

MAP 기반 B3G 이동 망에서 핸드오버 지원 방안

박상준*, 이종찬**, 김형종***

A Handover Scheme in MAP based B3G Networks

Sangjoon Park, Jongchan Lee and Hyungjong Kim

Abstract

In this paper, we consider the strategy of Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) and Wireless Local Area Network (WLAN) internetworking that provide the seamless vertical handover for mobile nodes. We propose Mobility Anchor Points (MAP) based UMTS/WLAN internetworking architecture to support the vertical handover. Also, on integrated UMTS/WLAN networks, we propose a vertical handover scheme that avoids the call blocking caused by the network resource shortage. We provide the numerical analysis to investigate the performance evaluation to the proposed scheme and compare the proposed scheme with the existing scheme.

Key Words : UMTS, WLAN, Loosely-coupled internetwork, MAP, Handover

* 숭실대학교 정보미디어기술연구소 전임연구교수

** 한국전자통신연구원 이동통신연구단 선임연구원

*** 한국정보보호진흥원 기반시설보호단 선임연구원

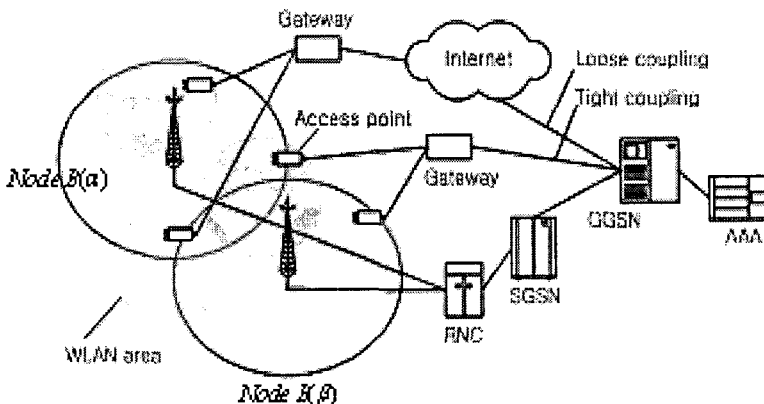
1. 서론

UMTS와 WLAN 인터넷워킹은 이동 망 서비스를 더욱 유연하게 사용하기 위하여 상호 보조적인 특성을 제공한다. 따라서 이를 기반으로 UMTS/WLAN 인터넷워킹 망의 이용을 증대에 관한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다[1]. 현재 UMTS/WLAN 인터넷워킹 구성을 위해 진행되고 있는 중점적 연구로는 인터넷워킹 전략에 관한 것이다 [2]-[5]. 이러한 인터넷워킹 구성 전략은 이동 단말기가 이기종 시스템 사이에서 발생하는 수직적 핸드오버에 영향을 미치게 된다. 수직적 핸드오버의 경우 이기종 시스템에서 발생하는 핸드오버이며, 동기종 시스템에서 발생하는 핸드오버 보다 처리 시간이 크기 때문에 핸드오버 성능에 영향을 미치게 된다 [1]. 또한 앞서 언급한 대로 UMTS/WLAN 인터넷워킹 구성 전략에 의해 수직적 핸드오버 성능이 결정된다 [1]-[3]. 현재 3GPP TSG SA1 그룹에서 제시되고 있는 UMTS/WLAN 구성 전략은 크게 tightly-coupled 인터넷워킹 방식과 loosely-coupled 인터넷워킹 방식 두 가지이다 (그림 1). <그림 1>에서 보는 바와 같이 tightly-coupled 인터넷워킹에서는 WLAN이 UMTS core network (CN)에 직접적으로 연결된다. Loosely-coupled 인터넷워킹에

서는 WLAN 게이트웨이가 인터넷 망과 연결되어 있어서 UMTS CN과는 간접적으로 연결되어 있다.

본 논문에서는 기존의 loosely-coupled 방식보다 인터넷워킹 구성비용이 낮은 loosely-coupled 방식에서 수직적 핸드오버의 지연 시간을 줄이기 위한 세부방안을 제안한다. 또한 발생 호 (새로운 호 혹은 하드 핸드오버 호)가 현재 사용하고 있는 이동 망으로부터 자원 부족으로 서비스를 제공 받지 못할 경우 다른 이기종 이동망으로부터 서비스를 제공받기 위한 수직적 핸드오버 방안을 제안한다. 따라서 다른 이동망에 대한 수직적 핸드오버 실시는 발생 호에 대한 블록킹율을 줄임으로서 서비스를 높일 수 있다. 또한 이전 망에서 가용 자원이 발생할 경우 다시 이전의 망으로 복귀가 가능하게 한다. 본 논문에서는 제안된 방식에 대한 수학적 분석 모델을 통하여 성능 분석을 하였으며, 기존 방식과의 비교를 통하여 제안된 방식의 성능향상을 제시한다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 제 2 장에서는 본 논문에서 제안하는 인터넷워킹 방안을 기술한다. 제 3 장은 발생 호의 블록킹을 피하기 위한 수직적 핸드오버 방안을 서술하며, 제 4 장에서는 제안한 방안에 대한 성능 분석을 기술한다. 끝으로 제 5 장에서 본 논문에서 대한 결론을 맺는다.



