

콘텐츠 중심 네트워크에서 적응형 비디오 스트리밍 성능 향상을 위한 정규표현식 적용방안

손동현, 최낙중*, 권태경

서울대학교 컴퓨터공학부, *서울 벨연구소

dhson@mmlab.snu.ac.kr, nakjung.choi@alcatel-lucent.com, tkkwon@snu.ac.kr

A Regular Expression Framework to Improve the Performance of Adaptive Vide Streaming in Content Centric Network

Donghyun Son, Nakjung Choi*, Ted “Teakyung” Kwon

School of Computer Science and Engineering, Seoul National University, *Bell Labs Seoul

요 약

최근 네트워크 및 응용 계층의 큰 흐름은 i) CDN 같이 네트워크 내 캐쉬(in-network cache)가 일반화되고 있으며, ii) 비디오 트래픽이 폭발적으로 증가하고 있다는 것이다. 특히, 비디오 단말이 (서버와의) 네트워크 대역폭을 측정하고, 이에 따라 비디오 품질을 변경하는 HTTP 기반 적응형 스트리밍(HAS; HTTP-based Adaptive Streaming) 기술이 비디오 QoE 향상을 위한 기술로 주목을 받고 있다. 그러나 HAS 기술이 콘텐츠 중심 네트워크와 같은 미래인터넷 구조에서 사용되어질 경우, 분산 네트워크 캐쉬를 충분히 활용하지 못한다는 단점이 존재한다. 본 논문에서는 분산 네트워크 캐쉬 환경에서 HAS 성능 향상을 위한 정규표현식 기반의 anycast 형식의 비디오 요청/응답 프레임워크를 제안하고, Hit-ratio 향상에 따른 비디오 품질의 개선을 확인한다.

I. 서론

현재의 인터넷의 구조는 호스트간 통신을 목적으로 설계되었다. 하지만 최근 인터넷 사용자들의 관점은 호스트 중심에서 콘텐츠 중심으로 변화가 일어남에 따라 콘텐츠 중심 네트워크 (Content Centric Network, 이하 CCN)라는 새로운 인터넷 패러다임이 소개되었으며 많은 연구가 진행 중에 있다[1]. CCN에서 불필요한 중복 전송을 최소화하기 위한 방법 중 하나로 Content Store(이하 CS)를 이용한 캐시기능을 이용한다. 이 기능으로 인해 CCN Router의 CS에서 더 높은 캐시 Hit-ratio를 보여줄수록 높은 대역폭 역시 기대할 수 있다.

CCN이 현재 네트워크를 대체한다면, 거기에 따른 서비스도 반드시 생각해야 한다. 인터넷 트래픽에서 비디오 스트리밍 트래픽이 상당수를 차지하고 있다는 사실로 보아[2], 비디오 스트리밍 서비스는 보편적으로 많이 사용되고 있으며 따라서 반드시 중요하게 고려되어야 한다. 최근 비디오 스트리밍에서 핵심 기술의 유행인 HTTP 기반 적응형 스트리밍 프로토콜을 이용하면 비디오 플레이어가 현재 단말의 대역폭 등 네트워크 상태 및 Quality of Experience (QoE)를 고려하여, 적절한 비디오의 화질을 선택하여 서비스 하는 것이 가능하다. 이 프로토콜 중 하나로 Dynamic Adaptive Streaming over HTTP(이하 DASH)[3]가 있다.

CCN은 콘텐츠의 이름으로 통신하기 때문에 어떤 방법으로 이것을 표현하는가에 따라 Hit-ratio도 달라질 수 있다. 본 논문에서 CCN과 정규표현식(Regular Expression)의 특징에 초점을 맞추고자 한다. 정규 표현식은 특정한 규칙을 가진 문자열의 집합을 표현하는 데 사용하는 형식 언어로, 정규 표현식으로 콘텐츠 이름을 표현할 때 이용한다면, 정의방식에 따라 여러 가지의 이름으로 해석이 가능하다는 장점이 있다. 지금까지 CCN에서 Interest Packet에 하나의 콘텐츠 이름을 넣는 것이 아니라 원하는 형식언어로써 품질의 범위를 넣으면, 해석에 따라 CS에서의 더 큰 Hit-ratio를 보여줄 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 특징들을 이용하여 CCN에서 DASH서비스를 실시할 때 정규표현식을 이용한다면 스트리밍 서비스의 품질이 어떻게 상승하는지 살펴보고자 한다.

