

3G 네트워크와 WLAN 통합망에서의 효율적인 고속 계층적 핸드오프를 위한 방안¹⁾

윤성민*, 마용재*, 유수정*, 송주석*

*연세대학교 컴퓨터과학과 정보통신연구소

e-mail:{smyoon, neverbass, sues, jssong}@emerald.yonsei.ac.kr

Efficient Fast Vertical Handoff Algorithm between 3G networks and WLANs

SungMin Yoon*, YongJae Ma*, SuJung Yu*, JooSeok Song*

*Dept of Computer Science, Yonsei University

요 약

최근 다양한 형태의 통신 네트워크들의 통합 현상이 가속화되고 있다. 그 중에서도 3G 네트워크와 WLAN은 서로 보완적인 특성을 지니고 있으므로 이를 활용한 3G 네트워크와 WLAN의 연동 방안에 대한 연구는 학계와 기업에서 이슈로 떠오르고 있다. 본 논문에서는 강결합 시스템 환경을 기반으로 계층적 핸드오프시 필수적으로 발생하는 AAA 서버와의 인증 절차 동안 VHOM(Virtual Handoff Manager)을 통한 재인증 과정의 단축으로 핸드오프 지연시간을 줄이고, 핸드오프 결정 요소로서 이동 단말의 위치에 따른 네트워크 성능에 초점을 맞춰 계층적 핸드오프를 수행함으로써 이전의 연구들에서 보여준 결과보다 효율적이면서도 고속의 계층적 핸드오프를 위한 방안을 제시하였다.

1. 서론

최근들어 다양한 형태로 각자 발전되어 온 통신 네트워크들의 통합 현상이 가속화되고 있다. 그 중 무선 네트워크 연동 방안에 대한 연구는 가장 널리 진행되고 있으며, 충분한 인프라를 갖추고 있는 3G 네트워크와 계속해서 활용률이 증가되고 있는 WLAN의 연동을 중심으로 연구가 이루어지고 있다.

3G 네트워크와 WLAN 사이의 통합은 많은 기업과 학계에서 큰 이슈로 떠오르며 많은 연구가 진행 중이다. 3G 네트워크는 높은 이동성을 지원하고 서비스 지역이 넓어서 음성 트래픽에 적합한 무선 환경을 제공하는 반면, WLAN은 3G 네트워크에 비해 상대적으로 낮은 이동성을 지원하고 서비스 지역이 좁지만 대용량의 데이터 트래픽에 적합하다는 특징

이 있다. 따라서 이러한 서로 상반되는 특징들로 인해 3G 네트워크와 WLAN은 서로 경쟁적인 관계로 가기 보다는 보완적인 관계로 진행될 것으로 보인다.

서로 다른 망간의 이동을 위해서는 계층적 핸드오프가 필수적이다. 그러나 불필요한 핸드오프로 인한 성능 감소는 줄여야한다. 또한 이러한 계층적 핸드오프가 발생할 경우에는 반드시 이동 단말이 AAA (Authentication, Authorization and Accounting) 서버와 인증과정을 거치게 된다. 이 때 발생하는 인증 과정은 네트워크의 성능에 영향을 미치는 중요한 요소 중에 하나이다. 따라서 우리는 본 논문에서 재인증시 발생하는 지연을 줄임으로써 좀 더 효율적인 고속 핸드오프를 위한 방안을 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 3G 네트워크와 WLAN의 통합에 관한 전반적인 이슈와 기존의 연구들을 소개하고, 3장에서는 우리

1) 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

가 제시하고자 하는 효율적인 고속 핸드오프 방안에 대하여 기술한다. 4장에서는 모의실험을 통하여 우리가 제시하고자 하는 방안의 성능 평가를 수행하고 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

최근 3G 네트워크와 WLAN의 통합에 관한 많은 연구가 진행 중이다. 기존의 3G 네트워크와 WLAN의 연동망은 크게 두가지로 구분된다.[1]

■ 강결합 시스템(Tightly Coupled System)

WLAN AP(Access Point)가 3G 데이터 코어망에 연결되어 통합된 사용자 인증, 과금, 망 관리가 가능하며, Mobile IP 기반의 약결합 시스템 방안에 비해 seamless한 서비스 제공이 수월하다.

■ 약결합 시스템(Loosely Coupled System)

3G 네트워크와 WLAN 망이 별도로 존재하면서 독립적인 서비스를 수행하고, 로밍 서비스를 위해 인증 및 과금 연동을 수행하는 게이트웨이를 가지며, 3G 망과 WLAN 망 사이의 이동성은 Mobile IP를 기반으로 제공한다.

