

5G 네트워크를 위한 WDM 시스템에 관한 연구

백승운, 최지수, 안승호

swbaek@sunwave.co.kr, jisooocom@sunwave.co.kr, shan@sunwave.co.kr

(주)선웨이브텍, 13485, 한국

A Study on WDM system for 5G Network

Seung-Wun Baek, Ji-Soo Choi, Seung-Ho Ahn

SUNWAVETEC Co., Ltd, 13485, Korea

요 약

본 논문은 LTE Data 트래픽의 증가와 기술 고도화 Needs 에 따라 LTE 보다 최대 20 배 빠른 20Gbps (초당 기가비트)의 데이터 전송속도를 구현할 수 있는 5G 이동통신 Infra 중 집중국과 기지국을 연결하는 전송망 네트워크 최종단인 Fronthaul 용 전달망 장비의 하나인 WDM 시스템을 이용한 5G 서비스 네트워크 구성 방안 방안에 대해 연구를 하였다. 5G 전달망 네트워크 구성은 저비용 및 설치 상면 절감, 저지연, 저전력, 커버리지 확장을 위한 대용량 시스템을 요구한다. 이러한 요구 사항에 부합하기 위해서는 기존 상용화된 WDM (Wavelength Division Multiplexing) 장비 구성을 이용해서는 요구 사항을 만족하기가 어려운 실정이다. 이에 따라 5G Fronthaul 네트워크에 최적화된 WDM 시스템이 필요하다.

I. 서 론

기존의 상용화된 WDM 장비는 광파장 대역 및 채널 분할 방식에 따라 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) 장비와 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 장비로 구분되며, DWDM 방식에서 진화된 방식의 ROADMs(Re-configurable Optical Add-Drop Multiplexer) 장비가 존재한다.[1]

또한 ROADMs 기능에 Packet Switching 및 OTN Switching 기능을 추가한 POTN (Packet Optical Transport Network) 장비로 진화하였다.

이러한 WDM 장비군은 기본적으로 고가의 장거리 전송을 위한 EML (Electro-absorption modulated Laser) 반도체 레이저 칩 기술을 이용한 파장가변 가능한 고가의 Tunable 광모듈과 증폭기, 파장 선택 스위치(WSS: Wavelength Selective Switch), 수동소자로 이루어진 Mux/DeMux, 파장변환 유니트로 이루어진다[2]. 또한 5G 네트워크에 사용하기 위해서는 집중국과 기지국에 동일한 구성의 구성 요소가 구비되어야 한다.

이러한 구성품들은 대용량 신호 장거리 전달은 가능하지만 많은 상면과 전력이 필요하며, 고가의 부품들로 제작이 되고, 능동 소자로 이루어진 구성품을 사용하기에 5G 신호를 전송할 때 많은 구성품들을 거치면서 신호 지연이 발생한다.

이상에서 살펴본 바와 같이 기존 WDM 장비군은 5G 네트워크에서 요구하는 커버리지 확장을 위한 대용량

신호 전달은 가능하나 저비용, 상면 절감, 저지연, 저전력에 대한 요구 사항을 만족하지 못한다.

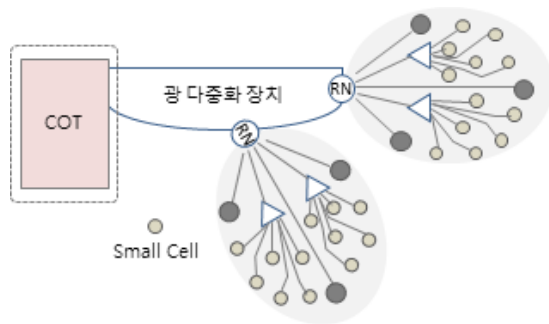
따라서 5G 네트워크에 적합하게 기존 WDM 장비의 중요 구성요소에서 지연을 발생할 수 있는 부분과 고비용 요소들을 제거하고 WDM 장점인 대용량과 선로이중화를 통한 망 생존성 극대화, 광선로를 이용한 구성품간의 가변적인 망 구성(Star, Chain, P-to-P 망 구성 등) 등의 장점을 접목할 필요가 있다.

II. 본론

5G Fronthaul 네트워크는 집중국과 기지국 사이의 거리가 일반적으로 20 km 이내이며, 또한 5G 기지국 장비 커버리지는 높은 주파수 특성으로 인해 주파수 도달 거리가 크게 떨어진다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 Beamforming 기술과 Multi-user MIMO (Multiple Input - Multiple Output) 기술을 사용하지만 LTE 대비 커버리지 효율성이 크게 떨어진다.

