

# Softmax를 통한 사용자별 비디오 청크 스트리밍의 최적화

김 경 선\*, 김 중 현<sup>o</sup>

## Optimization of User-Specific Video Chunk Streaming Using Softmax Classification

Kyeongseon Kim\*, Joongheon Kim<sup>o</sup>

요 약

Youtube, Netflix 등 OTT 서비스 및 온라인 스트리밍 서비스의 수요가 늘어남에 따라 연속적인 멀티미디어 이용을 보장(QoE)하기 위한 많은 기법들이 연구되었으나 기존의 연구들은 QoS의 변수에서 사용자를 고려하지 못하였다는 한계점을 가진다. 이는 기존 기법들의 QoE 향상에 상한선이 있음을 뜻한다. 본 논문에서는 이를 사용자 기반 적응형 스트리밍 기법(이하 UAS(User-based Adaptive Streaming) 기법)을 통해 해결점을 제안한다. 제안하는 기법은 Softmax 알고리즘을 기반으로 사용자의 장르별 비디오 시청 패턴을 분석하고, 분석 결과를 기반으로 여러 개의 부분 단위(Chunk)으로 이루어진 비디오를 어느 부분부터 받아올지에 대한 우선순위를 조절한다. 최종적으로 UAS 기법은 사용자별로 최적화 된 스트리밍 로딩을 통해 최상의 QoE를 체감할 수 있게 하고자하는 목적을 갖고, 고안된 기법은 실험결과를 통해 기존 순차 스트리밍 기법보다 사용자가 느끼는 대기 시간이 현저히 낮음을 확인하였다.

**Key Words** : 비디오 스트리밍, OTT(Over the Top), 소프트맥스(Softmax), 체감 품질(QoE), 최적화(Optimization)

### ABSTRACT

As the demand of OTT service and online streaming service such as Youtube and Netflix increases, many techniques for ensuring QoE(Quality of Experience) have been studied. But existing studies have a limit in that they did not consider parameters in QoS. That is users. This means that there is an upper limit to the QoE improvement of existing techniques. In this paper, we propose a solution for address this kinds of problem using UAS(User-based Adaptive Streaming). The proposed method analyzes the user's video watching patterns based on the Softmax algorithm. Then, according to the analysis result, the priority of receiving each of the video chunks is adjusted. Finally, the UAS technique aims to make the best of QoE through optimized streaming loading. And you can know that the designed technique shows that the waiting time felt by the user is significantly lower than the existing streaming techniques through the experimental results.

\* 본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2018-0-00170, 이동체간 가상현실을 위한 5G 이동통신 기술 연구).

• First Author : Chung-Ang University, kskim.caucse@gmail.com, 학생회원

<sup>o</sup> Corresponding Author : (ORCID:0000-0002-1794-6076)Chung-Ang University, joongheon@gmail.com, 종신회원

논문번호 : 201806-B-184-RN, Received February 17, 2018; Revised September 3, 2018; Accepted November 13, 2018

## I. 서 론

최근 기존의 미디어 콘텐츠 소비 패러다임이 저장형에서 실시간 스트리밍형으로 변화하고 있다. 통신기술의 발전으로 인해 스트리밍 서비스는 또다시 속도 우선형에서 품질 우선형으로 수요가 옮겨가는 추세로 음악의 경우 고음질의 음원, 비디오의 경우 고화질 영상에 대한 소비수요가 늘어나고 있다. 이 소비 수요를 잘 반영한 것이 기존의 통신 및 방송 사업자등의 제 3사업자들이 인터넷 기반의 다양한 미디어 콘텐츠를 제공하는 서비스인 OTT 스트리밍 서비스이다. OTT 스트리밍 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 서비스 품질(QoS: Quality of Service)과 더불어 체험 품질(QoE: Quality of Experience)에 대한 관심 또한 증가하고 있다.

