

FTTH 인프라를 이용한 이동통신 기지국 백홀 제공방안 연구

Studying on Mobile backhaul Based on FTTH network

김근영*, 김진희, 우경일**

Geun Young Kim, Jin-Hee Kim, and Woo, Kyung II

Abstract

In this paper, we have described the advantages of fixed mobile convergence access network based on FTTH. Also, we have investigated the possibility of mobile backhaul based on FTTH network combined TDM over IP emulation and adaptive clock recovery technologies, and verified successful transport of both E1 TDM traffic and Clock through the packet based PON network. within the allowable tolerance

Keywords : FTTH, PON, TDM over IP, PWE3, clock recovery, mobile backhaul

I. 서론

최근 유무선 통신업계의 화두를 들라면 단연 유무선 통합을 들 수 있다. 유무선 통합의 목적은 다양한 유무선 원도구를 통해 고객이 원하는 서비스를 접속에서부터 과금에 이르기까지 하나의 절차로 제공하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 유무선 사업자간의 조직통합, 서비스 별로 개별 존재하는 이종 네트워크간의 인프라 통합, 플랫폼 통합 등 다양한 형태의 수직/수평적 통합이 이루어지고 있다.

본 고에서 기술하고자 하는 유무선 통합 네트워크 근간의 한 축은 90년대 후반부터 여러 기간 통신사업자들에게 선택되어 기간망 초고속화에 주도적 역할을 수행하며 기존 동선과 전기를 1:1로 대체해온 光 섬유와 光 통신 기술이고, 또 다른 축은 CDMA에서 시작하여 3G, LTE를 거쳐 1기가 대역폭 제공을 목표로 하는 4G에 이르기까지 비약적으로 발전한 광대역 이동통신 기술이다. 트래픽 측면에서 보면 매년 40% 이상 증가하는 IP 트래픽과, 최근 Youtube 통계[1]에 따르면 3G iPhone 단말을 이용한 모바일 업로드가 전월 대비 1700% 급증하는 등 무선 데이터 트래픽의 가파른 증가가 새로운 IP기반 무선백홀을 찾는 구동력으로 작용하고 있다.

2000년 중반 이후로 光 기술은 FTTH란 기치아래 PON(Passive Optical Network) 기술을 필두로 그 영역의 경계를 first-mile로 급속히 확장시키고 있다. 최근 여러 ISP는 각자의 통신 환경에 최적화된 PON 기술을 이용하여 FTTH 보편화를 추구하고 있으며, 그 결과로 194만의 순수 FTTH 가입자를 달성하고 있다. 특히, 국내 ISP들은 유무선 통합 서비스와 같은 신성장 사업의 인프라 토대가 되는 FTTH 확산에 매진하고 있어 가까운 시기에 농어촌 지역까지 FTTH 인프라 확산이 기대된다. 커버리지 측면

에서 20여 가구 지역까지 확산된 이동통신 커버리지에 비해 다소 느리지만 어느 정도 정렬성을 갖게 되므로 2G/3G 이동통신 기지국 및 Femtocell 기지국 백홀로 FTTH가 활용될 수 있는 토양이 마련되고 있다고 볼 수 있다.

본 고에서는 유선 액세스의 궁극적 솔루션인 FTTH를 근간으로 한 유무선 통합 액세스 제공방안에 관해 기술하고자 한다. 가시적인 적용 부분으로, FTTH를 초고속 인터넷과 이동통신 기지국 백홀의 공통 인프라로 사용할 경우 기대되는 사업적 의미를 찾아보고, TDM over IP 변환 장치를 이용하여 FTTH PON 망을 기지국 백홀로 사용할 수 있는지에 대한 기술적 검증 결과를 기술한다.

II. FTTH 기반 유무선 통합 액세스 제공의 의의

그림 1에 현재 유무선 액세스 망과 본 고에서 제안하는 FTTH 기반 유무선 통합 액세스 망의 개념도를 나타내었다. 이 그림의 (a)는 개별 서비스별로 구축된 유무선 액세스 망을 나타낸 것으로, FTTH는 초고속 인터넷과 IP-TV 서비스를 제공을 위한 인프라로, 메트로 이더넷 전용회선은 Wibro 백홀 인프라로, 2G나 3G 이동통신 백홀로는 E1 기반의 TDM 전용회선으로 구분되어 구축/운영 중이다. 그 다음으로 그림 (b)에는 FTTH 망 구축에 주력으로 공급되고 있는 TDM-PON 장비가 유무선 통합 액세스 인프라로 구현된 경우를 도식적으로 나타내었다. 아래에서 다시 설명하겠지만, 현재 운용중인 PON 장비에 E1 TDM 신호의 IP 변환 기능과 클럭 전달을 위한 추가 기능 구현만으로 유무선 통합 액세스 망 구축이 가능하다는 이점이 있다.

