

1 | 5G 모바일 어플리케이션을 위한 메모리 반도체

스마트폰을 비롯한 모바일 기기 발전의 다음 단계는, 5G와 새로운 폼 팩터, 그리고 풍부한 콘텐츠의 소비 및 생성의 다양한 조합 이 세가지에 의해 결정될 것이다. 특히 미래의 기반이 되는 5G 기기에 쓰이는 메모리 반도체는 다음과 같은 특징을 보여줄 것이다.

- 개선된 sequential reading/writing 속도와 bandwidth
- 대규모 저장 용량 : 256GB, 512GB 그리고 1T 이상
- 원가 절감 : 3D NAND, TLC, QLC
- Controller 품질 향상 : architecture, Wear levelling, Over-provisioning
- Embedded Storage Interfaces : UFS 3.x, UFS 4.x, PCIe
- 신뢰성 향상

5G를 사용하는 모바일 기기들은 기존보다 몇 배 더 많은 데이터를 생성하고 소비하면서 그 복잡성이 더욱 증가할 것이고, 더 높은 수준의 5G 처리량은 실시간 게임과 같은 콘텐츠 스트리밍을 증가 시킬 것이다. 5G 모바일 기기들은 다양한 활용 사례가 있을 것이며 각 사례 별로 서로 다른 성능, 대기지연시간, IOPS, 읽고/쓰기 속도, 데이터 유지, 발열 정도가 적합할 것이다. 메모리의 선택과 개발은 런 다양한 경우에 대해 초기 디자인 단계에서부터 고려되어야 할 것이다.

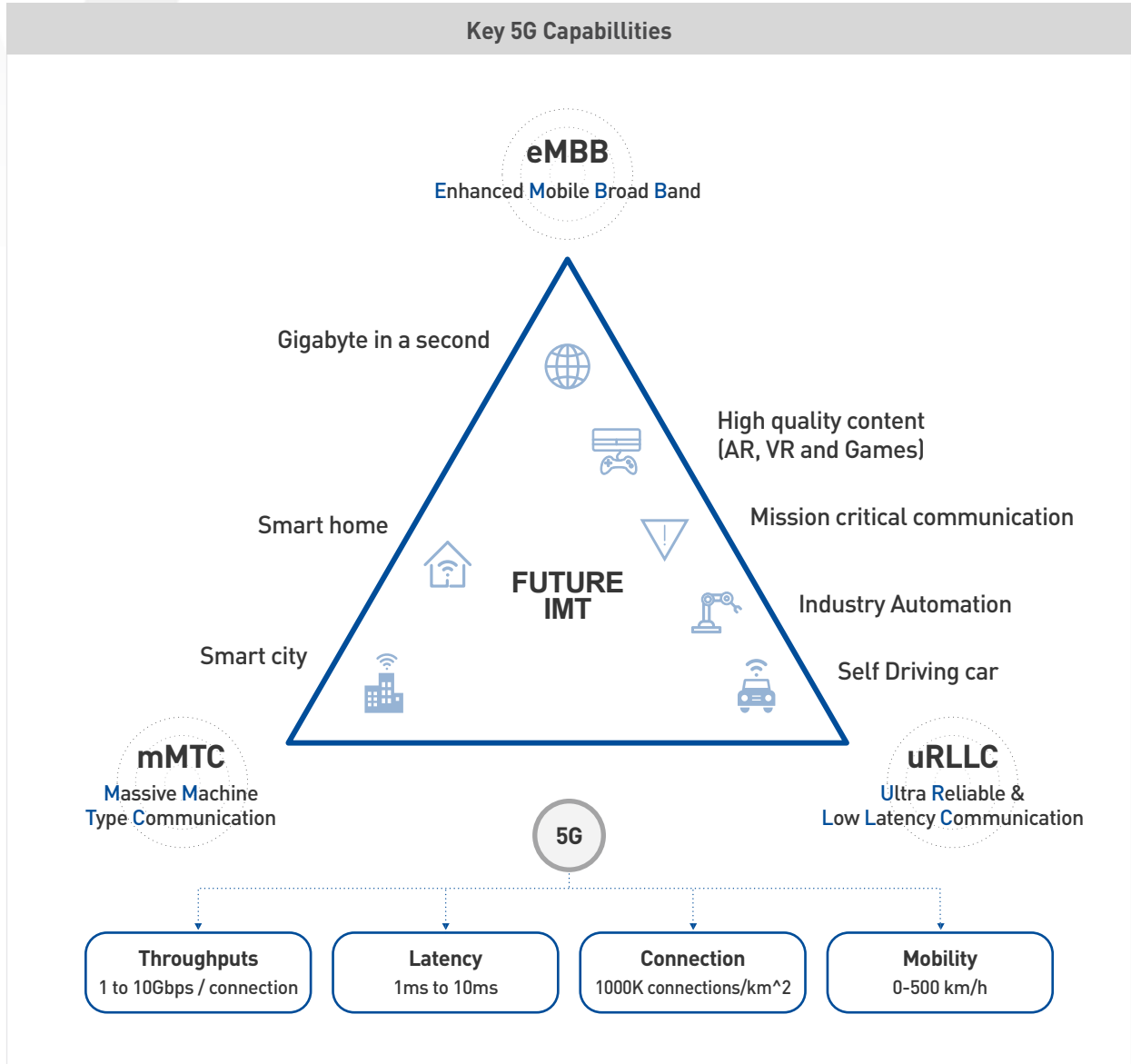
5G 시대의 주요한 모바일 기기는 스마트폰, 커넥티드 PC, 태블릿, XR, HMD (Head-Mounted-Display) 등이 있는데, 이들 모두 저장공간에 대한 다양한 니즈가 있는 기기들이다.