<그림 1> UMTS/WLAN 인터넷워킹

$$f_{T_U}(t) = \begin{cases} \frac{e^{-t/T_{UtoW}}}{T_{UtoW}}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases} \quad (4)$$

WLAN에서 UMTS로의 수직적 핸드오버를 위한 시간 파라미터를 T_{WtoU} 라 하면, T_{WtoU} 도 T_{UtoW} 와 유사하게 아래와 같이 위치 갱신을 위해 걸리는 시간 (T_{Locup})과 연결 재설정 시간 (T_{Concom})으로 이루어진다.

$$T_{WtoU} = T_{Locup} + T_{Concom} \quad (5)$$

여기서 T_{Locup} 와 T_{Concom} 는 다음 식에 의해 얻어진다.

$$T_{Locup} = T_{at-sol} + T_{iden-r/ack} + T_{secondLocup} \quad (6)$$

$$T_{Concom} = T_{Conset} + T_{Locupnt/ack} + T_{Conrel/ack} + T_{at-done} \quad (7)$$

여기서 $T_{iden-r/ack}$ 는 Identity 확인을 위해 걸리는 시간이며 $T_{secondLocup}$ 은 UMTS로의 AAA 서비스 시간과 위치갱신을 위해 걸리는 시간이다. 기타 파라미터들은 위의 T_{UtoW} 를 구하기 위하여 사용된 파라미터와 동일하다.

만일 T_W 를 WLAN에서 UMTS으로의 수직적 핸드오버에 시간에 대한 랜덤 변수라고 하고 평균시간 T_{WtoU} 를 가지는 지수분포를 따른다고 하면, T_W 에 대한 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f_{T_W}(t) = \begin{cases} \frac{e^{-t/T_{WtoU}}}{T_{WtoU}}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases} \quad (8)$$

본 논문에서 우리는 MAC 계층을 위한 프

로토콜로 IEEE 802.11b를 가정하였다. 따라서 만일 WLAN에 있는 이동 단말기가 Access Point (AP)에 시그널링 메시지를 전송한다면, 성공적인 전송을 위해 걸리는 시간 ($T_{Wsignal}$)은 다음과 같다.

$$T_{Wsignal} = T_{Wtrans} + P_{propa} + T_{DIFS} + CW^* \quad (9)$$

$$T_{Wtrans} = T_{pream} + T_{PLCP} + T_{payload}$$

여기서 T_{Wtrans} 는 하나의 메시지에 대한 transmission 시간이며, P_{propa} 는 propagation 시간이다. 또한 T_{DIFS} 는 하나의 distributed inter-frame space (DIFS) 시간이며, CW^* 는 메시지 전송을 위한 경쟁 시간이고, T_{pream} 은 물리적 프리앰블 전송 시간이다. 끝으로 T_{PLCP} 는 PLCP 헤더 전송시간이며, $T_{payload}$ 는 payload 전송시간이다.

식 (7)에 의하여 만일 이동 단말기가 게이트웨이를 통하여 지역 MAP (혹은 담당 MAP)에 시그널링을 보내려고 한다면 시그널링 전송 시간은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T_{sig(MT \rightarrow MAP)} &= n \cdot T_{Wsignal(MT \rightarrow AP)} \\ &+ T_{msg-delay(AP \rightarrow GW)} \\ &+ T_{msg-delay(GW \rightarrow MAP)} \\ &+ m \cdot T_{mag-delay(MAP \rightarrow MAP)} \end{aligned} \quad (10)$$

여기서 n 은 이동 단말기에서 AP로의 메시지 전송을 위한 메시지 충돌 횟수이며, m 은 지역 MAP에 메시지가 도달하는 데에 거치는 중간 MAP의 개수이다. [4]에서도 언급한 바와 같이 기존의 HA와 FA의 경우 이동 단말기가 메시지를 처리하기에는 지연 시간이 크지만 MAP 방식의 경우 이동 단말기에 근접한 거리에 있는 MAP이 선택되기 때문에 기