높은 QoE를 보장하는 OTT 서비스의 경우 우선적으로 지연에 민감하다. 따라서 QoS가 보장되는 Closed-platform 기반이 아닌 best-effort 기반 네트워크 환경에서의 연속적인 멀티미디어 보장(QoE)을 위한 많은 기법들이 연구되었다. 기존의 연구들은 QoS의 변수를 통신 환경으로만 보고 연구해왔다. 그러나 OTT 및 온라인 스트리밍 서비스의 경우 하나의 변수가 더 추가된다. 바로 사용자이다. 사용자는 매 시간 영상의 진행에 여러 행동을 취할 수 있다. 이를 대변해주는 현상이 바로 단일자극 연속 품질 평가(SSCQE(Single Stimulus Continuous Quality Evaluation))방식에서 나타나는 장시간 시청으로 인한 관심 감소에 따른 한계현상이다. 이 한계에 다다르게 될 경우 사용자는 지체없이 영상이 현재 진행중인 부분을 넘기게 된다(Chunk Skip). 흥미 있는 다른 부분으로 넘기는 것이다. 기존의 QoE를 보장하기 위해 연구되어온 Adaptive Streaming 기법의 경우 QoS에 따라 화질만을 변동적으로 적용할 뿐 비디오를 받아오는 순서는 순차적인 전후의 방향으로 동일하였다. 이는 사용자의 부분 건너뛰기 행동을 반영하기에 적합하지 않다. 해당 사용자는 영상을 부분 건너뛰기 할 경우 여전히 지연이라는 불편함을 겪게 되어 기존 기법들은 높은 QoE를 보장할 수 없게 된다.

따라서 본 논문에서는 네트워크 상태를 고려하여 스트리밍 서비스의 품질을 향상시키기 위한 스트리밍 전송 기법에 관한 기존의 연구들에 대해 살펴보고, 앞 문단에서 명시한 한계를 보완함과 동시에 사용자에게 최적화된 스트리밍 전송 기법에 대해서 서술하고자 한다. 본 논문은 해당기술을 사용자 기반 적응형 스트리밍 기법(이하 UAS(User-based Adaptive

Streaming) 기법)이라 명명하였다.

제안하는 기법은 Softmax 알고리즘을 기반으로 사용자의 장르별 비디오 시청 패턴을 분석하고, 분석 결과를 기반으로 여러 개의 부분 단위(Chunk)으로 이루어진 비디오를 어느 부분부터 받아올지에 대한 우선 순위를 조절한다. 따라서 네트워크 상태 변화 뿐만 아니라 사용자의 시청 패턴도 반영함으로써 효율적으로 부분 단위(Chunk)를 받아들일 수 있게 한다. 이는 사용자 별로 상이한 QoE의 기준을 만족시킬 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 관련 연구들에 대해 기술하고, 본 논문에서 제안하는 UAS 기법의 알고리즘에 대해 상세히 기술하였다. 3장에서는 시뮬레이터를 이용하여 제안하는 UAS 기법의 성능을 검증하고 그 한계를 명시하였으며, 마지막 5장에서는 결론을 도출한다.

## II. 본 론

### 2.1 관련연구 (Related works)

QoE 보장 문제의 해결을 위해 네트워크 상태에 따라 상이한 스트리밍 전송 기법에 대해 여러 가지 접근법들이 있었다. 본 장에서는 기존에 연구되었던 비디오 스트리밍 기법들에 대해 소개하고, 해당 연구들이 이야기하는 문제점에 대해 깊고 넘어가도록 한다.

#### 2.1.1 점진적 다운로드(Progressive Download) 기법

점진적 다운로드 기법은 현존하는 가장 광범위한 멀티미디어 스트리밍 기법이다. 사용자가 원하는 미디어를 미디어 서버가 아닌 웹 서버에 놓아둔 채 사용자에게는 존재하는 주소만을 알려준다. 사용자는 해당 URL에서 미디어를 다운로드 받아 미디어를 이용하게 된다. 따라서 구현이 가장 용이하고 추가적인 비용이 들지 않는다. 웹 서버를 이용하므로 HTTP 프로토콜을 이용한다. 점진적 다운로드 기법을 통해 사용자가 원하는 미디어를 끊임없이 높은 QoE를 유지하며 이용하기 위해서는 서버로부터 사용자에게 전달되는 네트워크의 속도가 미디어가 가진 데이터레이트 보다 높아야 한다. 예를 들어 1Mbps의 동영상이라면 사용자에게 제공되는 네트워크의 최소 속도가 1Mbps가 되어야만 끊임 없는 동영상 시청이 가능하다. 그러나 점진적 다운로드 기법은 사용자의 컴퓨터에 직접 미디어를 다운로드하여야 하기 때문에 보안상 문제가 존재한다. 또한 Bandwidth의 사용이 비효율적이다. 따라서 OTT 시장이 아닌 VOD 시장에서 많이 사용