- 스마트폰, 태블릿 및 XR HMD에서의 모바일 클라우드 게임
- 라이브 스포츠 및 스트리밍 방송의 8K 고화질 콘텐츠
- XR HMD, 라이브 스포츠 및 홈 무비의 360도 콘텐츠
- 새로운 iPad 및 차세대 iPhone (iPhone12)과 같은 스마트폰 카메라의 ToF 센서는 XR HMD의 소스가 될 3D 콘텐츠를 캡처/생성하는 라이트 필드 카메라로 작동

eMMC 5.1은 초기에 4G에서 5G로 이동하는 일부 장치에 대한 수요를 여전히 충족할 수 있으나, 높은 Gbps 수준의 처리량으로 인해 대부분의 5G 장치에는 UFS가 가장 적합하다. 커넥티드 PC에는 UFS와 PCIe SSD 가 모두 필요하지만 다른 PC는 주 메모리 인터페이스로 UFS가 선호된다.

■ 5G 모바일 기기는 어떻게 진화하고 있는가

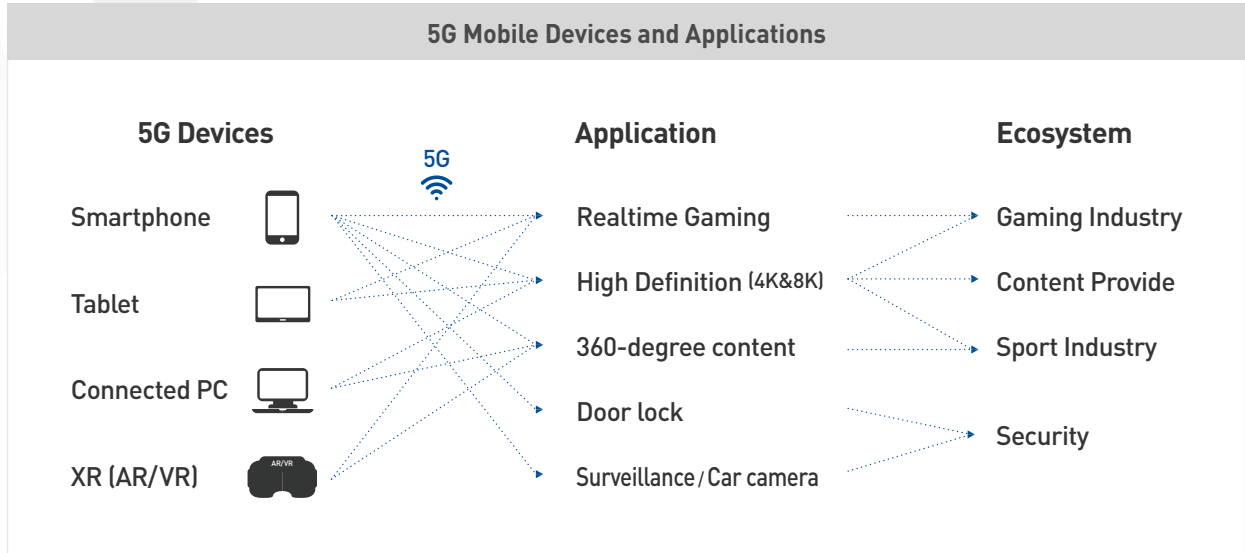
- 5G는 모바일 기기의 변화에 영향을 미치고 새로운 어플리케이션을 촉발시킴
 - 5G는 단순한 속도의 개선이 아니라, eMBB(Enhanced Mobile Broadband), mMTC(Massive Machine Type Communication), uRLLC(Ultra-reliable Low Latency Communication)과 같은 새로운 가능성을 제공한다.



