

6G 동향 및 진화 방향성

나민수 SK텔레콤 6G개발팀장

1. 머리말 : 이동통신 세대 진화 & 서비스·단말 진화 연계성

과거를 돌아보면 새로운 서비스에 대한 요구와 이를 뒷받침할 제반 산업의 발전이 함께 보조를 맞춰 진행됐을 때, 이동통신의 발전은 서비스와 제반 산업의 발전을 더욱 가속화하는 촉매가 됐다. 그리고, 이는 새로운 이동통신 세대로의 진화를 이끄는 동인으로 작용하는 선순환이 이뤄져 왔다. 대략 10년을 주기로 새로운 세대로 진화를 거듭하고 있는 이동통신의 역사는 이러한 선순환 관계를 잘 보여주고 있다.

우리나라가 세계 최초로 상용화한 CDMA는 이동통신 대중화라는 시대적 요구에 부응하면서 폭발적 성장의 시발점이 됐다. 이후 찾아온 유선 인터넷의 성장은 곧바로 세계 어느 곳에서도 손안의 인터넷 서비스를 갈망하는 동인이 돼 3G로의 이동통신 진화가 자연스럽게 이어질 수 있었다. 이후 스마트폰 폼팩터, 카메라, AP 등의 발전과 함께, 콘텐츠 생산·소비의 주체가 더 이상 별개가 아닌 프로슈머 트렌드를 등에 업고, 유튜브(YouTube)로 대표되는 멀티미디어 시장이 급성장했다. 이는 수많은 온라인 동영상 서비스(OTT)를 끌어들이고 넓은 대역폭의 이동통신 서비스를 자연스럽게 요구하면서, 4G LTE가 이동통신을 성숙기로 이끌 수 있는 바탕이 됐다.



[그림 1] 서비스/단말과 이동통신 진화 연계성

1.1 6G 성공의 Key는 킬러서비스 & 혁신적 디바이스

2019년 세계 최초의 5G 서비스가 상용화된 이후, 5G 서비스를 더욱 고도화하기 위해 5G-Advanced 기술에 대한 표준화가 이미 진행 중이다. 5G는 LTE 대비 더 넓은 대역폭과 더 빨라진 실시간성을 기반으로 새로운 서비스를 지원할 수 있는 것으로 기대된다. 하지만, 지난 세대 이동통신 진화 시기에 경험했던 서비스 혁신에는 미치지 못하는 부분이 어느 정도 있는 것도 사실이다. 이는 일정 수준 이상에 도달한 산업의 발전 속도가 완만해지는 현상과 연관되지만, 지난 LTE 진화의 동인이 되어 준, '새로운 서비스에 대한 요구'와 '제한 산업 발전과의 보조'가 미흡했던 점도 일정 부분 기인한 것으로 보인다.

돌아보면 LTE의 폭발적인 시장 성장은 모바일 동영상이라는 킬러 서비스가 있었기에 가능했다. 3G에선 불가능했던 모바일 동영상 서비스가 LTE를 통한 비약적인 무선 속도 증대로 가능하게 됐다는 점이다. 더불어, 아이폰으로 대표되는 스마트폰이라는 새로운 소비자 디바이스 출현이 모바일 혁명을 촉진시키는 촉매제로 작용했다.

5G에서도 초광대역 서비스를 위한 무선 속도 증대노력이 이어졌다. 고객 체감 속도를 극대화하기 위해, SK텔레콤은 비자립형(NSA) 구조(옵션 3x)를 도입해 기존 LTE 속도와 새로운 5G 대역에서의 속도를 결합할 수 있는 구조로 네트워크 진화를 진행했다. 하지만, 현재 활성화됐거나 시장의 수요가 많은 서비스들의 요구사항은 LTE에서도 상당 부분 충족돼, 5G 도입으로 인한 새로운 시장 개척 및 활성화를 위한 노력이 필요한 상황이다.

따라서 성공적인 6G 시대를 위해선 네트워크 진화와 더불어 혁신적 서비스, 그리고 이를 체감할 수 있는 디바이스 출현이 필수적이다. 이번 원고에선 6G시대 예상되는 서비스 동향, 국제표준단체에서 정의하고 있는 6G 서비스 및 AI의 중요성을 소개하고, 네트워크, 서비스의 진화 방향성을 살펴보고자 한다.

2. 2030 유망 서비스 전망과 기술 동향

6G 시대에는 5G의 eMBB, URLLC, mMTC 기술 특성을 한층 진화시키면서, AI와 센서 융합 기술을 통신에 접목함과 동시에, 한층 발전된 디바이스 성능과 혁신적인 폼팩터, 서비스 기술의 발전이 이뤄질 전망이다. 이에 힘입어 5G 기술로는 충분히 구현하기 어려웠던 서비스들이 가능해지고 더욱 다양한 새로운 서비스들이 등장할 것으로 예상된다.

