

FMIP에서 위치 관리 기법을 사용한 고속 이동체의 이동 성능 개선 방법

Performance Enhancement of Fast-Moving Object by Location Scheme in FMIP

김 미 영* 문 영 성**
Miyoung Kim Youngsong Mun

요 약

WiFi는 액세스 포인트(AP)를 발견하고 링크 층 핸드오프를 위해 스테이션과 AP간의 인증 및 새로운 BSS나 ESS로의 접속에 관한 절차를 정의한다. WiFi 핫스팟 서비스의 주요 문제점 중 하나는 "통과-이동체(Passing Object)"에 관한 것이다. WiFi는 BSS나 ESS에서 이웃하는 두 AP들 간의 메시지 교환을 기술하고 있다. 만일 링크 층 핸드오프를 완료하기 전에 이동체가 이웃 AP를 그대로 통과한다면 터널링된 패킷이 전달되어야 하는 목적지를 잃게 될 수 있다. 이 논문에서, 우리는 고속 이동체를 추적하기 위해 서비스 도메인에 "위치 관리 엔티티(Positioning Entity)"를 정의하고 기존 방법과의 이동 성능을 비교하였다.

Abstract

Wi-Fi defines the procedure to search an AP, authenticate both station and AP, and associate the new BSS or ESS which enables the link layer handoff. One of the problems for hotspot service of Wi-Fi is "passing-object". Wi-Fi describes the messages exchanges between two neighboring APs in BSS or ESS. If the station passes through the neighboring APs before completing link-layer handoff, the path where the tunneled packets should be sent is lost. In this paper, we propose to integrate the positioning entity in a service domain to keep track the high-speed movement.

☞ keyword : MobileIP, FastHandover, PositioningEntity, AAA

1. 서 론

Mobile IP[1]로 대표되는 인터넷 상에서의 광역 로밍 방법은 서비스 영역의 한계와 로밍의 기술적 문제점을 극복하고 저렴한 비용으로 이동서비스를 제공하기 위한 주요 기술로 발전되었고 IPv6와 Mobile IPv6는 3GPP와 3GPP2의 유무선 서비스를 위한 규격으로 채택되었다. 한편, 선박 및 항공기 등의 제한적인 상황에서의 네트워크 자체의 이동성과 네트워크 토폴로지의 동적인 수용과 일관된 서비스 제공을 위한 애드-혹 네트워크 관리 방법에 관한 연구가 진행되고 있고[2,3,4,5], 이들은 향

후 유비쿼터스 네트워킹의 기반 기술로서 중요한 역할을 수행할 것으로 기대를 모으고 있다.

Mobile IP와 셀룰러 망에서 핸드오버 성능을 개선하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔다[6,7,8]. 그러나 이는 주로 핸드오버 시 발생하는 트랜잭션의 수를 줄이거나 유지 비용을 고려한 것이 대부분이다.

WiFi의 주요 이슈 중 하나는 "통과-이동체(Passing Object)"로서 이는 FMIP를 적용한 경우 nAR과 pAR간에 핸드오프 절차가 완료되기 전에 이동체가 더 빨리 이동하는 경우 현재 이동체가 속해 있는 망의 액세스 라우터(AR)가 pAR의 이웃 라우터 정보에서 발견되지 않게 되므로 이동체의 이동 위치 파악이 어려워지므로 FMIP 절차에 명시된 pAR과 nAR간의 HI/HACK 터널링에 문제점이 발생할 수 있다. 만일 이동체가 여러 이웃 AR들

* 정 회 원 : 한국토지공사 U-Eco City 사업단 책임연구원
mizero31@gmail.com

** 중 신 회 원 : 숭실대학교 컴퓨터학부 교수
mun@computing.ssu.ac.kr

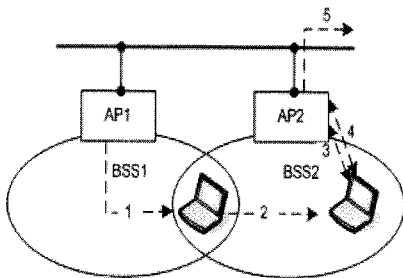
[2008/02/11투고 - 2008/02/12심사 - 2008/06/27심사완료]

