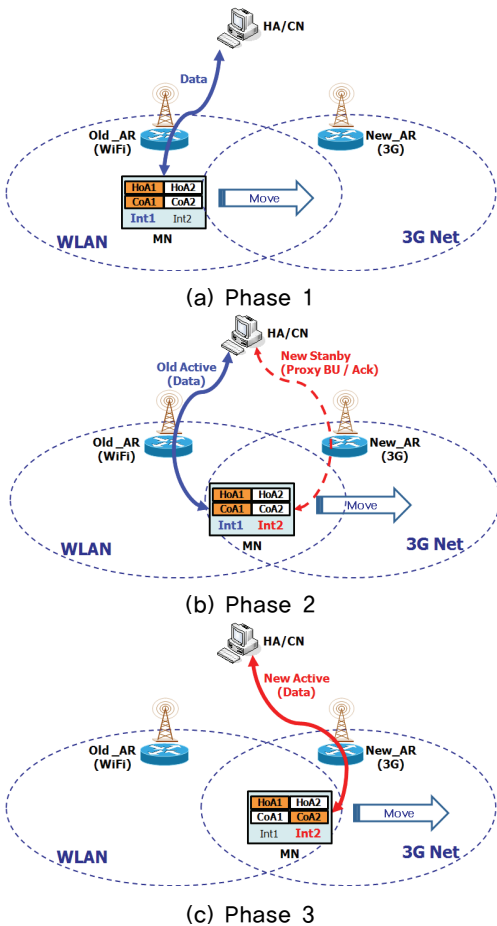


그림 6. 제안 방안의 핸드오버 과정
Fig. 6. Handover procedure of the proposed scheme.

그림 6은 이동 단말이 이기종 액세스 망으로 이동할 경우 제안된 수직적 핸드오버 기법의 동작 과정을 나타낸 것이다. 그림에서 AR (Access router)로 표기된 개체는 액세스 망의 종류 및 이기종 망 간의 연동 구조에 따라 다양한 명칭으로 대체될 수 있는데, 예를 들어 WLAN에서 UMTS 망으로 이동할 경우 SGSN (Serving GPRS support node)이 그 역할을 수행할 수 있다.

(a) 이동 단말이 WLAN 영역에 있을 경우에는 INT-1만을 이용해서 통신을 수행한다. 이 때 홈 에이전트 (HA)는 INT-1에 할당된 HoA1 및 CoA1의 바인딩 정보를 가지는데, 이동 노드의 HoA1을 목적지 주소로 하는 패킷들을 현재의 CoA1 주소로 전달하게 된다.

(b) 이동 단말이 WLAN과 3G 통신망의 중첩 영역으로 이동하여 자신의 MIH 모듈이 3G 통신망으로의 핸드오버를 트리거링 할 경우에는 기존 INT-1을 통해 계속 통신을 함과 동시에 INT-2를 통해 새로운 CoA2를 획득한다. 이동 단말은 INT-2를 통해 새로이 획득한 CoA2를 HA에 등록하기 위해 Proxy BU (Binding update) 메시지를 HA에 전송한다. 여기서 이동 단말은 일반적인 BU 메시지와 달리, 실제 핸드오버가 발생한 INT-2의 HoA2 대신 여전히 이전 망에서 통신 중인 INT-1의 HoA1을 Proxy BU 메시지에 포함시켜 INT-1의 HA로 전송하는데, 이는 HA로 하여금 마치 INT-1이 새로운 망으로 이동하여 CoA를 획득한 것처럼 보이게 만든다. 그러나 실제 INT-1은 WLAN 영역에서 계속 데이터를 수신하고 있으므로 수직적 핸드오버로 인한 패킷 손실을 막을 수 있다. 결국 이동 단말에는 두 개의 인터페이스가 존재하지만, HA 관점에서는 물리적으로 하나의 인터페이스만 존재하는 것처럼 보이게 하기 위해서 Proxy BU 메시지를 사용한다. Proxy BU 메시지를 수신한 HA는 3G 셀룰러 망에 연결된 INT-2를 통해 Proxy BU Ack 메시지와 패킷을 송신한다.

