

# 무선 LAN과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템에서의 과금 방안

(A Charging Mechanism in the System Interworking between Wireless LANs and Cellular Networks)

이 완 연<sup>†</sup> 박 찬 영<sup>\*\*</sup>

(Wan Yeon Lee) (Chan Young Park)

**요약** 이 논문에서는 무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템에 적합한 과금 시스템 구현 방안을 제시한다. 기존의 무선 LAN망과 이동통신망의 과금 정보를 식별하는 방식이 서로 상이하여, 두 망을 연동하는 통합 시스템에서는 두 망의 과금 정보를 통합하여 식별할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서, 이 논문에서는 무선 LAN망과 이동통신망의 서비스를 모두 사용하는 연동 시스템에서 통합된 과금 식별자를 사용하여 두 가지 망의 서비스 사용에 대한 과금 정보를 수집하는 방법을 제시한다. 또한 선불제, 후불제, 정액제와 같은 사용자의 과금 방식을 기반으로 과금 정보 수집 주기를 변경하는 방식을 제시하고, 제시된 방법을 통해서 과금 정보의 정확성을 높이고 과금 정보 수집에 필요한 통신 부하가 감소되는 것을 검증한다.

**키워드** : 무선 LAN망, 이동통신망, 과금 방안, 과금 정보 수집 주기, 과금 방식

**Abstract** In this paper, we investigate a charging mechanism for the system interworking between Wireless Local Area Networks(LANs) and Cellular Networks. Because the charging mechanisms of the two networks are different, a unified charging mechanism is required to correlate the charging informations of the two networks in the system interworking. Therefore, we propose a unified charging mechanism to collect charging information with a combined identifier. Also, we propose a decision method to control the interval of transferring accounting information according to the charging types of users (pre-paid, off-paid, and fixed-rate) and show that the proposed decision method improves the granularity and the communication efficiency of charging informations.

**Key words** : Wireless LANs, Cellular Networks, Charging Mechanism, Interval of Transferring Accounting Information, Charging Type

## 1. 서론

공중 무선 LAN망(Public Wireless Local Area Networks)은 사용자에게 무선 LAN 카드가 장착된 노트북이나 PDA만 있으면 공항이나 대학 캠퍼스 같은 공공 장소나 기업내 사무실, 집과 같은 특정 지역 내에서 저가의 비용으로 편리하게 무선으로 인터넷에 접속할 수 있는 통신 서비스를 제공하는 것을 목표로 개발되고 있다[1,2]. 가입자는 접속노드(AP: Access Point)라고

불리는 무선 LAN망 전용 접속 장치를 설치한 지점으로부터 반경 100m 내의 지역에서 무선 LAN 카드를 장착한 노트북, PDA 등의 단말기를 사용해 무선으로 인터넷을 이용할 수 있다. 최근 기대를 모으고 있는 3세대 이동통신망 서비스가 고가의 비용으로 384Kbps~2Mbps의 전송 속도를 제공하는 것과 비교한다면, 공중 무선 LAN망 서비스는 저가의 비용으로 수 Mbps의 전송 속도를 제공할 수 있다. 또한, 공중 무선 LAN망 서비스 지원하기 위한 비용으로는 일정 구역을 커버하는 여러 개의 접속노드 장비들을 설치하면 되기 때문에, 기지국과 안테나 설치 등으로 비용과 시간이 많이 소요되는 이동통신망 서비스보다 네트워크 구축이 간단하다. 그러나 무선 LAN망의 기술이 간단하여 구현도 용이하고 저가의 비용으로 고속의 통신을 제공할 수 있지만,

· 이 논문은 2003년도 한림대학교 교비연구비(HRF-2003-45)에 의하여 연구되었음

† 종신회원 : 한림대학교 정보통신공학부 교수  
wanlee@hallym.ac.kr

\*\* 비회원 : 한림대학교 정보통신공학부 교수  
cypark@hallym.ac.kr

논문접수 : 2003년 5월 22일

심사완료 : 2003년 10월 16일

이동성 제공에는 제한이 따르고 다양한 부가 서비스를 제공하지 못한다는 단점을 가진다. 반면, 3세대 이동통신망은 이동성 제공이 뛰어나고 많은 부가 서비스를 제공하지만, 사용 비용이 무선 LAN망에 비해서 상대적으로 비싸고 기대하였던 수 Mbps 수준의 고속 통신을 제공하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 따라서 두 개의 망을 연동하여 두 망의 장점을 모두 살리고 단점은 보완하는 통합 시스템 방안이 연구되고 있다[3-5]. 이동통신망과 무선 LAN망을 연동하여 사용하는 통합 시스템의 활용 방법은 그림 1과 같다. 즉, 공항이나 카페, 학교, 또는 기업과 같이 많은 이동성을 요구하지 않으면서 많은 사용자들이 모여 있는 핫 스팟(hot spot) 지역에서는 무선 LAN망을 사용하고, 많은 이동성을 요구하는 길거리와 도로 등지에서는 이동통신망을 사용할 수 있도록 사용자에게 선택 권한을 부여하는 방법이다.

이처럼 최근에 연구가 시작되고 있는 무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템은 유무선 통합 네트워크를 구축하고자 하는 초기단계의 연구라 할 수 있다[5]. 공중 무선 LAN망 서비스는 유선 사업자에 의해서 주도되고 있으며, 이동통신망은 무선 사업자에 의해서 주도되고 있다. 따라서, 무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템의 개발은 유무선 사업자가 기존의 유선망과 무선망을 통합하여 운영하도록 유도하고 망 서비스 및 콘텐츠도 서로 공유하게 될 것이다. 이와 같이 유무선 통합 네트워크는 유선 구간 무선 구간과 같은 장소에 구애받지 않고 어디에서나 수 Mbps 급의 다양한 멀티미디어 서비스를 받을 수 있는 것을 목표로 개발되고 있으며, 4세대 이동통신망 기술의 장기 전략 주요 개발 과제 중에 포함되어 있다.