을 고속으로 통과하여 pAR의 이웃 AR 리스트에 포함되지 않은 새로운 AR 영역에 도달하는 경우 pAR은 패킷을 터널링해야 할 지점에 대한 정보를 가질 수 없게 되며 홈 에이전트(HA)나 상대 노드(CN)으로부터의 수신 패킷들은 이동체에 전달되지 못하고 폐기될 수 있다. 본 논문에서는 이동체의 현재 위치를 추적하고 현재의 AR과 pAR간의 연동을 통해 터널을 설정하고 패킷 포워딩을 재개할 수 있기 위한 "위치관리 엔티티(Positioning Entity)"를 제안한다.

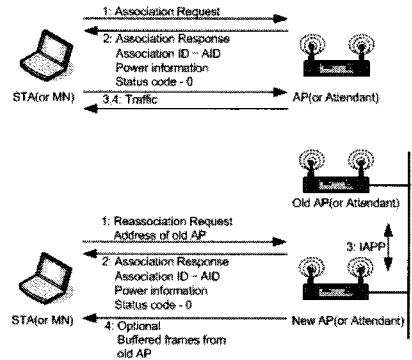
2. 관련 연구 - 핸드오프

2.1 IEEE 802.11 2계층 핸드오프

IEEE 802.11b/g/a는 링크 층 로밍을 지원하기 위해 그림 1에 표시된 바와 같은 핸드오프 절차를 수행한다. 이동 노드는 스캐닝 절차를 통해 검색된 AP 리스트에서 현재 AP를 선택하고 AP가 제공하는 무선 망 서비스를 제공받기 위해 인증 절차를 수행한다. 만일 이동 노드가 새로운 AP를 선택하면 "재 연결(Re-association)"과 "재 인증(Re-authentication)"절차가 수행된다.



(그림 1) 오픈 시스템 및 공유 키(WEP) 모드에서의 802.11 인증 절차



(그림 2) 접속/재 접속 절차

신호 중첩 영역에 진입한 이동 노드는 새로운 AP(AP2)로 부터 신호를 수신하고 이제 새로운 BSS 영역으로 진입하게 될 것임을 결정한다. 이동 후에 노드는 AP2를 인증하고 AP2와 접속을 맺는다[9,10]. 그림 2는 AP와 이동 노드간 접속 메시지 절차를 보여 준다. 접속의 결과, 노드는 식별 값을 갖게 되는데 AP는 이 값을 사용해서 외부로부터 수신되는 패킷의 목적지가 어떤 노드인지를 결정하게 된다.

2.2 IETF FMIP 3계층 핸드오버

IEEE 802.11 핸드오프와 IETF 고속 핸드오버를 함께 연동한 경우에 대한 일반적인 핸드오버 절차 [11]는 다음과 같다.

이동 노드는 이전의 액세스 라우터인 pAR과의 RtSolPr/PrRtAdv 메시지 교환을 통해 새로운 액세스 라우터인 nAR의 서브넷 영역에서 사용할 nCoA를 얻고 핸드오버를 완료하기 전에 pAR에 FBU 메시지를 전송함으로써 nAR에 nCoA를 등록한다. pAR은 nAR과 HI/HACK 메시지 교환을 통해 터널을 설정하고 nCoA의 사용 가능 여부를 검증한다. pAR은 터널이 설정되었고 nCoA가 성공적으로 검증되었음을 알리기 위해 이동 노드와 nAR 양쪽 엔티티로 FBACK 메시지를 전송한다. 2계층 핸드오프 과정이 진행중인 동안에 이전의 CoA인

oCoA로 수신되는 패킷들은 터널을 통해 pAR로부터 nAR로 포워딩된다[12,13,14].

핸드오프 처리기간 동안에, nAR은 pAR로부터 터널링되어 수신된 패킷을 버퍼링하고 핸드오프가 완료되었음을 나타내는 FNA메시지를 이동 노드로부터 수신하는 경우 버퍼링해 둔 패킷을 이동 노드로 포워딩한다.