(c) INT-2의 프록시 바인딩 갱신이 완료되면 이동 단말은 INT-1을 통한 네트워크 연결을 끊고 INT-2를 통해 새로운 액세스 망과 통신을 하게 된다.

위에서 살펴본 바와 같이 제안 방안은 그림 4의 Make-before-break 형태의 핸드오버처럼 기존 액세스 망을 통한 세션을 유지한 채, 새로운 액세스 망에서 프록시 바인딩 갱신을 통해 미리 핸드오버를 수행함으로써 수직적 핸드오버로 인한 서비스 단절 및 패킷 손실을 최소화할 수 있다. 다만, CDMA 망은 물리 계층에서 소프

트 핸드오버를 지원하지만, 제안 방안은 다중 인터페이스를 이용하여 물리 계층과 상관 없이 IP 계층 자체적으로 소프트웨어를 지원할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 두 액세스 망 간의 중첩 영역이 좁거나 이동 단말의 이동 속도가 빠를 경우에는 프록시 바인딩 갱신이 완료되기 전 이전 연결이 끊길 수 있으므로 핸드오버로 인한 서비스 단절 및 패킷 손실이 발생할 수 있다.

IV. 성능 분석

본 장에서는 MIPv6, FMIPv6, 및 제안 방안의 핸드오버 지연 및 패킷 손실률을 비교하였다^[7].

표 1. 성능분석 파라미터

Table 1. Parameters for performance analysis

파라미터	정 의	사용 값
D_{HO}	핸드오버 지연	N/A
τ	라우터 광고 메시지 시간 간격	1 sec
D_{L2}	2계층 핸드오버 지연	100 ms
L_{wl}	무선 링크 지연	2 ms
L_w	유선 링크 지연	0.5 ms
D_{DAD}	DAD 소요시간	500 msec
H_{AR-HA}	AR과 HA 간 홉 개수	-

1. 수직적 핸드오버 지연

수직적 핸드오버 지연은 이기종 액세스 망으로 이동할 경우 2계층 핸드오버 시작부터 HA 및 CN에서의 바인딩 갱신 후 첫 번째 패킷을 수신할 때까지의 시간으로 정의한다. 또한 링크 지연만을 고려하며, 전송 지연 및 처리 지연은 고려하지 않는다. MIPv6, FMIPv6, 및 제안 방안의 수직적 핸드오버 지연은 그림 2, 3, 및 4에 나타난 메시지 흐름을 이용하여 각각 수식 (1), (2), 및 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{HO(MIP)} = 2\tau + 4L_{wl} + 2L_w H_{AR-HA} + D_{DAD} \quad (1)$$

$$D_{HO(FMIP)} = D_{L2} + L_{wl} + D_{DAD} \quad (2)$$

$$D_{HO(Proposed)} = D_{DAD} \quad (3)$$

수식 (3)에서 보는 바와 같이 제안 방안의 수직적 핸드오버 지연이 가장 작은 것은 이동 단말이 핸드오버 대상 망과 새로운 연결을 형성하는 동안, 기존 연결을 통해 지속적인 통신을 수행함으로써 패킷 손실 없이 끊김없는

서비스를 제공받을 수 있기 때문이다. 다만, 공평한 비교를 위해 IP 주소의 중복 검출 (DAD; Duplicate address detection) 지연은 모두 가지는 것으로 간주하였다.

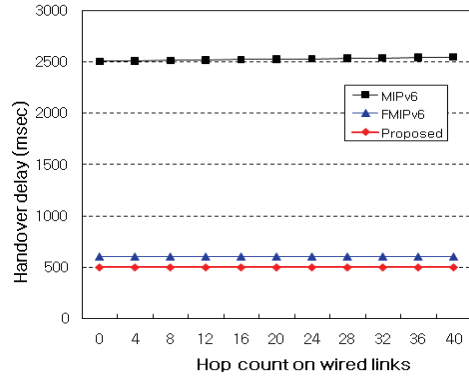


그림 7. 수직적 핸드오버 지연

Fig. 7. Vertical handover delay.