이미 유럽에서는 무선 LAN망과 GPRS망을 통합하여 사용하고자 하는 연구가 완성되어 있으나, 개발된 기술에 포함된 무선 LAN망이 최근에 각광을 받고 있는 IETF의 IEEE 802.11 기반 무선 LAN망이 아니라 ETSI의 HiperLAN 기반 무선 LAN망으로, 일부 유럽 지역이외에서는 사용되지 않고 있다[3]. 무선 LAN망을 구축하는 기술은 매우 다양하며, 기술 유형에 따라

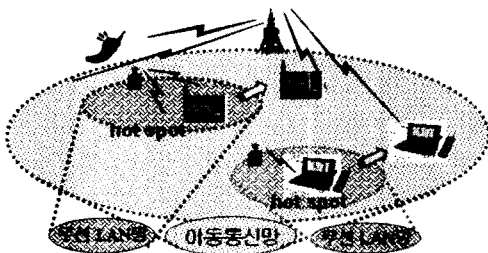


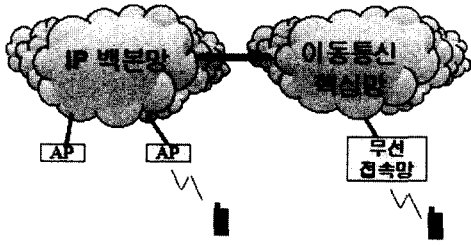
그림 1 무선 LAN망과 이동통신망 연동 예

IETF의 IEEE 802.11 기술을 사용하는 시장과 ETSI의 HiperLAN 기술을 사용하는 시장으로 구분할 수도 있다[2,3]. 또한, 사용하는 주파수 대역에 따라 802.11b를 중심으로 하는 2.4GHz 장비 시장과 802.11g 규격을 사용하는 2.3GHz 장비 시장, 그리고 802.11a와 HiperLAN/2의 5GHz 장비 시장으로 구분할 수 있다[1,2]. 그리고 이동통신망도 3GPP 주도의 비동기식 망과 3GPP2 주도의 동기식 망으로 구분될 수 있다. 따라서 무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 방법도 무선 LAN망을 구축하는 기술과 이동통신망을 구축하는 기술에 따라 적용 방식이 달라지게 된다. 본 논문에서는 무선 LAN망의 기반 기술로는 최근에 각광을 받고 있는 IETF의 IEEE 802.11 기술을 중심으로 논하고 이동통신망의 기반 기술로는 3GPP의 비동기식 기술을 중심으로 논한다. IETF의 IEEE 802.11 기술과 3GPP의 비동기식 기술은 전 세계적으로 무선 LAN망과 이동통신망을 대표하는 기술이고, 또한 두 망을 연동하는 통합 시스템을 개발하려는 노력을 3GPP의 연구 그룹 2(Study Group 2)에서 가장 오랫동안 진행되었고 연동망 기술 개발을 주도하고 있다[6-8].

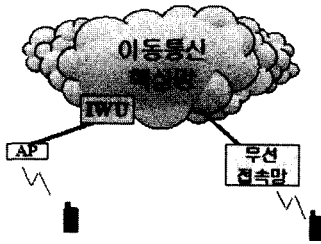
## 2. 기존연구

무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템 결합 구조 방안은 크게 두 가지로 구분될 수 있다[2,3]. 첫 번째는 그림 2의 (가)와 같은 느슨한 연동(Loose Interworking) 방식이고 두 번째 방안은 그림 2의 (나)와 같은 단단한 연동(Tight Interworking) 방식이다. 느슨한 연동 방식은 무선 LAN망이 백본망(Backbone Network)의 IP 계층을 통해서 이동통신망과 연동하는 방법으로, 기존 망에 큰 진화 과정없이 상호간에 쉽게 연동을 지원할 수는 있지만 두 망간에 이동성 제공, QoS 보장, 보안 기능 등을 제공하는데 어려움이 있다. 단단한 연동 방식은 무선 LAN망의 구성 요소인 접속노드를 IWU(Interworking Unit)라는 망 요소를 경유하여 이동통신망에 직접 연결하는 방식으로, 연동을 지원하기 위해서는 기존 망 요소에 많은 진화 과정이 필요하지만 이동성 제공, QoS 보장, 보안 기능 등을 효과적으로 구현할 수 있다. 느슨한 연동 방식의 연구는 현재 실용화를 목적으로 활발하게 진행되고 있고[7,9], 단단한 연동 방식은 초창기 연구 단계로 다양한 접근 방법에 대한 논의가 이루어지고 있다[8]. 본 논문에서는 현재에 구체적인 결합 구조가 제안되고 있는 느슨한 연동 방식을 기반으로 한 과금 방안에 대해서 논한다.

느슨한 연동 방식을 기반으로 하여 통합 시스템을 구축하는 구체적인 결합 구조는 그림 3과 같다[7]. 이 결합 구조는 기존의 무선 LAN망과 이동통신망을 AAA



(가) 느슨한 연동 방식



(나) 단단한 연동 방식

그림 2 통합 시스템을 구현하기 위한 두 가지 결합 구조 방안

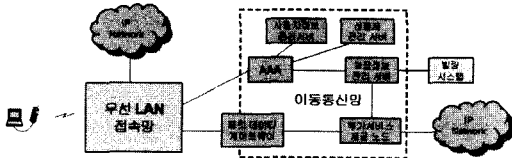


그림 3 느슨한 연동 방식의 통합 시스템 결합 구조

(Authentication, Authorization, and Accounting)라는 망 요소를 통하여 두 망을 연동하는 구조이다. 이 구조를 기반으로 통합 시스템을 구축하는 과정은 두 개의 단계로 구별된다. 첫 번째 단계에서는 이동통신망 시스템을 기반으로 접속 제어 및 과금이 이루어지는 단계이다. 즉, 기존의 무선 LAN망에서는 접속 제어 및 과금을 담당하는 전용 제어 시스템이 존재하였으나, 이 구조에서는 이동통신 시스템의 접속 제어 서버와 과금 서버를 통하여 무선 LAN망의 접속 제어 및 과금이 이루어지는 단계이다. 두 번째 단계는 무선 LAN망을 통하여서도 문자 서비스나 위치 기반 서비스 등과 같은 이동통신망 전용의 부가 서비스를 제공하는 단계이다. 이 단계에서는 무선 LAN망의 접속 제어 및 과금이 이동통신망의 접속 제어 서버와 과금 서버를 통해서 이루어질 뿐만 아니라, 무선 LAN망 통신 서비스를 통해서도 이동통신망에서 제공하는 부가 서비스를 지원 받을 수 있도록 제공하는 단계이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 무선 LAN망의 통신 프로토콜과 이동통신망의 통신 프로토콜이 다르기 때문에, 무선 LAN망에서 설정된 통신