3. 통과 이동체 (Passing Object)

만일 링크 층 핸드오프를 완료하기 전에 이동체가 이웃 AP를 그대로 통과한다면 터널링된 패킷이 전달되어야 하는 목적지를 잃게 될 수 있다. 이동 노드의 다음 위치를 pAR의 이웃 액세스 라우터 리스트에서 발견할 수 없게 되면, 홈 에이전트나 상대노드로부터 pAR를 통해 이동 노드로 전달되는 패킷은 분실된다.

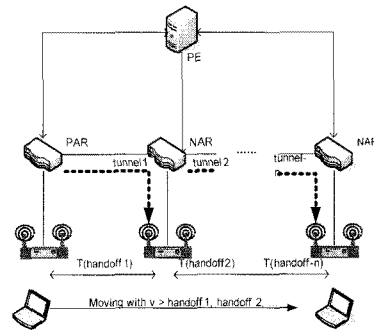
3.1 이동 노드 추적을 위한 터널 구성

이동 노드가 pAR의 이웃 리스트에 속하지 않는 새로운 nAR로 이동하면, pAR은 터널을 통해 패킷이 전달되어야 할 액세스 라우터를 알지 못한다. 핸드오버 시간과 빠른 이동 노드간의 연동 차이를 극복하기 위한 방법은 중첩 영역을 크게 넓혀서 이동 노드가 빠른 이동 중에도 pAR과의 연결을 유지하도록 하는 것이다. 그러나, 중첩 영역의 확장은 보다 많은 양의 신호 전송 전력이 필요하고 중첩 영역 내에서의 이동 노드는 빈번한 2계층 핸드오프가 발생할 가능성이 높아진다. 또 다른 방법은 이웃 액세스 라우터 리스트 이외에도 이웃 액세스 라우터 바깥쪽에 존재하는 이웃 라우터들을 잠재적인 이웃 라우터로서 정보를 유지하도록 하는 것이다. 이 방법은 어느 범위까지 잠재적인 이웃으로 정의할지를 결정하는 것이 어렵고 더 많은 액세스 라우터를 관리해야 하므로 리스트 관리에 따른 비용이 많이 든다. 또한 잠재적인 액세스

라우터 정보의 교환을 위한 프로토콜 절차가 기술되어야 하므로 기존의 FIMP 절차에 대한 수정이 불가피하다[15].

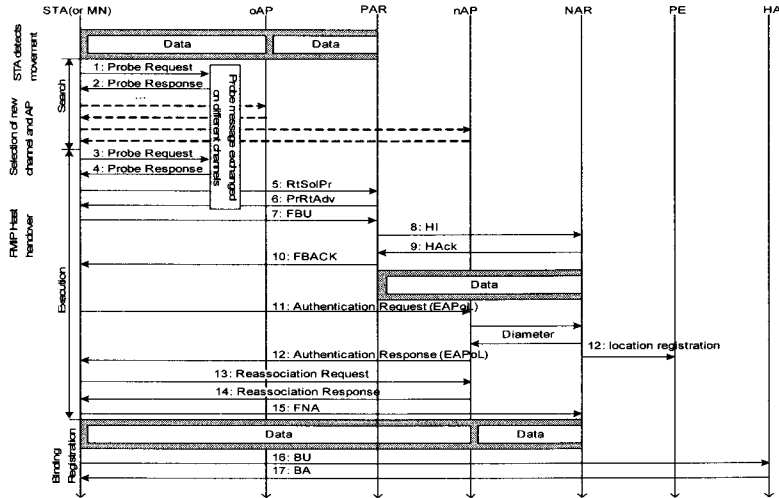
3.2 위치 관리 엔티티(Positioning Entity)

논문에서는 이동을 시작하기 전에 위치를 관리하기 위한 "위치관리 엔티티"를 정의한다. 엔티티는 이동 노드의 이전 위치와 현재 위치와의 연관을 위한 관리자로서의 역할을 수행한다.



