

해양 통신 환경에서 5G 적용을 위한 기술적 검토

한민석^{1*}, 김하철¹, 정석문²

해군사관학교 전기전자공학과¹, 해군사관학교 무기체계공학과²

Technical Review for 5G Application in Marine Communication Environment

Min-Seok Han^{1*}, Ha-Chul Kim¹, Suk-Moon Chung²

Abstract : 5G는 단순한 통신기술의 발전이 아닌 산업 생태계와 기업의 비즈니스 모델, 서비스의 제공방식 등을 바꾸는 범용 기술로서의 잠재력을 보유하고 있다. 5G 시대에서는 더 다양한 산업이 영향을 받고 이에 따른 새로운 비즈니스 기회가 생겨날 것으로 예상된다. 특히 인공지능, 사물인터넷과 같은 4차 산업혁명 시대의 기반 기술과 5G가 결합될 때, 미래의 산업 생태계는 전대미문의 변화를 겪게 될 것이다. 따라서 본 논문에서는 5G 핵심 성능 및 표준화 동향, 해양 통신 환경에서 5G 적용을 위해 필요한 4가지 핵심 기술요소와 모바일엣지 컴퓨팅에 대한 특징 분석을 통해 5G로 창출될 새로운 비즈니스 분야와 기회 영역을 살펴본 후 문제점과 향후 과제를 살펴본다.

Key Words : 5G Wireless Communication, eMBB(enhanced Mobile BroadBand), URLLC(Ultra-Reliable Low Latency Communication), mMTC(massive Machine-Type Communication)

1. 개 요

5G (5th Generation) 에 대한 세계의 관심이 집중된 가운데, 우리나라는 지난 4월 3일 세계 최초로 정식 5G 스마트폰을 출시하며 상용화에 성공하여 우리나라 ICT 기술 경쟁력을 입증한 바 있다. 5G 기술은 ICT 융합을 통해 전 산업 패러다임을 변화시킬 4차 산업혁명의 핵심기술로 인식되며 글로벌 주도권 경쟁을 촉발하고 있다. 5G는 차세대 실감형 미디어, 자율주행차, 스마트 제조, 디지털 헬스케어, 스마트홈·오피스에 이르기까지 우리 생활의 거의 모든 영역에 큰 변화를 불러일으킬 것으로 예상되고 있다. 그러나 해상무선통신의 경우 육상과 달리 통신 성능이 빠르게 발전하지 못하는 이유는 지형적 특성으로 인해 기지국을 해상에 설치할 수 없기 때문이다. 육상의 기지국을 이용하여 장거리 통신을 지원하기 위해서는 낮은 주파수 대역을 사용해야 하지만 낮은 주파수에서는 데이터 전송 용량이 매우 적게 되므로 아주 긴급한 몇 가지 신호 외에는 전달할 수가 없다. 육상에서 사용하는 WiBro, WiMAX, WAVE, Wi-Fi 등과 같은 다양한 통신 방식을 해상에서 사용하기 위한 많은 시도들이 있었지만 현재까지 통신 가능한 거리가 수 km에서 최대 30 km 정도에 머무르고 있는 실정이다^(1~3).

본 논문에서는 해양 통신 환경에서 5G 적용을 위해 필요한 핵심 기술들에 대한 기술적 검토를 통해 전체 산업에 미치는 파급력을 분석하고, 5G로 창출될 새로운 비즈니스 분야와 기회 영역을 살펴본다. 이를 통해 국내 기업들이 5G 시대를 대비할 때 필요한 정보를 제공하고 5G 관련 산업과 시장, 생태계에서 새로운 기회를 찾는 데 기여할 인 사이트를 도출하고자 한다. 또한, 5G의 3대 특성인 초고속, 초저지연, 초연결 각 분야별 새로운 비즈니스 기회 영역을 도출하고 5G가 영역별 산업 생태계에 미치는 파급력과 이로부터 창출될 새로운 기회 영역에 대한 분석을 통해 5G로 창출될 새로운 비즈니스 분야와 기회 영역을 도출하도록 한다.