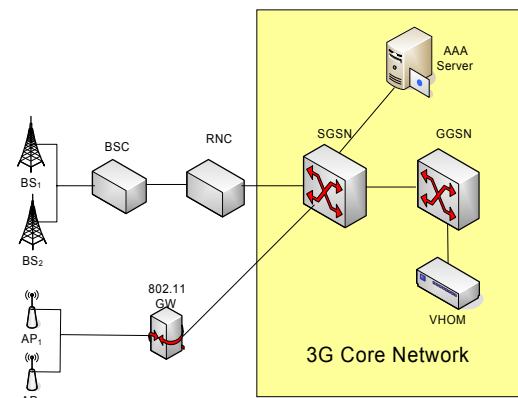
[2]에서는 WLAN 환경에서 핸드오프 절차 동안 AAA 서버를 통한 재인증시 요구되는 핸드오프 지연을 줄이고자 하는 방안이 기술되어 있다. 이 논문에서는 이동 단말이 움직이는 지역은 FHR (frequent handoff region) 이라는 알고리즘을 통해 예측 가능하고, 이 지역 내의 다중 AP들에게 미리 인증 정보를 보내서 핸드오프 후 이동 단말이 재인증시 AAA 서버와의 통신을 줄임으로써 인증시의 지연을 줄이는 방안이다.

[3]에서는 이동 단말의 계층적 핸드오프를 효율적으로 관리하기 위해서 CM (Connection Manager) 와 VC (Virtual Connectivity)라는 두 가지의 새로운 개념을 제시하였다. CM은 3G 네트워크에서 무선랜으로 이동할 때 주변 노드들의 NAV (Network Allocation Vector) 설정 값을 통하여 네트워크 상태를 알아내어 적절한 동작을 취한다. 또한 신호의 세기를 민감하게 측정할 수 있는 FFT (Fast Fourier Transform) 개념을 도입하여 무선랜 링크가 끊어지기 전에 적절하고 정확한 시점에 스위치 한다. VC는 서로 다른 네트워크 간의 이동이 어플리케이션에 영향을 주지 않도록 하는 역할을 담당한다.

III. 제안 알고리즘

1. VHOM (Virtual Handoff Manager)

이기종 통신망 간의 로밍, QoS, 이동성, 보안 등을 지원하기 위해서는 통합된 중앙 집중식 제어, 관리 기술이 필요하다. 본 논문에서는 AAA 서버는 3G에서 WLAN 혹은 WLAN에서 3G의 효율적으로 끊임없는 이동성 및 보안성을 지원하기 위한 VHOM (Virtual Handoff Manager)이라는 분리된 모듈을 제안한다. 본 논문에서는 VHOM이라는 에이전트를 통해 네트워크를 보다 효율적으로 관리하여 핸드오프 지연을 줄일 수 있는 방안을 제시한다. 다음 (그림 1)은 강결합 시스템에서의 전체 구성도이다.

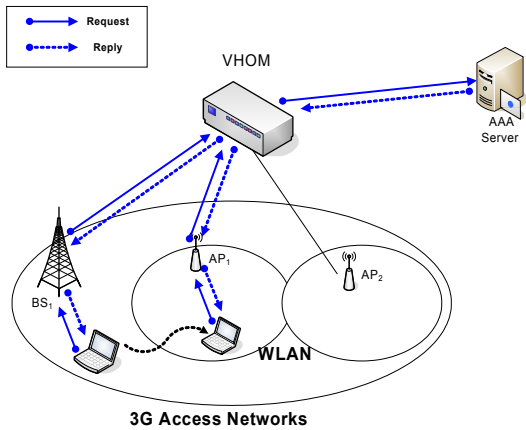


(그림 1) 전체 시스템 구성도

기존의 연구들에 의하면 계층적인 핸드오프를 결정하는 요소로는 서비스 비용, 보안, 에너지, QoS (Quality of Service), 이동 단말의 속도, RSS(Received Signal Strength)의 세기 등 여러 가지가 있다. 그 중에서 본 논문에서는 광범위한 3G 네트워크 내에 위치한 이동 단말이 중첩된 지역의 WLAN으로 핸드오프를 할 경우에 초점을 맞춘다. 본 논문에서 계층적 핸드오프의 지연을 줄이기 위한 방안으로 제시한 VHOM은 크게 두 가지의 역할을 한다. 각각의 역할은 다음 절에서 설명한다.

2. VHOM을 사용한 핸드오프 시나리오

(그림 2)에 보여지는 바와 같이 넓은 범위를 가지는 3G 네트워크 내에 있는 하나의 이동 단말이 WLAN 지역으로 이동한다고 가정하고, 이 때 계층적 핸드오프 결정 여부와 AAA 서버와의 인증시 핸드오프 지연에 대하여 논의한다.



