

주요 트렌드: 네이티브 AI·시맨틱 커뮤니케이션의 부상

백용순 한국전자통신연구원 입체통신연구소 소장

1. 머리말

통신 기술의 발전은 인류의 정보 활용 방식의 변화와 함께해 왔다. 각 세대 이동통신은 전송 속도와 연결 용량의 확대를 중심으로 진화해 왔으며, 2019년 상용화된 5G는 초고속·초저지연·초연결을 기반으로 산업 전반의 디지털 전환을 가속화했다. 스마트 팩토리, 자율주행차, 원격 의료 등 B2B 영역으로의 확장은 5G가 가져온 가장 큰 변화 중 하나였다.

그러나 다가오는 2030년대, 6G 시대가 우리에게 던지는 화두는 '얼마나 더 빠르거나' 혹은 '얼마나 더 많이 연결하는가'의 차원을 넘어선다. 우리는 지금 통신 패러다임이 물리적 '연결'의 확장에서 지능적 '인지'와 '의미'의 전달로 근본적으로 변화하는 거대한 변곡점 위에 서 있다. 기존 통신망이 데이터를 전송하는 수동적인 '파이프' 역할에 충실했다면, 6G 네트워크는 스스로 학습하고 판단하며 최적화하는 거대한 '디지털 신경망'으로 진화하고 있다.

이러한 패러다임 전환의 중심에는 두 가지 핵심 기술 트렌드가 자리 잡고 있다. 바로 '네이티브 AI(AINative)'와 '시맨틱 커뮤니케이션(Semantic Communication)'이다. 네이티브 AI는 AI가 네트워크의 설계 단계부터 내재화돼, 외부 개입 없이도 네트워크가 스스로 상태를 감지하고 문제를 해결하며 성능을 최적화하는 기술적 지향점을 의미한다. 한편, 시맨틱 커뮤니케이션은 데이터 비트 자체를 기계적으로 전송하는 것을 넘어, 송신자가 전달하고자 하는 정보의 '의미'와 '맥락'을 이해하고, 이를 수신자가 재구성할 수 있는 형태로 효율화해 전송하는 혁신적인 통신 방식이다. 이는 1948년 클로드 섀넌이 정립한 정보 이론[1]의 한계를 넘어설 수 있는 유일한 대안으로 평가 받고 있다.

이번 원고에선 한국전자통신연구원(ETRI, Electronics and Telecommunications Research Institute) AI 네트워크 전략을 바탕으로 글로벌 연구 동향을 심층 분석해, 6G 시대를 관통하는 핵심 트렌드인 네이티브 AI와 시맨틱 커뮤니케이션의 기술적 원리와 현황, 그리고 미래 전망을 포괄적으로 다루고자 한다. 특히 이 두 기술이 어떻게 융합해 '에이전틱 AI'와 같은 자율적 주체를 지원하고, 통신 효율의 물리적 한계인 '섀넌 한계'를 극복할 수 있는지에 대해 논의할 것이다.

