

# 위성 액세스를 지원하는 5G 네트워크에서 인기도 기반의 하이브리드 콘텐츠 전달 방식에 관한 연구

김정윤°, 김창기

한국전자통신연구원 통신미디어연구소

## A Study on hybrid content delivery based on popularity in 5G network supporting satellite access

Jeongyun Kim°, Changki Kim

ETRI

jkim@etri.re.kr, cckim1@etri.re.kr

### 요 약

5G 네트워크는 기본적으로 새로운 라디오 액세스 기반이며 최근 위성 액세스를 지원하도록 그 범위가 확장되고 있다. 대표적인 서비스 사례로서 위성 링크와 5G 에지 클라우드를 결합하여 콘텐츠 전달 비용을 절감하는 방법을 논의되고 있다. 본 논문은 5G 위성과 지역 콘텐츠 서버를 결합한 하이브리드 콘텐츠 전달방식을 기반의 서비스 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방식은 콘텐츠의 인기도에 따라서 브로드캐스팅 및 유니캐스팅 등 전달방식을 선택적으로 적용하는 특징이 있으며 기존 방식과 비교하여 36%의 네트워크 비용 감소효과를 얻었다.

### 1. 서론

5G 네트워크는 새로운 라디오(New Radio, NR) 기술을 적용한 라디오 액세스 네트워크와 서비스 기반 구조(Service Based Architecture) 기술로 발전한 코어 네트워크를 중심으로 상용화가 본격적으로 시작되었다. 최근 저궤도 위성을 이용한 광대역, 저지연 통신이 가능해지면서 위성 액세스 기술을 5G 라디오 액세스망에 포함하고, 이를 수용하기 위하여 코어망을 확장하기 위한 표준화 논의가 ITU 와 3GPP 를 중심으로 이루어지고 있다.

위성을 통한 5G 서비스가 중요한 이유는, 광범위한 서비스 커버리지 기능을 통하여 지상과 액세스 기반의 5G 네트워크가 서비스되지 않거나 어려운 지역인 항공기 또는 선박 그리고 교외나 시골 지역에서 효과적으로 비용을 절감하면서 효율적으로 5G 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 또한 네트워크 에지단 또는 사용자 터미널로 효율적으로 데이터를 전달하기 위한 멀티캐스트(multicast)/브로드캐스트(broadcast) 리소스를 제공하여 5G 네트워크의 가용성을 향상시킬 수 있다.

이러한 장점들은 단독으로 운영되는 5G 위성 네트워크 또는 지상과 비지상의 통합 네트워크를 통해 제공될 수 있으며, 운송, 공공 안전, 미디어 및 엔터테인먼트, eHealth, 에너지, 농업, 금융, 자동차 등의 분야에서 영향을 미칠 것으로 기대된다[1].

특히 위성 통신 링크를 이용한 5G 에지 클라우드 미디어 전송은 5G 에지 클라우드를 통해 제공되는

콘텐츠 전달 네트워크(Content Delivery Network: CDN)의 영상 전송 서비스와 위성통신과 접목한 기술로서 3GPP 에서도 연구를 하고 있다[2].

기존의 방식은 5G 네트워크 중앙에 위치하는 중앙 콘텐츠 서버가 하고 지역 네트워크에 분포되어 있는 단말기에게 콘텐츠를 전달하기 위해 많은 네트워크 경로를 통과하여야 하기 때문에 이로 인한 고비용을 초래하였다. 본 논문은 5G 위성과 지역 콘텐츠 서버를 결합한 하이브리드 콘텐츠 전달방식을 기반의 서비스 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방식은 콘텐츠의 인기도에 따라서 브로드캐스팅 및 유니캐스팅 등 전달방식을 선택적으로 적용하는 특징이 있으며 기존 방식과 비교하여 네트워크 비용이 감소한 효과를 얻었다.

### 2. 본론

5G 네트워크는 기존의 모바일 액세스 이외에 유선 액세스와 위성 액세스를 포함하는 특징이 있다. 또한 에지 클라우드를 이용자와 가까운 곳에 구축하여 저지연 서비스를 지원할 수 있는 장점이 있다.

5G 에지 클라우드는 5G 의 초저지연성을 극대화하기 위해 이용자 단말기에서 발생하는 데이터를 최대한 가까운 곳에서 처리해주는 가상 네트워크 기반의 데이터센터이다. 한편 5G 코어 클라우드는 네트워크의 중앙에 위치하여 서비스 서버에서 각 지역망과 기지국에 연결된 단말기에 데이터를 전달하는 형태로 초저지연 서비스를 제공하지 못하는 한계가 있다. 반면에 5G 에지 클라우드는 실시간 서

비스를 지원할 수 있고 네트워크를 통과하는 트래픽의 양을 경감하여 네트워크 전달 비용을 절감하는 효과가 있다.

기존의 콘텐츠 전달방식은 중앙 콘텐츠 전달 서버는 네트워크 중앙에서 위치하고 사용자 평면 기능(User Plane Function: UPF)를 경유하여 위성에서 콘텐츠를 수신한다. 이용자 단말기(User Equipment: UE)는 중앙 콘텐츠 전달 서버에게 서비스 요청을 하고 이에 대한 응답으로 서버는 단말기에게 요청한 콘텐츠를 유니캐스트(unicast) 채널로 전달한다. 이때 3개의 채널은 3개의 이용자에게 각각 연결되며, 전달되는 콘텐츠는 앞 부분(prefix)과 남은 부분(suffix)을 모두 포함한다. 또한 콘텐츠는 서버와 이용자 사이에 있는 에지 네트워크의 UPF와 코어 네트워크의 UPF를 경유한다. 따라서 에지 네트워크와 코어 네트워크의 자원을 사용한다[3].