결국 5G 커버리지 확장을 위해서는 LTE 대비 기지국들이 근접하여 구축이 되어야 하고 많은 수의 기지국 구축이 필요하다. 이를 위해 집중국과 기지국 사이에 P-to-P 방식으로 구축을 하려면 대용량의 광케이블 및 선로가 필요하다. 이는 구축비용 상승을 초래하며 이동통신사의 수익성을 저해한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 WDM 장비를 이용하여 네트워크를 구축한다.

그림 1은 WDM 장비를 활용한 5G Fronthaul 네트워크 구성도이다.



(그림 1) 5G Fronthaul WDM Network

그림 1의 COT (Central Office)는 집중국을 의미하며, 원격 노드인 RN (Remote Node) 하위단에는 5G 기지국이 위치한다. 5G 기지국인 Small Cell은 좁은 환경에 집중적으로 설치되고 RN의 위치와 근접할 수도 떨어져 있을 수도 있다. 또한 Small Cell도 동일 위치에 있을 수도 있고 떨어져 있을 수도 있다. 원격 노드와 Small Cell은 건물 내부 또는 옥상, 전신주, 지중 맨홀 등에 구축된다.

그림 1과 같은 WDM Fronthaul 네트워크는 기존 WDM 장비 대비 5G Network에서 요구하는 사항에 대해 다음과 같은 구성으로 5G 전달망 WDM 네트워크를 구성할 수 있다.

1. 파장변환 유닛의 제거 및 저가 방식의 DFB 광소자를 이용한 CWDM 대역별 Tunable 광모듈 사용

기존 WDM 장비의 파장변환 유닛을 제거하여 파장변환기를 거치면서 발생하는 지연을 제거할 수 있다.

파장변환기 유닛을 대체하기 위해 WDM 장비가 아닌 집중국과 기지국 장비에 저가 방식의 DFB 소자를 이용한 CWDM 대역별 DWDM Tunable 광모듈을 장착한다. 이러한 구조는 Cisco 등에서 제안하고 접목하였던 WDM 장비 구조이다. 이를 통해 비용절감, 신호지연을 감소할 수 있다.[3]

3. 증폭기 제거

5G Fronthaul 네트워크 20 km 거리 이내이어서 광모듈의 광 특성 전송 거리 이내에 부합하므로 증폭기가 불필요하다.

4. TFF (Tin Film Filter) 기술을 이용한 Mux/DeMux 사용

기존 대용량 AWG (Arrayed Waveguide Grating) 방식 고가 Mux/DeMux 대신 Cell Site에서 필요로 하는 소용량/저비용의 TFF 기술을 이용한 Mux/DeMux를 사용한다.

5. 원격 노드 소용량 및 수동소자 CWDM 대역 Mux/DeMux 구현

집중국과 원격 노드에는 수동소자 CWDM Mux/DeMux를 배치하여 집중국 DUL 연결과 기지국 Cell Site DUL에 신호를 분배/집선한다, 이를 통해 상면 절감과 저전력 요구사항을 만족할 수 있다.

6. 생존성을 위한 선로 이중화 기능 구현

COT(집중국)에 Optic Switch를 이용한 스위치 유닛을 통해 생존성을 위한 선로 이중화 기능을 구현한다.

위에서 살펴본 6가지 사항을 적용한 WDM 장비는 대용량을 지원하면서 집중국과 기지국 사이의 WDM 전달망 장비를 All 수동소자로 구현 가능하여 저비용, 저상면, 저전력, 생존성 증대 등 요구사항 및 원격노드와 Cell 간에 광선로를 이용하여 Start, Cain 등 여러가지 네트워크 형태를 구성 가능하다.

III. 결론

본 논문에서는 5G Fronthaul 네트워크에서 요구하는 사항인 저비용 및 설치 상면 절감, 전달 신호 저지연 구현, 저전력, 커버리지를 확장을 위한 5G 네트워크에 사용 가능한 전달망용 WDM 장비를 연구하였다. 연구 결과를 통해 구축비용이 고가인 기존 WDM 방식과 능동소자 Mux/DeMux를 사용한 P-to-P 방식의 전달망 구성 대비 5G 커버리지를 확장을 실현하면서 5G 네트워크 요구사항을 만족하는 효율적인 WDM 망 구성이 가능함을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 [S3295895]

참 고 문 헌

- [1] 윤지육, 윤빈영 & 김홍주외 (2015) ETRI Electronics and Telecommunications Trends "차세대 네트워크 기술 특집"
- [2] 윤천주, 백용순 & 김종희 (2013) ETRI 2013 Electronics and Telecommunications Trends "SDN 구현을 위한 광통신 핵심 요소 기술"
- [3] 권오균, 김난재 & 박미란외 (2020) ETRI 2020 Electronics and Telecommunications Trends "5G 모바일 액세스용 광 부품 기술 동향"