2. 네이티브 AI : 네트워크의 자율 신경망으로의 진화

2.1 AI 네트워크 개념 및 패러다임의 전환

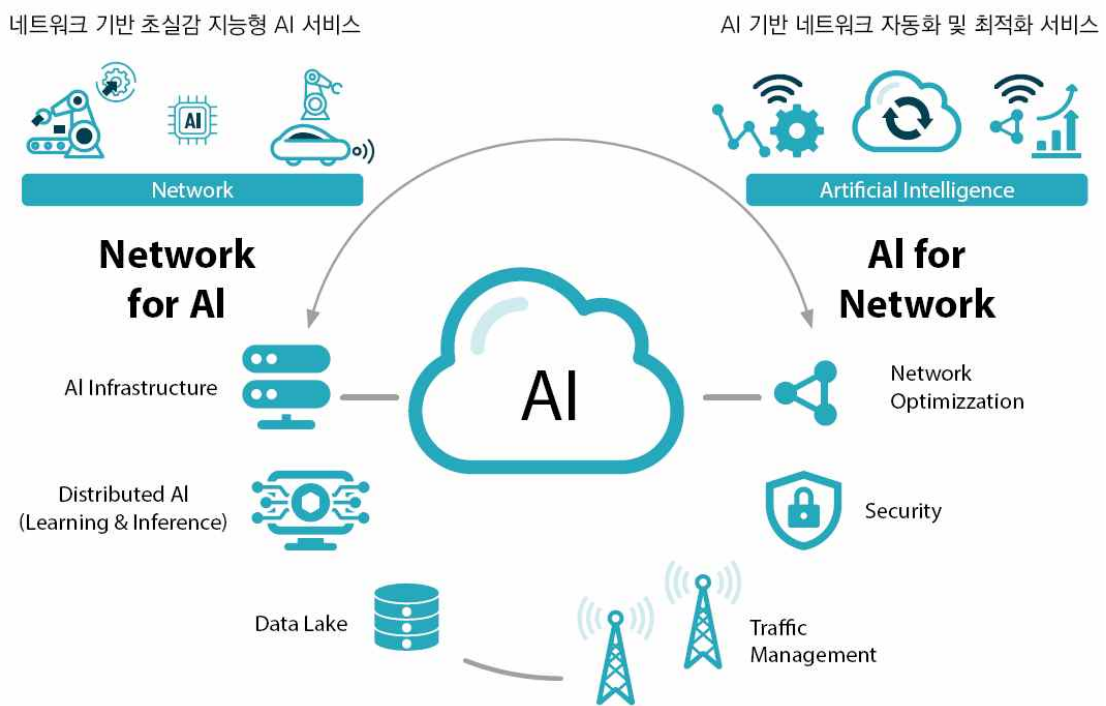
과거 통신 네트워크에서 자동화는 주로 정해진 규칙에 따라 스크립트를 실행하는 수준에 머물렀다. 2000년대 들어 ML이 도입되면서 트래픽 예측이나 장애 탐지 등에 데이터 기반 접근이 시도

됐으나, 이는 어디까지나 네트워크 운영자의 의사결정을 지원하는 보조적인 도구, 즉 'AI for Operations'의 범주를 벗어나지 못했다.

그러나 6G 시대를 겨냥한 'AI 네트워크'는 이보다 훨씬 진보적이고 포괄적인 개념이다. AI 네트워크는 'AI가 네트워크 설계·제어·운영·진화 전 과정에 걸쳐 중심적으로 작동하며, 동시에 AI가 요구하는 초대규모 데이터 처리·학습·추론 환경을 네트워크 인프라 자체가 내재적으로 지원하도록 설계된 차세대 네트워크'로 정의할 수 있다.

이러한 변화는 크게 두 가지 방향성을 내포한다. 첫째는 'AI for Network'의 고도화다. 이는 네트워크의 복잡성이 인간이 관리할 수 있는 임계점을 넘어서면서, AI가 실시간으로 네트워크 상태를 감지하고, 분석해, 최적의 조치를 실행하는 완전 자율 운영을 지향한다. 둘째는 'Network for AI'의 부상이다. 수십억 개 AI 에이전트와 단말이 연결되는 세상에서, 네트워크는 단순한 데이터 전달망을 넘어 분산된 AI 에이전트들의 학습과 추론을 지원하는 거대한 '분산형 컴퓨터'로서 기능해야 한다.

기존 6G AI-native 네트워크 담론이 주로 무선 접속망과 코어망의 성능 최적화, 예를 들어 지능형 무선자원 관리(RRM, Radio Resource Management)나 네트워크 슬라이싱 자동화에 국한했다면, 차세대 AI 네트워크는 유무선, 위성, 전송, 에지, 데이터센터를 아우르는 전 구간으로 그 적용 범위가 확장된다는 점에서 차별화된다. 이는 데이터 센터 내부의 AI 워크로드 처리부터 우주 공간의 위성 네트워크 제어까지 AI가 관여하지 않는 곳이 없는 전방위적인 지능화를 예고한다.