(그림 2) VHOM을 사용한 핸드오프 시나리오

2-1. 계층적 핸드오프 결정 과정

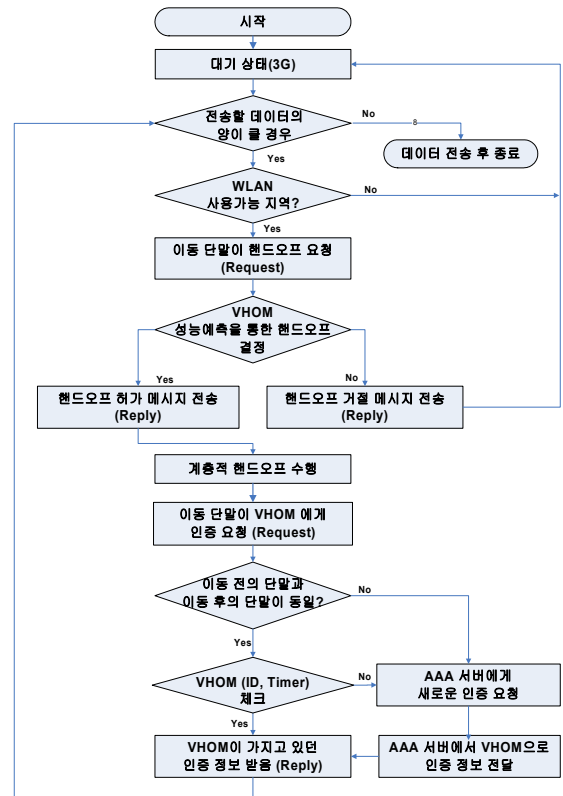
이동 단말이 3G 네트워크에서 WLAN으로 이동할 경우 VHOM에 의해 예측되는 네트워크 성능에 따라 계층적 핸드오프 여부가 결정된다. 이 때 예측되는 네트워크의 성능은 이동 단말의 속도, 움직임 패턴, 위치 정보 등의 값을 VHOM이 종합적으로 계산하여 임계치 값보다 작을 경우는 핸드오프를 수행하지 않는다.

2-2. 사용자 인증 과정

3G 네트워크와 WLAN 사이의 사용자 인증을 위해서는 EAP-AKA (Extensible Authentication Protocol - Authentication and Key Agreement) 방식이 사용된다. 이는 사용자의 ID (IMSI: International Mobile Subscriber Identity, TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity or P-TMSI: Packet TMSI)를 EAP-Request/AKA-Identity 메시지를 통해 요구하고, 이동 단말은 자신의 IMSI를 EAP-Response/AKA-Identity 메시지에 실어 전달한다. 이는 AAA를 거쳐 인증 벡터를 추출할 수 있는 기본 벡터로 활용되며, 해당 인증 벡터는 다시 EAP-Request/AKA-Challenge 메시지를 통해 AAA 서버로부터 USIM 카드에 전달되고, 카드는 메시지에 포함된 MAC(Message Authentication Code) 값을 검증해 검증 결과가 성공적일 경우 결과 값(RES)을 확인하고, AAA 서버는 수신된 RES 값을 자신이 가지고 있는 값과 비교해 사용자 인증을 수행한다.

AAA 서버의 효율적인 관리를 위해 hierarchical한 구조로 이루어 질 수 있다. 이동 단말과 AAA 서버 사이의 인증(Authentication) 과정은 핸드오프

발생 시 반드시 거치는 필수적인 절차이다. VHOM은 이동 단말의 재인증 과정의 인증 작업을 처리할 수 있어, WLAN에서 AAA 트래픽을 줄이고, AAA 서버의 규모와 효율성을 늘리고 처리량을 줄일 수 있다. VHOM은 데이터베이스에 인증 과정을 거친 이동 단말의 ID를 체크하게 되고, 인증 과정을 거친 이동 단말에게 TMSI를 할당한다.



(그림 3) 계층적 핸드오프 결정과 재인증 과정을 포함하는 전체 흐름도

(1) 새로운 이동 단말의 인증 과정

이동 단말은 자신의 IMSI를 VHOM에게 보내어 인증을 요청한다. 만약 인증과정이 필요한 새로운 이동 단말이라면, IMSI를 체크하여 AAA 서버 쪽으로 인증 요청을 보낸다. AAA 서버에서는 인증을 처리 후 응답을 이동 단말 쪽으로 다시 보내주게 된다. 이때 중간의 VHOM은 AAA 서버에게서 받은 인증 정보를 바탕으로 해당 이동 단말의 IMSI에 대한 P-TMSI||timer를 생성한다. 그 후 이동 단말에게 AAA가 생성한 P-TMSI와 P-TMSI||timer를 넘겨준다.

