

엣지/클라우드 컴퓨팅 지원 모바일 시스템을 위한 서비스 캐싱 연구

함동호, 곽정호
대구경북과학기술원

dhham97@dgist.ac.kr, jeongho.kwak@dgist.ac.kr

A Survey on Service Caching for Edge/Cloud assisted Mobile Systems

Dongho Ham, Jeongho kwak
DGIST

요 약

최근 등장하는 모바일 서비스들의 컴퓨팅 및 저장공간의 요구사항이 증가하면서 모바일 단말의 한계를 극복하기 위한 방법으로 서비스 캐싱 기술이 주목받고 있다. 서비스 캐싱이란 근처 MEC (Mobile Edge Computing) 서버의 자원을 활용하여 사용하고자 하는 서비스의 실행에 필요한 데이터들을 MEC 서버에 캐싱하는 것을 의미한다. MEC 서버의 자원을 대역한다는 점에서 서비스 캐싱은 코드 오프로딩 기술과 콘텐츠 캐싱 기술의 특징을 포함하고 있다. 그러나, 두 가지의 특성을 모두 고려하게 되면서 발생하는 차이점은 기존의 연구들과 전혀 다른 문제점을 야기한다. 이 논문에서, 우리는 엣지/클라우드 지원 모바일 시스템을 위한 서비스 캐싱에 관한 연구를 진행하며 현실적인 3 계층 서비스 캐싱 아키텍처를 제안한다.

I. 서 론

최근 등장하는 IoT 기반 서비스 및 모바일 서비스들은 수많은 데이터들의 프로세싱과 높은 저장 공간을 기반으로 제공된다 (e.g., AR/VR 어플리케이션, 메타버스 서비스). 그러나 모바일 단말이 가지고 있는 저장공간 및 컴퓨팅 성능의 한계로 인해 원활한 서비스의 이용이 어려운 경우가 많다. 모바일 단말의 저장공간 부담을 해결하기 위한 기술로는 콘텐츠 캐싱이 주목받고 있다. 콘텐츠 캐싱이란 많이 소비되는 콘텐츠에 대해 사용자와 가까이 위치한 MEC 서버에 해당 콘텐츠를 캐싱해두고, 이후 중복된 콘텐츠의 요청에 대해서는 사용자와 거리가 먼 데이터 센터가 아닌 MEC 서버에서 해당 콘텐츠를 사용할 수 있게 하는 기술이다. 모바일 단말내의 컴퓨팅 자원 부담을 덜어주기 위한 방법으로 제한적 자원을 가진 엣지 단말을 활용하는 모바일 엣지 컴퓨팅 (MEC, Mobile Edge Computing)과 풍부한 자원을 가진 클라우드를 활용하는 클라우드 컴퓨팅(CC, Cloud Computing) 기반 코드 오프로딩 기술이 각광받고 있다.

서비스 캐싱은 근처 MEC 서버의 자원을 활용하여 사용하고자 하는 서비스의 실행에 필요한 데이터들을 MEC 서버에 캐싱하는 것을 의미한다 [1]. 모바일 단말의 입장에서 서비스 캐싱을 활용하는 것은 크게 두 가지 이점이 있다. 첫째, 서비스를 모바일 단말에서 직접 저장하지 않아도 되기 때문에 저장공간 측면에서 자원을 절약할 수 있다. 둘째, MEC 서버에서 서비스를 실행한

뒤 결과를 가져올 수 있기 때문에 모바일 단말의 컴퓨팅 연산을 줄일 수 있다.

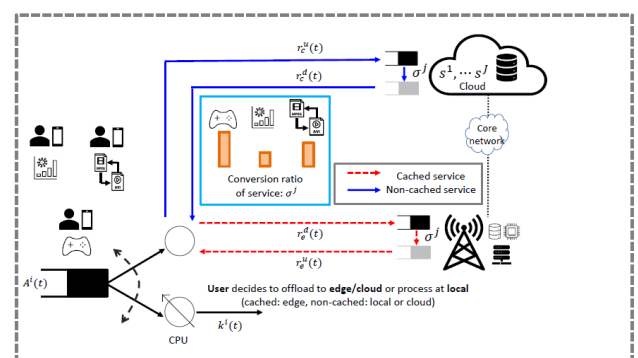


그림 1. 엣지/클라우드 컴퓨팅 지원 모바일 시스템

II. 본론

MEC 서버의 저장공간 자원과 프로세싱 자원을 모두 활용한다는 측면에서 서비스 캐싱은 콘텐츠 캐싱 그리고 코드 오프로딩 기술과 깊은 연관관계가 있다. 사용자들에게 인기가 많은 서비스들을 중심으로 캐싱하며, MEC 서버의 저장공간을 활용하는 측면에서 콘텐츠 캐싱과 유사하다. 그러나 MEC 서버의 저장공간 용량만을 고려하는 콘텐츠 캐싱과 달리 서비스 캐싱은 서비스의 실행도 가능해야 하기 때문에 컴퓨팅 자원