[그림 1] AI 네트워크 개념도

2.2 네이티브 AI의 핵심 기술: AI-RAN과 자율 네트워크

2.2.1 AI 기반 무선 접속망(AI-RAN): 무선 구간의 혁신

무선 접속망은 사용자 단말과 직접 연결되는 네트워크의 최전선이자, 가장 복잡하고 변동성이 큰

구간이다. 전파 환경은 날씨, 건물 배치, 사용자 이동 속도에 따라 밀리초(ms) 단위로 급변한다. 기존 수학적 모델 기반 알고리즘들은 이러한 비선형적이고 동적인 변화를 완벽하게 예측하고 대응하는 데 한계를 보여왔다. 여기에 AI를 도입하는 AI-RAN은 6G 성능 향상의 핵심 열쇠로 꼽힌다. AI-RAN 기술은 크게 물리 계층(PHY)과 매체접속 제어(MAC) 계층의 지능화로 나눌 수 있다.

물리 계층(PHY)의 AI 혁신

- 딥러닝 기반 채널 추정: 고속 이동 환경이나 밀리미터파/테라헤르츠 대역에선 채널 상태가 극도로 불안정하다. LS(Least Squares), MMSE(Minimum Mean Square Error) 등 기존 선형 추정 방식은 오차가 클 수밖에 없다. 반면, CNN(Convolutional Neural Network)이나 트랜스포머 기반 AI 모델은 대규모 데이터 학습을 통해 복잡한 채널 패턴을 익히고, 이를 바탕으로 현재 채널 상태를 정밀하게 복원한다. 이는 데이터 전송의 신뢰도를 획기적으로 높인다.
- AI 기반 빔포밍 최적화: 6G에선 수많은 안테나를 사용하는 초대규모 MIMO(Extreme Massive MIMO) 기술이 필수적이다. 수많은 빔 중에서 사용자에게 가장 적합한 빔을 찾는 빔 관리 과정은 막대한 오버헤드를 발생시킨다. AI는 사용자 위치, 이동 경로, 주변 환경 정보를 종합적으로 분석해 최적의 빔을 즉각적으로 예측하고 할당함으로써, 탐색 시간을 줄이고 연결 안정성을 보장한다.
- CSI 피드백 압축: 단말이 측정한 채널 상태 정보(CSI, Channel State Information)를 기지국으로 보고하는 과정은 상향 링크 자원을 상당히 소모한다. 오토인코더 구조 AI 모델은 이 CSI 데이터를 극도로 압축해 피드백 오버헤드를 줄이면서도, 기지국에서 원본 정보를 높은 정확도로 복원할 수 있게 한다.

MAC 및 상위 계층의 지능화

- 지능형 스케줄링 및 자원 할당: 다수 사용자가 동시에 접속하는 환경에서 누구에게 어떤 주파수 자원을 얼마나 할당할지 결정하는 스케줄링은 네트워크 성능을 좌우한다. 강화학습기반 스케줄러는 다양한 트래픽 패턴과 QoS(Quality Of Service) 요구사항을 스스로 학습해, 장기적인 관점에서 전체 네트워크의 효율을 극대화하는 최적의 자원 배분 전략을 수립한다.

2.2.2 에이전틱 AI와 자율 네트워크의 완성

AI 네트워크의 궁극적인 목표는 사람의 개입을 최소화하는 완전 자율 네트워크(Level 5 Autonomous Network) 실현이다. 이를 가능케 하는 핵심 기술로 최근 '에이전틱 AI'가 주목받고 있다. 기존 자동화 스크립트나 수동적 AI 모델과 달리, 에이전틱 AI는 능동적인 주체로서 행동한다. 에이전틱 AI는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 목표 지향적 자율성: 운영자가 구체적인 설정값을 입력하지 않아도, '트래픽 폭주 시에도 VIP 고객의 영상 품질을 보장하라'는 고수준의 목표만 주어진다면, AI가 스스로 현재 상황을 판단하고 목표 달성을 위한 계획을 수립해 실행한다.
- 추론 및 문제 해결: 예상치 못한 장애나 새로운 형태의 보안 위협이 발생했을 때, 학습된 데이터에만 의존하는 것이 아니라 논리적 추론을 통해 원인을 분석하고 해결책을 찾아낸다.