2. 5G 핵심 성능 및 표준화 동향

Table 1. 5G 의 핵심 성능

핵심성능		4G	5G	4G 대비
초고속	최대 전송 속도	1 Gbps	20 Gbps	20 배
초저지연	전송지연	10 ms	1 ms	1/10
초연결	최대 기기 연결 수	십만개/km ²	백만개/km ²	10 배



표 1에서 나타난 바와 같이 5G의 3대 핵심 성능은 초고속(Enhanced Mobile Broadband), 초저지연(Ultra-Reliable and Low Latency Communication), 초연결(Massive Machine Type Communication)로 압축된다. 5G는 데이터 전송량이 큰 고주파 대역을 사용함으로써 더 많은 데이터를 더 빠르게 전송할 수 있다. 4G(LTE)와 비교해 이론상 최고속도(20 Gbps)는 20배, 체감속도(100 Mbps)는 10배 더 빠른 기술 스펙을 목표로 하고 있다. 또한 1ms(1/1000초)의 초저지연 수준을 구현하는데, 이는 평균 100ms를 상회했던 3G보다는 100배 더 낮은 수치이며, 네트워크 상태에 따라 차이가 있지만 10~50ms 수준인 4G보다는 10배 이상 개선된 성능이다. 이와 함께 4G 대비 10배 증가한 km² 당 100만대 이상 대규모 단말의 동시접속이 가능하며 에너지 효율도 100배 개선함으로써, 자율주행차량과 거의 모든 전자기기, 수많은 센서들이 인터넷에 접속될 만물인터넷 (Internet of Everything) 시대에 대응할 수 있는 초연결의 특 장점을 보유하고 있다.

표2는 위에서 언급한 기술적 특징에 대해서 현재 표준화가 진행되고 있는 5G 기술표준 진화 3단계를 나타내고 있다. 해양 통신 환경에서 5G 구현을 위한 기술적 요구사항은 크게 초고속 eMBB(enhanced Mobile BroadBand), 고신뢰/초저지연 URLLC(Ultra-Reliable Low Latency Communication), 초고속 mMTC(massive Machine-Type Communication)의 세 가지 사용 사례(Use case)에 대해 세분화해서 나타낼 수 있다⁽⁴⁾. 좀 더 자세히 살펴보면, eMBB의 경우에는 대용량 파일 전송, 고화질 비디오 서비스 등과 같이 대용량 전송 위주의 서비스를 추구한다. URLLC는 공장 자동화, 임무 위급형(Mission critical) 시스템, 자율주행 등과 같이 높은 신뢰성과 낮은 지연 속도가 필수적인 서비스 지원을 목표로 한다. mMTC의 경우에는 높은 연결 밀도 제공이 필수적인 스마트 센서, IoT(Internet-of-Things) 응용에 적용 가능하다.

Table 2. 5G 기술표준 진화 3단계

5G 요구사항 (3대 서비스 시나리오)	Release 15 NSA (중속모드/17년12월)	Release 15 SA (단독모드/18년6월)	Release 16 (최종/20년3월 예정)
초고속 (eMBB, enhanced mobile broadband)	LTE 망과 연계된 5G로 전송속도 향상 4K/8K UHD 방송, 가상현실(VR)/증강현실(AR) 유희콘텐츠	5G 단독망 구성	5G 시스템 성능 진화 다양한 초고속/실시간 데이터 서비스
고신뢰-초저지연 (URLLC, ultra reliable and low latency communication)		ITU-R 요구사항 충족 C-V2X 기본 서비스(LTE 기반)	5G 융합서비스별 특화된 요구사항 반영 진화된 V2X 로봇 실시간 원격조종
초고속 (mMTC, massive machine type communication)		NB-IoT/eMTC 이용 (LTE 기반)	스마트시티, 스마트공장, 5G 기반 산업용 IoT(IoT)

3. 5G 기술요소별 특징 분석

3장에서는 5G 구현에 요구되는 4가지 기술요소와 실시간 대응을 위해 필수적인 모바일엣지 컴퓨팅에 대한 특징 분석내용을 다루도록 한다.