II. 본론

CCN에서 캐시친화적인 DASH 시스템 제안

본 논문을 위해 Figure 1과 같은 시스템 설계도를 제안한다. 총 3가지의 모듈로 구성이 되어있으며, CCN Router에서는 정규표현식을 해석하는 알고리즘을 추가해야 하며, Client에서는 자신의 디바이스에서 원하는 품질을 범위로 표현할 수 있는 알고리즘이 필요하다.

CCN에서 DASH를 이용한 적응형 스트리밍 서비스할 경우에 CCN의 기본철학에 벗어나지 않으며, 높은 Hit-ratio를 통한 중복전송 최소화 및 사용자의 선호도를 고려한 QoE의 향상을 목표로 하고 있다. 본 목표를 달성하기 위해 CCN에서 다루는 콘텐츠 이름에 중의적 표현이 가능한 정규 표현식을 이용하기로 하였으며, 이것을 DASH의 특징에 맞게 표현하고 해석하려고 한다.

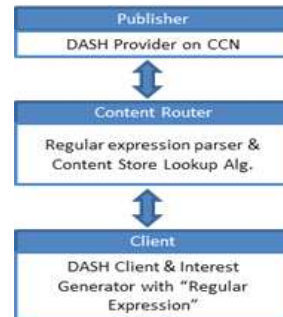


Figure 1. 시스템 설계도

Publisher는 Data Packet의 크기에 맞도록 한 DASH 비디오 Chunk를 나누어 업로드 해야 한다. Client의 입장에서는 DASH에서 사용되고 있는 기존 알고리즘들은 Bandwidth가 좋아질수록 높은 품질을 선택한다는 특징을 이용할 수 있다. 더 높은 Bandwidth를 위해 높은 캐시 Hit-ratio를 요구하기 때문에 CCN에서 콘텐츠의 이름을 Client에서 정규표현식을 범위로 표현한다면 더 높은 캐시 Hit-ratio를 보여주며 더 높은 품질의 서비

스를 실시할 수 있는 가능성이 높다. 여러 품질의 범위를 표현하기 위해 사용하는 정규표현식의 연산은 “|”를 이용한다.

사용자의 선호도를 반영하는 방법 중 우선순위를 정할 수 있다. 본 정규표현식에서 앞에 있을수록 우선순위가 높은 품질이라는 규칙을 만들면 가능하다. 이렇게 표현되었을 경우 콘텐츠의 품질 범위를 받은 CCN Router의 Content Store에서는 우선순위가 높은 품질인 Original Quality를 가진 비디오 Chunk부터 찾기 시작하고 Hit이 일어나지 않으면 정규표현식에 기록된 것처럼 차례로 다음 품질을 찾게 된다. 만약 Hit이 전혀 일어나지 않으면 PIT를 찾고 FIB를 찾는 등 CCN의 다른 과정들을 수행하게 된다. Hit이 나게 되면 해당 콘텐츠를 바로 전달받을 수 있다.

고객의 선호도를 반영하기 위해서도 정규표현식을 이용할 수 있다. 예를 들어, 높은 품질을 선호한다면, 원래의 품질보다 높은 것을 범위로 표현하여 높은 화질의 비디오 스트리밍 서비스를 기대할 수 있으며, 안정적인 서비스를 선호한다면, 원래 품질보다 낮은 범위로 표현하여 버퍼링이 낮은 서비스를 받을 수 있다. 또는 품질의 표현 범위를 넓게 한다면 높은 Hit-ratio는 기대할 수 있지만, Bit-rate의 변화가 잦을 수 있는 단점도 있다.

본 연구에서는 높은 품질을 사용자가 선호한다고 가정하며 그 표현의 방식은 {Original Quality | Original Quality + 1 | Original Quality + 2}가 된다. 위 정규표현식을 이용하여 Hit-ratio의 상승을 통한 품질의 변화에 초점을 맞추기로 한다.

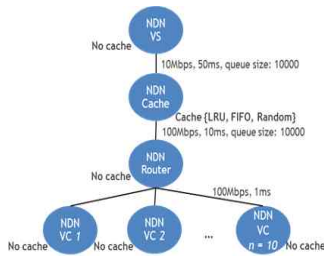


Figure 2. 실험 토폴로지

실험결과

본 실험은 'Network Simulator 3'를 기반으로 하였으며, DASH 알고리즘으로 Silverlight Ver.2를 이용하였다. 토폴로지 구성은 Figure 2처럼, 하나의 콘텐츠 배포자와 두 개의 CCN Router, 그리고 10개의 Client들로 되어있으며, 콘텐츠 배포자와 바로 연결된 CCN Router의 Bandwidth를 달리하여 병목현상인 상황을 가정하였다. 캐시 Replacement 전략으로는 LRU를 택하였다. 캐시기능을 사용하며 정규표현식을 이용하였을 경우, 캐시기능을 사용하며 정규표현식을 사용하지 않았을 경우에 대해 Hit-ratio와 평균품질에 대해 비교하고자 한다.