(그림 3) 고속 이동 추적을 위한 위치관리 엔티티와 상호 연동 방법

그림 3은 고속 이동 시 위치를 추적 및 관리하기 위한 제안 엔티티간 상호 연동 방법을 보여준다. pAR에 머무는 동안 이동 노드는 자신의 위치를 PE로 등록한다. 이동이 발생하면 다음 nAR로 이동한 후, 이동 노드는 자신의 새로운 위치를 PE로 등록시도를 한다. 그러나, 이동 노드가 PE로의 등록을 완료하기 전에 다른 nAR로 이동한다면, PE가 가진 최종 정보는 이동 노드의 등록위치인 pAR이 된다. 이동 노드가 이동을 마치고 최종 위치에 머문다면, 자신의 위치를 PE로 보내고 PE는 이를 갱신한 후 pAR에게 변경 사실을 알려서 pAR에서 최종 nAR로의 터널을 생성할 수 있도록 해 준다.



(그림 4) 이동 노드의 고속 이동이 진행되는 동안 pAR이 버퍼링한 패킷을 포워딩할 수 있도록 하기 위한 제안 메시지 절차

3.3 이동 노드의 위치 추적 방법

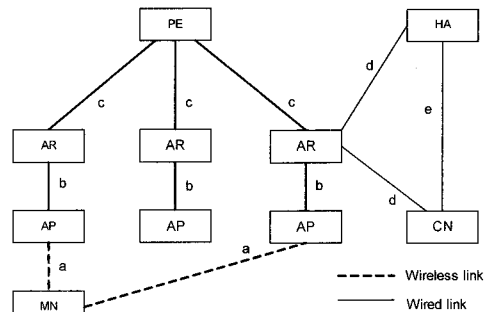
FMIP는 기본적으로 이동 노드의 이전 위치와 현재 위치에 서로 이웃한 액세스 라우터간의 터널링 기술을 기반으로 구축된다[16]. pAR로 수신되는 패킷은 설정된 터널을 통해 nAR로 전달되고 핸드오프가 완료될 때까지 nAR는 패킷을 버퍼링한다. 핸드오프 완료 후 이동 노드는 버퍼링된 패킷을 nAR로부터 수신한다. 그러나, 이동 노드가 이동한 곳에 존재하는 새로운 액세스 라우터가 이전 위치의 액세스 라우터와 이웃 관계가 아닌 경우 문제가 발생할 수 있다. 이는 이동 노드가 2계층 및 3계층 핸드오버가 완료되기 전에 더 빨리 이동했기 때문이다.

그림 4는 제안 방법에 대한 메시지 절차를 보여주는데 여기서 PE는 이동 노드로부터 위치 정보를 받아들이고 이동 위치를 알기 위해 메시지 교환에 참여한다. 만일 이동 노드가 이동을 멈추게 되면, 최종 위치 정보를 등록한다. 이때, PE는 pAR에게 이동 노드의 위치 정보를 알려주고 현재 액세스 라우터로의 터널링을 통해 버퍼링된 패킷을 이동 노드로 포워딩 할 수 있음을 통보한다.

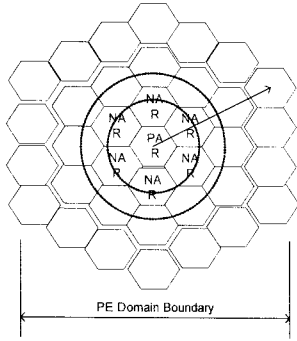
PE의 통지에 의해 pAR은 버퍼링 된 패킷이 터널링 될 목적지 정보를 얻는다.

4. 성능 평가

그림 5는 본 논문에서 제안하는 방법을 위한 성능 평가 모델을 보여준다. 모델에는 고속 핸드오버에 따른 이동 서비스를 제공하는 각각의 인터티와 각 엔티티 간 유무선 구간에 따른 링크로 표시된다



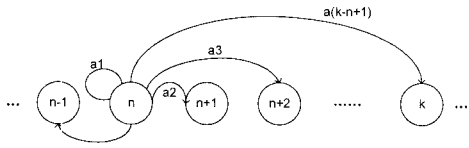
(그림 5) 고속으로 이동하는 노드의 위치 추적을 위한 제안 방식의 비용 분석 모델



(그림 6) PE 영역 정의

유무선 링크의 가중치는 a, b, c, d 및 e는 각각 3,1,2,5와 7로 주어진다[17]. 만일 이동 노드가 현재 PE 영역을 벗어나 이동하면, 이동 노드에 대한 위치 추적정보가 이웃 PE들로 전송된다.