호로부터 이동통신망의 부가 서비스를 사용하기 위해서는 패킷 게이트웨이(Packet Gateway)와 같은 망 요소를 통하여 두 망간의 프로토콜을 전화하는 과정이 필요하게 된다. 그림 3과 같은 결합 구조에서는 무선 LAN망과 이동통신망간의 핸드오버(handover)에 대한 이동성(Mobility) 지원은 제공하는 망 요소는 포함되어 있지 않다. 이동성 지원이나 QoS 제공과 같은 기능을 담당하는 망 요소는 다양한 방법에 대한 논의가 진행 중이며 앞으로 단단한 연동 방식 기반의 통합 시스템 구현하는 과정에서 구체적으로 논의될 것으로 보인다[8,9].

무선 LAN망과 이동통신망을 느슨하게 연동하는 통합 시스템에서는 무선 LAN망의 접속 제어는 이동통신망의 망 요소인 AAA 서버를 통해서 이루어지고 있고, 무선 LAN망의 통신 서비스 사용에 대하여 무선 LAN망의 접속노드에서 수집된 과금 정보는 AAA 서버를 경유하여 이동통신망의 과금 정보 관리 서버에서 수집되도록 동작한다[7].

그림 4는 통합 연동망 시스템에서 사용자가 무선 LAN망 서비스를 받기 위해서 인증을 수행하는 과정과 인증이 성공한 후에 통신 서비스 사용에 따른 과금 관련 정보(통신 서비스 사용량)를 수집하는 과정을 구체적으로 보여주고 있다. 1번과 2번 절차에서 사용자가 연동망에 통신 사용을 요구하면, 3번과 4번 절차에서 AAA 서버가 사용자 정보 관리 서버(Home Location Register/Home Subscriber Server)로부터 해당 사용자에게 대한 인증 정보와 과금 방식에 대한 정보를 가져와서 인증을 수행한다. 그리고 인증이 성공적으로 이루어지면 5번 절차에서 AAA 서버는 무선 LAN망 접속노드에 인증 성공과 정해진 과금 관련 정보 전송 주기를 알린다. 무선 LAN망 접속노드는 6번 절차에서 사용자에게 통신을 허락하여 통신을 시작할 수 있도록 한다. 통신이 시작되면 7번 절차에서와 같이 무선 LAN망 접속노드는 IEEE 802.1x 프로토콜을 사용하여 통신 서비스 사용량을 일정한 주기로 AAA 서버에게 전달한다[10]. 8번 절차에서 AAA 서버는 해당 사용자의 과금 방식에 따라

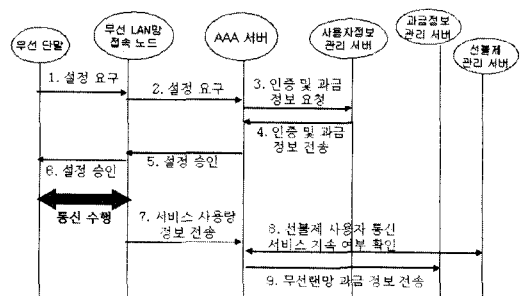


그림 4 통합 연동망에서 인증 및 과금 정보 수집 절차

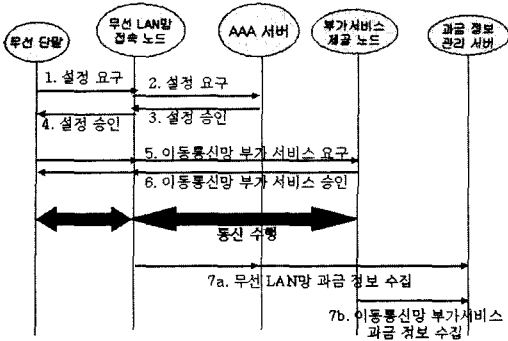


그림 5 무선 LAN망을 통한 이동통신망 부가 서비스 사용 절차

선불제 사용자에 대해서는 선불제 관리 서버(On-line Charging System)와 협의하여 선납된 금액내의 서비스 사용량인지를 확인하는 과정을 거치고, 서비스 사용량이 선납된 금액을 초과하게 되면 무선 LAN망 접속노드에 통신을 종료할 것을 알린다. 후불제 사용자에 대해서 AAA 서버가 무선 LAN망 접속노드에서 전달된 통신 서비스 사용량 정보를 과금 정보 관리 서버(Charging Collection Function/Charging Gateway)에 다시 전송하는 과정이 9번 절차에서 이루어진다.

그림 5는 느슨한 연동 방식의 두 번째 단계의 통합 시스템에서 사용자가 무선 LAN망을 통해서 이동통신망에서 제공되는 부가 서비스를 지원 받기 위한 절차를 보여주고 있다. 1번부터 4번 절차까지의 과정은 사용자가 연동망에 통신 사용을 요구하고 AAA 서버가 사용자 정보 관리 서버로부터 해당 사용자에 대한 인증 정보와 과금 방식에 대한 정보를 가져와서 인증을 수행하는 절차로 그림 4의 1번부터 6번 절차까지의 내용과 동일하다. 인증이 성공적으로 이루어지고 무선 LAN망을 통해서 문자 서비스나 위치기반 서비스와 같은 이동통신망에서만 제공되는 서비스를 사용하기 위해서는, 5번과 6번 절차와 같은 과정을 경유하여 이동통신망 부가 서비스 제공 노드에게 사용 승인을 받아야 한다. 부가 서비스 제공 노드로부터 사용 승인을 받고 통신을 수행하게 되면, 7번 절차에서 서비스 사용에 대한 과금 정보가 과금 정보 관리 서버에게 전달된다. 이때 사용자가 무선 LAN망을 경유하여 이동통신망의 부가서비스를 사용하게 되면, 무선 LAN망의 통신 서비스 사용에 대한 과금 정보가 7a번 절차에 따라 전달되고, 이동통신망의 부가 서비스 사용에 대한 과금 정보는 7b번 절차에 따라 전달된다. 7a번 절차에서 전송되는 과금 정보는 무선 LAN망 통신 설정에 사용되는 세션 식별자(Session ID)를 기준값으로 사용하고[10], 7b번 절차에서 전송되는 과금 정보는 이동통신망에서 사용되는 과금 식별자