존의 방식 보다 지연시간이 적게 된다. 본 논문에서는 제안된 MAP 기반 인터넷워킹 구조 상에서 수직적 핸드오버의 시그널링 시간에 대한 분석을 제시한다. 만일 이동 단말기가 WLAN으로부터 UMTS로 이동하여 수직적 핸드오버를 발생하였을 경우, 이동 단말기가 핸드오버 지역에 머무르는 시간이 핸드오버 처리 시간보다 짧으면 해당 핸드오버 호에 대한 블록킹이 발생하여 호가 끊어지게 된다. 따라서 핸드오버 지역에 머무르는 시간에 대한 파라미터를 T_{mt} 이라 한다면 핸드오버 블록킹 확률은 다음 식과 같이 얻어진다.

$$P_{WtoU} = \int_0^{\infty} P\{T_W > t\} f_{T_{mt}}(t) dt \quad (11)$$

$$= \int_0^{\infty} [1 - F_{T_w}(t)] \cdot f_{T_{mt}}(t) dt.$$

UMTS에서 WLAN으로의 수직적 핸드오버에 대한 블록킹은 WLAN이 UMTS 셀 영역 안에 있을 경우 핸드오버 지역이 WLAN 지역 전체가 되므로 일단 본 논문에서는 시그널링 처리에 대한 지연은 UMTS로의 핸드오버만을 가정하였다. 본 논문에서는 이동 단말기가 핸드오버 지역에 머무르는 시간에 대한 분포를 지수분포와 감마분포를 고려하였다 [5]. 먼저 이동 단말기가 핸드오버 지역에 머무르는 시간이 지수분포를 보인다고 가정한다면 이에 대한 확률밀도 함수는 다음과 같다.

$$f_{T_{mt-EXP}}(t) = \begin{cases} \mu e^{-\mu t}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases} \quad (12)$$

여기서 $1/\mu$ 는 이동 단말기가 핸드오버 지역에 머무르는 평균시간이다.

다음으로 T_{mt} 가 감마분포를 보인다면, T_{mt} 에 대한 확률밀도 함수는 다음과 같다.

$$f_{T_{mt-gamma}}(t) = \begin{cases} \frac{\eta e^{-\eta t} (\eta t)^{w-1}}{\Gamma(w)}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (13)$$

여기서 w 는 감마 분포에 대한 *shape* 파라미터이며, η 는 감마분포의 *scale* 파라미터로 $\eta = \sigma w$ 로 나타내고, $\Gamma(w)$ 는 감마함수로 다음 식과 같다. 또한 위의 감마분포에 대한 확률밀도 함수는 w 가 정수일 경우 Erlang 분포가 된다.

$$\Gamma(w) = \int_0^{\infty} e^{-t} (t^{w-1}) dt.$$

따라서 시그널링 지연으로 인한 수직적 핸드오버의 블록킹 확률 P_{WtoU} 는 핸드오버 지역에 머무르는 시간의 함수 $f_{T_{mt-EXP}}(t)$ 와 $f_{T_{mt-gamma}}(t)$ 에 의하여 다음과 같이 얻어진다.

$$P_{WtoU(Exp)} = Pr\{T_W > T_{mt}\}$$

$$= \frac{\mu T_{WtoU}}{1 + \mu T_{WtoU}}$$

$$P_{WtoU(gamma)}$$

$$= \int_0^{\infty} e^{-t/T_{mt}} \cdot \frac{\eta e^{-\eta t} (\eta t)^{w-1}}{\Gamma(w)} dt. \quad (15)$$

3. 듀얼 핸드오버

본 논문에서는 UMTS와 WLAN 인터넷워킹 구조에서 네트워크의 자원 관리를 위한 시스템 간의 핸드오버 방안인 듀얼 핸드오버를 제안한다. 듀얼 핸드오버 방안은 한 네트워크 시스템의 자원이 부족할 경우 중첩 구조의 다른 네트워크 시스템으로부터 자원을 할당받는 것이다. 만일 이동 단말기가 한 UMTS 셀에서 이웃 셀로 이동하면서 하드 핸드오버를 발생할 경우, 이웃 셀의 Node B로부터 자원을 할당 받지 못한다면 해당 호는 끊어지게 되기 때문에 듀얼 핸드오버를 통하여 WLAN으로 수직적 핸드오버를 발생하는 것이다. 또한 UMTS 셀에서 발생하는 새로운 호에 대해 제 공할 자원이 부족할 경우에도 호에 대한 블록