- 5G는 기존 4G 대비 아래 세 가지의 새로운 혜택을 제공해준다.
 - 낮은 비용과 높은 처리량 : 5G는 낮은 비용으로 cell 당 네트워크 수용량을 높임
 - 저지연성: 4G보다 낮은 대기지연시간으로 XR, 커넥티드 PC, 몰입형 게임에 필수
 - High device connection density: 5G는 1km² 당 최대 1백만 기기가 연결된 상태에서 넓은 커버리지를 제공

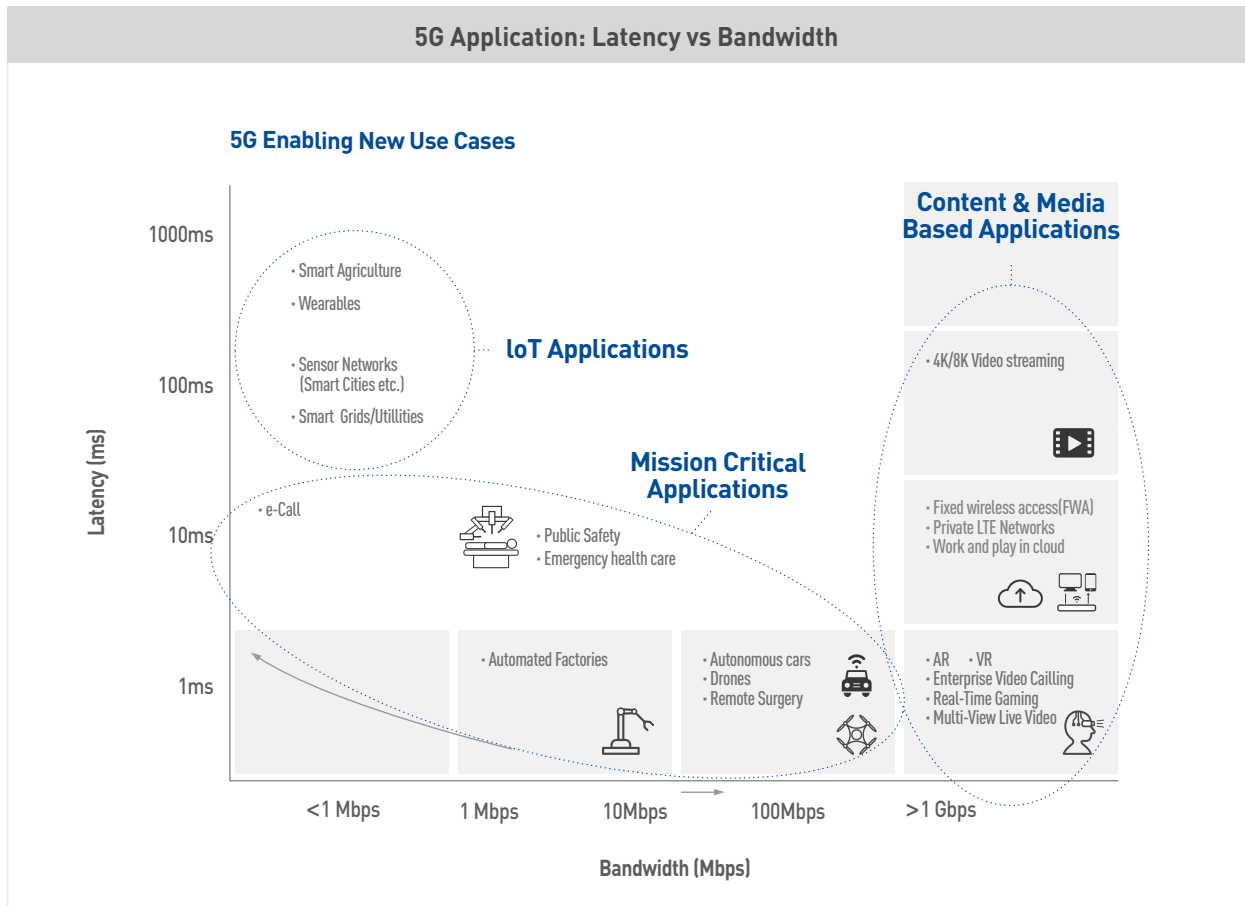
■ 5G 모바일 기기들의 새로운 기능들

- 5G의 주요 장점은 빠른 속도와 저지연성이다. 일반 모바일 사용자의 오랜 바램은 가볍고 빠른 브라우징 속도와 부드러운 영상화면이 버퍼링 없이 제공되는 것이었으며, 또한 빨라진 속도는 대용량의 로컬 데이터로의 접근성을 높였다. 동시에 다량의 사용자가 동시다발로 클라우드에 접속하고 지연 없는 상호작용을 할 수 있게 만들었다. 5G의 특징 중 하나인 eMBB는 이와 같은 기대에 상응하여, 최소한 4종류의 5G기기에 실효성을 가져다 줄 수 있다.



- 5G 스마트폰: 5G가 고성능의 몰입형 데이터 집약적 콘텐츠를 제공하기 때문에 스마트폰에서 더 많은 정보에 액세스하고자 하는 요구가 생기며, 이에 스마트폰 제조사들이 대형 디스플레이를 개발하도록 유도하여 폴더블 스마트폰을 개발하게 만들었다. 5G 스마트폰은 채택근무시 핫스팟 제공의 기능도 하고있어, 초저지연의 5G 연결성은 모바일상 화상회의, 멀티태스킹에 적합한 기기로 대두됐다. 앞서 언급한 혁신적인 애플리케이션은 5G가 주도할 것이며, 스마트폰상의 속도와 수용가능성 수준을 높이고자 하는 필요성이 대두될 것이다.
- 커넥티드 PC: 마이크로소프트사는 커넥티드 PC 사업을 최소 10년동안 추진해왔으며, 스마트폰의 역할도 할 수 있게 하고자 했다. 인텔과 퀄컴은 2017년 이래로 SoC에 집중하여 eSIM이 들어간 커넥티드 피씨(always connected PC)를 개발하는 경쟁에 뛰어들었다. 하지만 4G에 연결된 커넥티드 PC는 인기를 끌지 못했는데, 4G의 속도가 여전히 불충분하면서, 전력 소모가 많았기 때문이었다. CES 2020에서 OEM들은 인터넷 접근성과 배터리 사용시간을 늘리고 무게를 줄인 5G 커넥티드 PC를 선보였으며, 우리는 이 시장이 2025년까지 32.7백만 대의 시장으로 성장할 것이라 전망하고 있다.
- Tablet (태블릿): 네트워크에 연결된 태블릿의 경우, 삼성과 화웨이가 5G 제품을 출시했으며 높은 대역폭, 낮은 대기지연시간이 요구되는 게임에서 비디오 앱에 주로 사용될 것이다. 5G 앱이 진화함에 따라 5G 태블릿 시장 또한 점점 성장하여 2025년에 30.7만의 5G태블릿이 출하될 것으로 전망된다.