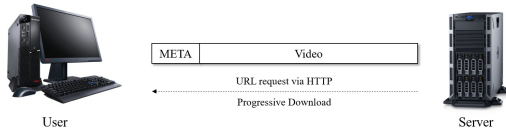


그림 1. 점진적 다운로드 기법의 구조도  
Fig 1. Structure of progressive download technique

되는 기법이다. 이 단점을 보완한 기법이 바로 실시간 스트리밍 프로토콜(RTSP) 기법이다.

2.1.2 실시간 스트리밍 프로토콜(RTSP) 기법

점진적 다운로드 기법 이후 어도비사에서 개발한 기술인 RTMP 프로토콜 방식은 기본적으로 같은 미디어 파일을 다른 비트레이트(bit-rate)로 인코딩한 2~3개의 파일을 서버에 저장해 사용자에게 제공한다. 따라서 사용자는 미디어 이용 도중에 화질을 선택할 수 있게 된다. 점진적 다운로드 기법에 비해 라이브 미디어를 다루기 용이하고 고품질 비디오 제공이 용이하다는 장점이 있다. 그러나 파일 전체를 다운 받아야 한다는 단점이 존재한다. 이런 문제를 해결하기 위해 나온 기술이 바로 실시간 스트리밍 프로토콜 기법이다. 실시간 스트리밍 프로토콜 기법이란 IETF (Internet Engineering Task Force)가 1998년에 개발한 통신 규약이다. 이는 멀티미디어 데이터의 스트리밍을 제어하는 방법으로, 사용자가 웹 서버가 아닌 원하는 데이터를 포함하는 미디어 서버를 원격으로 제어하기 위한 프로토콜이다. 이 방식은 미디어 전체를 하나로 제공하는 것이 아닌 사용자가 이용하고자 하는 부분만을 제공한다. 그러나 실시간 스트리밍 프로토콜 기법(RTSP)기법은 HTTP를 이용한 기술이 아니다. 따라서 기법을 사용자에게 제공하기 위해서는 추가 비용이 필요하다는 단점이 있다. 따라서 이 기술을 개선한 새로운 스트리밍 방식이 HTTP 기반 적응형 스트리밍(HAS) 기법이다.

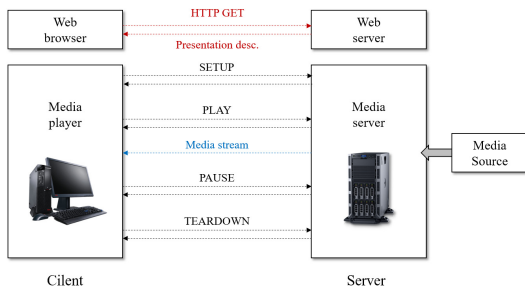


그림 2. 실시간 스트리밍 프로토콜 기법의 구조도  
Fig. 2. Structure of Real Time Streaming Protocol technique

