

OFDMA-PON의 동적캐리어 및 대역할당 방법의 구현 타당성

서상준 · 한만수*

목포대학교

Implementation Feasibility of Dynamic carrier and bandwidth allocation method for
OFDMA-PON

Sang Jun Seo · Man Soo Han*

Mokpo National University

*E-mail : mshan@mokpo.ac.kr

요 약

이 논문에서는 OFDMA PON에서의 일반적인 동적 캐리어 및 동적대역할당 방법의 특성을 분석한다. 또한 이러한 방법들을 하드웨어로 구현할 때의 문제점을 분석한다.

ABSTRACT

This paper analyzes a characteristic of dynamic carrier and bandwidth allocation methods of OFDMA PON. We then discuss the possible problems when we implement those methods in hardware.

키워드

OFDMA, PON, dynamic carrier allocation, dynamic bandwidth allocation

1. 서 론

OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 기술은 유무선 시스템에서 초고속전송에 대한 해결책으로 떠오르고 있는 digital multi carrier modulation 기술이다. 최근에는 광통신 분야에도 OFDMA 기술을 적용하기 시작했으며 특히 장거리 초고속 광전송 OFDMA 기술이 많은 장점을 갖는 것으로 알려져 있다. 최근에는 OFDMA 기술을 PON (passive optical network)에 적용한 OFDMA PON 기술에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다 [1][2].

OFDMA PON은 상향 및 하향 전송시 다수의 orthogonal한 주파수를 갖는 서브캐리어(subcarrier)를 사용한다. 이러한 서브캐리어들은 ONU (optical network unit)에 동적으로 다양하게 할당이 가능하여 전송효율이 증가하는 장점이 있다. TDM (time division multiplex) PON은 상향으로 단일 파장이 사용되어 OFDMA PON에 비해 고속전송에 유리하지 않다. 상향 전송에 다

수의 파장을 사용할 수 있는 TWDM (time and wavelength division multiplexed) PON은 현재까지의 기술로는 ONU의 파장을 변경하는데 ms 단위의 시간이 소요되어 실시간으로 파장을 변경하는데 문제가 있는 것으로 알려져 있다. TWDM PON을 핵심기술로 채택한 NG-PON2 (next-generation passive optical network stage 2) 기술에서도 ONU의 상향 파장 변경은 hour 단위로 고려하고 있다.

따라서 OFDMA PON 기술은 장거리 전송, 상향 서브캐리어의 실시간 동적할당 그리고 유연성 있는 서브캐리어 할당 등에서 다른 PON 시스템들에 비해 상대적인 장점을 갖고 있다고 볼 수 있다. 지금까지 연구된 대부분의 OFDMA PON의 동적 캐리어 및 동적 대역할당 방법들은 이러한 OFDMA PON의 장점을 활용하는 방법들이 대부분이다.

본 논문에서는 지금까지 연구된 OFDMA PON의 동적 캐리어 및 동적 대역할당 방법들을 구현할 때 발생할 수 있는 문제점을 분석하여 구현의

타당성을 검증한다.

II. 본 론

현재 TWDM PON에서는 일반적으로 4개 정도의 상향 파장을 고려하지만 OFDMA PON에서는 일반적으로 수십 ~ 수백개의 서브캐리어를 고려한다. 하나의 ONU에 다수의 서브캐리어가 할당될 수 있으며 ONU내의 하나의 queue에 대해서도 다수의 서브캐리어가 할당될 수 있다. 그림 1은 OFDMA PON의 일반적인 동적 캐리어 및 대역할당 예이다. 그림 1에서 IFG는 inter-frame gap을 의미한다. 대부분의 논문들에서 서브캐리어 및 전송대역을 그림 1과 같이 유연성 있게 할당하며 이는 OFDMA PON의 장점으로 잘 알려져 있다 [1][2].