(Charging ID)를 기준값으로 사용한다[7].

최근들어 새로이 서비스를 제공하는 무선 통신망의 과금 시스템에 관한 연구는, 무선 통신 시스템에서 사용량 정보를 안정적으로 수집하고 관리하는 방법에 초점을 맞추어 연구가 진행되어 있다[11,12]. 또한 선불제 과금 방식을 효율적으로 지원하기 위한 과금 시스템 연구도 진행하고 있다[13]. 그러나 기존의 연구는 후불제 과금 방식 또는 선불제 과금 방식과 같이 특정 방식 전용의 과금 시스템에 관한 연구로, 사용자들의 다양한 과금 방식을 고려하여 과금 시스템을 차별화하여 관리하는 방법에 관한 연구는 아직까지 진행되지 않고 있다.

### 3. 제안된 방법

통합 연동망에서 과금 방식은 기존의 무선 LAN망에서 적용되는 과금 방식과 기존의 이동통신망에서 적용되는 과금 방식을 혼합하여 사용하고 있다. 즉, 느슨한 연동의 두 번째 단계에서 제공하는 무선 LAN망을 경유한 이동통신망 부가 서비스 제공하는 경우, 그림 5와 같이 무선 LAN망 통신 서비스 사용에 대한 과금 정보는 무선 LAN망 전용 세션 식별자를 기준값으로 과금 정보를 수집하고 이동통신망 부가 서비스 사용에 대한 과금 정보는 이동통신망 전용 과금 식별자를 기준값으로 과금 정보를 수집한다. 그러나 이러한 기존 방법에서는 동일한 통신에서 발생하는 서비스에 대해서 세션 식별자를 기준값으로 하는 무선 LAN망 사용에 대한 과금 정보와 과금 식별자를 기준값으로 하는 이동통신망 부가 서비스 사용에 대한 과금 정보가 상호간에 연관성이 없이 따로 과금 정보 관리 서버에서 다루어진다. 따라서, 사용자들에 대한 개별적인 통신 서비스 사용에 대한 과금 정보가 이분화되어 관리되는 문제점을 가지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 무선 LAN망 사용에 대한 기준값으로 사용되는 세션 식별자와 이동통신망 사용에 대한 기준값으로 사용되는 과금 식별자를 연계하는 방법을 제시한다.

또한, 효율적인 통합 과금 관리 시스템을 구축하기 위해서 사용자의 과금 방식에 따라서 과금 정보 전송 주기를 변경하는 방식을 제시한다. 기존의 방법에서는 사용자 과금 방식에 상관없이 그림 4의 7번 절차에서 보여주듯이 일정한 주기로 통신 서비스 사용에 대한 과금 정보가 무선 LAN망 접속노드에서 과금 정보 관리 서버에게 전달되고 있다. 그러나 사용자의 과금 방식에 따라서 통신 서비스 사용량 정보를 확인하는 주기의 효율성이 다르다. 일반적으로 선불제(pre-paid) 사용자는 통신 서비스 사용량이 선납된 금액을 초과하는지 여부를 알기 위하여 무선 LAN 접속 노드로부터 통신 서비스 사용량 정보를 자주 전송 받을 필요가 있다. 반면, 후불제

(off-paid) 사용자 중에서 통신 사용량에 상관없이 항상 일정한 금액을 지불하는 정액제(fixed-rate) 사용자의 경우에는 통신 서비스 사용량 정보를 과금 정보 관리 서버가 늦게 전송 받아도 사용자에게 사용 요금을 계산하는데 아무런 문제가 없다. 따라서, 효율적인 통합 과금 관리 시스템을 구축하기 위해서는 사용자의 과금 방식에 따라서 통신 서비스 사용량 정보 전송 주기를 유동적으로 변경하는 방법을 제시한다.

**3.1 통합 과금 식별자 관리 방안**

제한된 통합 과금 식별자 관리 방안은 무선 LAN망에서 과금 정보의 기준값으로 사용된 세션 식별자와 이동통신망에서 과금 정보의 기준값으로 사용되는 과금 식별자를 맵핑(mapping)을 통해서 상호 연계성을 제공하는 방식이다. 즉, 무선 LAN망에서 기준값으로 사용되는 세션 식별자를 이동통신망으로 전달하여 이 값을 이동통신망에서 기준값으로 사용되는 과금 식별자 값으로 활용하는 방법이다. 무선 LAN망을 통하여 이동통신망 부가 서비스를 사용하기 위해서는, 우선 무선 LAN망 통신 설정을 성공하여야 하고 이 과정에서 세션 식별자가 생성되게 된다. 그리고 무선 LAN망 통신 설정이 성공되고 나서 이동통신망 부가 서비스를 사용하기 위해서는 그림 5의 5번 절차에서 이동통신망 부가 서비스 제공 노드에게 사용 승인을 요구하게 되게, 사용 승인이 이루어지는 과정에서 이동통신망 전용 과금 식별자가 생성된다. 따라서, 먼저 생성된 세션 식별자 값을 나중에 생성되는 과금 식별자 값으로 활용하면, 이 식별자 값은 무선 LAN망과 이동통신망 과금 정보에 대한 통합 과금 식별자로 활용될 수 있다.