또한 멀티캐스팅 방식은 에지 네트워크와 코어 네트워크에 있는 위성 게이트웨이는 위성으로부터 콘텐츠의 앞 부분(prefix)과 남은 부분(suffix)을 각각 수신하고 에지 클라우드와 코어 클라우드에 각각 저장한다. 이용자는 에지 클라우드에 있는 지역 콘텐츠 서버에 서비스를 요청하고, 서버는 콘텐츠의 앞 부분을 이용자에게 전달하는 동시에 남은 부분을 중앙 서버에게 전달할 것을 요청한다. 이에 대한 응답으로 중앙 서버는 지역 서버에게 남은 부분을 전달하고, 지역 서버는 수신한 남은 부분을 이용자에게 전달하기 시작한다. 따라서 제안한 방식은 기존 방식에 비하여 코어 네트워크의 UPF를 경유하는 채널의 수를 절감하는 효과가 있다[3].

한편 콘텐츠의 인기도가 매우 높아서 빈번하게 서비스 요청을 받는 콘텐츠는 브로드캐스팅 방식을 적용하여 콘텐츠 전달 효율을 더욱 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 있다[4]. 기존 논문[4]은 콘텐츠의 중앙 서버에서 유니캐스팅만 사용하는 방식의 성능 평가와 중앙 서버에서 멀티캐스팅/브로드캐스팅 콘텐츠 전달과 지역 서버에서 유니캐스팅 콘텐츠 전달을 결합한 방식의 성능을 평가하였다.

본 논문은 기존 논문[4]의 콘텐츠 전달 방식을 5G 네트워크에서 위성 액세스를 이용한 하이브리드 콘텐츠 전달 서비스 모델(그림 1)을 제안하고 다음의 조건하에서 36%의 네트워크 비용 감소효과(그림 2)를 얻었다.

지역 서버의 개수는 10개, 콘텐츠 종류는 200개, 중앙 서버의 용량은 2030, 콘텐츠의 용량은 90min, 평균 서비스 요청율은 500 request/min, 그리고 콘텐츠의 인기도를 나타내는 skew 값은 0.729을 적용하였다.

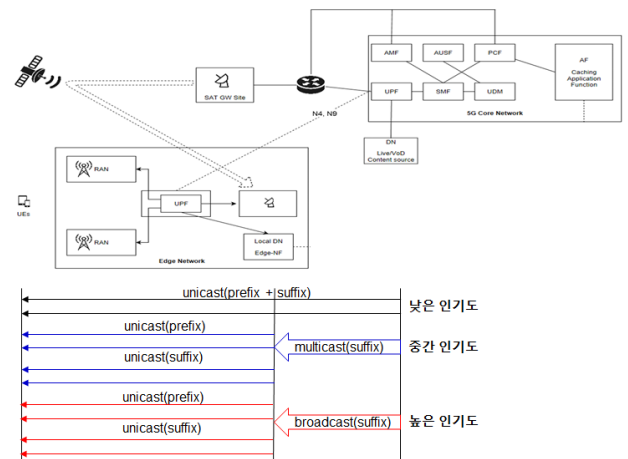
### 3. 결론

본 논문은 콘텐츠의 인기도에 기반하여 선택적으로 브로드캐스팅 및 유니캐스팅 등 전달방식을 결정하여, 5G 네트워크에서 위성 액세스를 이용한 하이브

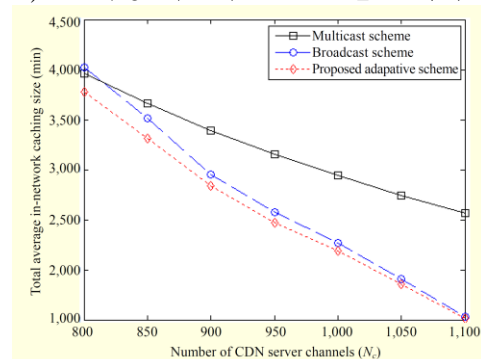
리드 콘텐츠 전달 방식을 제안하고 기존 방식과 비교하여 우월한 성능을 제공하는 것을 확인하였다. 추후 연구방향은 사용자 단말이 5G 위성을 통하여 직접 콘텐츠를 전달하는 경우의 비용 절감효과를 연구할 계획이다.

### 4. 참고 문헌

- [1] 김지형, 윤미영, 유덕현, 이문식, “비지상네트워크를 위한 5G 무선통신 기술,” 전자통신동향분석, 제 34 권, 제 6 호, pp. 51-60, 2019년 12월.
- [2] 3GPP TR 23.737 v1.0.0, “Study on architecture aspects for using satellite access in 5G (Release 16),” Aug. 2019.
- [3] 김정윤, “5G 네트워크에서 위성 액세스를 이용한 하이브리드 콘텐츠 전달 방식에 관한 연구,” JCCI, 2021년 4월
- [4] J.Y. Kim, G.M. Lee, and J.K. Choi, “Popularity-Based Adaptive Content Delivery Scheme with In-Network Caching,” ETRI, Aug. 2014.



(그림 1) 5G 위성 기반의 콘텐츠 전달 서비스 모델



(그림 2) 콘텐츠 서버의 필요한 채널 수

### ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[No.2020-0-00974-001, 고신뢰·저지연 5G+ 코어 네트워크 및 5G-TSN 스위치 기술 개발