

CDN 기반의 콘텐츠 선호도에 따른 차순위 콘텐츠 Edge-Fog 연계 Caching 기법

성은산*, 정준호*, 이현섭***, 윤주상**

*동의대학교 IT융합학과

**동의대학교 산업ICT기술공학

***동의대학교 응용소프트웨어 공학

e-mail : ses0137112@naver.com, jeong@junho.dev, lhskmj@deu.ac.kr,
jsyoun@deu.ac.kr

Edge-Fog Linkage Caching method of subordinated content according to content preference based on CDN

Eun San Seong*, Junho Jeong*, Hyounsup Lee***, Joosang Youn**

*Dept. of IT Convergence, Dong-Eui University

**Dept. of Industrial ICT Engineering, Dong-Eui University

***Dept. of Applied Software Engineering, Dong-Eui University

요 약

최근 정보통신기술의 발달과 개인 스마트기기 성능의 상향평준화로 멀티미디어 콘텐츠의 사용량이 증가하고 있다. 멀티미디어 서비스를 제공하는 기업들은 사용자 경험을 개선하기 위해 조회 수를 기준으로 우선순위를 부여하는 콘텐츠 배치 전략에 따라 엣지에 우선순위가 높은 콘텐츠를 배치한다. 이러한 방식은 우선순위가 아닌 콘텐츠들을 사용자에게 서비스할 때 콘텐츠 전달 속도가 증가한다. 본 논문에서는 이러한 차순위 콘텐츠들의 전달 속도를 개선하기 위하여 CDN 기반의 콘텐츠 선호도에 따른 Edge-Fog 연계 Caching 기법을 제안한다.

1. 서론

최근 정보통신기술의 발달과 상향 평준화된 스마트기기의 보급으로 고화질, 고용량 멀티미디어 콘텐츠가 트래픽의 상당 부분을 차지하고 있다.

OTT 플랫폼에서 멀티미디어 서비스를 제공하는 기업들은 트래픽으로 인한 서비스 품질하락을 막기 위하여 CDN을 사용하여 서비스한다. [1, 2]

기업별로 ISP와의 협의에 따라 자체적으로 CDN을 구축하거나 ISP의 CDN 클라우드 서비스를 이용하여 사용자에게 멀티미디어 콘텐츠를 서비스한다.

CP(Contents Provider)는 CDN에서 사용자에게 콘텐츠를 빠르게 전달하기 위하여 엣지 캐싱 기법을 사용하고 있다. 이때 일반적으로 조회 수를 기준으로 우선순위를 부여하여 엣지에 캐시 하는데 이러한 콘텐츠 배치 전략은 우선순위가 낮은 콘텐츠의 콘텐츠 전달 속도가 증가하게 된다. 이때 우선순위가 낮은 콘텐츠를 차순위 콘텐츠라고 정의한다.