그림 6은 무선 LAN망에서 생성된 세션 식별자 값을 기반으로 이동통신망의 과금 식별자 값으로 활용하기 위한 통신 절차를 보여주고 있다. 그림 5에서 나타내는 기존의 방법 절차에서 추가되는 기능은, 그림 6의 5번 절차에서 전송되는 부가 서비스 요구 메시지에 세션 식별자 값을 파라미터로 추가하여 이동통신망 부가서비스

무선 LAN망 세션 식별자

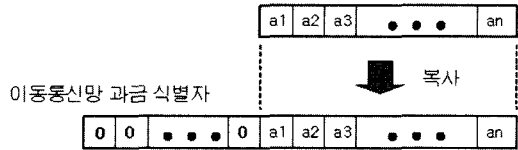


그림 7 세션 식별자를 과금 식별자로 전환하는 예

제공 노드에게 전달하고, 이동통신망 부가서비스 제공 노드는 전달된 세션 식별자 값을 과금 식별자 값으로 전환하는 과정이다.

일반적으로 무선 LAN망에서 사용되는 세션 식별자 값의 길이는 이동통신망에서 사용되는 과금 식별자 값의 길이보다 짧다. 현재 IEEE 802.11에서 사용되는 세션 식별자의 길이는 16 비트이고 이동통신망에서 사용되는 과금 식별자의 길이는 32 비트이다. 세션 식별자의 길이와 과금 식별자의 길이가 서로 다른 경우에 세션 식별자 값을 과금 식별자 값으로 활용하기 위해서는 두 식별자 값을 상호 연계해 주는 방식이 필요하다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 짧은 길이의 세션 식별자 값을 과금 식별자 값의 일부분으로 복사하여 사용하고 과금 식별자에서 복사되지 않은 나머지 부분은 정해진 일정한 값으로 채워서 사용하면 된다. 그림 7은 제안된 방법에 따라 짧은 길이의 세션 식별자 값을 큰 길이의 과금 식별자 값으로 전환하는 과정을 보여주고 있다. 세션 식별자 값을 과금 식별자 값의 후반부에 복사하여 사용하고 나머지 복사되지 않은 부분은 모두 '0'으로 채워서 사용하는 방식이다. 생성된 과금 식별자가 무선 LAN망의 세션 식별자 값을 기반으로 생성된 것인지, 이동통신망에서 자체적으로 생성된 것인지 구별하기 위해서는, 이동통신망에서 자체적으로 생성된 과금식별자 값의 첫 번째 비트는 항상 1의 값을 가지도록 설정하면 된다.

**3.2 과금 정보 전송 주기 결정 방안**

제한된 과금 정보 전송 주기 결정 방법은 사용자의 과금 방식에 따른 과금 관련 정보 전송 주기를 유동적으로 결정하여 적은 통신량으로 정확한 과금 정보를 수집하는 방식이다. 기존의 방법에서는 사용자의 과금 방식에 상관없이 무선 LAN망의 통신 서비스 사용량 정보 전송 주기가 일정하게 결정되었으나, 제안된 방법에서는 사용자의 과금 방식에 근거하여 통신 서비스 사용량 정보 전송 주기를 '선불제 < 후불제 < 정액제'의 크기로 조절하는 방법을 사용한다. 과금 정보 전송 주기를 결정하는 주체는 AAA 서버이고, 사용자 정보 관리 서버에 저장된 과금 방식 정보를 참조하여 수집 주기를 결정하고 이를 무선 LAN망 접속노드에게 알려준다. 무선

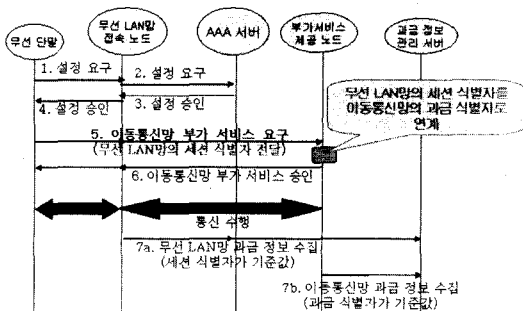


그림 6 통합 과금 식별자 구현을 위한 통신 절차

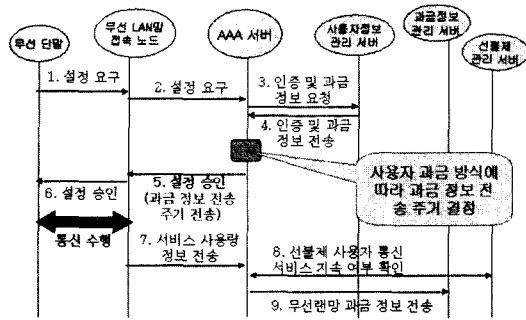


그림 8 제안된 과금 정보 전송 주기 결정 방안

LAN망 접속노드는 AAA 서버에게 결정된 전송 주기에 따라 해당 사용자의 통신 서비스 사용량을 AAA 서버에게 주기적으로 전송한다.

제안된 방법에서는 사용자의 통신 설정 요구에 따른 인증 과정에서 AAA 서버가 해당 사용자의 인증 정보와 과금 방식 정보를 같이 참조하여, 인증이 성공적으로 이루어지면 AAA 서버가 과금 방식에 따라서 통신 서비스 사용량 정보 전송 주기를 결정하고 이를 무선 LAN망 접속노드에게 알려준다. 그림 8은 통합 연동망 시스템에서 제안된 과금 정보 수집 방안을 사용하여 사용자의 무선 LAN망의 통신 요구에 따른 인증 과정과 통신 수행에 따른 과금 관련 정보를 과금 관리 서버에게 전송하는 과정을 보여주고 있다. 1번부터 4번까지의 절차는 기존의 방법과 동일하게 동작하며, 그 이후의 과정에서 인증이 성공적으로 이루어지면 5번 절차를 수행하기 전에 사용자 정보 관리 서버로부터 수집된 과금 방식 정보를 참조하여 AAA 서버가 과금 관련 정보 전송 주기를 결정한다. 그리고서 5번 절차에서 AAA 서버는 무선 LAN망 접속노드에게 인증 성공 사실과 결정된 과금 관련 정보 전송 주기를 알린다. 나머지 6번부터 9번까지의 절차는 기존의 방법과 동일하게 동작한다.