그림 7은 수식 (1), (2), 및 (3)을 바탕으로 유선 구간의 홉 개수에 따른 핸드오버 지연을 나타낸 것으로서, MIPv6의 경우 유선 구간의 홉 개수에 비례하여 핸드오버 지연이 증가하지만 FMIPv6 및 제안 방안의 핸드오버 지연은 유선 구간의 홉 개수에 상관없이 일정한 값을 갖게 된다.

2. 패킷 손실률

핸드오버로 인한 패킷 손실률은 핸드오버 시 손실되는 패킷량과 하나의 셀에서 전송되는 전체 패킷량의 비로써 나타낼 수 있는데, 이는 수식 (4)와 같이 핸드오버 시 발생하는 서비스 중단 시간, 즉 핸드오버 지연 시간과 이동 단말이 하나의 셀에서 머무르는 평균 시간과의 비로써 표현할 수 있다.

$$\rho_{loss} = \frac{D_{HO}}{t_{cell}} \times 100 \quad [\%] \quad (4)$$

위 식에서 t_{cell} 은 이동 단말이 셀에 머무르는 평균 시간을 의미하는데, 그 값은 이동 단말의 속도가 빠르거나 셀의 반경이 작을수록 작아진다. 그림 8은 t_{cell} 의 변화에 따른 패킷 손실률을 나타낸 것으로서, 핸드오버 지연이 작을수록 핸드오버 기간 동안 발생하는 패킷 손실도 작아짐을 알 수 있다.

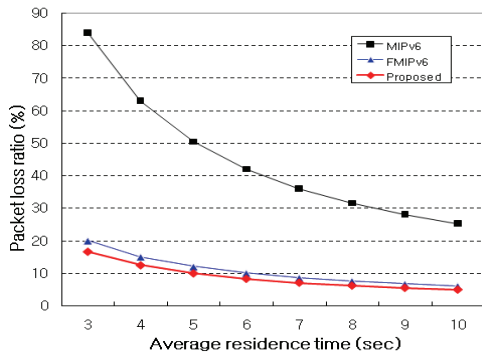


그림 8. 패킷 손실률
Fig. 8. Packet loss ratio.

V. 결론

본 논문에서 제안한 수직적 핸드오버 방안은 다중 인터페이스를 갖는 이동 단말의 멀티 호밍 특성을 이용한다. 즉, 이동 단말이 이기종 망으로 이동하더라도 기존 인터페이스를 사용한 통신을 유지한 채 새로운 인터페이스로 등록 과정을 미리 수행함으로써 끊임 없는 수직적 핸드오버가 가능하다. 이 때 새로운 액세스 망에서 획득한 CoA와 이전 인터페이스의 HoA를 포함하는 프록시 바인딩 갱신을 사용함으로써 핸드오버로 인한 서비스 단절 및 패킷 손실을 최소화할 수 있다. 성능 분석 결과 제안 방안이 기존의 Mobile IPv6나 FMIPv6에 비해 우수한 성능을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF Internet Draft, Oct. 2009.
- [2] R. Koodli, "Mobile IPv6 Fast Handovers," IETF RFC 5268, June 2008.
- [3] IEEE 802.21 MIH WG D13, "Media Independent Handover Services," July 2008.

- [4] ITU-T Q.1706/Y.2801, "Mobility management requirements for NGN," Nov. 2006.
- [5] ITU-T Q.1707/Y.2804, "Generic Framework of Mobility Management for Next Generation Networks," Feb. 2006.
- [6] 3GPP TS 23.234 v7.6.0, "3GPP System to Wireless Local Area Network (WLAN) Interworking; System Description," Dec. 2007.
- [7] X. Zhang, J. G. Castellanos, and A. T. Capbell, "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP," ACM Mobile Networks and Applications, Vol.7, No.2, pp. 127-141, Apr. 2002.

저자 소개

박희동(정회원)



- 2005년 경북대학교 전자공학과(공학 박사)
- 1998년 - 2007년 포항대학 컴퓨터응용계열 조교수
- 2007년 - 현재 나사렛대학교 정보통신학과 조교수

<주관심분야 : 이동 인터넷, 센서 네트워크, WPAN>

※ 이 논문은 2009년도 나사렛대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.