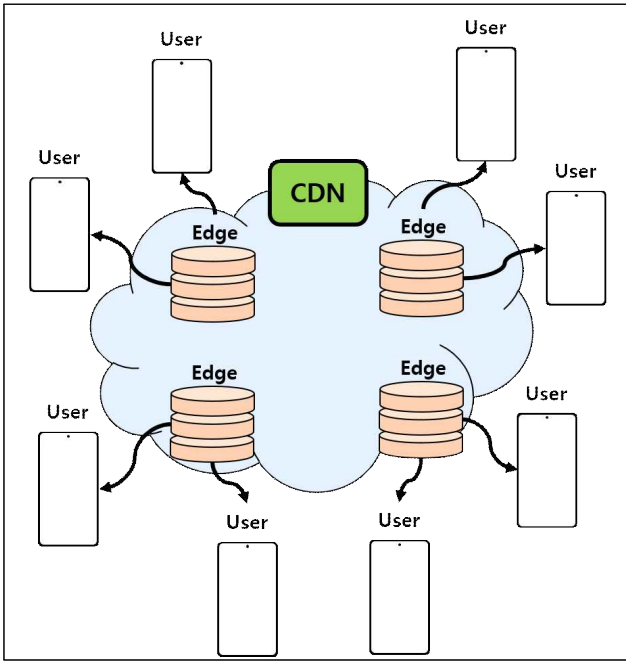
본 논문에서는 기존의 CDN에서 차순위 콘텐츠를

포그에 캐시 하여 엣지에 캐시 되어 있는 우선순위 콘텐츠뿐만 아니라 차순위 콘텐츠도 사용자가 더 빠르게 멀티미디어 서비스를 받을 수 있는 콘텐츠 배치 전략인 콘텐츠 선호도에 따른 차순위 콘텐츠 Edge-Fog Caching 기법을 제안한다.

2. CDN

CDN(Contents-Delivery-Network)은 크게 캐싱, 로드 밸런싱, 스트리밍으로 콘텐츠 전달이 이루어진다. CDN을 사용하는 CP는 콘텐츠를 사용자에게 서비스할 때 더 나은 사용자 경험을 위하여 (그림 1)과 같이 네트워크 말단의 엣지에 사용자가 요청할 가능성이 큰 콘텐츠를 배치한다. 이때 사용자가 요청할 가능성이 큰 콘텐츠란 콘텐츠에 조회 수가 많은 순으로 우선순위를 부여하였을 때 우선순위가 높은 콘텐츠이다. [3, 4, 5]

이때 Replica 여러 개를 네트워크 말단 추가로 배치한다. 그리고 사용자가 최소한의 서비스 품질을 보장받을 수 있도록 콘텐츠 전달 경로를 로드 밸런싱을 하여 최종적으로 사용자에게 스트리밍한다. [6]



(그림 1) CDN 구조도

3. Edge-Fog 연계 Caching

기존의 CDN에서 포그를 추가하여 엣지에 캐시되지 않는 차순위 콘텐츠를 캐시 하여 더 넓은 범위의 사용자들에게 멀티미디어 서비스 이용에 대한 사용자 경험을 개선 할 수 있다.

Edge-Fog 연계 Caching 기법은 콘텐츠별로 선호도를 부여하고 그에 따라 엣지나 포그에 나누어 콘텐츠를 배치한다.

기존의 우선순위를 부여하는 방식은 단순히 조회 수를 기준으로 부여한다. 이러한 방식은 그 콘텐츠가 현재 인기 있는 콘텐츠인지 보장하지 못한다.

기존의 우선순위를 부여하는 방식을 개선하기 위하여 콘텐츠를 C , 단위시간 T 동안의 조회 수를 H ,

콘텐츠 재생 시간 대비 시청 시간을 R , 콘텐츠의 재생 시간을 P , 콘텐츠의 용량을 V 라고 한다. 그리고 가중치의 총합을 W , 각 지표에 대한 각각의 가중치를 순서대로 $WLSUBC_H$, $WLSUBC_P$, $WLSUBC_R$, $WLSUBC_V$

라고 했을 때 콘텐츠의 선호도를 아래의 식 (1)에 따라 단위시간 T 에 대한 H 와 R 에 대한 가중평균 $P(C, T)$ 를 계산하고 단위시간 T 마다 C 에 새로운 선호도를 부여한다.

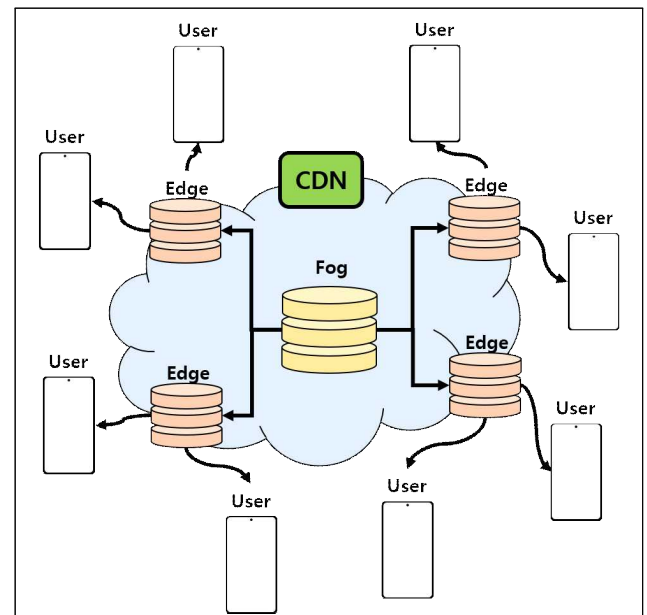
$$P(C, T) = \frac{(C_H \times WLSUBC_H) + (C_R \times WLSUBC_R)}{W} \quad (1)$$