5G의 시작과 함께 본격화된 스마트 시티·스마트 팩토리·스마트 오피스 등은 서비스의 완성도 제고와 함께 고도화가 진행될 것이며, 서비스 개념과 목표는 제시됐지만 기술 한계로 도입되지 못했던 서비스들이 본격적으로 제공될 예정이다. 당시에선 이러한 서비스 중 라이프 스타일의 혁신을 가져올 것으로 기대되는 서비스들을 관심 있게 지켜보고 있다. 특히, AI·머신러닝(ML) 기반 지능화와 센서 융합 기반 디지털화를 통해 일상 생활에서 마주했던 시간·공간의 제약을 완화시켜, 지금까지 양립하기 어려웠던 개인 삶의 질과 사회 생산성을 함께 높여줄 수 있는 서비스들이 그 대표적인 예다.

시공간 제약 완화를 통해 라이프 스타일의 혁신을 가져올 대표적인 서비스들로 자율주행, UAM(도심항공교통, Urban Air Mobility), XR(확장현실, Extended Reality), 홀로그램, 디지털 트윈 등을 꼽을 수 있다. 앞서 언급한 6G 통신기술과 접목된 AI, 그리고 센싱 기술의 발전은 이들 서비스

의 성공을 견인하는 근간이 될 것이다. 각 서비스들은 제반 연관 산업 영역과 여타 관련 기술의 발전이 수반될 때, 실제 라이프 스타일 혁신의 경험을 고객에게 제공할 수 있을 것으로 예상된다.



[그림 2] 2030 유망 서비스 전망

자율주행의 경우, 자율주행차가 이동하는 도중 수집하는 대규모 센서 데이터의 처리와 분석, 경로 최적화 등에 관련된 AI 기반 자율주행 알고리즘은 물론, 초고속 대역폭과 낮은 지연시간을 가진 6G 통신까지 모두 갖춰질 때 비로소 Level 4 수준 완전 자율주행이 가능해진다. 이를 바탕으로, 좀 더 안전한 드라이빙 경험과 함께, 주행 중 업무, 휴식, 인포테인먼트 등 탑승자에게 시간·공간의 자유를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

UAM은 도시 공간에서 차세대 교통수단으로 주목받고 있는 분야다. 이 역시 자율주행에서 요구되는 센싱, AI 및 6G 초고속 대역폭과 낮은 지연시간 특성을 기반으로 한다. 이와 함께, 도심 상공에서의 비행체 관제, 비행체 간 통신, 군집비행 등에 필요한 통신망 연결을 위한 상공망, 위성 연계 통신 기술 등이 모두 접목될 때, 본격적으로 서비스 확산이 가능해져 탑승자의 시간·공간적 제약을 크게 완화시켜 줄 것으로 전망된다.

XR은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR)을 모두 포함하는 개념이다. 6G 시대에는 착용성과 사용 편의성이 강화된 폼팩터 디바이스 기술과 함께, 초고속 대역폭과 낮은 지연시간을 바탕으로 고화질, 고해상도, 360도 동영상, 초고화질 3D 이미지전송 등이 가능해질 것이다. 이는 현장 방문이나 실물을 직접 접촉하지 않으면서도 실제와 유사한 작업 환경을 제공해 줄 것이다.

홀로그램 및 디지털 트윈은 6G 기술을 바탕으로 고화질, 고해상도 3D 홀로그램을 실시간 전송·처리하거나, 물리적 제품 및 프로세스를 센서 융합을 통해 실시간으로 디지털 환경으로 옮기게 한다. 이를 통해, 직접 회의 장소를 방문하고, 실제 작업 환경을 구축하며, 실물 목업을 제작·수정하는 등의 시·공간적 비용을 최소화해 줄 것으로 예상된다.

더불어, 위성 및 다양한 비행체를 매개로 하는 상공망 통신 등 비지상망(NTN)이 지상망과 유기

적으로 연계됨으로써, 더욱 촘촘해진 네트워크 커버리지 확보가 가능해 질 전망이다. 이를 바탕으로, 통신 업계는 언제 어디서나 6G 서비스를 안정적으로 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 서비스들은 개인·사회 라이프 스타일 혁신은 물론, 산업 생태계 전반의 발전과 선순환을 일으킬 것으로 보인다. 더불어, ESG 효과 제고 및 제반 사회적 비용 저감에도 기여할 것으로 기대된다.