제안된 방법을 통하여 사용자의 과금 방식에 따라서 과금 관리 서버가 통신 서비스 사용량 정보 수집을 효율적으로 조절할 수 있다. 선불제 과금 방식 사용자의 통신 서비스 사용량 정보를 짧은 간격으로 자주 수집하면, 선불제 과금 방식의 사용자에 대하여서는 선납된 금액을 초과하는지 여부를 빠르게 확인할 수 있게 한다. 그리고 정액제 과금 방식 사용자의 통신 서비스 사용량 정보는 요금 계산에 사용되지 않기 때문에 수집 주기를 매우 길게 설정하면 무선 LAN망 접속노드와 AAA 서버간에 통신 부하를 줄일 수 있게 한다. AAA 서버가 사용자의 과금 방식에 따라 과금 관련 정보 전송 주기를 결정하는 방법은 다음과 같다. 망 관리자가 과금 방식에 따른 전송 주기를 결정하여 AAA 서버에 입력하

면 AAA 서버는 과금 방식 정보에 따라 해당 과금 관련 정보 전송 주기를 선택하는 방식을 사용한다. 현재 이동통신 시스템에서 사용자 정보 관리 서버에 기록되어 분류 가능한 사용자 과금 방식은 일반 후불제 과금 방식(off-paid charging), 선불제 과금 방식(pre-paid charging), 정액제 과금 방식(fixed-rate charging)이 있다.

#### 4. 성능 분석

제한된 통합 과금 식별자 방법을 기반으로 통합망의 과금 시스템을 구축하게 되면, 빌링 시스템(billing system)이 사용자들의 개별 통신에 대한 서비스 사용 정보를 단일한 기준값으로 분류할 수 있다. 그리고 제안된 통합 과금 식별자 방법을 구현하기 위하여 요구되는 부담 요소는 무선 LAN망 접속노드에서 이동통신망 부가서비스 제공 노드에게 전달되는 사용 승인 요구 메시지에 추가되는 16 비트 파라미터 하나이다. 또한 제안된 사용자의 과금 방식에 기반한 과금 정보 전송 주기 결정 방법은, 기존의 후불제 과금 방식[11,12]이나 또는 선불제 과금 방식[13]만을 대상으로 하는 방법보다 작은 통신량을 요구하면서 선불제 사용자들에 대하여서는 선납된 금액에 근접한 서비스 사용량을 정확하게 제공할 수 있다.

다음과 같은 가정을 사용하여 제안된 과금 방법이 선불제 사용자들에 대하여 선납된 금액에 근접한 서비스 사용량만을 제공하고, 과금 정보 수집을 위하여 시스템 전체에 발생시키는 통신량을 감소시킬 수 있는지 여부를 분석한다. 우선 기존 방법에서 일정하게 사용되는 과금 정보 수집 주기를  $T_0$ 라고 가정한다. 그리고 제시된 방법에서는 후불제 사용자들을 위한 과금 정보 수집 주기는 기존의 주기의 동일한  $T_0$ 를 사용하고 선불제 사용자들을 위한 과금 정보 수집 주기를  $T_1$  ( $T_1 < T_0$ ), 정액제 사용자들을 위한 과금 정보 수집 주기를  $T_2$  ( $T_2 > T_0$ )로 사용한다고 가정한다. 그리고 전체 사용자 중에서 후불제 사용자들의 비율을  $p_0$ , 선불제 사용자들의 비율을  $p_1$ , 정액제 사용자들의 비율을  $p_2$ 라고 하여  $p_0 + p_1 + p_2 = 1$ 이 된다고 가정한다. 또한, 선불제 사용자들이 선납된 금액을 초과하여 사용하는 통신 서비스 사용량을 측정하기 위하여 '과금 부정확도'를 다음과 같이 정의하여 사용한다. '과금 부정확도'는 선불제 사용자가 선납된 금액을 초과하여 사용하는지 여부를 시스템이 과금 정보 수집 주기 간격으로 인지할 수밖에 없기 때문에 발생하는 초과하여 사용하는 서비스 시간으로, 과금 정보 수집 주기를  $T$ 라고 하고 초과하여 사용한 통신 서비스 시간을  $t$ 라 하면 과금 부정확도의 기대값은

$\int_0^T t \frac{1}{T} dt = \frac{T}{2}$  라고 정의될 수 있다. 그리고 과금 정보 수집을 위해서 전체 시스템에서 발생하는 통신량을 측정하기 위하여 '과금 통신량'을 다음과 같이 정의하여 사용한다. '과금 통신량'은 과금 정보를 수집하기 위해서 통합 연동 시스템에서 발생하는 단위 시간당 통신량을 나타내며, 과금 정보 수집 주기를  $T$ 라 하고 과금 통신에 사용되는 패킷의 크기를  $S$ 라 하면,  $S$  크기의 패킷을 통신 주기  $T$  단위로 한번씩 전송하기 위한 과금 통신량은  $\frac{1}{T} \cdot S$  라고 정의된다. 이 때, 기존의 방법에서 사용되는 패킷의 크기와 제안된 방법의 패킷의 크기  $S$ 는 동일하다고 가정한다. 그러면 기존 방법의 과금 부정확도는  $T_0/2$ 이고 과금 통신량은  $S/T_0$ 이며, 제안된 방법의 과금 부정확도는  $T_1/2$ 이고 과금 통신량은  $S \cdot (p_0/T_0 + p_1/T_1 + p_2/T_2)$ 라고 계산되어 진다.