- 협력적 지능: 네트워크 전역에 분산된 수많은 AI 에이전트들이 서로 소통하며 협력한다. 예를 들어, 기지국 에이전트와 코어망 에이전트, 에지 서버 에이전트가 정보를 실시간으로 교환하며 단말의 이동성을 끊임 없이 지원하거나, 특정 지역의 트래픽 과부하를 해소하기 위해 인접 기지국 자원을 빌려오는 등의 협업이 가능하다.

이러한 에이전틱 AI 기술은 네트워크 운영 비용을 획기적으로 절감할 뿐만 아니라 장애 발생 시 수 초이내에 스스로 복구하는 자가 치유 네트워크를 가능케 한다. 더 나아가, 디지털 세계 에이전트가 현실 세계 로봇이나 드론과 상호작용하는 '피지컬 AI(Physical AI)' 시대로의 확장을 예고하고 있다.

2.3 글로벌 시장 및 표준화 동향

전 세계 통신 시장은 이미 네이티브 AI로의 전환을 서두르고 있다. 글로벌 통신 장비 제조사인 노키아(Nokia)는 'ANF(AI Network Fabric)'로 지능형 플랫폼을 개발하고 있으며, 에릭슨(Ericsson)은 AWS(Amazon Web Services)와 생성형 AI 기반의 네트워크 운영 효율화를 추진하는 중이다. 화웨이(Huawei) 역시 'ADN(Autonomous Driving Network)' 전략 하에 L4 수준의 자율 네트워크 상용화에 매진하고 있다.

표준화 기구들의 움직임도 분주하다. 3GPP는 Release 18부터 AI/ML을 네트워크에 적용하기 위한 구체적 기능들을 정의해 왔으며, Release 20부터는 6G를 겨냥한 본격적인 네이티브 AI 아키텍처 연구를 시작할 예정이다. O-RAN 얼라이언스는 'RIC(RAN Intelligent Controller)'를 통해 개방형 인터페이스 상에서 AI 애플리케이션(xApp, rApp)이 동작하는 생태계를 구축하며, 하드웨어 종속성을 탈피하고 소프트웨어 중심의 AI-RAN 확산을 주도하고 있다. ITU-T 역시 SG13을 중심으로 통신망에 ML을 통합하기 위한 아키텍처 표준(Y.3172 등)을 제정하고 있으며, AI 네이티브 네트워크 포커스 그룹(FG-AINN)을 통해 차세대 네트워크 구조에 대한 논의를 이끌고 있다.

3. 시맨틱 커뮤니케이션: 새년 한계를 넘어선 혁명

3.1 패러다임의 전환: 비트(Bit)에서 의미(Meaning)로

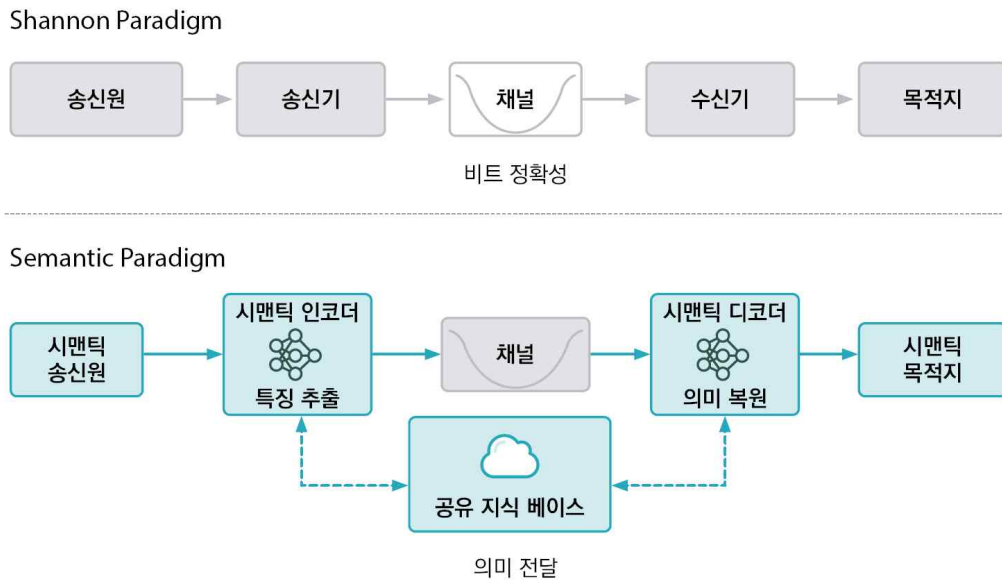
현대 통신 공학의 기반은 1948년 클로드 새년이 발표한 '통신의 수학적 이론'에 뿌리를 두고 있다. 새년의 정보 이론은 통신을 '한 지점에서 선택된 메시지를 다른 지점에서 정확하게 또는 근사하게 재생산하는 문제'로 정의했다. 여기서 중요한 것은 메시지의 '정확한 복원'이었지, 메시지가 담고 있는 '의미'가 아니었다. 이 이론에 따라 지난 70여 년간 통신 시스템은 채널용량 한계 내에서 비트 오류율을 최소화하고 전송 속도를 높이는 데 집중해 왔다.