킹 대신 수직적 핸드오버를 발생하여 새로운 호에 대한 생존성을 높이는 것이다. 일반적으로 한 UMTS 셀에 있는 이동 단말기는 지속적으로 담당 Node B로부터 송수신되는 신호 세기의 강도를 측정하여, 그 측정 결과를 Serving Radio Network Controller (SRNC)에 게 보고한다. 만일 이동 단말기가 이웃 UMTS 셀로 이동하면서 하드 핸드오버를 발생한다면, SRNC는 자신과 새로운 셀의 Node B와의 새로운 Radio Link (RL) 셋업을 결정한다. 또한 특정 UMTS 셀에서 발생하는 새로운 호의 경우도 SRNC에 의해 새로운 RL를 지정한다. Dedicated Channel (DCH) 할당과 같은 I_{ub} 와 I_{ur} 배어러 셋업이 이루어지면 상향링크와 하향링크에 대한 동기화가 발생한다. 만일 이동 단말기에 대해 가용 자원을 할당할 수 없을 경우 UMTS는 이동 단말기에게 에러 메시지를 전송한 후에 WLAN으로의 수직적 핸드오버를 권고한다. 따라서 이동 단말기는 2장에서 언급한 UMTS에서 WLAN으로의 수직적 핸드오버를 실시한다. 수직적 핸드오버 후에 WLAN을 통하여 통신서비스를 이용하는 동안 이전 UMTS의 가용자원이 생길 경우 해당 이동 단말기는 재차 수직적 핸드오버를 통하여 이전 UMTS 시스템으로 복귀할 수 있다. 이를 위하여 이전 UMTS 시스템은 이동 단말기의 복귀를 위하여 SGSN의 Mobility Management (MM)와 같은 이동성 기능을 제공하여 해당 단말기의 복귀를 신속하게 한다.

3.1 시스템 모델

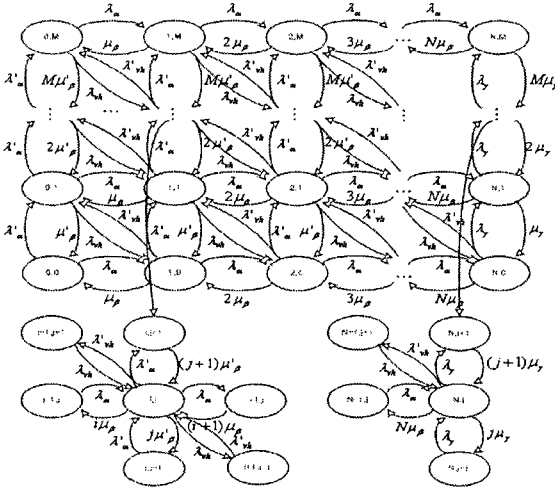
본 절에서는 제안한 듀얼 핸드오버 방식에 대한 분석모델을 기술한다. 본 논문에서는 분석모델 기술의 편의를 위하여 수직적 핸드오버 발생의 중심 시스템을 UMTS로 가정하였다. 먼저 UMTS 시스템의 Node B에 대한 새로운 호와 하드 핸드오버 호의 발생은 평균 λ_n 과 λ_{ih} 를 갖는 포아송 분포를 따른다고 가정하며, 이에 대한 서비스 시간은 각각 평균

$1/\mu_n$ 과 $1/\mu_{ih}$ 를 갖는 지수분포라고 가정한다. 또한 Node B가 N 개의 가용채널을 갖는다고 가정한다면, 하나의 Node B에 대한 호 처리 모델은 $M/M/N/N$ 큐잉 모델로 기술될 수 있다. 따라서 마르코프 체인 밸런스 공식에 의해, 평형상태 확률은 다음과 같다.

$$\pi = \begin{cases} \prod_{i=1}^k (\lambda_n + \lambda_{ih}/\mu_n + \mu_{ih}) \cdot \pi_0, & k \leq N \\ 0, & k \geq N \end{cases} \quad (16)$$

$$\text{여기서 } \pi_0 = 1 / \left[\sum_{k=1}^N \left(\frac{\lambda_n + \lambda_{ih}}{\mu_n + \mu_{ih}} \right)^k \cdot \left(\frac{1}{k!} \right) \right].$$

