

5G 를 사용하는 모바일 실시간 통신 응용의 에너지 소모 분석

이군솔, 박세웅
서울대학교

gslee2@netlab.snu.ac.kr, sbahk@snu.ac.kr

Analyzing Energy Consumption in Mobile Real-Time Communications Application using 5G

Goodsol Lee, Saewoong Bahk
Seoul National University

요약

증강 현실 및 가상 현실 등의 고품질 실시간 통신 응용은 5G의 킬러 응용으로 여겨지며 학계 및 산업계의 관심을 받고 있다. 특히 이러한 응용들의 엄격한 지연 요구사항을 만족시키기 위해 많은 연구가 이루어졌으나, 이들이 실제 모바일 기기에서 에너지 소모를 일으키는 상대적으로 적은 관심만이 주어졌다. 그러나 우리의 관찰 결과 5G를 사용하는 실시간 응용은 짧은 주기로 이루어지는 데이터 생성 및 전송으로 인해 기존 응용보다 많은 에너지 소모를 일으키는 것으로 나타났다. 이는 모바일 기기의 사용 시간 뿐만 아니라 심각한 발열을 일으켜 모바일 기기의 데이터 생성 및 전송 능력에도 영향을 줄 수 있기에 차후 5G를 사용하는 실시간 응용의 체감 성능 향상을 위해 해결되어야 하는 문제임을 시사한다.

I. 서론

증강 현실 및 가상 현실과 같은 고품질 실시간 통신 응용은 짧은 주기로 데이터를 생성하고 인코딩하며, 이를 서버 또는 모바일 기기로 보내 몰입형 경험을 제공하는데 초점을 맞추고 있다 [1]. 이러한 응용들이 보내는 응용 데이터의 크기는 기존 응용들의 데이터 크기보다 큰데다 지연 요구사항은 더 짧기에 이를 만족시키기 위한 학계와 산업계의 노력들이 지속적으로 있었다 [2, 3]. 그 중 넓은 대역폭과 낮은 지연 시간을 가진 5G의 등장은 이러한 응용들의 요구사항을 만족시킬 수 있을 것으로 예상되었다. 그러나 본 논문에서 관찰한 바로는 네트워크 지연 이외에 고품질 실시간 통신을 사용하는 모바일 기기의 에너지 소모가 다른 문제를 일으킨다는 것을 지적한다.

II. 5G 상 모바일 실시간 통신의 에너지 소모

우리는 5G 상에서 모바일 기기의 에너지 소모를 측정하였다. 그 결과, 이들의 에너지 소모는 네트워크 단에서 많이 이루어졌으며 이는 1080p 또는 4K 비디오를 인코딩하는 컴퓨팅 집약적인 워크로드보다도 더 클 수도 있었다.

실험을 위해 우리는 Samsung S20 Ultra 5G 스마트폰에서 1080p와 4K의 해상도로 정해진 30 FPS 비디오를 인코딩하고 5G를 통해 서버로 보내는 실시간 통신 응용을 가정하고 실험을 수행하였다. 이 때 우리는 같은 해상도의 비디오를 다른 비트레이트로 인코딩하였다. 5G 사업자로는 KT와 SKT가 사용되었다.

그림 1의 실험 결과는 실시간 통신 응용의 에너지 소모가 굉장히 클 뿐만 아니라 네트워크 에너지 소모가 이러한 응용에서 상당 부분을 차지함을 보여준다. Idle한 상태의 모바일 기기가 200mW 가량의 에너지를 소모할 때, 4K 비디오를 인코딩하는 것은 3000mW의 에너지를 소모했으며, 이것이 40Mbps의 비트레이트로 SKT를 통해 보내지면 7000mW 가량의 에너지가 소모되었다.

이러한 경향성은 해상도나 5G 사업자에 상관 없이 지속되었다. 또한 실험 도중 네트워크를 사용하는 경우 더 빠르게 thermal throttling에 들어가 encoding이 느려지는 현상을 확인할 수 있었다.

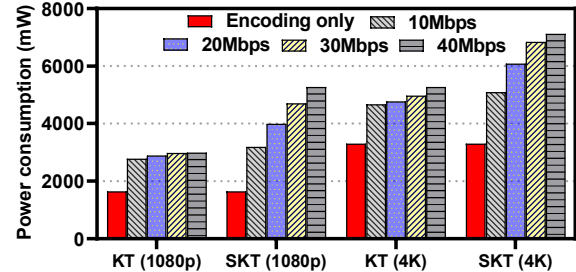


그림 1. 5G를 사용하는 실시간 통신 응용의 에너지 소모

III. 결론

본 논문에서는 5G를 사용하는 실시간 통신 응용의 에너지 소모를 실험적으로 관찰하였다. 이러한 응용들의 품질 (e.g., 해상도, 비트레이트)이 높아질수록 모바일 기기의 높은 에너지 소모, 특히 네트워크 에너지 소모는 증가함을 볼 수 있었다. 차후 우리는 이러한 응용들의 품질을 유지하면서 에너지 소모를 줄이는 연구를 수행할 것이다.

Reference

- [1] Meng, Zili, et al. "Enabling High Quality {Real-Time} Communications with Adaptive {Frame-Rate}." 20th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 23). 2023.
- [2] Meng, Zili, et al. "Achieving consistent low latency for wireless real-time communications with the shortest control loop." Proceedings of the ACM SIGCOMM 2022 Conference. 2022.
- [3] Kim, Seyeon, et al. "ENTRO: Tackling the Encoding and Networking Trade-off in Offloaded Video Analytics." Proceedings of the 31st ACM International Conference on Multimedia. 2023.