그러나 6G 시대를 앞두고 우리는 이른바 '새년 한계'라는 물리적 장벽에 봉착했다. 데이터 트래픽은 기하급수적으로 늘어나는데, 이를 수용할 주파수 대역폭과 전력 효율은 한계에 다다른 것이다. 여기서 등장한 돌파구가 바로 '시맨틱 커뮤니케이션'이다[2, 3].

시맨틱 커뮤니케이션은 '어떻게 보낼 것인가'에 집중하던 기존 관점을 '무엇을 보낼 것인가'로 전환한다. 데이터 비트열 전체를 맹목적으로 전송하는 대신, 송신자가 전달하고자 하는 핵심적인 '의미 정보'만을 추출해 전송하고, 수신자가 이를 바탕으로 원본 맥락을 복원하거나 의도된 작업

을 수행토록 하는 것이다.

예를 들어, 자율주행차가 관제센터에 도로 상황을 보고하는 시나리오를 생각해보자. 기존 방식은 고화질 카메라 영상을 픽셀 단위로 압축해 전송하기 때문에 대용량 데이터 전송 중 패킷 손실 시 판독이 어렵다. 반면, 시맨틱 통신은 영상에서 '전방 50m 지점에 보행자 무단횡단 중'이라는 의미 정보와 객체(보행자, 차량, 신호등)의 특징 벡터만을 추출해 전송한다. 수신단은 이 정보를 받아 가상의 도로 상황을 재구성하거나 즉각적인 제동 명령을 내릴 수 있다. 이 과정에서 전송되는 데이터 양은 원본 영상 대비 수천 분의 일로 줄어든다.



[그림 2] 패러다임의 변화: 비트 전송에서 의미 전달로

3.2 핵심 기술 및 원리

3.2.1 딥러닝 기반 결합 소스-채널 코딩

시맨틱 커뮤니케이션을 구현하는 핵심 기술 중 하나는 'Deep JSCC(Joint Source-Channel Coding)'다[4]. 전통적 통신 시스템은 소스 코딩(데이터 압축)과 채널 코딩(오류 정정 부호화)을 별개 모듈로 나누어 설계했다. 이는 새년의 '소스-채널 분리 정리'에 기반한 것으로, 이론적으로는 채널 용량이 충분하다면 분리 설계가 최적이라고 알려져 있다. 하지만 이는 무한한 블록 길이와 복잡도를 가정한 이상적인 상황에서만 성립한다. 실제 환경, 특히 채널 상태가 급변하는 무선 환경에선 분리 설계가 최적의 성능을 보장하지 못하며, '절벽 효과(Cliff Effect)'라 불리는 '채널 상태가 일정 수준이하로 떨어지면 성능이 급격히 붕괴하는 현상'이 발생한다.