- Standalone XR HMD: Standalone XR HMD는 게임에 국한되지 않고, 전자상거래, 교육, 훈련, 의료, 광고에 이르는 다양한 분야에 적용될 것이다. 하지만, 하드웨어의 성능이 먼저 구비되어야 Standalone XR HMD 실현이 가능한데, 아직은 발전이 지지부진한 상태이다. 앞으로 하드웨어 성능의 발전과 함께 XR 출하량이 2025년 17백만에 도달할 것으로 보이며, 초저지연성을 가진 5G SA 네트워크의 상용화와 함께 더욱 성장할 것으로 예상된다.
- Mobile Wi-Fi Router(Mi-Fi): Mi-Fi는 5G에서 중요한 기기이며, 최소한 5G 초기 상용화 단계에서는 스마트폰 다음으로 가장 많은 출하량을 보일 것으로 기대된다. 5G 핫스팟은 어디서든 저지연과 높은 주파수 대역을 가능하게 했고, CPE(Customer Premises Equipment) 형태의 기기는 게이트웨이 라우터로 가정에서 사용될 것이다. 5G 핫스팟의 가격은 RFFE(Radio Frequency Front End)의 복잡성, 기저대에 맞는 제품 사양, 빠른 내장 메모리 등으로 인해 4G에 비해 높지만, MediaTek, UNISOC에서 양산되는 칩셋으로 인해 그 가격이 점차 하락할 것이다. 5G SoC 비용의 하락과 더 많은 애플리케이션의 진화로 인해 5G 라우터 가격은 2023년부터 하락할 것으로 예상된다.