UMTS와 WLAN 인터넷워킹 구조에서 이동 단말기는 정상적으로 필요에 따라 다른 네트워크 시스템으로 수직적 핸드오버를 발생할 수 있다. 본 논문에서는 UMTS에서 WLAN으로의 수직적 핸드오버 발생이 평균 λ_{ih} 를 가지는 포아송 분포를 따른다고 가정하고, 핸드오버 호에 대한 서비스 시간은 평균 $1/\mu_{ih}$ 를 가지는 지수분포를 따른다고 가정한다. 그리고 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버는 평균 λ'_{ih} 를 가지는 포아송 분포로, 핸드오버 서비스 시간은 평균 $1/\mu'_{ih}$ 를 가지는 지수분포를 따른다고 가정한다. 또한 WLAN에서 발생하는 새로운 호와 핸드오버 호에 대한 것은 각각 평균 λ'_n 와 λ'_{ih} 을 갖는 포아송 분포, 서비스 시간은 평균 $1/\mu'_n$ 와 $1/\mu'_{ih}$ 를 갖는 지수분포를 따른다고 가정한다. UMTS와 WLAN 인터넷워킹에서 UMTS는 N 개의 채널을 가지고 있으며 WLAN은 M 트래픽 세션을 가지고 있다고 가정한다. 여기서 WLAN 경우의 M 트래픽 세션은 채널 이용에 대한 적합한 이용자수의 최대수를 의미한다 [8]. 따라서 그림 3은 위와 같은 가정 하에 의하여 나타나는 시스템 상태 전이도이다. 여기서 $\lambda_\alpha = \lambda_n + \lambda_{ih}$, $\mu_\alpha = \mu_n + \mu_{ih}$,



<그림 3> 상태전이도

$\lambda'_\alpha = \lambda'_n + \lambda'_{ih}$
 $\mu'_\alpha = \mu'_n + \mu'_{ih}$, $\mu_\beta = \mu_n + \mu_{ih} + \mu'_{vh}$, $\mu'_\beta = \mu'_n + \mu'_{ih} + \mu_{vh}$, $\lambda_\gamma = \lambda_\alpha + \lambda'_\alpha$ 그리고 $\mu_\gamma = \mu_\alpha + \mu'_\alpha$ 이다. 그림에서 보듯이 Node B의 자원이 부족하게 되면 이후의 발생 호는 WLAN으로 수직적 핸드오버를 실시한다. 따라서 이럴 경우 λ_α 가 WLAN으로의 듀얼 핸드오버율이 되는 것이다. 시스템 상태는 (i, j) 로 나타내며, i 는 UMTS에서 사용되는 채널수이고, j 는 사용 중인 WLAN 트래픽 세션수이다. 또한 i 와 j 의 범위는 각각 $(0 \leq i \leq N)$ 와 $(0 \leq j \leq M)$ 이다. $\pi_{i,j}$ 를 시스템 상태 (i, j) 에 대한 평형상태 확률이라고 하면 이하와 같이 밸런스 식을 유도할 수 있다. 첫째로 시스템 상태 (i, j) , $(0 \leq i \leq N-1, 0 \leq j \leq M-1)$ 에 대한 밸런스 식은 다음과 같다.

$$\pi_{i,0} = \frac{1}{(\lambda_\alpha + \lambda'_\alpha + \lambda'_{vh} + i\mu_\beta)} \cdot [\lambda_\alpha \pi_{i-1,0} + \lambda'_{vh} \pi_{i-1,1} + (i+1)\mu_\beta \pi_{i+1,0} + \mu'_\beta \pi_{i,1}]$$

for $1 \leq i \leq N-1$

$$\pi_{0,j} = \frac{1}{(\lambda_\alpha + \lambda'_\alpha + \lambda_{vh} + j\mu'_\beta)} \cdot [\lambda'_\alpha \pi_{0,j-1} + \lambda'_{vh} \pi_{1,j} + (j+1)\mu'_\beta \pi_{0,j+1} + \mu_\beta \pi_{1,j}]$$

for $1 \leq j \leq M-1$

$$\pi_{i,0} = \frac{1}{(\lambda_\alpha + \lambda'_\alpha + \lambda_{vh} + \lambda'_{vh} + i\mu_\beta + j\mu'_\beta)} \cdot [\lambda_\alpha \pi_{i-1,j} + \lambda'_\alpha \pi_{i,j-1} + \lambda_{vh} \pi_{i+1,j-1} + \lambda'_{vh} \pi_{i+1,j-1} + (i+1)\mu_\beta \pi_{i+1,j} + (j+1)\mu'_\beta \pi_{i,j+1}]$$

for $1 \leq i \leq N-1, 1 \leq j \leq M-1$

여기서 $\pi_{N,0}$ 과 $\pi_{0,M}$ 은 다음 식과 같이 주어진다.

$$\pi_{N,0} = \frac{\lambda_\alpha \pi_{N-1,0} + \lambda'_{vh} \pi_{N-1,1} + \mu_\gamma \pi_{N,1}}{\lambda_\gamma + \lambda'_{vh} + N\mu_\beta} \quad (20)$$

$$\pi_{0,M} = \frac{\lambda'_\alpha \pi_{0,M-1} + \mu_\beta \pi_{1,M}}{\lambda_\alpha + M\mu'_\beta} \quad (21)$$

시스템 상태 (i, M) ($0 \leq i \leq N-1, j = M$)에서는 Node B에서만 가용자원이 존재하는 경우이다.