PE 도메인 영역은 그림 6과 같이 $(2N+1)*R$ 로 정의되는데 여기서 R은 도메인 반지름을 의미한다. 만일 이동 노드의 이동 속도가 매우 빠른 경우 다음 상태를 그대로 통과하여 지나칠 수 있으므로 모델은 그림 8과 같이 "Departure Distribution"을 따른다[18].



(그림7) 임베디드 마코프 체인의 상태 천이 확률 다이어그램

그림 7은 제안된 모델에서 이동노드의 이동 속도에 따라 머무는 위치가 인접 셀에 속하지 않을 수 있으므로, 임베디드 마코프 체인 상태 천이를 따른다.

L_k^d 는 k번째 상태 천이를 하는 이동 노드에 의해 남겨지게 되는 이동 노드들의 수를 나타낸다. k+1번째 이동 노드에 의해 남겨지게 되는 이동 노드들의 수는 k번째 이동 노드가 천이했을 때

남은 이동 노드의 수에서 1을 빼고 해당 서비스 시간 동안 도착한 이동 노드들의 수를 더한 값과 같다. 최종 숫자는 랜덤 변수에 의해 $C_{packet} = p(t_{handover} \times C_{delay}) + (1-p)(t_{PE-reg} \times C_{loss})$ 로 표시된다. 그러므로 다음과 같은 관계성을 유추할 수 있다.

$$L_{k+1}^d = L_k^d - 1 + V_{k+1} \quad (1)$$

만일 $L_k^d > 0$ 이면 수식 1은 타당하다.

$L_k^d = 0$ 인 특수한 경우에, $L_{k+1}^d = V_{k+1}$ 이

된다. 위의 관계 식에서, $\{L_k^d\}_{k=0}^{\infty}$ 은 마코프 체인을 형성한다. 이때 상태 천이 확률은

$P_{(i,j)} = P(L_{k+1}^d = j | L_k^d = i)$ 와 같이 정의된다. 분명 $j < i-1$ 인 모든 경우에 대해

$P_{(i,j)} = 0$ 이고 $j \geq i-1$ 에 대한 확률

$P_{(i,j)}$ 는 $j-i+1$ 만큼의 이동 노드가 (k+1)번째 이동 노드의 시간 동안에 도착하는 확률을 의미한다. 상태 0에서, k번째 이동 노드는 빈

시스템(empty system)을 떠나게 되므로 $P_{(0,j)}$

는 (k+1)번째 이동 노드 천이 시간 동안에 정확히 j 만큼의 이동 노드가 도착하는 확률을 의미한다.

이러한 천이로부터 상태 천이 확률 P 는 다음과 같이 주어진다.

$$P = \begin{bmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \dots \\ \alpha_0 & \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \dots \\ 0 & \alpha_0 & \alpha_1 & \alpha_2 & \dots \\ 0 & 0 & \alpha_0 & \alpha_1 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_0 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$$

α_n 은 해당 시간 동안에 정확히 n개의 이동 노드가 도착할 확률을 의미한다. 확률 d(n)은 n

개의 이동 노드를 남겨두고 천이하는 이동 노드의 수로 표시할 수 있다. 확률 P_n 은 도메인에 n 개의 이동 노드가 존재하는 시간의 확률로 나타낼 수 있다. 이동 노드가 주어진 서비스 시간 t 동안에 도메인의 새로운 액세스 라우터로 접근한다면, 이 시간 동안에 도착하는 이동 노드의 수는 포아송 분포를 따른다.

L_k^d 의 극한 분포를 $\{d_n\}_{n=0}^{\infty}$ 로 표시하고 극한 랜덤 변수를 L^d 로 표시하면 $d_n = P(L^d = n) = \lim_{x \rightarrow \infty} P(L_k^d = n)$ 가 된다. 이때, 극한 확률 d_n 은 다음과 같은 평형방정식 (equilibrium equation)을 만족한다.

$$d_n = d_{n+1}\alpha_0 + d_n\alpha_1 + \dots + d_1\alpha_n + d_0\alpha_n$$

$$= \sum_{k=0}^n d_{(n+1-k)}\alpha_k + d_0\alpha_n, n=0,1,\dots \quad (2)$$

위 수식을 풀기 위해, 논문에서는 생성 함수를 이용한 접근 방법을 사용한다. 확률 생성함수 (probability) generation function)은 모든 $z \leq 1$ 에 대해 $P_{L^d}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} d_n z^n, P_z(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n z^n$ 로 정의된다. 수식2에 의해 수식 3과 같은 함수를 유도할 수 있다.