또한 고려 대상에 포함되어야 한다. 컴퓨팅 자원을 활용하여 사용자의 컴퓨팅 작업을 대신해준다는 점에서 코드 오프로딩 기술과 닮아 있다. 그러나 정해진 작업만을 처리하고 그 결과를 사용자에게 전달해주는 코드 오프로딩 기술과는 다르게 서비스 캐싱은 사용자가 요청한 서비스가 캐싱되어 있지 않은 경우, MEC 에서 해당 서비스의 컴퓨팅 작업이 불가능하다는 점에서 차이가 발생한다.

서비스가 캐싱 되어있는 엣지 컴퓨팅이 최적의 결정인 콘텐츠 캐싱과 달리, 로컬 컴퓨팅 그리고 클라우드 컴퓨팅이라는 대안이 있는 서비스 캐싱의 경우 사용자의 입장에서 엣지 컴퓨팅 만이 최적의 결정이 아닌 상황도 존재한다. 우리는 서비스 캐싱이 기존 코드 오프로딩 기술 그리고 콘텐츠 캐싱과의 차이에서 발생하는 간극을 바탕으로 그림 1 과 같은 현실적인 3 계층 서비스 캐싱 아키텍처를 제안한다. 해당 아키텍처에서 사용자는 서비스를 어디서 실행할지 선택해야한다. 만약 MEC 서버에 서비스가 캐싱되어 있다면 엣지도 선택사항에 포함된다.

사용자의 서비스 품질 향상을 위해 엣지, 클라우드 그리고 로컬 중 사용자는 어디서 서비스를 실행해야 하며, 언제 오프로딩을 해야 하는가를 결정하는 것은 정말 중요하다. 가장 먼저, 사용자가 원하는 서비스를 로컬이 아닌 곳에서 사용하기 위해서는 해당 지역에 사용자가 원하는 서비스가 설치되어 구동 중에 있어야 한다. 클라우드의 경우 풍부한 자원을 바탕으로 모든 서비스를 가지고 있다는 장점, 그러나 사용자와의 거리가 멀어 네트워크 지연이 크다는 단점이 있다. 엣지의 자원은 클라우드의 자원에 비해 컴퓨팅/스토리지 측면 모두에서 한정적이다. 따라서, 일부 서비스만을 저장할 수 있으며 대신 해당되는 서비스를 실행할 때 네트워크 지연이 적다는 장점이 있다. 마지막으로 네트워크 환경이 굉장히 안 좋은 경우, 로컬 실행은 좋은 선택지가 될 수 있다.

또한, 서비스의 종류도 MEC 서버의 캐싱 및 오프로딩 결정에 중요한 역할을 한다. 일정한 컴퓨팅 작업만을 처리하여 동일한 결과를 전달하는 코드 오프로딩과 달리 서비스 별로 다양한 크기의 처리 데이터를 전달하기 때문에 네트워크 환경 및 MEC 서버와 클라우드의 컴퓨팅 능력 차이에 따라 동적으로 최적의 캐싱 및 오프로딩 결정이 변할 수 있다. 따라서, 사용자들의 상황을 고려한 동적 캐싱 결정 및 오프로딩 결정은 서비스 캐싱 시나리오에서 굉장히 중요하다.

III. 결론

서비스가 캐싱 되어있는 엣지 컴퓨팅이 최적의 결정인 콘텐츠 캐싱과 달리, 로컬 컴퓨팅 그리고 클라우드 컴퓨팅이라는 대안이 있다. 이러한 상황에서, 서비스 캐싱의 경우 기존의 콘텐츠 캐싱 기술과 코드 오프로딩 기술과 비교하여 발생하는 차이점을 확인하였다. 이 연구에서는 서비스 캐싱이 기존 코드 오프로딩 기술 그리고 콘텐츠 캐싱과의 차이에서 발생하는 간극을 바탕으로 현실적인 서비스 캐싱 아키텍처를 제안하며, 해당 아키텍처에서 기존과는 다른 방식의 캐싱 및 오프로딩 결정이 이루어져야 함을 제시한다. 이는 앞으로의 서비스 캐싱 연구에 새로운 방향성을 제안할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2022-0-00704, 초고속 이동체 지원을 위한 3D-NET 핵심 기술 개발).

참 고 문 헌

- [1] S. Bi, L. Huang, and Y.-J.-A. Zhang, "Joint optimization of service caching placement and computation offloading in mobile edge computing systems," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 19, no. 7, pp. 4947- 4963, Jul. 2020.