그림 (b)는 기존 망에 비해 몇몇 혁신적인 이점을 제공한다. 첫째, 저렴한 네트워크 구축과 운용 비용을 들 수 있다. 이동통신 트래픽의 무게 중심이 음성에서 데이터로 옮겨 갈 경우 현재와 같은 정형화된 TDM 전송로만으로 이

*KT 네트워크연구소 인프라연구담당

** (주)콤텍시스템

교신지자, E-mail : gykim@kt.com

러한 트래픽 수요를 수용 하려면 고속의 TDM 다중화 장치 가 기지국 셀 사이트에 놓여야 되며, 이는 엄청난 투자비를 유발하고 이러한 부담은 서비스 경쟁력 저하로 연결 될 수 있다.

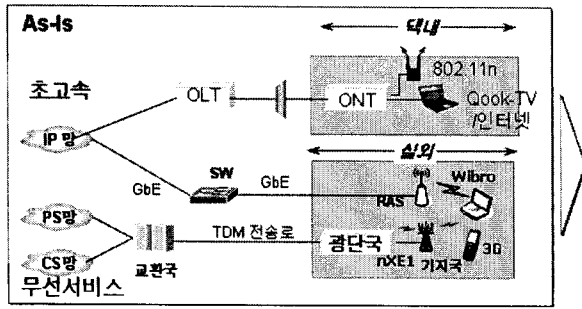


그림 1-a 현재 유무선 망 구성도

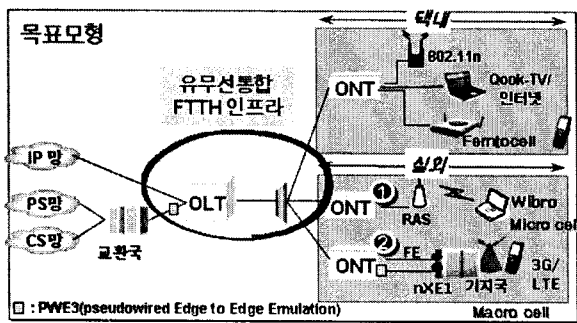


그림 1-b FTTH 기반의 유무선 통합액세스 망 개념도

반면, 그림 (b) 방식을 사용하면 기지국 인근 지역까지 포설된 FTTH 광 코어와 PON 장비를 그대로 이용할 수 있으므로 경제적인 망 구축이 가능해 전체 무선 운용비용 중 30% 이상을 차지하는 전용회선 비용을 절감할 수 있고, 한 가지 장비로 초고속 인터넷, IP-TV, 2G/3G 기지국 백홀 등을 제공할 수 있게 됨에 따라 운용비용 또한 절감 가능해진다.

둘째, Wibro와 이동통신 기지국의 동일 건물 비율은 높으나 상면, 철탑 등 실제 공동 활용 비율은 저조 하고, 특히 기가 비트 이더넷 전용회선을 백홀로 사용하는 Wibro와 E1백홀을 사용하는 이동통신 기지국 간의 광 코어 인프라 공유는 전혀 이루어 지지 않고 있다. 따라서, FTTH을 통합 백홀로 사용할 경우 광 코어와 백홀 장치 공동 활용에 따른 네트워크 구축 투자비를 절감할 수 있다. 하지만, 수도권 위주의 Wibro의 제한된 망 구축으로 인해 Wibro-이동통신 기지국간 백홀 공동 활용 효율성이 다소 떨어 질 수 있고, 매출 증가와 연계되지 않은 E1 신호의 IP 변환에 소요되는 비용이 발생할 여지가 있으므로 신설 공용화 기지국 위주로의 신중한 접근이 필요하다.

하지만, 운용상 이슈를 제외한 기술적인 관점에서만 보면 Wibro 백홀로 FTTH를 적용할 경우, 1FA one-섹터 사용시 Wibro 하향 피크 셀 스펙이 18Mbps정도 이므로, 3-섹터 사용하더라도 60Mbps 대역폭이 필요할 것이므로 현재 100M 인터페이스를 갖는 ONT를 아무런 수정 없이 바로 적용할 수 있어 유무선 통합 액세스 제공에 따른 성과를 얻을 수 있는 가장 가시적인 부분으로 생각된다.