$$P_{L^d}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\sum_{k=0}^n d_{(n+1-k)}\alpha_k + d_0\alpha_n \right) z^n$$

$$= z^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{\infty} d_{(n+1-k)} z^{(n+1-k)} \alpha_k z^k + \sum_{n=0}^{\infty} d_0 \alpha_n z^n$$

$$= z^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{n=k}^{\infty} d_{(n+1-k)} z^{(n+1-k)} \alpha_k z^k + d_0 P_A(z)$$

$$= z^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_k z^k \sum_{n=k}^{\infty} d_{(n+1-k)} z^{(n+1-k)} + d_0 P_A(z)$$

$$= z^{-1} P_A(z) (P_{L^d}(z) - d_0) + d_0 P_A(z) \quad (3)$$

그러므로 $P_{L^d}(z) = \frac{d_0 P_A(z) (1-z^{-1})}{1-z^{-1} P_A(z)}$ 가 된다.

확률 d_0 를 결정하기 위해 d_0 는 영역이 비어있을 시간의 확률인 P_0 와 같다는 점을 이용한다. 이때, $d_0 = P_0 = 1 - \rho$ 이므로 분모와 분자를 $-z$ 로 곱하면 수식3은 수식 4와 같이 표기될 수 있다.

$$P_{L^d}(z) = \frac{(1-p) P_A(z) (1-z)}{P_A(z) - z} \quad (4)$$

수식 2를 적용 함으로써 생성함수 $P_A(z)$ 는 수식 5로 나타낼 수 있다.

$$P_A(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \int_{t=0}^{\infty} \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} f_B(t) dt z^n$$

$$= \int_{t=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-(\lambda-\lambda z)t} f_B(t) dt = \bar{B}(\lambda - \lambda z) \quad (5)$$

마지막으로, 수식 5를 수식 4에 대입함으로써 다음과 같은 수식을 얻을 수 있다.

$$P_{L^d}(z) = \frac{(1-p) \bar{B}(\lambda - \lambda z) (1-z)}{\bar{B}(\lambda - \lambda z) - z} \quad (6)$$

전체 비용은 2계층 핸드오프, FMIP에 의한 3계층 핸드오버 및 Mobile IPv6 바인딩 갱신 비용의 합이다. 또한, 핸드오버 동안에 발생하는 패킷 지연이나 손실을 고려했을 때 전체 비용은 수식 7과 같다.

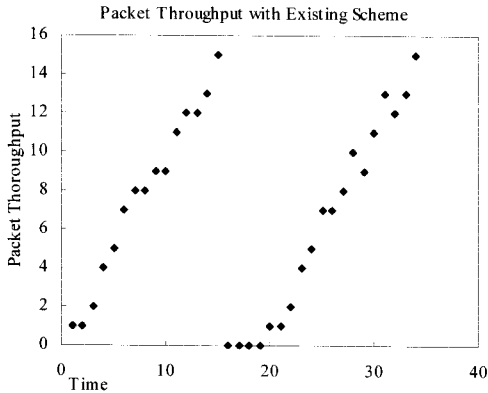
$$C_{total} = C_{802.11} + C_{FMIP} + C_{MIPv6} \quad (7)$$

이때, 분실 패킷에 의한 비용은 수식 8로 나타낼 수 있다.

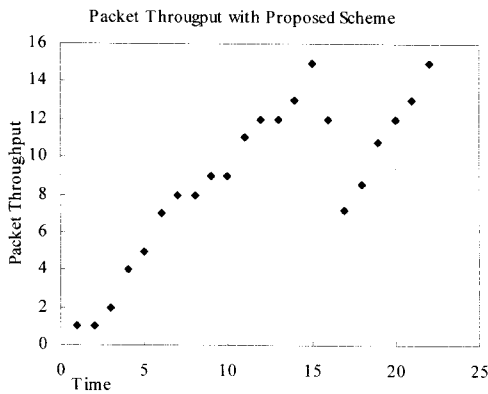
$$C_{packet} = p(t_{handover} \times C_{delay}) + (1-p)(t_{PE-reg} \times C_{loss}) \quad (8)$$

여기서 p 는 pAR의 이웃 리스트에 속한 액세스

라우터로 이동할 확률을 의미한다. 이 시간동안의 패킷은 이동 노드로의 전달이 지연된다. 그림8과 9는 고속이동 시 기존 방법과 제안 방법간의 패킷 처리량의 변화를 보여 준다.