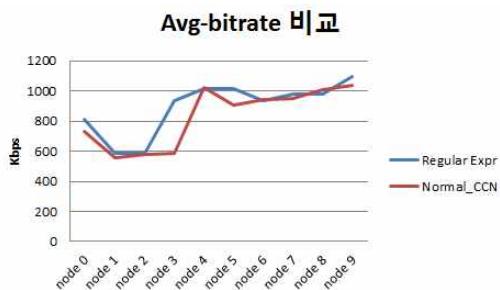


Figure 3. 평균 비트레이트 비교

Figure 3은 Regular Expression을 적용시켰을 때와 일반 CCN에서 DASH 서비스를 하였을 때, Client 노드마다 기록한 Bit-rate를 비교하는 그래프이다. Regular Expression의 경우 더 넓은 범위의 비디오 품질을 원하기 때문에 따라서 Hit-ratio가 올라가고, Bandwidth가 높아짐에 따라

Silverlight가 더 높은 품질의 비디오를 원하게 되어 높은 Bit-rate를 보여 주고 있다.

반면, 보통의 CCN에서는 하나의 비디오 품질을 원하기 때문에, 상대적으로 낮은 Hit-ratio를 보여주기 때문에 Regular Expression보다 낮은 Bit-rate를 보여준다. Regular Expression을 썼을 때 Client 노드들의 평균 Bit-rate는 약 894.1Kbps이며, 보통의 CCN에서의 Client 노드들의 평균 Bit-rate는 약 831.8Kbps이다.

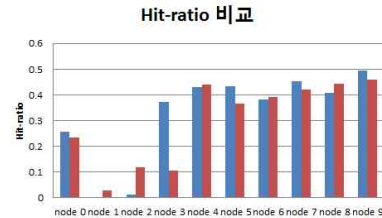


Figure 4. Hit-ratio 비교

비트레이트 결정에는 Bandwidth가 가장 큰 영향을 주며, Hit-ratio에 따라 Bandwidth가 달라진다. Regular Expression은 더 넓은 범위의 품질을 요구하기 때문에 Hit-ratio가 높으며, Regular Expression을 사용하지 않은 일반 CCN에서는 상대적으로 낮은 Hit-ratio를 보여준다. Figure 4를 보았을 때, Client 노드들의 평균 Hit-ratio는 Regular Expression을 사용했을 경우, 약 34%의 Hit-ratio를 보여주며, 일반 CCN의 경우에는 약 30%의 Hit-ratio를 보여준다.

따라서 Regular Expression을 이용하였을 경우 일반 CCN보다 높은 Hit-ratio로 인하여 발생하는 평균품질의 변화를 고려하였을 때 더 높은 수준의 서비스를 받을 수 있다고 할 수 있다.

III. 결론

지금까지 정규표현식을 CCN에서 사용하였을 때 DASH 서비스에 어떤 성능의 향상을 보여줄 수 있는지 살펴보았다. 정규표현식의 중의적인 의미를 DASH를 위한 원하는 품질의 범위로 사용하였을 경우, 더 높은 Hit-ratio를 보여주고, 높은 Hit-ratio는 높은 Bandwidth를 Client에 주며, Client는 더 높은 품질의 DASH 서비스를 받을 수 있다. 향후 연구로, 사용자의 더 높은 QoE를 위해 적응형 스트리밍에서 많이 사용되는 Metric들인 품질들의 변화횟수, 버퍼링, 끊김 횟수 등 추가로 고려한 Regular Expression의 표현 전략을 고안하며, 더 높은 Hit-ratio를 위한 캐시 전략 등을 추가 연구하기로 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. (2014-044-011-003, 개방 제어 기반 분산구조 모바일코어 네트워크 기술 개발)

참고 문헌

- [1] V. Jacobson, D. Smetters, J. Thornton, M. Plass, N. Briggs, R. Braynard, "Networking named content," Proc. ACM CoNEXT, 2009.
- [2] Cisco forecast. <http://goo.gl/hHzW4>.
- [3] T. Stockhammer. Dynamic adaptive streaming over http--: standards and design principles. In ACM MMSys, 2011.