Table 3. 5G 구현에 요구되는 기술요소 (요약)

주파수	기지국	Massive MIMO + 빔포밍	네트워크 슬라이싱
4G: 높은 커버리지, 낮은 대역폭 2.6GHz 5G: 전국망 구축에 인접 지역에 보조망으로 활용 3.5GHz, 28GHz	초기에는 4G, 5G 교차기 동시 사용 4G + 5G 피코셀(수십m), 마이크로셀(1km 이내), 매크로셀(수km)	대역폭(속도), 지연시간 (변동수준 커짐) 동영상 스트리밍, 자율주행차, Massive IoT	네트워크 슬라이싱은 여러 개의 가상 네트워크로 데이터 서비스의 품질을 차별화 하는 기술
5G는 3.5 GHz 와 28 GHz 를 이용하는 가운데 고주파 대역은 데이터 전송 용량이 큰 대신 커버리지가 낮음	광대역 매크로셀, 1 km 이내를 커버하는 마이크로셀, 수십미터를 커버하는 피코셀의 배치가 필요	Massive MIMO는 안테나 수를 늘리고 2차원으로 배치해 전송 용량과 전송 속도를 높이는 기술	

3.1. 주파수

4G 네트워크가 2.6GHz 이하의 저주파 대역을 사용한 데 반해 5G는 3.5GHz 저주파와 이보다 훨씬 높은 대역의 28GHz를 이용한다. 고주파 대역은 데이터 전송 용량이 커지는 대신, 파장이 짧아져 전파의 도달 거리가 줄어들며 회절성이 약해 장애물을 피해가기 쉽지 않다는 단점을 갖고 있다. 반면에 4G에서 사용되는 저주파는 성능이 낮지만 커버리지가 높다.

Table 4. 5G 주파수 할당 공고문

(공고 제2018-235호)

주파수	3.5 GHz (3,420~3,700 MHz)	28 GHz (26.5~28.9 GHz)
대역폭	280 MHz (10 MHz × 28 블록)	2,400 MHz (100 MHz × 24 블록)
기술방식	국제전기통신연합(ITU)이 채택한 IMT 표준 기술방식 (IMT-2000, IMT-Advanced, IMT-2020* 및 이후 진화기술) *다만, IMT-2020 채택 이전에는 한시적으로 3GPP 표준기술 (Release 15 이후)의 사용 허용	
혼-간섭 사항	인접 공공 주파수 등 기존 업무 보호	인접 차량중용방지레이다 및 이동형위성지구국 (ESIM) 간섭회피

3.2. 기지국

이에 따라 5G는 4G 보다 더욱 촘촘한 기지국 배치가 요구된다. 수km의 광대역 커버리지를 지원하는 매크로셀(대형 기지국)과 함께, 1km 이내를 커버하는 마이크로셀, 수십 미터를 커버하는 초소형 기지국인 피코셀을 지역에 적절하게 배치해 전파가 도달하지 않는 음영지역을 최소화하는 설계가 필요하다.

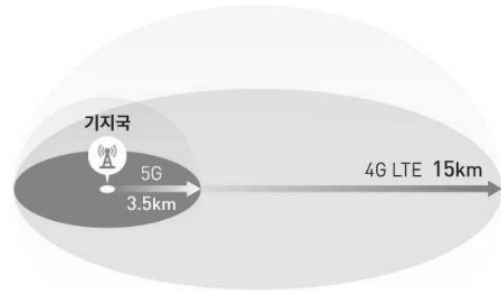


Fig. 1. 4G/5G 기지국 커버리지 비교

3.3. Massive MIMO

Massive MIMO(Multiple Input Multiple Output)는 안테나 수를 늘려 수십 개의 안테나를 2차원으로 배치, 수직과 수평 방향에서 다중 사용자를 연결해 전송 용량과 전송 속도를 높이는 기술이다. 4G에서는 4x4(송신 안테나 4개, 수신 안테나 4개)나 8x8의 MIMO 안테나가 주로 사용되지만, 5G에서는 64x64까지 안테나 수가 증가한다. 이와 함께 많은 수의 안테나에서 방사되는 신호를 정밀하게 제어해 단말기에 정확하게 연결되도록 하는 빔포밍(Beamforming) 기술이 사용되어 에너지 손실을 줄이고 전송 거리를 확장한다.