$$\pi_{i,M} = \frac{1}{(\lambda_\alpha + \lambda_{vh} + i\mu_\beta + M\mu'_\beta)} \cdot [\lambda_\alpha \pi_{i-1,M} + \lambda'_\alpha \pi_{i,M-1} + \lambda'_{vh} \pi_{i+1,M-1} + (i+1)\mu_\beta \pi_{N,j+1}]$$

for $1 \leq i \leq N-1$

시스템 상태가 (N, j) ($i = N, 1 \leq j \leq M-1$)일 때에 Node B에서 새로운 호 혹은 하드 핸드오버가 발생할 경우 듀얼 핸드오버가 실시된다.

$$\pi_{N,j} = \frac{1}{(\lambda_\gamma + \lambda_{th} + i\mu_\beta + j\mu_\gamma)} \cdot [\lambda_\alpha \pi_{N-1,j} + \lambda_\gamma \pi_{N,j-1} + \lambda'_{th} \pi_{N,M-1} + (j+1)\mu_\gamma \pi_{N,j+1}]$$

for $1 \leq j \leq M-1$ (23)

시스템 상태가 (N, M) 일 경우는 다음과 같다.

$$\pi_{N,M} = \frac{\lambda_\alpha \pi_{N-1,M} + \lambda_\gamma \pi_{N,M-1}}{N\mu_\beta + M\mu_\gamma} \quad (24)$$

위의 밸런스 식으로부터 시스템 상태 $(0, 0)$ 은 다음과 같이 얻어진다.

$$\pi_{0,0} = 1 - \left(\sum_{i=1}^N \pi_{i,0} + \sum_{j=1}^M \pi_{0,j} + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \pi_{i,j} \right) \quad (25)$$

Node B의 가용자원이 모두 점유일 경우, Node B에서 발생한 새로운 호와 핸드오버 호가 WLAN으로 듀얼 핸드오버를 발생할 확률은 다음과 같다.

$$P_d = \sum_{j=1}^{M-1} \pi_{N,j} \quad (26)$$

<표 1> 시스템 파라미터

WLAN MAC 파라미터		UMTS frame delay	10ms	MAP	5ms
T_{preamb}	144 μ s	Propagation 시간		채널수	
T_{PLCP}	48 μ s	Wire-line	50 μ s	N	40, 30, 20
$T_{payload}$	payload/rate	Wireless	0.12ms	M	12, 15, 10
T_{DIFS}	48 μ s	시스템 프로세싱 시간		메시지 크기	
CW	Min=32 Max=1024	UMTS	5ms	WLAN	50 bytes
Slot time	20 μ s	WLAN	5ms	UMTS	50 bytes

그러므로 Node B의 가용자원이 모두 점유된 상태에서 새로운 호와 핸드오버 호가 블록킹될 확률은 다음과 같이 얻어진다.

$$P_b = \pi_{N,M} \quad (27)$$

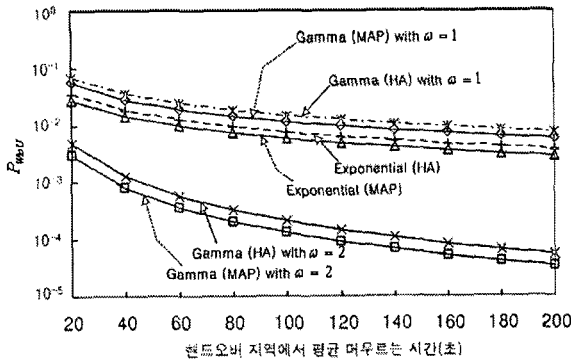
4. 성능평가

성능분석을 위하여 MAC 프로토콜은 2Mbps의 IEEE 802.11b로 하며, UMTS 셀은 WLAN과 중첩적인 구조를 이룬다고 가정한다. 표 1은 본 논문에서 제안하는 MAP 기반의 UMTS/WLAN 인터넷워킹 구조와 듀얼 핸드오버에 대한 성능분석을 위한 시스템 파라미터이다 [5],[6]. 본 장에서 분석하는 시그널링 지연은 WLAN에서 UMTS로의 수직적 핸드오버의 경우를 가정하였다. 앞에서도 언급한 바와 같이 만일 w 가 정수라면 감마분포는 Erlang 분포를 보인다. 따라서 만일 $w = 1$ 과 $w = 2$ 일 경우 식 (15)는 다음과 같다.

$$P_{WtoU(gamma)} = \frac{\sigma T_{WtoU}}{1 + \sigma T_{WtoU}} \quad (28)$$

$$P_{WtoU(gamma)} = \left(\frac{2\sigma T_{WtoU}}{1 + 2\sigma T_{WtoU}} \right)^2 \quad (29)$$