(그림 8) 고속 이동 환경에서 기존 방법을 사용한 경우 패킷 처리량의 변화율



(그림 9) 제안 방법에서 고속이동 환경 시 패킷 처리량의 변화율

2계층 접속 및 인증을 완료하기 전에 nAR을 통과해 고속으로 이동한 경우, 이동 노드는 패킷을 수신할 수 없으므로 pAR에 버퍼링 된 모든 패킷들은 폐기된다. 그림 8은 기존의 방식에서 고속 이동에 따른 패킷의 처리능력을 보여 준다. 고속 이동 시 폐기될 수 있는 패킷에 의해 순간적으로

패킷의 처리량이 매우 낮아질 수 있는데 이는 분할 패킷에 의한 세션 두절이나 심각한 전송 지연에 의한 것임을 알 수 있다. 모든 위치 정보가 PE로 통보되므로 핸드오프 전체를 처리하는 것 보다 적은 양의 시그널링 교환이 발생한다. 일단 이동 노드가 자신의 위치를 등록하면, 핸드오버 절차를 시작한다. 만일 고속 이동으로 인해 다음 지역을 통과함으로써 핸드오버 절차를 완료할 수 없다면, pAR는 PE에 이동 노드의 최종 위치를 질의함으로써 pAR에 의해 버퍼링된 패킷들은 이동 노드의 최종 목적지에 전달된다. 그림 9는 제안 방식에 따른 트래픽 성향을 보여 준다. 그림에서, 이동 노드가 이웃 액세스 라우터를 고속으로 통과할 때 처리량은 많이 감소하지만 이전 pAR로부터 버퍼링 된 패킷을 수신함으로써 처리량이 회복됨을 알 수 있다. 이때, 일반방식의 문제점인 세션 두절은 발생하지 않음을 알 수 있다.

5. 결론

FMP는 이런 이웃 액세스 라우터인 pAR과 nAR간의 상호 연동 작용에 대한 기본 기능을 정의한다[19]. 만일 이동 노드가 FMP 메시지 처리 시간보다 더 빠르게 이동한다면, FMP 처리가 아직 진행 중임에도 불구하고 다른 액세스 라우터 영역으로 진입하게 되며, 만일 해당 액세스 라우터가 pAR의 이웃 리스트에 존재하지 않는 경우, nCoA는 무효가 되고 사전에 주소 중복과 인증 작업을 처리할 수 없게 된다.

많은 경우에, 이동 노드가 느리게 이동하는 경우 처리시간은 상대적으로 짧지만 고속 이동의 경우 항상 그렇지지는 않다. 위치 관리 엔티티, PE를 제안함으로써 이동 노드가 FMP 처리보다 더 빨리 이동한 경우 nCoA를 재구성하지 않고도 해당 위치를 파악할 수 있다. 성능 평가 결과는 일반적인 방식에 비해 적은 패킷 폐기율을 보여 준다.향후 본 논문의 제안은 HMIP의 주요 엔티티인