2.1.3 HTTP 기반 적응형 스트리밍(HAS: HTTP-based Adaptive Streaming) 기법

적응형 스트리밍 기법이란 어떠한 변수에 맞게 반응하여 스트리밍을 하는 기법이다. HTTP 기반 적응형 스트리밍은 서버에 몇 초 단위의 작은 조각(Chunk)을 사용자의 네트워크 상태에 따라서 스트리밍을 하는 기법으로 점진적 다운로드 기법과 실시간 스트리밍 기법의 장점을 모두 가진 기법이다. 점진적 다운로드 기법의 단점 중 하나는 해상도 변경이 어렵다는 점이였다. 사용자의 네트워크 상태에 따라 사용자는 버퍼링을 경험하게 되는데 사용자의 네트워크가 좋아지지 않는 이상 지속해서 버퍼링을 만나게 되고 이 때문에 사용자가 체감하는 QoE가 낮아지게 되는 것이다. 적응형 스트리밍 기법은 바로 이 점을 해결해 준다. 다양한 비트레이트로 인코딩이 되어있으니 네트워크 상태에 따라 선택이 가능하고 파일 하나가 아닌 작은 조각의 데이터를 스트리밍 하는 방식이니 다음 데이터를 원하는 화질로 쉽게 선택이 가능하다. 그러나 이 기법은 변수를 네트워크 상태 한 가지로 보았다는 단점이 있다. OTT 서비스 같은 온라인 스트리밍 서비스의 경우 사용자라는 변수가 더 추가된다. 이 변수를 고려한 기법이 바로 사용자 기반 적응형 스트리밍 기법(UAS)이다.

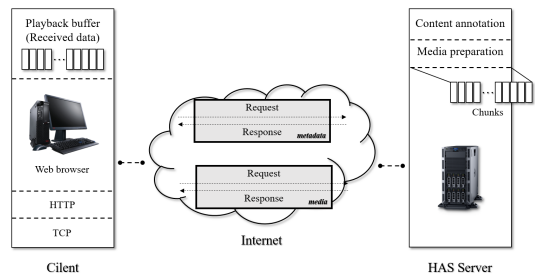


그림 3. HTTP 기반 적응형 스트리밍 기법의 구조도  
Fig. 3. Structure of HTTP-based Adaptive Streaming technique

2.2 제안하는 기법 UAS(User-based Adaptive Streaming)

단방향성이었던 VOD 시장과는 달리 온라인 스트리밍 서비스의 경우 사용자가 미디어에 어떠한 행동을 취할 수 있다. 이는 단순한 정지 재생을 비롯해 원하는 영상의 부분으로 건너뛰거나 되돌아오는 등의 행동을 모두 일컫는다. 본 장에서는 앞서 말한 네트워크 변수만을 고려한 기존 적응형 스트리밍 기법의 문제점을 해결하기 위한 사용자 기반 적응형 스트리밍 기법(이하 UAS(User-based Adaptive Streaming) 기

법)에 대해 설명한다. UAS 기법은 사용자별로 최적화된 스트리밍 로딩을 통해 최상의 QoE를 체감할 수 있게 하고자하는 목적을 갖는다.

2.2.1 전체 구조

본 논문에서 제안하는 UAS 기법을 적용한 스트리밍 시스템 구조는 그림 4와 같다. UAS 기법은 스트리밍 서버에서 동작한다. 기본적인 프로세스는 HAS와 동일하게 돌아가지만 이 때 조각 단위를 받아오는 순서에서 HAS와 차이가 나게 된다. 즉, Request를 순차적으로 하지않고 조각 단위별로 우선 순위를 정한 후 그 우선 순위에 따라 스트리밍 하게 된다. 그림을 예로 들어 설명하면 사용자는 현재 세 번째 조각 단위를 먼저 요청하고 있으므로, 요청을 받은 서버는 HAS기법과는 다르게 첫 번째 조각단위가 아닌 세 번째 조각 단위를 우선적으로 사용자에게 제공 한다. 이 후 제공되는 조각 단위의 순서 또한 사용자의 요청에 따라 결정된다. 이를 위한 사용자 별 우선순위를 정하는 상세한 방법은 다음 나. 세션에서 설명한다.

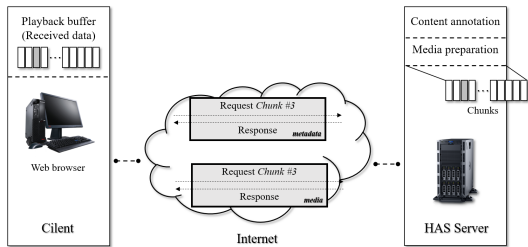


그림 4. 사용자 기반 적응형 스트리밍 기법의 구조도  
Fig. 4. Structure of User-based Adaptive Streaming technique