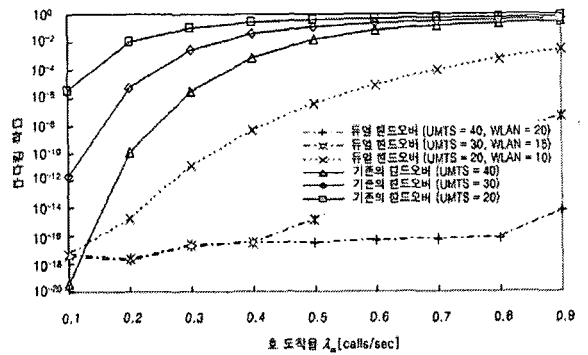
따라서 T_{WtoU} 에 대한 각 분포의 블록킹 확률 $P_{WtoU(exp)}$ 와 $P_{WtoU(gamma)}$ 는 시스템 파라미터를 이용하여 식 (14), (28)과 (29)에 의해 얻어진다. <그림 4>는 HA/FA 기반의 방식 [7]과 제안된 MAP 기반 방식과의 성능을 보이고 있다. 그림에서 제안된 MAP 기반의 방식이 기존의 방식 보다 각각의 분포 함수에서 좋은 성능을 보이고 있다. 예로, 핸드오버 지역에 이동 단말기가 머무르는 평균 시간이 60초 일 때에 제안한 방식의 블록킹 확률은 감마분포 ($w = 1$ 일 경우)에서 0.019인 반면 기존의



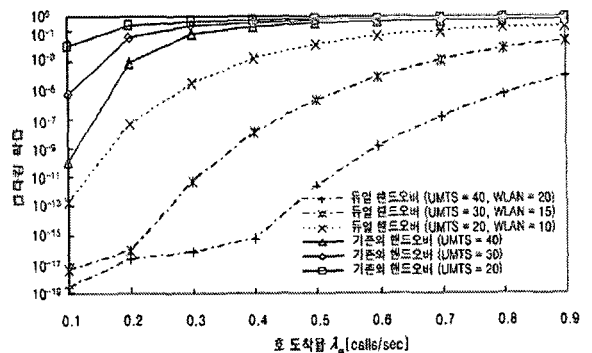
<그림 4> 핸드오버 지역에 평균 머무르는 시간에 대한 블록킹 확률

HA/FA 기반의 방식일 경우 같은 분포함수에서 0.024로 높게 나왔다. 이는 <그림 4>에서 보듯이 지수분포에서도 제안한 방식의 블록킹이 더 적은 것을 보이고 있다. 또한 <그림 4>에서 감마분포의 결과에서 w 의 값이 성능에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이는 감마분포의 곡선에 영향을 미치는 *shape* 파라미터인 w 에 따라 감마분포의 유도된 수식이 (28)과 (29)처럼 다르게 나오기 때문이다. w 가 2일 경우에도 제안 방식은 기존의 HA/FA 방식 보다 좋은 성능을 보이고 있다. <그림 5>와 <그림 6>은 본 논문에서 제안하는 듀얼 핸드오버 방식의 성능분석 결과이다. UMTS와 WLAN의 자원용량은 표 1에서 보는 바와 같다. 또한 WLAN의 자원용량에 대한 것은 이용율에 따른 지원 단말기 수로 이용율은 0.3 이상으로 하였다 [8]. 자원을 획득한 이동 단말기의 서비스 점유 시간은 각각 평균 60초와 120초로 동일하게 가정하였다. 그림 5는 평균 서비스 시간이 60초이며 λ_{vh} 은 0.01, λ'_{α} 는 0.03, λ'_{vh} 는 0.02로 가정하였다. 그림 6의 경우에는 서비스 시간이 120초이며 λ_{vh} 는 0.02, λ'_{α} 는 0.04, λ'_{vh} 는 0.02로 가정하였다. 그림 5와 그림 6에서 나타나듯이 제안 방식인 듀얼 핸드오버의 성능 결과가 동일한 조건의 기존의 핸드오버 성능 보다 나은 결과를 보이고

있다. 또한 <그림 5>와 <그림 6>의 듀얼 핸드오버의 성능에서 λ_{α} 가 증가하여도 자원용량이 증가하게 되며 시스템 성능에 대한 안정상태 (성능의 급격한 변화가 아닌 유사한 성능을 계속 보이는 상태)가 커지는 것을 알 수 있다. 듀얼 핸드오버를 실시하지 않은 기존의 핸드오버 방식의 경우 λ_{α} 가 커지면 성능이 급격히 나빠지는 것을 보이지만, 듀얼 핸드오버의 경우 일정 λ_{α} 구간에서 안정상태를 보이는 것이다.