MAP(Mobility Anchor Point)의 확장 기능으로서 통합되어 지역 고속 이동을 고려한 더 나은 성능을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility support in IPv6," *IETF*, RFC3775, 2004.
- [2] H. Badis and K. A. Agha, "An efficient mobility management in wireless overlay networks," in *Proc. 14th IEEE Pers., Indoor, Mobile Radio Commun., vol. 3, ep. 7-10*, 2003, pp. 2500-2504
- [3] W. Ma and Y. Fang, "Dynamic hierarchical mobility management strategy for mobile IP networks," *IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 22, no. 4*, pp. 664-676, May 2004.
- [4] D. Saraswady and S. Shanmugavel, "Performance analysis of micromobility protocol in mobile IP networks," in *Proc. IEEE Int. Conf. Netw., Sensing, Control, vol. 2*, 2004, pp. 1406-1411.
- [5] R. Hsieh, A. Seneviratne, H. Soliman, and K. El-Malki, "Performance analysis on hierarchical mobile IPv6 with fast-handoff over end-to-end TCP," in *Proc. IEEE Global Telecommun. Conf., vol. 3*, Nov. 2002, pp. 2488-2492.
- [6] Sangheon Pack and Yanghee choi, "Performance Analysis of Fast Handover in Mobile IPv6 Networks," in *Proc. IFIP WC2003, Venice, Italy*, September, 2003.
- [7] Rajeev Koodli, Charles E. Perkins, "Fast Handovers and Context Transfers in Mobile Networks," *ACM Computer Communication Review, Vol. 31, No. 5*, October, 2001.
- [8] J. McNair, I.F. Akyildiz, and M. D. Bender, "An inter-system handoff technique for the IMT-2000 system," *IEEE INFOCOM, vol. 1*, pp. 208-216, 2000.
- [9] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, and L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management(HMIPv6)," RFC 4140, Aug. 2006.
- [10] On-Olov Vatn, "An experimental study of IEEE 802.11b handover performance and its effect on voice traffic", *SETelecommunication Systems Laboratory Department of Microelectronics and Information Technology (IMIT)*, July 2003.
- [11] R. Koodli, "Fast handovers for Mobile IPv6," RFC 4068, July 2005.
- [12] Greg Daley, JinHyoeck Choi, "Movement Detection Optimization in Mobile IPv6," *draft-daley-mobileip-movedetect-01*, May 2003.
- [13] W.-T. Chen, J.-C. Liu, and H.-K. Huang, "An adaptive scheme for vertical handoff in wireless overlay networks," in *Proc. 10th Int. Conf. Parallel Distrib. Syst.*, Jul. 2004, pp. 541-548.
- [14] N. Montavont and T. Noet, "Handover management for mobile nodes in IPv6 networks," *IEEE Commun. Mag., vol. 40, no. 8*, pp. 38-43, Aug. 2002.
- [15] K. Omae, M. Inoue, I. Okajima, and N. Umeda, "Handoff performance of mobile host and mobile router employing HMIP extension," in *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw., vol. 2*, Mar. 2003, pp. 1218-1223.
- [16] T. Narten et al., "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)," *RFC 2461*, Dec. 1998.
- [17] R. Jain, T. Raleigh, C. Graff and M. Bereshinsky, "Mobile Internet Access and QoS Guarantees using Mobile IP and RSVP with Location Registers," in *Proc. ICC'98 Conf.*, pp. 1690-1695, June 1998.
- [18] P. de Silva and H. Sirisena, "A mobility management protocol for IP-based cellular networks," in *Proc. IEEE ICCCN, Scottsdale, AZ*, Oct. 2001, pp. 476-482.
- [19] K. Omae, M. Inoue, I. Okajima, and N. Umeda, "Performance Evaluation of

Hierarchical MobileIPv6UsingBuffering
andFastHandover,"*TechnicalReportsofIEICE*
.IN2002-152,Dec.2002.

◎ 저 자 소개 ◎



김 미 영(Miyoung Kim)

1992년 우석대학교 전산학과 졸업(학사)
1995년 광운대학교 대학원 전산학과 졸업(석사)
1995년 4월 ~ 1997년 4월 (주)필컴 시스템개발부 사원
2005년 2월 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(박사)
2005년 3월 ~ 2008년 7월 송실대학교 정보미디어 연구소 연구교수
2008년 8월 ~ 현재 한국토지공사 U-Eco City 사업단 책임연구원
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 네트워크 보안, Mobile IPv6
E-mail : mizero31@gmail.com



문 영 성(Youngsong Mun)

1983년 연세대학교 전자공학과 학사
1986년 알버타대학교 대학원 전자공학과 석사
1999년 텍사스대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사
1994년 ~ 현재 송실대학교 컴퓨터학부 교수
관심분야 : Mobile IP, IPv6 security, Grid Computing
E-mail : mun@computing.ssu.ac.kr