2.2.2 UAS(User-based Adaptive Streaming) 기법

본 논문에서 제안하는 UAS 기법은 사용자의 시청 패턴을 예측하여 전송하는 비디오의 우선순위를 결정하는 기법이다. 비디오 스트리밍 서비스에서 사용자에게 높은 QoE를 제공하기 위해, 사용자의 시청 패턴을 수집하고 이를 바탕으로 사용자가 시청할 비디오 청크의 우선순위를 분류하는 것이다. 이 기법에서는 비디오 스트리밍 서비스에서 지연 없는 서비스를 제공하고 사용자에게 높은 QoE를 제공하기 위해 Softmax 알고리즘을 이용한다.소프트맥스 회귀는 비교하려는 주체가 전체 집합 중 어느 한 객체일 확률을 할당하고자 할 때 적합하기에 이 알고리즘을 사용하게 되었다. 소프트맥스 회귀를 큰 범주에서는 다중 분류라고 한다. 단일 분류가 클래스 A이다 아니다를 판단한다면,

다중 분류는 클래스가 A인지, B인지, C인지를 판단한다. 이 때, 다중 분류에서의 클래스 A~C를 비디오를 이루고 있는 Chunk와 동일하게 생각한다면 우리는 Softmax에 의한 확률 값을 각 Chunk별로 얻을 수 있을 것이다. 따라서 단순히 순서대로 Chunk를 화질별로 받아오는 기존의 연구기법에 비해 순서를 사용자의 사용 패턴에 맞게 받아들 수 있게 된다. 자세한 Softmax의 적용 프로세스를 단계별로 설명하기 전, Softmax의 기본적인 수식은 다음과 같다.

$$L_i = -\log \left( \frac{e^{f_{y_i}}}{\sum_0^j e^{f_j}} \right) \tag{1}$$

이 수식을 확률 통계적으로 해석하자면 다음과 같다.

$$P(y_i|x_i; W) = \frac{e^{f_{y_i}}}{\sum_0^j e^{f_j}} \tag{2}$$

위의 수식은 주어진 xi와 W의 상황에서 yi의 레이블에 부여된 normalized된 확률이라는 뜻으로 주어진 xi를 본 논문에서는 비디오에 취하는 사용자의 행동으로, yi를 그에 따른 예상 chunk별 클릭 확률로 두었다. 이를 UAS 알고리즘에 적용하면, 각 chunk의 Softmax를 통과한 Y 값들을 하나의 배열로 만든 것이 바로 사용자가 각 Chunk를 클릭할 확률이 되는 것이다. 따라서 UAS 기법이 적용될 경우, 비디오의 종류에 따라 볼 확률이 높은 부분 단위(Chunk)는 서로 상이해지게 된다. 또한 이는 사용자별로도 다른 결과 값을 도출해 내기 때문에 사용자에게 최적화된 재생 부분 단위(Chunk)의 우선순위를 결정하게 된다. 아래의 그림 5는 Softmax의 결과 값 도출 구조도이다. 사용자의 패턴을 모두 수집하고 나면 각 부분 단위에 대해 Softmax 알고리즘을 통해 해당 사용자가 가장 먼저 볼 확률이 높은 부분 단위를 선정한다. Softmax 알고리즘은 다중 분류가 가능하므로 결과 값을 차례대로 높은 우선순위부터 낮은 우선순위까지 순위를 매기게 된다. 이 순위를 기초로 하여 사용자가 해당 영상을 시청하게 될 경우 알고리즘은 우선순위가 가장 높은 조각 단위부터 서버로부터 제공될 수 있도록 요청한다.

본 논문에서는 사용자의 시청패턴을 받기 전 카테

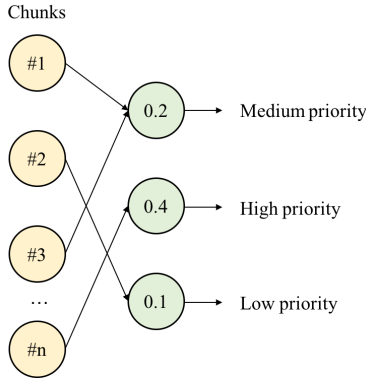


그림 5. 사용자 최적화에 사용되는 소프트맥스 알고리즘의 구조도  
 Fig. 5. Structure of using softmax algorithm at optimization