<그림 5> 호 도착율에 따른 블록킹 확률



<그림 6>호 도착율에 따른 블록킹 확률

5. 결론

본 논문에서는 이동 단말기의 UMTS와 WLAN 시스템 간의 신속한 이동지원을 위한 인터넷워킹 구조 방안이 제안되었다. 본 논

문에서는 UMTS와 WLAN의 인터넷워킹 지원을 위하여 MAP을 이용하여 시스템 간의 운용에 대한 지연을 줄이고자 하였다. MAP 기반 인터넷워킹 구조는 loosely coupled 구조의 방식을 기반으로 MAP이 UMTS CN에 연결되는 구조를 이루고 있다. 또한 이러한 인터넷워킹 구조를 기반으로 상호 시스템의 보조적 기능을 이용하여 이용율을 높이기 위한 듀얼 핸드오버 방식이 제안되었다. 듀얼 핸드오버 방식을 통하여 이동 단말기는 일시적인 블로킹 위험에서 벗어나 호의 생존성을 높게 되는 것이다. 본 논문에서는 MAP 기반 인터넷워킹 구조와 듀얼 핸드오버 방식에 대해 수학적 성능분석을 통하여 기존의 방식보다 나은 성능결과를 보임을 증명하였다. 따라서 이동 단말기에 대한 보다 신속한 이동성 지원을 위하여, 그리고 이러한 기반에서 보다 유연한 채널관리를 위하여 제안된 방식에 대한 적용이 기대된다.

참고문헌

- [1] S.-L. Tsao, and C.-C. Lin, "Design and Evaluation of UMTS-WLAN Internetworking Strategies," IEEE VTC'02, pp.777-781, September, 2002.
- [2] M. Buddhikot, G. Chandranmenon, S. Han, Y. W. Lee, S. Miller, and L. Salgarelli, "Integration of 802.11 and Third-Generation Wireless Data Networks," IEEE INFOCOM'03, pp. 502-512, April, 2003.
- [3] V. K. Varma, S. Ramesh, K. D. Wong, and J. A. Friedhoffer, "Mobility Management in Integrated UMTS/WLAN Networks," IEEE ICC'03, pp. 1048-1053, May, 2003.
- [4] Masaki Bandai, and Iwao Sasase, "A Load Balancing Mobility Management for Multilevel Hierarchical Mobile IPv6 Networks," IEEE PIMRC'03, pp.460-464, September, 2003.
- [5] F. Khan, and D. Zeghlache, "Effects of cell residence time distribution on the performance of cellular mobile networks," IEEE VTC'97, pp. 949-953, May, 1997.
- [6] Y. Xiao, and J. Rosdahl, "Throughput and Delay Limits of IEEE 802.11," IEEE Communications Letters, vol.6, no.8, pp.355-357, August, 2002.
- [7] 3GPP TR 22.934, V2.0.0 Feasibility study on 3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) internetworking (Release 6).
- [8] R. Bruno, M. Conti and E. Gregori, "IEEE 802.11 Optimal Performances: RTS/CTS mechanism vs. Basic Access," IEEE PIMRC'02, pp. 1747-1751, September, 2002.

주 작 성 자 : 박 상 준

논문투고일 : 2004. 07. 05

논문심사일 : 2004. 07. 27(1차), 2004. 07. 28(2차),
2004. 08. 03(3차), 2004. 09. 01(4차),
2004. 09. 13(5차)

심사판정일 : 2004. 09. 13

○ 저자소개 ○

**박상준**

1996년 동국대학교 전자계산학과 학사

1998년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사

2002년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사

2000년 ~ 2002년 한국정보보호진흥원 시스템기술팀 연구원

2002년 ~ 2003년 런던대 ISG 박사후과정

2004년 ~ 현재 숭실대학교 정보미디어기술연구소 전임연구교수

연구분야: B3G 이동통신, 생존성기반 네트워크 시스템, 인터넷 망 분석, 유비쿼터스 디지털방송

**이종찬**

1994년 군산대학교 컴퓨터학과 학사

1996년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 석사

2000년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사

2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 개방형엑세스연구팀 선임연구원

연구분야 : 이동체 추적, 무선 멀티미디어, B3G 시스템 구조, 인터넷 망 분석

**김형중**

1996년 성균관대학교 정보공학과 학사

1998년 성균관대학교 정보공학과 석사

2001년 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 박사

2001년 ~ 현재 한국정보보호진흥원 기반시설보호단 선임연구원

연구분야 : 취약성분석, 네트워크보안, 침입감내, 지식기반시물레이션 방법론, 인터넷 망 분석