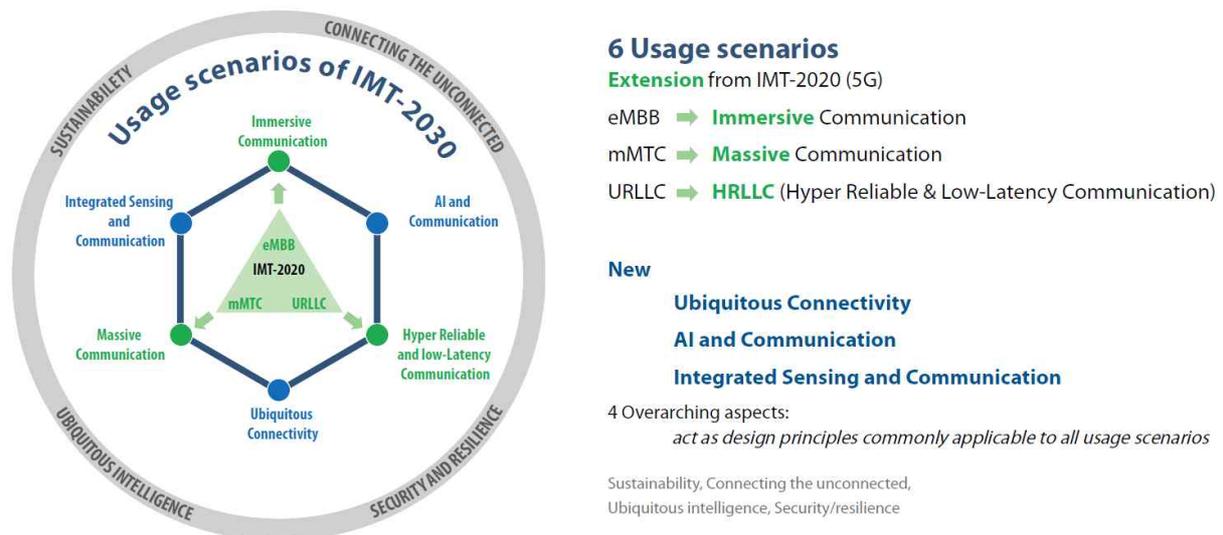
또 다른 측면에서, 2015년 5G 비전을 공표할 당시 전망했던 2020년 이후의 미래상은 예측보다 더욱 빠른 속도로 변화하고 있다. 2016년 알파고와 이세돌이 벌인 세기의 바둑 대국이 딥러닝과 강화학습을 기반으로 한 AI 활용의 가능성을 확인한 계기였다면, 2023년 LLM(거대언어모델, Large Language Model) 기반 생성형 AI인 챗-GPT(Chat-GPT)의 등장은 ICT 생태계 패러다임의 근간을 AI가 좌지우지할 정도로 혁신적인 변화를 이끌고 있다. AI는 5G 비전을 수립할 당시 모든 사람이 품었던 예상을 훨씬 뛰어넘는 속도로 우리에게 이미 다가와 있다.

이에 현재 5G 네트워크 인프라가 AI 네이티브 구조로 진화하는 데 갖고 있는 한계를 극복하고자, 6G프레임워크 권고서에서 제시한 방향성을 간략히 살펴보고자 한다.

3. 6G 프레임워크의 포괄적 측면, 유비쿼터스 인텔리전스

ITU-R에선 향후 6G 개발을 위한 프레임워크(Framework)와 전반적인 목표를 제시한 권고서인 ITU-R M.2160 문서를 2023년 11월 승인했다. 이 권고서는 공식적인 6G 표준화 활동의 첫 번째 이정표가 된다. 해당 권고서에서 제시한, 6G 시대가 수용해야 할 사용 시나리오(Usage Scenarios)와 성능 지표(Capabilities)에 따라 6G 네트워크의 기술 성능 요구사항이 설정되며, 3GPP와 같은 표준개발 기구에서 실질적인 6G 규격을 개발하는 레퍼런스가 되기 때문이다.

6G 프레임워크 권고서 중 5G 비전과의 비교를 직관적으로 확인할 수 있는 사용 시나리오를 살펴보고자 한다.



So called "Wheel diagram"

출처: ITU 홈페이지: IMT towards 2030 and beyond (itu.int)
 [그림 3] IMT-2030의 사용 시나리오 및 포괄적 측면

ITU-R에서 제시한 6G 사용 시나리오는 5G로부터 확장된 3개 시나리오를 포함하면서, 새롭게 3개 시나리오가 추가됐다. 이 중 AI와 커뮤니케이션 시나리오를 눈여겨볼 수 있다. 더 주목할 부분은 모든 6개 사용 시나리오에 공통 적용될 설계 원칙으로서 제시된 포괄적 측면(Overarching aspects) 4개다. 그 중에서도, 유비쿼터스 인텔리전스를 통해 6G 네트워크가 어떻게 5G와 차별화돼야 하는지 설명하고 있다.