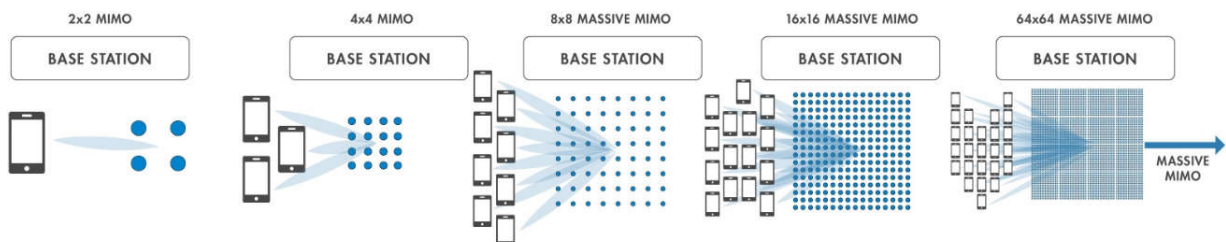


Fig. 2. Massive MIMO 기본 개념

해양 통신 환경에서 5G 적용을 위한 기술적 검토

3.4. 네트워크 슬라이싱

네트워크 슬라이싱(Network Slicing)은 여러 개의 가상 네트워크로 데이터 서비스의 품질을 차별화하는 기술이다. 예를 들어, 동영상 스트리밍에 필요한 네트워크에는 높은 속도와 고지연 시간을 부여하고, 자율주행 차량 네트워크에는 낮은 속도와 초저지연성을 설정한다. 반면에, 다수의 IoT 단말들을 사용하는 경우에는 초고속, 초저지연성보다 대규모 연결에 많은 자원을 할당할 수 있다. 네트워크 슬라이싱 기술을 활용할 경우 한정된 네트워크 자원을 서비스 목적에 맞춰 커스터마이징해 사용함으로써 효율성과 성능을 극대화할 수 있게 된다. 그림3은 네트워크 슬라이싱 기술을 이용해 다양한 5G 서비스를 독립적인 슬라이스를 통해 제공하는 예시를 나타내고 있다. 네트워크에서의 슬라이스는 코어 네트워크 및 라디오 액세스 네트워크에서 특정 서비스에 필요한 5G 서비스를 위한 CP (Control Plane) 및 UP (User Plane) 네트워크 기능들을 조합하여 맞춤형 5G 네트워크 서비스를 제공하게 된다⁽⁵⁾. 따라서 해당 서비스에 불필요한 네트워크 기능이나 트래픽을 분리시켜 서비스의 독립성과 안정성 및 자원 사용의 효율성을 확보할 수 있게 된다. 나아가, 네트워크 기능별로 표준화된 인터페이스 제공을 통해 서로 다른 지역, 도메인, 벤더, 성능 등의 속성을 지니는 네트워크 기능의 조합 및 사용이 가능해지므로, 5G 네트워크 구조의 유연성을 제공함과 동시에 5G 네트워크 자원 및 서비스가 하나의 도메인이나 사업자에 국한되지 않는 실질적인 네트워크의 개방 및 공유가 가능해지게 된다.

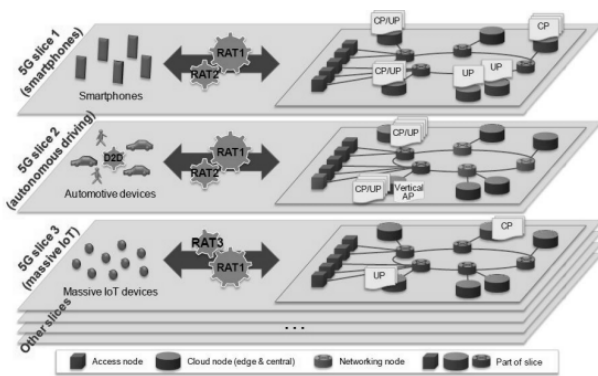


Fig. 3. 네트워크 슬라이싱 (예시)