고리를 나누어 기본 값을 각각 가지게 한다. 예를 들어 스포츠 경기 비디오의 경우에는 하이라이트 영상이 방송되는 맨 마지막 부분 단위(Chunk)에 우선순위를 기본적으로 둔다. 이 값은 사용자가 비디오를 보면서 행동을 취할수록 우선순위에 대한 값이 변화하게 된다. 사용자 A가 스포츠 경기 비디오의 경우 중간 부분 단위(Middle of the Chunk)부터 보는 행동을 많이 취할수록 스포츠 경기 비디오의 스트리밍을 시작할 경우 중간 부분의 단위(Middle of the Chunk)부터 스트리밍 하게 된다. 상세한 설명을 위해 그림 6을 통해 본 논문에서 제시하는 UAS 기법의 간단한 알고리즘을 설명하고자 한다. 카테고리가 액션이고, 조각단위가 총 세 개로 이루어진 영상을 사용자가 이용하게 되었을 경우 기존 사용자의 시청 패턴에 따라 세 번째 조각단위 y3가 0.8로 가장 높은 우선 순위를 가지고 있음을 알 수 있다. 이 때 Cuser인 사용자의 행동인 부분 단위 y1 클릭이 시청 도중 진행 되었을 경우 알고리즘은 y1에 대한 우선순위를 높이고 이에 따라 조각단위 y2, y3에 대한 우선순위를 조정하게 된다.

```

if(category == action)
{
    set (y1 = 0 & y2 = 0.2 & y3 = 0.8)
    if (Cuser = y1)
    {
        y1 ++;
        y2 --;
        y3 --;
    }
}
...
    
```

그림 6. UAS 기법의 알고리즘  
 Fig. 6. Pseudo code of UAS method

### III. 실험 및 성능 평가

#### 3.1 실험 환경

실험환경 측정을 위해 유튜브 내의 Video ID “5Z6XSZcV27Q”, “5zL3YJKygd4”, “S91KmOLt-Fg”, “HzNlrpabXw0”, “rvxGpkkjRyw” 영상을 이용하였다. 각 영상의 선택은 카테고리를 기준으로 하여 SF, 로맨스, 스포츠, 다큐, 코미디의 대표적인 영상을 선발하였다. 이에 대한 자세한 정보는 그림 7과 표 1에서 나타난다.

영상의 선택은 카테고리를 기준으로 하여 SF, 로맨스, 스포츠, 다큐, 코미디의 대표적인 영상을 선발하였다. 이에 대한 자세한 정보는 그림 7과 표 1에서 나타난다. 학습을 위한 초기 값 및 결과 값의 표를 표 2-(a), 표 2-(b)과 같이 구성하였다. 표 2-(a)에 명시된 카테고리 별 우선순위의 값은 초기 값으로 모든 사용자에게 똑같은 기본 값이 주어지게 된다. 이 후 사용자의 행동패턴에 따라 학습되어 사용자에게 최적화된 값인 표 2-(b)로 변화하게 된다. 따라서 본 실험을 통해 같은 사용자일지라도 다른 카테고리의 영상 및 다른 시청 패턴을 보이는 영상들에도 범용적으로 시청 패턴을 적용하여 각기 다른 우선순위를 부여할 수 있음

표 1. UAS 기법의 알고리즘 실험 환경 측정을 위해 사용한 영상 목록 및 정보  
 Table 1. Information about videos using experiment

Title	Video ID	Total Length	Loading Time	Quality	Category
With God	5Z6XSZcV27Q	2:00	0:48	480p	SF
Love, Rosie	5zL3YJKygd4	2:01	0:15	480p	Romance
Relay of Nexen baseball game	S91KmOLt-Fg	1:45	0:35	480p	Sport
Golden Shoes	HzNlrpabXw0	2:55	1:18	480p	Documentary
Goodbye, single	rvxGpkkjRyw	1:24	0:32	480p	Comedy



그림 7. UAS 기법의 알고리즘 실험 환경 측정을 위해 사용한 영상 목록. 차례대로 왼쪽에서부터 신과함께, 빅센중계, 러브로지, 골든슈즈, 굿바이 싱클