Deep JSCC는 딥러닝 기술을 활용해 소스 코딩과 채널 코딩을 하나의 통합된 신경망으로 설계한다. 송신기의 인코더 신경망은 이미지, 텍스트 등 입력 데이터를 채널 전송에 적합한 연속적인 잠재 표현으로 직접 매핑한다. 이 잠재 표현은 데이터의 시맨틱 정보를 함축하고 있으며, 동시에 채널 잡음에 강인한 특성을 갖도록 학습된다. 수신기의 디코더 신경망은 잡음이 섞인 잠재 표현으로부터 원본의 의미를 가장 잘 보존한 데이터를 복원한다. 이 모든 과정은 종단간 미분가능한 구조로 돼 있어, 역전파(Backpropagation) 알고리즘을 통해 통신 환경에 맞춰 전체 시스템을 최적화할 수 있다.

3.2.2 공유된 지식 베이스(Shared Knowledge Base)

시맨틱 통신을 가능케 하는 또 다른 전제 조건은 송신자와 수신자가 동일한 '지식 베이스'를 공유하는 것이다. 사람 사이 대화에서 "그거 알지?"라는 짧은 말로도 많은 정보를 전달할 수 있는 이유는 화자와 청자가 공유하는 기억, 문화, 상황적 맥락이 있기 때문이다.

통신 시스템에서도 마찬가지다. 기지국과 단말, 혹은 기계와 기계 사이에 사전에 학습된 모델이나 지식 그래프를 공유함으로써 전송해야 할 정보량을 획기적으로 줄일 수 있다. 송신자는 지식 베이스에 없는 새로운 정보나 변화된 부분만을 시맨틱 정보로 인코딩해 보내고, 수신자는 이미 가지고 있는 지식 베이스에 수신된 정보를 결합해 전체 맥락을 추론해 낸다.

3.3 시맨틱 통신의 기술적 우위와 효과

시맨틱 통신의 도입은 기존 통신 대비 명확한 기술적 우위를 제공한다.

- 전송 효율 극대화: 불필요한 중복 정보를 제거하고 핵심 의미만 전달하므로, 동일한 정보를 전달하는 데 필요한 대역폭을 획기적으로 줄일 수 있다. 연구 결과에 따르면, 텍스트 전송의 경우 기존 방식 대비 100배 이상의 압축 효율을 보이기도 한다.
- 열악한 채널 환경에서의 강인성: Deep JSCC 기술은 신호대 잡음비가 낮은 열악한 환경에서도 급격한 성능 저하 없이 완만한 성능 저하를 보인다. 이는 재난 상황이나 전파 음영 지역에서도 최소한의 의미 전달을 보장할 수 있음을 뜻한다.
- 지능형 서비스를 위한 최적화: 기계 간 통신(M2M)이나 AI 에이전트 간 협업에선 인간이 이해할 수 있는 형태(이미지, 음성)로 데이터를 복원할 필요가 없다. 기계가 이해할 수 있는 특징 벡터만을 전송하면 되므로, AI 서비스의 응답 속도를 높이고 연산 부하를 줄일 수 있다.

4. 융합과 진화: AI 네트워크 기반 차세대 서비스

네이티브 AI와 시맨틱 커뮤니케이션은 독립적으로 존재하는 기술이 아니라, 6G 시대를 완성하기 위해 필연적으로 융합돼야 하는 상호보완적 관계다. 네이티브 AI가 구축한 자율적이고 지능적인 네트워크 인프라 위에서, 시맨틱 커뮤니케이션은 데이터 전송의 효율을 극대화하는 '언어' 역할을 수행한다. 이 두 기술의 결합은 기존엔 불가능했던 혁신적인 서비스들을 가능케 한다.

4.1 인프라 및 자원 최적화

6G 시대 네트워크는 초연결·초지능 서비스를 뒷받침하기 위해 에너지 효율, AI 오프로딩, 컴퓨팅-네트워킹 자원 통합과 같은 구조적 진화를 요구한다. AI 네트워크는 단말의 처리 능력에 따라 자원을 분산하거나, AI 연산을 위한 GPU 자원을 효율적으로 분배한다. 특히 시맨틱 통신을 활용하면 전송해야 할 데이터의 양 자체가 줄어들기 때문에, 네트워크 대역폭과 에너지 소모를 동시에 절감할 수 있다. 예를 들어, 사용자의 위치와 상태에 따라 자원을 자동으로 할당하는 자율 네트워크 기술과 결합해, 이동 중에도 끊임없는 고품질 AI 서비스를 제공할 수 있다.