그림 9는 기존 방법의 '과금 부정확도' 및 '과금 통신량'과 제안된 방법의  $T_1, T_2$  값의 변화에 따른 '과금 부정확도' 및 '과금 통신량'의 변화량을 보여주고 있다. 그림 9의 (a)와 (b)에서 나타나듯이 제안된 방법을 사용하게 되면 선불제 사용자들에 대한 과금 정보 수집 주기  $T_1$ 을 줄이게 되면 '과금 부정확도'는 줄어들지만, 이에 따라서 '과금 통신량'은 증가하게 된다. 또한 그림 9의 (c)에서 나타나듯이 정액제 사용자들에 대한 과금 정보 수집 주기  $T_2$ 를 크게 하면 제안된 방법의 '과금 통신량'은 감소하게 된다. 제안된 과금 정보 전송 주기 결정 방법을 통하여 기존 방법보다 성능을 향상시키기 위해서는 '과금 부정확도'와 '과금 통신량'을 모두 향상시킬 수 있도록  $T_1$ 과  $T_2$ 를 결정할 수 있어야 한다.

기존 방법에 비하여 '과금 부정확도'와 '과금 통신량'을 모두 향상시키는  $T_1, T_2$  값은 다음과 같이 찾을 수 있다. 우선 '과금 통신량'을 증가시키지 않으면서 '과금 부정확도'를 향상시키기 위한  $T_1, T_2$  값을,  $T_1 = \alpha \cdot T_0$  (단,  $0 < \alpha < 1$ ),  $T_2 = \beta \cdot T_0$  (단,  $1 < \beta$ ),  $p_1/p_2 = \rho$ 라고 하면

$$\frac{S}{T_0} \geq S \cdot \left( \frac{p_0}{T_0} + \frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2} \right) \Leftrightarrow$$

$$1 \geq p_0 + \frac{p_1}{\alpha} + \frac{p_2}{\beta} \Leftrightarrow$$

$$(p_0 + p_1 + p_2) - \left( p_0 + \frac{p_1}{\alpha} + \frac{p_2}{\beta} \right) \geq 0 \Leftrightarrow$$

$$p_1 \cdot \frac{\alpha-1}{\alpha} + p_2 \cdot \frac{\beta-1}{\beta} \geq 0 \Leftrightarrow$$

$$1 - \frac{1}{\beta} \geq \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{1-\alpha}{\alpha} \Leftrightarrow \frac{\alpha - \rho \cdot (1-\alpha)}{\alpha} \geq \frac{1}{\beta} \quad (1)$$

이다.

$$(1) \text{식에서 } \beta > 1 \text{이 되기 위해서는, } \alpha - \rho \cdot (1-\alpha) > 0 \Leftrightarrow$$

$$\frac{1-\alpha}{\alpha} < \frac{1}{\rho} \Leftrightarrow \alpha > \frac{1}{1 + \frac{1}{\rho}}$$

에서

$$\frac{\alpha - \rho \cdot (1-\alpha)}{\alpha} \geq \frac{1}{\beta} \Leftrightarrow \beta \geq \frac{1}{1 - \rho \cdot \left( \frac{1}{\alpha} - 1 \right)} \quad (2)$$

인 (2)식을 구할 수 있다. (1)식과 (2)식이 의미하는 것은 정액제 사용자 대비 선불제 사용자 비율이 같고 ( $\rho = 1$ ) 선불제 사용자들의 과금 정보 수집 주기가  $T_1 = T_0 / 2$  이면 ( $\alpha = 1/2$ ), 정액제 사용자들의 과금 정보 수집 주기를  $T_2 = \infty \cdot T_0$  ( $\beta = \infty$ , 과금 정보 전송을 수행하지 않음)로 설정하여야만 과금 통신량은 동일하게 유지하면서 선불제 사용자들에 대한 과금 부정확도는 감소시킬 수 있다는 것이다.

그림 10은 기존 방법에 비하여 제시된 방법에서 선불제 사용자의 과금 정보 전송 주기 값( $\alpha$ )에 따라 과금 통신량을 동일하게 만드는 정액제 사용자들의 과금 정보 전송 주기 값( $\beta$ )을 보여주고 있다. 즉, 기존 방법에 비하여 과금 통신량은 증가시키지 않으면서 과금 부정확도를 향상시키기 위해서는, 선불제 사용자에 대한 과금 정보 전송 주기  $T_1$ 의 값을  $\alpha > \frac{1}{1 + \frac{1}{\rho}}$  인 범위에서  $\alpha$  값을 선택하여야 하고, 과금 통신량을 감소시키기 위해서는 정액제 사용자에 대한 과금 정보 전송 주기는 (2)식에 근거하여 그려진 그림 10에 표시하고 있는 곡

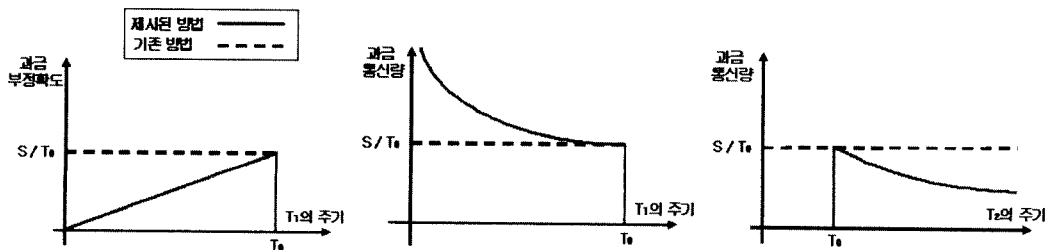


그림 9  $T_1$ 과  $T_2$  값의 변화에 따른 '과금 부정확도' 및 '과금 통신량'의 변화

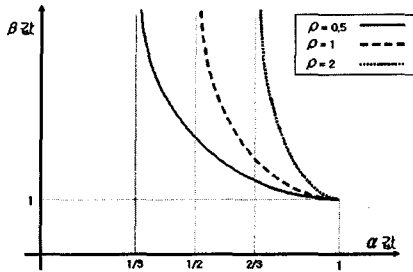


그림 10  $\alpha$  값의 변화에 따라 기존 방법의 과금 통신량과 동일하게 만드는  $\beta$  값의 분포도

선의 윗 쪽에 있는  $\beta$  값을 선택하여야 한다. 정액제 사용자 비율 대비 선불제 사용자 비율 값인  $\rho$  로 따라 선불제 사용자 비율이 작을 때는( $\rho = 0.5$ ) 선택할 수 있는  $\alpha$  값의 범위도 크고( $\alpha > 1/3$ ), 선불제 사용자의 비율이 클 때는( $\rho = 2$ )  $\alpha$  값의 범위도( $\alpha > 2/3$ ) 제한되는 모습을 보여주고 있다.