권고서에서 설명하는 유비쿼터스 인텔리전스를 간략히 소개해 보면 다음과 같다.

AI, 특히 ML 기술의 지속적인 발전과 빠른 확산으로 인해, 통신시스템의 모든 부분에 인텔리전스가 존재할 것으로 예상된다. 이는 스마트 시티와 커뮤니티 구축을 지원할 것이다. 미래의 연결된 기기들은 좀 더 직관적이고 효율적인 상호작용을 위해 완전히 컨텍스트를 인식하게 될 가능성이 있다. AI:ML을 통한 네트워크 자율 관리가 가능해지면, 어느 정도 인간 개입 없이 자체 모니터링, 자체 조직화, 자체 최적화, 자체 치유를 수행할 수 있을 것이다.

IMT-2030은 지능형 응용 프로그램을 위한 서비스를 제공할 수 있는, AI 지원 인프라로 기능할 수 있다. AI 지원 무선 인터페이스, 분산 컴퓨팅, 인텔리전스를 통해 엔드 투 엔드 AI 적용 가능성이 높아지고, 통신 및 컴퓨팅의 융합이 가능해질 것이다. 이러한 시스템은 추론, 모델 훈련, 모델 배포, 그리고 네트워크와 기기에 분산된 컴퓨팅 기능을 갖추게 될 것이다.

요약하자면 6G는 AI를 활용한 네트워크 인프라의 지능화·효율화와 함께, AI 응용 서비스를 모든 서비스 전반에 걸쳐 융합해 제공한다고 정의하고 있다. 이를 통해 기존 세대와는 차별화된 네트워크와 서비스를 제공할 것으로 기대된다.

4. 맺음말

이번 원고에선 이동통신 세대 진화 및 서비스·단말진화 연계성을 바탕으로, 성공적인 6G를 위해선 혁신 서비스와 함께 이를 체감할 수 있는 디바이스 출현이 필수적임을 강조했다. 더불어, 6G 프레임 권고서에서도 강조하고 있듯이, 성공적 6G 서비스를 위해선 AI가 포괄적으로 활용될 것으로 예상된다.

이를 위해 생태계 모든 참여자들은 함께 고민해야만 한다. 다가올 6G 시대에선 고객이 체감할 수 있는 상품·서비스를 통신과 AI가 융합된 6G 네트워크를 바탕으로 활용하길 기대한다.

[참고문헌]

- [1] SK Telecom, '5G Lessons Learned 및 6G 핵심 요구사항, 6G네트워크 기술 진화 방향, 6G 스펙트럼,' SK Telecom 6G 백서, Aug. 2023. [Online]. Available: <https://bit.ly/3RmZOMk>
- [2] SK Telecom, 'SK텔레콤 6G백서: View on Future AI Telco Infrastructure', Oct. 2024. [Online]. Available: <https://bit.ly/3RmZOMkhttps://bit.ly/4f5GgoL>

- [3] Deloitte Insights Report, '새로운 고차원 가치 창출하는 통신산업의 진화', Apr. 2024.
- [4] ITU-R M.2160-0, 'Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond', Nov.2023
- [5] K. B. Letaief, W. Chen, Y. Shi, J. Zhang and Y. -J. A. Zhang, 'The Roadmap to 6G: AI Empowered Wireless Networks,' IEEE Communications Magazine, vol. 57, no. 8, pp. 84-90, Aug. 2019
- [6] ITU-R M.2083-0, 'IMT Vision – Framework'
- [7] S1-241246, 'SK Telecom's View on Future Telco. Infrastructure', 3GPP SA1#106, May 2024
- [8] SK Telecom, 'The path to AI Telco Infra Evolution', 6th O-RAN 6G Workshop: The Road to 6G Standards: Views from Industry and Academia, Jun. 2024
- [9] 이경필 외, 'AI 네이티브 무선접속망 연구 개요 및 방향성', 한국통신학회 하계학술대회, Jun. 2024
- [10] M. Na, et al, 'Operator's Perspective on 6G: 6G Services, Vision, and Spectrum', IEEE Communications Magazine, vol.62, no. 8, pp. 178-184, Aug. 2024
- [11] H. Lee, et al, 'The Evolution Path of Telco Infrastructure: From Open RAN to 6G AI-RAN (Telco Edge AI)', in the 15th International Conference on ICT Convergence (ICTC) Workshop, Oct. 2024

※ 출처: TTA 저널 제215호