4.2 모빌리티 및 지능형 교통

완전 자율주행 시대에는 차량(V2X), 도로 인프라, 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility) 등 수

많은 디바이스가 실시간으로 정보를 주고받으며 협력해야 한다. 이때 각 객체가 수집한 모든 센서 데이터를 원본 그대로 교환하는 것은 네트워크에 막대한 부하를 준다. 네이티브 AI 기반 에지 컴퓨팅이 1차적으로 데이터를 분석하고, 시맨틱 통신을 통해 '전방 사고 발생', '우회 경로 추천'과 같은 핵심 의미 정보만을 주변 차량과 인프라에 전파함으로써, 안전한 초저지연 교통시스템을 구축할 수 있다.

4.3 퍼스널 케어 및 디지털 헬스

미래 헬스케어는 단순한 생체 정보 측정을 넘어, AI 분석 기반의 실시간 맞춤형 피드백과 위험 예측으로 진화한다. 고령자나 환자를 위한 AI 돌봄 서비스는 스마트 워치나 홈 IoT 기기를 통해 심박, 혈압, 감정 상태 등을 지속적으로 모니터링한다. 이때 프라이버시 침해 우려가 있는 영상이나 음성 원본을 전송하는 대신, 시맨틱 통신을 통해 '낙상 감지', '심박수 이상'과 같은 추론된 상태 정보만을 의료진이나 보호자에게 전달함으로써, 개인정보보호와 데이터 전송 효율을 동시에 달성할 수 있다.

4.4 에이전틱 AI 협업 및 로봇틱스

6G 시대에는 사람 개입 없이 AI 에이전트들이 상호협력해 복잡한 작업을 수행하는 '에이전트 경제'가 도래할 것이다. 예를 들어, 스마트 팩토리 내 이종 로봇들이 협업해 제품을 조립하거나, 재난 현장에서 드론과 구조 로봇이 협력해 인명 구조 활동을 펼칠 때, 이들은 서로 다른 기종과 운영체제를 가지고 있을 수 있다. 시맨틱 통신은 이러한 이기종 에이전트 간의 '공통언어' 역할을 해, 서로의 기능과 상태를 이해하고 효율적으로 작업을 분배할 수 있게 해준다. 네이티브 AI는 이러한 협업 과정에서 네트워크 연결성을 보장하고 최적의 통신 경로를 제공한다.



[그림 3] AI 네트워크 기반 차세대 서비스

4.5 실감형 미디어 및 홀로그램 통신

홀로그램이나 확장현실(XR, Extended Reality)과 같은 초실감형 미디어는 현재의 5G 용량으로도 감당하기 힘든 막대한 데이터를 발생시킨다. 시맨틱 통신은 사용자 시선이나 관심 영역에 해당하는 정보, 혹은 객체의 동작과 표정 변화와 같은 시맨틱 정보만을 우선적으로 전송하고, 배경이나 중요도가 낮은 정보는 수신단에서 생성형 AI를 통해 복원함으로써, 제한된 대역폭 내에서도 끊임 없는 초고화질 몰입 경험을 제공할 수 있다.

5. 시장 전망 및 표준화 로드맵

5.1 시장 전망

ETRI 기술전략연구본부의 시장 분석에 따르면, AI 네트워크 관련 시장은 폭발적인 성장이 예상된다. 전 세계 통신 인프라 및 네트워크 관련 시장 매출액은 2023년 약 992억 달러에서 2029년 1,141억 달러로 연평균 3.6% 성장할 것으로 전망된다. 특히 AIRAN 장비 시장은 2030년 25억 달러 규모에서 시작해 2037년에는 154억 달러 규모로 연평균 29.4% 고속 성장을 기록할 것으로 예측된다. 이는 통신 장비 시장의 중심축이 하드웨어에서 AI 소프트웨어와 지능형 컨트롤러로 이동하고 있음을 시사한다.

또한, AI 네트워크 기반 에지 AI 서비스 시장 역시 2034년 약 1,431억 달러 규모에 이를 것으로 예측되며, 이는 전체 에지 컴퓨팅 시장의 성장을 견인할 핵심동력이 될 것이다.