이때 선호도가 높은 콘텐츠이면서 P 와 V 의 값이 클

때 캐시의 유용성을 확보하기 위하여 $WLSUBC_P$, $WLSUBC_V$ 의 값을 P 와 V 의 크기에 비례하게 음수로 주어 아래의 식 (2)에 따라 가중평균 $U(C)$ 를 계산하여 콘텐츠의 캐시 유용성을 산출한다.

$$U(C) = \frac{(C_P \times WLSUBC_P) + (C_V \times WLSUBC_V)}{W} \quad (2)$$

최종적으로 단위시간 T 마다 C 에 부여된 $P(C, T)$ 에 따라 높은 순으로 아래의 (그림 2)와 같이 엣지에 캐시하고 엣지에 캐시 되지 못한 차순위 콘텐츠들은 포그에 캐시 한다. 이때 C 의 $U(C)$ 가 낮은 경우 캐시되는 위치와 관계없이 콘텐츠의 맨 앞쪽부터 특정 시간 F 까지만 캐시 한다. [7]



(그림 2) CDN 구조도

4. 결론

본 논문에서는 차순위 콘텐츠를 더 빠르게 제공하여 사용자 경험을 개선할 수 있는 Fog-Caching 기법을 제안하였다. 추후 제안된 기법을 좀 더 상세히 정의하고 구체화하여 시뮬레이션으로 최적화를 진행할 예정이다.

Acknowledgment

본 연구는 IIPT/NIST SW컴퓨팅산업원천기술개발 과제(20200001160012007)와 2020 BB21+ Project 지원을 받아 수행된 결과임.

참고문헌

[1] 현욱, 이창규, 강신각, 박주영. 멀티미디어 분산

스트리밍 표준화 동향 및 ITU-T 국제표준기술. 한국통신학회지(정보와통신), 35(3), 42-47. (2018).

[2] 이선희. 온라인 동영상 제공 서비스(OTT) 이용행태 분석. KISDI STAT Report. Vol. 19-09. 2019. 5. 15

[3] Sunitha Safavat, Naveen Naik Sapavath, Danda B. Rawat, Recent advances in mobile edge computing and content caching, Digital Communications and Networks, Volume 6, Issue 2, Pages 189-194, 2020

[4] Dianlei Xu, Tong Li, Yong Li, Senior Member, IEEE, Xiang Su, Member, IEEE, Sasu Tarkoma, Senior Member, IEEE, Tao Jiang, Fellow, IEEE, Jon Crowcroft, Fellow, IEEE, and Pan Hui, Fellow, IEEE, "Edge Intelligence: Architectures, Challenges, and Applications", *arXiv:2003.12172v2*, 2020

[5] Chunlin Li a,b,*, Mingyang Song a, Shaofeng Du b, Xiaohai Wang b, Min Zhang c, Youlong Luo a "Adaptive priority-based cache replacement and prediction-based cacheprefetching in edge computing environment", *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 165, 1-21, 2020

[6] 조은진, 지경용. Content Delivery Network 구성 기술의 활용 연구. 한국통신학회 학술대회논문집, 1084-1087. (2001).

[7] J. Hong and W. Choi, "User Prefix Caching for Average Playback Delay Reduction in Wireless Video Streaming," in *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 15, no. 1, pp. 377-388, Jan. 2016.