Fig. 7. Video list for experiment

표 2 (a). 카테고리 별 우선순위의 초기 값  
Table 2. (a) Initial values of each categories

Category	Chunk #1	Chunk #2	Chunk #3	Chunk #4	Chunk #5	Chunk #6	Chunk #7	Chunk #8
SF	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Romance	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Sport	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Documentary	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Comedy	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3

표 2 (b). 최종 학습된 사용자 A의 카테고리 별 부분(Chunk) 우선 순위 표

Table 2. (b) Result of priority after experiment

Category	Chunk #1	Chunk #2	Chunk #3	Chunk #4	Chunk #5	Chunk #6	Chunk #7	Chunk #8
SF	0.2	0	0.3	0	0.4	0	0.1	0
Romance	0	0	0.3	0.3	0	0	0.3	0.1
Sport	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5
Documentary	0.3	0.1	0.2	0.4	0	0	0	0
Comedy	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

을 보이하고자 하였다. 표 2-(b)은 최종 학습된 사용자 A의 카테고리 별 부분(Chunk) 우선순위 표이다. 제한한 기법을 평가하기 위해 1초에 24frames drop을 가진 네트워크 환경에서 실험을 하였다.

### 3.2 성능 평가

본 논문에서 제안하는 UAS 기법은 사용자의 시청 패턴에 따라 비디오 부분 단위(Chunk)에 대한 우선순위를 조절하게 된다. 따라서 사용자가 비디오를 시청할 때 해당 부분을 먼저 클릭하는 순서대로 내림차순의 가중치를 부여한다. 이 때, 클릭에 대한 모든 가중치를 범주별로 평균을 내어 softmax 함수의 input으로 입력한다. 즉, 각 part에 대한 가중치들의 평균들을 구하고, 이들을 softmax에 입력해 각 범주별 해당 user가 속할 확률을 구하고 가장 높은 확률을 갖는 범주를 해당 user의 시청 경향이라고 가정해 해당 부분부터 버퍼링을 시작한다. 따라서 조절된 우선순위 적용에 따른 로딩 시간은 성능평가에서 중요한 지표가 된다. 각 카테고리별 영상 내 부분 단위(Chunk)의 길이는 위의 기준 동영상에 맞추어 설계하였고, 부분 단위(Chunk)를 8개라고 가정하였을 때, 한 개의 부분 단위(Chunk)는 총 길이/8 이라 설정한다. 따라서 SF 카테고리의 영상의 경우 총 길이는 2분의 영상이고 하나

의 부분 단위(Chunk)의 길이는 15초이다. 총 8개의 부분 단위(Chunk)를 순차적으로 모두 로딩 하는 시간은 48초가 되기 때문에 하나의 부분 단위(Chunk)를 로딩 하는 시간은 6초이다. 이와 같은 방법으로 로맨스 카테고리의 영상의 하나의 부분 단위(Chunk)의 길이는 15초이고, 하나의 부분 단위(Chunk)를 로딩 하는 시간은 1.875초이다. 스포츠 카테고리의 영상의 하나의 부분 단위(Chunk)의 길이는 13.125초이고, 하나의 부분 단위(Chunk)를 로딩 하는 시간은 4.375초이다. 다큐멘터리 카테고리의 영상의 하나의 부분 단위(Chunk)의 길이는 21.875초이고, 하나의 부분 단위(Chunk)를 로딩 하는 시간은 9.75초이다. 코미디 카테고리의 영상의 하나의 부분 단위(Chunk)의 길이는 10.5초이고, 하나의 부분 단위(Chunk)를 로딩 하는 시간은 4초이다. 이를 표로 정리하면 표 3과 같다.