5.2 글로벌 표준화 동향

6G 기술 주도권을 잡기 위한 글로벌 표준화 경쟁은 이미 치열하게 전개되고 있다.

이동통신 표준을 주도하는 3GPP는 Release 18부터 AI/ML을 본격적으로 다루기 시작했으며, 현재 진행 중인 Release 19를 거쳐 2025년부터 시작되는 Release 20에서 6G에 대한 연구를 공식화할 예정이다. 특히 6G 연구 항목에는 시맨틱 통신과 네이티브 AI 아키텍처가 핵심 주제로 포함돼 있으며, 2029년경 6G 기술 규격의 윤곽이 드러날 것으로 보인다.

ITU-T는 'IMT-2030(6G)' 비전을 확정하고, FGAINN(AI-Native Network Focus Group)을 통해 AI 내재화 네트워크의 요구사항과 아키텍처를 정의하고 있다. 특히 시맨틱 통신과 관련해 지식 베이스 관리, 시맨틱 인코딩 효율성 평가 등의 표준화 이슈를 선도하고 있다.

6. 도전 과제

네이티브 AI와 시맨틱 커뮤니케이션이 장밋빛 미래만을 보장하는 것은 아니다. 상용화를 위해 넘어야 할 기술적, 윤리적 난관들이 산적해 있다.

- 기술적 난제: 이종 기기 간 지식 베이스의 효율적 동기화는 여전한 난제다. 에이전틱 AI의 오판이나 환각 현상은 네트워크에 치명적 장애를 초래할 수 있다. 이에 대한 안전 장치와 설명가능 인공지능(XAI, eXplainable AI) 기술 확보가 시급하다. 더불어 AI 모델의 학습과 추론에 소모되는 막대한 전력량은 '그린 6G' 실현의 걸림돌이 될 수 있다.

- 표준화 및 호환성: 제조사마다 서로 다른 AI 모델과 인터페이스를 사용할 경우, 네트워크의 파편화가 발생할 수 있다. 글로벌 차원의 통일된 AI 인터페이스와 데이터 포맷 표준화가 필수적이다.
- 보안 및 윤리: AI의 네트워크 제어권 획득에 따른 보안 위협과 시맨틱 통신 중 개인정보 노출 우려는 사회적 합의와 법적 규제가 필요하다.

7. 맺음말

6G는 단순한 세대교체를 넘어, 물리·디지털 세계가 실시간 동기화되고 사물의 '의미'가 소통되는 문명의 인프라다. 여기서 네이티브 AI는 인프라를 자율 운영하는 '뇌'가 되고, 시맨틱 커뮤니케이션은 신경망을 흐르는 효율적인 '언어' 역할을 수행할 것이다.

앞으로 다가올 6G 시대, 통신 네트워크는 인간의 신경계처럼 자율적으로 위험을 감지하고 치유하며, 사용자 의도를 파악해 최적의 서비스를 선제적으로 제공하는 '디지털 동반자'로 거듭날 것이다. 대한민국이 5G 최초 상용화의 신화를 넘어, 6G 시대 지능형 네트워크 패권 경쟁에서도 주도권을 확보하기 위해선, 지금부터 네이티브 AI와 시맨틱 통신이라는 두 가지 핵심 키워드에 대한 과감한 R&D 투자와 생태계 조성이 절실하다. 우리는 지금 정보 시대를 넘어, 진정한 의미의 '지능형 초연결 시대'로 진입하고 있다.

[참고문헌]

- [1] C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication," The Bell System Technical Journal, vol. 27, no. 3, 1948.
- [2] W. Yang et al., "Semantic Communications for Future Internet: Fundamentals, Applications, and Challenges," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 25, no. 1, 2023.
- [3] G. Bao et al., "Semantic Communications for 6G: A Review," IEEE Wireless Communications, vol. 31, no. 1, 2024.
- [4] E. Bourtsoulatze, D. B. Kurka, and D. Gündüz, "Deep Joint Source-Channel Coding for Wireless Image Transmission," IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking, vol. 5, no. 3, 2019.

※ 출처: TTA 저널 제223호