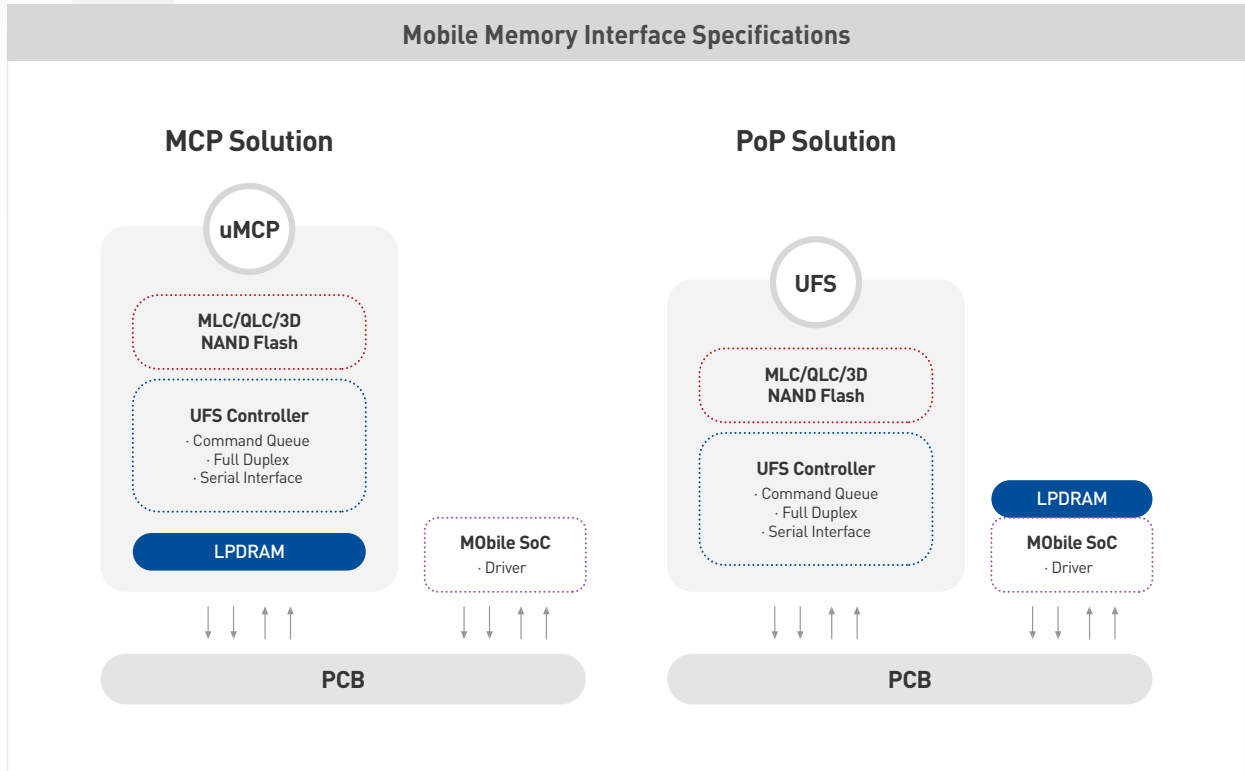


- AR & VR
- Mobile Cloud Gaming
- 8K 고화질 콘텐츠
- 360도 Content

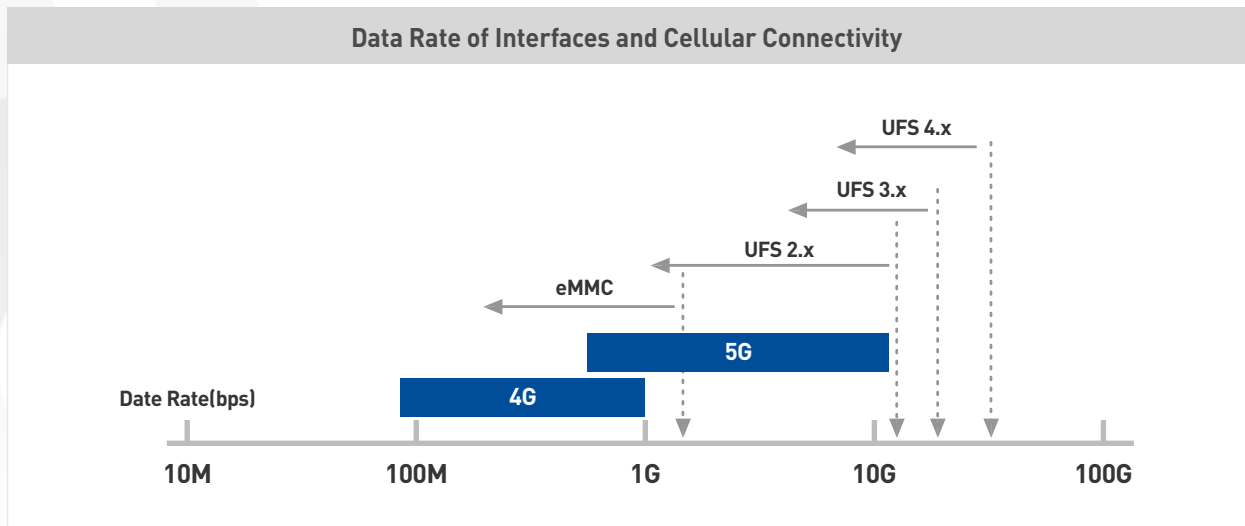
■ 메모리 제조사들을 위한 기회

■ 인터페이스 간 성능 비교

- 패키징의 측면에서 MCP 솔루션은 중저가 스마트폰 시장에서만 지배적이며, 반면에 시스템 디자이너들은 높은 퍼포먼스 성능의 모바일 기기를 PoP(Package on Package)보다 선호하는데, PoP는 저전력의 DRAM과 독립된 UFS 또는 독립된 eMMC를 포함한다. PoP솔루션은 MCP 솔루션보다 더 나은 성능을 보이는데, AP가 직접적으로 저전력 DRAM과 연동할 수 있기 때문이다.







- eMMC는 모바일 앱의 데이터 저장공간으로 주류의 역할을 수년간 맡아왔지만, eMMC의 속도는 8비트 트랜스미션과의 유사성으로 인해 한계에 다다르고 있다. 그 영향으로 UFS가 5G시대에 주류의 역할을 차지하게 될 것이다. UFS는 연속적인 인터페이스와 양방향 동시통신 전환 프로토콜 (full duplex transfer protocol)로 eMMC의 2배에서 4배에 이르는 최대 대역폭을 제공할 수 있기 때문이다.
- UFS 인터페이스는 더 높은 Gbps와의 연동성이 좋고, 대기전력소비는 eMMC에 비슷하다. 디바이스 활성화 상태에서 UFS 전력소비량은 eMMC보다 높지만, 더 많은 데이터를 전송함으로써 유휴상태를 빨리 만들어주기 때문에 전반적으로 UFS는 eMMC에 비해 매우 낮은 전력을 소비하며, 배터리 사용절감의 효과와 함께 배터리 기반으로 구동되는 IoT앱에 적합하다. 4g LTE는 이론적으로 1Gbps를 초과할 수 있지만 (5G의 속도는 1-10Gbps), 실제로는 여전히 500Mbps 이하이다. XR, 온라인 게임, 8K 비디오를 구동하려면 6Gbps의 속도가 필요하므로, UFS는 이들 앱을 구현하기에 적합하다.