(2) 이동 단말의 재인증 과정

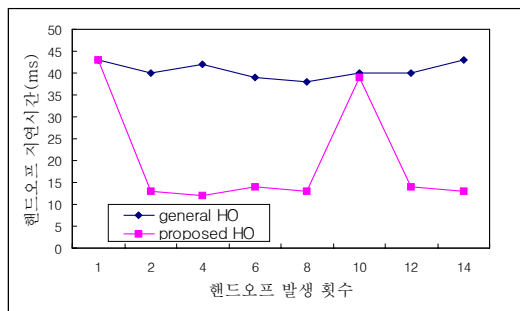
인증 과정을 거친 이동 단말의 재인증 과정은

이동 단말이 VHOM으로 인증 요청을 자신의 TMSI와 함께 보내면 VHOM은 해당 이동 단말이 이전의 단말인지 ID를 체크하게 된다. 같은 이동 단말이라면 P-TMSI_V||timer를 요구하여 현재 타이머를 체크하여 유효한 시간이라면 AAA 서버 쪽으로 요청을 보내지 않고 이미 가지고 있던 인증 정보들을 바로 이동 단말 쪽으로 넘겨준다. 만약 유효한 P-TMSI_V||timer가 아니라면 새로운 인증 과정을 수행한다.

다음의 (그림 3)은 VHOM을 사용한 계층적 핸드오프의 결정 과정과 AAA 서버와의 인증 과정에 대한 전체적인 흐름을 보여준다.

IV. 성능 평가

본 절에서, 우리는 일반적인 핸드오프와 우리가 제안하는 VHOM을 사용한 고속 계층적 핸드오프의 지연시간을 비교해본다.



(그림 4) 핸드오프 발생 횟수에 따른 지연시간

(그림 4)는 핸드오프의 발생 횟수에 따른 핸드오프 지연시간을 보여주는 그래프이다. 먼저 첫 번째 핸드오프가 발생했을 경우에는 일반적인 핸드오프 구조와 우리가 제안한 방법 모두 AAA 서버까지 10번의 인증을 거쳐야 하므로 지연시간은 거의 동일하다. 그러나 그 이후에 핸드오프가 발생하면 일반적인 핸드오프에서는 매번 AAA 서버까지 요청을 보내고 응답을 받는 과정을 반복해야 한다. 그러나 우리가 제안하는 모델에서는 동일한 ID를 가진 이동 단말이었다면 중간의 VHOM에서 대신하여 재인증을 하여주므로 지연시간이 평균 1/3 정도로 감소한 것을 볼 수 있다. 10번째 핸드오프가 발생했을 때 핸드오프 지연시간이 비슷한 것은 이 경우 VHOM이 가지고 있던 타이머가 만료되어 동일한 ID를 가지고 있던 단말이라도 새로 인증 절차를 거쳐야 하

기 때문에 다시 AAA 서버까지의 인증 과정을 거치는 방법과 동일해지기 때문이다. 그 이후는 재인증 과정 절차를 통합으로 다시 지연 시간이 감소되는 것을 볼 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 3G 네트워크와 WLAN 지역에서 효율적인 고속 계층적 핸드오프 방안으로 VHOM이라는 에이전트를 제시하였다. 먼저 이동 단말의 속도와 위치에 따른 WLAN 내의 거리 정보를 바탕으로 계층적 핸드오프의 결정 여부를 수행하여 빈번한 핸드오프를 방지하고, 인증 중간 단계에서의 VHOM의 정보 저장을 통해 동일한 이동 단말이 인증을 거칠시 재인증 절차 시간을 단축함으로써 네트워크의 효율성을 증대시킬 수 있었다.

제안하는 기법에서는 VHOM이 제어관리 역할로 가지게 되는 다양한 정보들에 대한 오버헤드가 발생하게 된다. 향후 이러한 오버헤드들에 대한 분석과 다양한 환경 변수들에 대한 많은 성능 분석이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition," 3GPP TR 23.934, Aug., 2002.
- [2] S.Pack and Y.Choi, "Fast handoff scheme based on mobility prediction in public wireless LAN systems" IEE proc.-Commun, Vol.151, No.5, October 2004
- [3] Qian Zhang, Chuanxiong Guo, Zihua Guo and Wenwu Zhu, "Efficient Mobility Management for Vertical handoff between WWAN and WLAN" IEEE Communications Magazine, November 2003
- [4] Patel, G. and Dennett, S., "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Networks," IEEE Personal Communications, Vol. 7, Aug. 2000
- [5] <http://www.3gpp.org/>