## 5. 결론

이 논문에서는 무선 LAN망과 이동통신망을 연동하는 통합 시스템을 효율적으로 구축하기 위한 통합 과금 식별자 구현 방안과 과금 정보 수집 주기 결정 방안을 제시하였다. 제시된 통합 과금 식별자 구현 방법은 무선 LAN망을 통하여 이동통신망의 부가 서비스를 사용하게 될 경우 발생하는, 무선 LAN망 서비스에 대한 과금 정보와 이동통신망 서비스에 대한 과금 정보간에 상호 연관성이 존재하지 않는 문제점을 해결하였다. 그리고 제시된 과금 정보 수집 주기 결정 방안은 선불제, 후불제, 정액제와 같은 사용자들의 과금 방식에 따라 과금 정보 수집 주기를 변경하는 방식으로, 선불제 사용자들의 과금 정보 수집 주기를 짧게 하여 선납된 금액을 초과하여 사용되는 서비스 시간을 줄일 수 있고, 정액제 사용자들의 과금 정보 수집 주기를 크게 하여 과금 정보 수집을 위해서 시스템에 발생하는 통신량을 감소시킬 수 있다. 제시된 과금 정보 수집 주기 결정 방안은 선불제 사용자들에 대한 과금 정보 수집 주기와 정액제 사용자들에 대한 과금 정보 수집 주기를 조절하여, 과금 정보 수집을 위하여 시스템에 발생하는 통신량과 선불제 사용자들에 대한 보다 정확한 과금 정보 수집이 모두 가능함을 성능 평가를 통하여 증명하였다. 이 논문에서 제시한 과금 방법은 차세대 비동기식 이동통신망[6-8]과 차세대 동기식 이동통신망[9]에 모두 적용 가능한 방법이다.

## 참고 문헌

[1] 안재영, 오덕길, 김재명, "무선 LAN 기술 동향", 한국

통신학회지, 제19권 5호, pp. 24~44, 2002년 5월.

- [2] 장한용, 구본호, 홍승익, "IEEE 802.11 무선 LAN의 기술과 경향", Telecommunications Review, 제12권 6호, pp. 799~809, 2002년 12월.
- [3] 양일식, 송지은, 조기환, "무선 LAN 연동 및 이동성 지원 기술", 한국통신학회지, 제19권 5호, pp. 79~91, 2002년 5월.
- [4] 박성수, 신용식, 이동학, "이동통신 사업자의 공중 무선 LAN 서비스 수용 방안", 한국통신학회지, 제19권 5호, pp. 155~164, 2002년 5월.
- [5] 신용식, 류시훈, 이동학, "MIPv4를 이용한 무선 LAN과 셀룰러 망간의 연동 방안", Telecommunications Review, 제12권 6호, pp. 907~917, 2002년 12월.
- [6] 3GPP TR 22.934 v6.1.0, "Feasibility study on 3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) Interworking," [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/latest/Rel-6/22\\_series/22934-610.zip](ftp://ftp.3gpp.org/Specs/latest/Rel-6/22_series/22934-610.zip), December 2002.
- [7] 3GPP TS 23.234 v1.8.0, "3GPP system to Wireless Local Area Network(WLAN) Interworking; System Description," <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/Latest-drafts/23234-180.zip>, April 2003.
- [8] 3GPP TR 23.934 v1.0.0, "3GPP system to Wireless Local Area Network(WLAN) Interworking; Functional and architectural definition," <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/Latest-drafts/23934-100.zip>, September 2002.
- [9] 3GPP2 TSG-S S.P0087-0 v0.3.2, "WLAN Interworking; Stage 1 Requirements," [ftp://ftp.3gpp2.org/TSGS/Incoming/WLANFG/S10\[WLANFG\]-20030508-001A\\_Editor\\_Merged\\_WLAN-3GPP2-stage1-v0.3.3-marked\\_with\\_CWTS.zip](ftp://ftp.3gpp2.org/TSGS/Incoming/WLANFG/S10[WLANFG]-20030508-001A_Editor_Merged_WLAN-3GPP2-stage1-v0.3.3-marked_with_CWTS.zip), May 2003.
- [10] IEEE Std 802.1X, "Standard for Local and metropolitan area network -- Port-Based Network Access Control," <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1X-2001.pdf>, June 2001.
- [11] 예정화, 박종철, "모바일 서비스를 위한 과금 솔루션", 정보처리학회지, 제9권 2호, pp. 51~56, 2002년 3월.
- [12] 이병래, 장경아, 김태운, "3세대 이동 통신을 위한 터킷 기반 인증 및 지불 기법", 정보과학회논문지: 정보통신, 제29권 4호, pp. 368~374, 2002년 8월.
- [13] 김관연, 한국민, 이진우, 정병호, 김신효, 박세현, "무선랜 이동 환경을 위한 선불 과금 연구", 한국정보보호학회 학술대회, 제12권 1호, pp. 125~128, 한국항공대학교, 2002년 11월.





**이 완 연**

1994년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(학사). 1996년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(석사). 2000년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(박사). 2000년~2003년 LG 전자 정보통신 선임 연구원. 2003년~현재 한림대학교 정보통신공학부 조교수. 관심분

야는 차세대 이동통신망, 시스템 소프트웨어, 실시간 시스템, 분산 시스템



**박 찬 영**

1987년 서울대학교 전자공학과(학사) 1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사). 1995년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사). 1991년~1999년 삼성전자 정보통신총괄 네트워크사업부 선임 연구원. 1999년~현재 한림대학교 정보통

신공학부 조교수. 관심분야는 고속 통신망, QoS, 통신 ASIC, 통신 프로토콜, 차세대 인터넷