3.5. 모바일엣지 컴퓨팅

MEC(Mobile Edge Computing)은 스트리밍, 원격 조작, 제어 서버를 최종사용자와 가까운 곳으로 옮겨 5G의 초고속, 초저지연을 구현하는데 기여할 기반 기술이다. 현재의 4G 네트워크는 데이터가 백홀망을 거쳐 멀리 떨어진 서버까지 왕복해야 하며, 이 과정에서 지연 시간과 속도 손실이 발생한다. MEC는 서비스 서버를 사용자 근처로 이동해 왕복 거리를 크게 단축하여 초저지연, 초고속 성능과 함께 백홀망 트래픽의 부하를 절감하는 효과를 거둘 수 있다. 마이크로소프트, 아마존 등 클라우드 사업을 영위 중인 기업들과 GE, IBM 등 비즈니스 솔루션 제공 업체들은 트래픽 양이 폭발적으로 증가할 5G 시대를 대비하기 위해 MEC 관련 기술 및 솔루션 개발에 주력하고 있다.

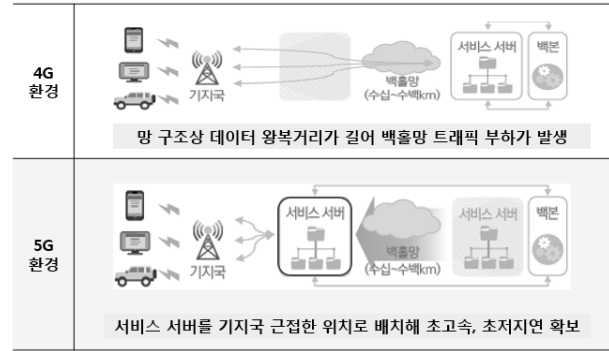


Fig. 4. 모바일엣지 컴퓨팅 개념과 구현 효과

4. 결론

본 논문에서는 해양 통신 환경에서 5G 적용을 위해 필요한 핵심 기술들에 대해서 각각의 특징들을 분석하고 이를 바탕으로 5G로 창출될 새로운 비즈니스 분야와 기회 영역을 살펴보았다.

무선통신의 역사를 돌이켜보면, 10년 주기로 다음 기술로 업그레이드 되고 있고 그 주기는 점차 빨라지고 있다. 5G 채택의 속도도 비슷한 양상이며 성숙한 정점에 대한 기대도 커지고 있다. 5G는 새로운 인프라, 새로운 장치, 새로운 사용 사례로 연결된 해양 통신환경에 새로운 생명력을 불어넣고 있다. 또한, 5G는 높은 용량과 낮은 지연 시간으로 사람들과 장치가 연결하는 방법을 급격하게 바꿀 것이다. 진정한 5G를 통해 완벽한 사물통신 기술, 저전력 센서, 모바일 관리, 원격 장비/자산 모니터링, 스마트 전력망 등 첨단 정보통신기술을 활용한 미래 해양 통신환경이 하루 빨리 구축되기를 기대한다.

참고문헌

- 1) Gwang-Bok Lee, Gab-Ki Kim, "Design and Manufacture of LTE/Wibro Antenna for Maritime Communications," J. KIIT, Vol. 14, No. 11, pp.57-62, 2016.
- 2) Tingting Yang, Hao Liang, Nan Cheng, Ruilong Deng, Xuemin (Sherman) Shen, "Efficient scheduling for video transmissions in maritime wireless communication network," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 64, No. 9, pp. 4215-4229, 2015.
- 3) Manoufali, M., Alshaer, H., Kong, P. Y., Jimaa, S., "Technologies and networks supporting maritime wireless mesh communications," In Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), pp. 1-8, April 2013.
- 4) Younsun Kim, NR Physical Layer Design: NR MIMO, 3GPP RAN Workshop, Brussels, 24-25, Oct. 2018.
- 5) Havish Koorapaty, NR Physical Layer Design: Physical layer structure, numerology and frame structure, 3GPP RAN Workshop, RWS-180008, Brussels, 24-25 Oct. 2018.