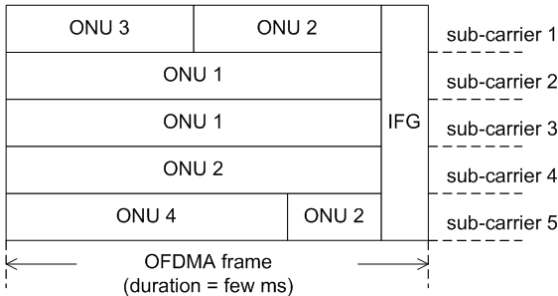


그림 1. OFDMA PON의 일반적인 동적 캐리어 및 대역할당 예시

동적 캐리어 및 대역할당결과가 그림 1과 같은 경우 ONU 2는 서브캐리어 1, 4 및 5를 이용해서 유연하게 패킷을 전송할 수 있다. 그런데 ONU 2가 다수의 서브캐리어를 사용함으로써 구현 관점에서는 문제가 발생할 수 있다. 그림 2는 ONU 2의 queue에 저장된 패킷들을 보여준다. 그림 2에서 sc 1, sc 4, sc 5는 각각 sub-carrier 1, 4, 5를 사용해서 전송되는 영역을 나타낸다.



그림 2. ONU 2의 queue에 저장된 패킷

그림 2의 ONU 2의 queue에 저장된 패킷들을 할당된 서브캐리어를 사용하여 전송하려면 그림 3과 같이 sub-carrier 4를 사용하여 그림 2의 sc 4 부분의 패킷들이 먼저 전송되고 일정시간 후에 sub-carrier 1을 사용하여 그림 2의 sc 1부분의 패킷들이 전송되며 다시 일정 시간 후 sub-carrier 5를 사용하여 sc 5부분의 패킷들이 전송됨을 알 수 있다. 즉, ONU 2에 queue에 저장된 순서와 무관하게 ONU 2에서 전송 순서가 결정됨을 알 수 있다.

따라서 ONU 2의 queue에서 패킷들을 읽은 후

전송순서에 맞추어 다시 재배열하는 과정이 필요하며 이과정은 일정한 시간을 필요로 한다. 그리

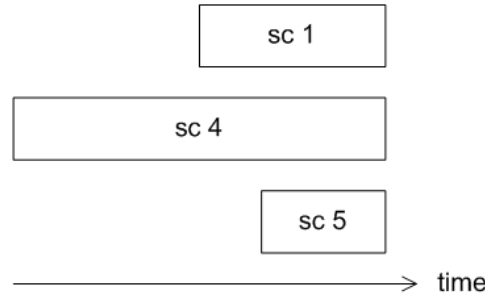


그림 3. ONU 2의 패킷의 전송

고 패킷들을 수신하는 OLT는 ONU 2가 사용하는 서브캐리어들과 이들의 전송시작 및 종료시간을 모두 알고 있어야 한다. OLT는 각 서브캐리어를 통해 전달된 ONU 2의 패킷들을 원래의 순서에 맞추어 재조립하는 동작을 수행해야 하며 여기에 일정시간이 소요된다.

결과적으로 OFDMA PON의 경우 ONU에서 패킷의 전송시 전송순서에 맞추어 패킷들을 재배치하는 부분과 OLT에서 패킷을 수신한 후 원래 순서에 맞추어 재조립하는 부분이 추가로 필요함을 알 수 있다. 이러한 재배치와 재조립은 모두 메모리의 입출력을 요구하므로 일정시간이 소요된다.

OLT의 경우에는 하나의 ONU가 매 프레임 시간마다 다른 서브캐리어를 통하여 패킷들을 전송할 수 있으므로 이 패킷들을 하나의 queue에 저장하기 위해서는 서브캐리어간의 스위칭 동작이 필요하게 된다. 이 스위칭 동작은 서브캐리어 개수가 증가할수록, 서브캐리어의 속도가 증가할수록 복잡해진다.

III. 결 론

OFDMA PON의 일반적인 동적 캐리어 및 대역할당 방법을 구현 관점에서 타당성을 분석하였다. OFDMA PON의 일반적인 동적 캐리어 및 대역할당 방법은 ONU에서 전송을 위한 패킷 재배치가 필요하며 OLT에서는 패킷 재조립을 위한 추가적인 동작이 필요하다.

참고문헌

- [1] J. Zhang et al., "An Efficient MAC Protocol for Asynchronous ONU's in OFDMA PONs," in Proc. OSA OFC 2011, Mar. 2011.
- [2] W. Wei et al., "MAC Protocols for Optical Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)-based Passive Optical Networks," in OFC, 2008.