셋째, 그림 상에는 표현이 되어 있지 않지만, ISP가 현재

보유하고 있는 전화국 외에 고객 접점이 될 수 있는 전화국이 추가적으로 생긴다고 볼 수 있다. 즉, 기존 모바일 사업자가 보유한 기지국에 FTTH 장비를 놓고 초고속 인터넷의 선진기지로 활용할 수 있다. 이 경우 FTTH, 2G/3G 기지국 백홀, Wibro 기지국 백홀에 대한 통합 전달망으로 MSPP나 캐리어 이더넷 류의 기술이 적용될 수 있다.

넷째, 5 가구 미만의 농어촌 지역에 무선 커버리지 확보 시 무선 시설 투자비 절감 방안으로, 또 현재 2G/3G휴대 단말을 그대로 펌토존에서 이용할 수 있는 FMS 서비스의 핵심 장비로, 향후 홈게이트웨이로 진화시 가구 단위 고객 기반 거점으로 활용하기 위해 초고속 인터넷을 무선 백홀로 이용하는 Femtocell에 FTTH 백홀 제공이 가능하므로 QPS(Quadruple Play Service) 서비스 제공에 따른 대역폭과 QoS 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다.

III. FTTH 망을 이용한 모바일 백홀 전송

그림 2는 상용 TDM over IP 변환 장치[2]와 GE-PON 장치를 모바일 백홀로 사용할 수 있는지에 대한 기능검증을 위한 시험 구성도이다. 무선 기지국 E1 신호를 PON 망을 통해 정상적으로 전송할 수 있는지 테스트하기 위해 SDH 계측기에서 E1 신호를 재생하여 TDM over IP 변환 장치에 입력하였다. 입력된 E1 신호는 PWE3(pseudowire emulation edge to edge) 기술[3]을 사용하여 IP 신호로 변환된 후 PON OLT 장비를 통해 ONT로 입력되었다. ONT의 100M 이더넷 출력은 TDM over IP 변환장치를 통해 E1 신호로 재생된 후 루프백 과정을 통해 OLT로 케환된 후 SDH 계측기로 입력되었다. SDH 계측기에서는 루프백된 E1 신호의 비트 에러와 다양한 클럭 전달 특성이 측정되었다. 일반적으로 PON 장비가 초고속 인터넷 트래픽 서비스에 이용되므로 패킷재생기(SMB)를 사용하여 백그라운 트래픽을 재생하여 인터넷 트래픽에 IP 변환된 E1 신호 품질과 동기 클럭이 영향을 받는지를 측정하였다.

사용된 PWE3은 TDM 트래픽을 IP 패킷으로 캡슐화, 전달 및 관리하는 회선 에뮬레이션 기술로 회선 임대 비용 절감을 피하고자 하는 무선 사업자 백홀에 주로 사용되고 있으며, TDM 트래픽의 속성과 패킷 네트워크의 품질(대역폭, 지터) 상황에 따라 TDM 패킷 캡슐화 방법을 달리 할 수 있으며 SAToP(RFC4553)[4], CEsOPSN(RFC5086)[5] 기법이 존재한다. 간략히 패킷화 절차를 살펴보면,

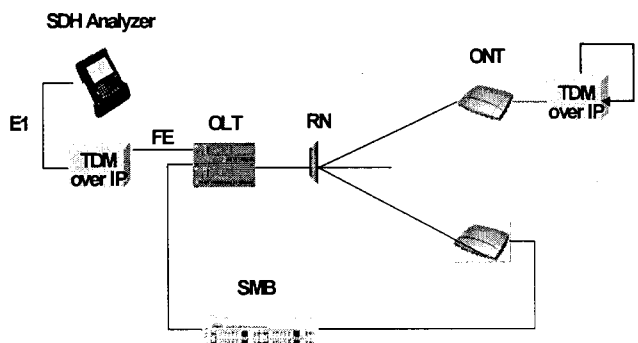


그림 2. TDM over IP 변환장치와 PON 망을 이용한 모바일 백홀 시험 구성도

T1/E1 또는 T3/E3 프레임 칩에서 나온 TDM 비트 스트림을 패킷 단위로 잘라(Packetization) IP헤드를 붙이고(encapsulation), 목적지 주소까지 전달한 후 목적지에서 역으로 IP헤드 제거와 클럭을 재생하고 필요한 경우 패킷을 연결시켜 원래 TDM 비트 스트림을 재구성하는 절차를 거친다.

또한 실험에 사용된 클럭 동기화 방법으로 Adaptive 클럭복구[6] 방법을 사용하였다.