- 비디오는 데이터 소모량이 가장 큰 콘텐츠이며 360비디오의 크기에 따라 2d비디오 해상도 대비 최소 8배 이상의 해상도가 확보되어야 한다. 하지만, 높은 수준의 FOV와 고해상도를 제공하는 일은 하드웨어와 충돌, 전송미션 속도, 비디오 크기 등의 방해요인이 있어 쉽지 않다.
- XR을 이용하려면 메모리는 반드시 빠른 속도, 높은 대역폭, 낮은 대기시간을 제공해야 하는데, XR이 동시다발로 기기에 액세스하고 멀티미디어를 검색작업을 수행하기 때문이다. 따라서 양방향 동시통신과 연속적인 인터페이스가 필요하므로 eMMC보다 UFS가 낫다.
- 8K 비디오: 표준 8K 비디오의 스트리밍을 하기에는 버퍼링 없는 로딩 속도와 부드러운 화면 전환이 가능한 5G 대역폭이 적당하다. 하지만 8K 비디오의 프레임 비율을 높이려면, 5G 대역폭이 적합한 수준에 도달해야하며, 고속완충 메모리(high-speed buffer memory)에 공간이 확보되어야 하는데, 이를 만족하는 최적의 솔루션은 UFS 3.0 이상의 버전이다.

Storage Capacities by Interface by Key Mobile Devices

Storage Interface Type / Total Storage Consumption (millions of GBs)	eMMC		UFS/PCIe		Shipment (Millions of Unit)	
	2021E	2025E	2021E	2025E	2021E	2025E
Key Mobile Devices	2021E	2025E	2021E	2025E	2021E	2025E
Smartphones 	-	-	74,946.2	310,773.6	273.1	1,271.2
Tablets 	-	-	1.9	23.5	0.0147	0.1117
PCs 	-	-	246.6	8869.6	2.2	37.2
XR Headsets 	14.9	-	162.9	8,393.6	1.9	21.5

- UFS가 필요한 여타의 기기들과는 달리, 5G 모바일 기기의 빠른 속도에 응답하려면 커넥티드 PC는 PCIe SSD가 필요할 것이다.

■ 결론

UFS는 5G가 주도하는 모바일 기기 시장에 가장 적합하다. UFS의 빠른 속도와 반응성은 5G시대에 요구되는 즉각적인 반응(instant-on), 빠른 부팅, 멀티태스킹, 멀티 프로세싱의 필요조건을 충족한다. 모바일 게임 스트리밍 시장은 5G의 넓은 대역폭, 낮은 대기시간으로 인해 빠른 속도로 성장할 것이다. 콘텐츠 제공자는 5G의 수용성, 필요조건, 한계성을 파악하고 있어야 하며, 다양한 기기에서 클라우드 스트리밍 될 수 있도록 높은 수준의 모바일 게임을 제작할 필요가 있다.

NAND flash가격이 하락하고 있지만, 5G 중심의 기기들은 고성능의 스토리지 솔루션이 필요하다. 모바일 기기 제조사들은 애플리케이션의 성능 요구 사항을 충족하는 적절한 메모리를 선택하기 위해 다양한 유형의 플래시의 특성을 이해해야만 한다.

5G 시대에 성공적으로 안착하기 위해서 플래시 제조업체는 5G 기기들이 필요로 하는 스토리지의 수요와 영향을 이해하고, 올바른 솔루션을 제공할 다양한 애플리케이션에 대한 시장 잠재력을 파악해야 한다.