패킷망에서의 클럭 복구 방법은 기본적으로 보내는 Master쪽에서 클럭 정보를 갖고 있는 타이밍 패킷을 만들어 보내면 받는 Slave쪽에서 수신된 타이밍 패킷을 이용하여 클럭을 추출하는 방법으로, Slave 쪽에서 Master와 동일한 동기클럭을 입력 받지 않고, 자체 내부 PLL(Phase Lock Loop)회로와 로컬 오실레이터를 이용하여 클럭을 추출하는 Adaptive 클럭 복구 방법과, Slave가 Master와 동일한 동기 클럭을 입력 받아 정확한 클럭 복구가 가능한 Differential 클럭 복구 방법이 있다. Adaptive 방법은 slave 가 별도의 동기클럭 입력을 받지 않고 수신된 RTP 형태의 타이밍 패킷과 자체 시스템 클럭만으로 Master 클럭에 동기를 맞추므로 패킷망에서 발생하는 지터나 패킷 지연으로 인해 복구된 클럭의 정밀도가 다소 떨어질 수 있다는 단점이 있다

그림 3에 측정된 입력 허용 지터값을 나타내었다. 입력 허용 지터는 시스템이 지터에 대해 얼마 정도까지 내성이 있는지를 측정 항목으로 ITU-T 권고 tolerance mask와 비교하여 위쪽에 나타나야 정상적인 시스템이라 할 수 있다. 실험 결과 기지국 백홀로 사용하기에 충분한 입력 허용 지터값을 가짐을 확인할 수 있었다.

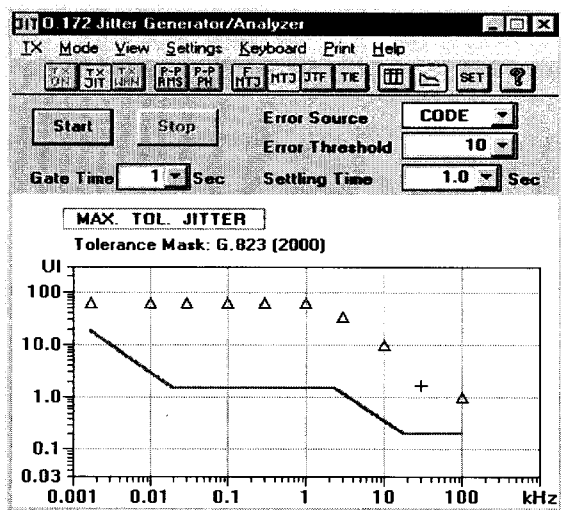


그림 3. 측정된 입력 허용 지터값

또한, 지터 성분이 입력되었을 경우 시스템 내부 PLL회로에서 지터 성분을 보상시킨 후 출력단자로 데이터를 다시 내보내는데, 이때 시스템의 입력 지터 대비 출력 지터를 측정하는 것이 지터 전달특성으로 측정결과 ITU-T 권고 지터 전달특성 기준 값을 만족함을 확인하였다.

VI. 결 론

본 논문에서는 유무선 시설간 光인프라 공동 활용율을 높이기 위해 FTTH 기반 유무선 통합 액세스 제공 방안에 관해 살펴보았다. 특히 TDM over IP장치와 PON 장비와의 연동 시험을 통해 단일 홉을 갖는 PON 구간에서는 Adaptive 클럭 복구 기능만으로도 기지국 백홀에 적용가능한 정도의 안정된 지터 특성을 제공할 수 있음을 알 수 있었다.

[참고 문헌]

- [1] Article title: "Youtube Sees Mobile Gains". *Lightreading* June 26, 2009
- [2] www.comtec.co.kr, TDMGW8 product
- [3] www.ietf.org/rfc/rfc3916.txt, [http: tools.ietf.org/wg/pwe3/](http://tools.ietf.org/wg/pwe3/)
- [4] www.ifc-editor.org/rfc/rfc4553.txt.
- [5] www.ietf.org/rfc/rfc5096.txt
- [6] "ITU-T G.823/824 compliance in packet networks using adaptive clock recovery", RAD white paper

김 근 영

1994년 경북대학교 물리학과 졸업
 1996년 서울대학교 물리학과(이학석사)
 1997년~현재 KT 네트워크연구소
 <관심분야> 광전송, 평가입자망
 <e-mail> gykim@kt.com

김 진 희

1987년 경북대학교 전자공학과 졸업
 1991년 경북대학교 전자공학과(공학석사)
 1991년 XX대학교 XXX과(공학박사)
 1991년~현재 KT 네트워크연구소 차세대액세스부장
 <관심분야> 평가입자망전송기술, FTTH

우 경 일

1979년 서강대학교 전자공학과 졸업
 1979년~1985년 동양정밀공업주식회사 중앙연구소
 1985년~2001년 삼성전자 네트워크사업부 개발 그룹장
 2001년~현재 (주)콤포텍시스템 기술연구소장
 <관심분야> FTTH기술, All IP 융합기술, QoS 기술
 <e-mail> Kenwoo@comtec.co.kr