위와 같은 영상들을 기준으로 사용자의 영상 시청 패턴을 적용하여 성능을 비교 평가한다. 다음은 각 영상의 부분단위의 건너뛴을 각 1회씩 하였을 때에 따라 UAS 기법을 적용하지 않았을 때와 적용하였을 때의 성능을 비교 평가 하였다. 각 영상의 재생은 한 부

표 3. 카테고리 별 부분(Chunk)의 길이 및 로딩 시간  
Table 3. Loding time of each chunks

Category	Chunk's Length(sec)	Chunk's Loading Time
SF	15	6
Romance	15	1.875
Sport	13.125	4.375
Documentary	21.875	9.75
Comedy	10.5	4

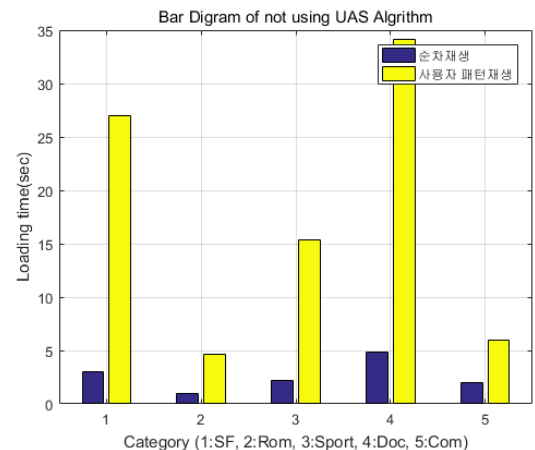


그림 8. UAS 기법을 적용하지 않았을 때의 대기 시간  
Fig. 8. Loading time when do not apply the UAS method

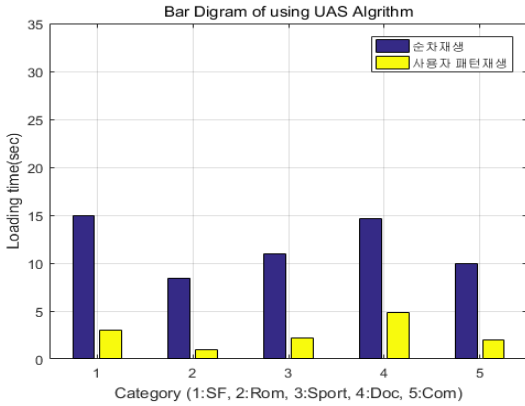


그림 9. UAS 기법을 적용하였을 때의 대기 시간  
Fig. 9. Loading time when apply the UAS method

분단위의 반절이 로딩 되었을 때 시작되도록 하여 그 전까지는 대기하도록 하였다. 기법을 적용하지 않았을 때의 로딩 시간은 그림 8과, UAS 기법을 적용하였을 때의 로딩 시간은 그림 9와 같다.

그림 8, 9에서 볼 수 있듯이 UAS 기법을 적용하였을 경우 순차재생에서는 약간의 대기 시간이 발생할 수 있으나 사용자의 시청 패턴을 적용하였을 때는 거의 대기 시간이 발생하지 않았다. 이 둘의 합은 UAS 기법을 적용하지 않았을 때 보다 현저히 낮다. 따라서 이 기법을 적용한 스트리밍 서비스를 이용하는 사용자가 느끼는 QoE의 지수는 높아짐을 알 수 있다.

#### IV. 결론

기존의 비디오 스트리밍 시스템에서의 로딩 기법은 하나의 영상을 여러 개의 부분 단위로 나누어 사용자의 네트워크 상황에 따라 화질을 선택할 수 있게 하였으나, 사용자의 시청 패턴을 고려하지 않아서 QoE를 높이는 가장 중요한 주체인 사용자를 고려하지 못하였다는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 비디오 스트리밍 시스템에서의 QoE 향상 기법인 UAS(User-based Adaptive Streaming)을 연구하였다. 제안한 UAS 기법은 사용자의 장시간 스트리밍 시청으로 인한 부분 영상 건너뛸을 미리 예측하여 불필요한 네트워크 사용을 방지하고 비디오를 끊김 및 지연을 최소화한 최대의 연속성을 보장하였다. 향후 연구의 경우 단일의 네트워크 환경이 아닌 다중의 네트워크 환경에서 사용자가 현재 사용하는 네트워크를 파악하여 네트워크를 선택할 수 있게 하여 QoE뿐만 아니라 네트워크 활용성 및 에너지 효율성을 높이는 기법에 대한 연구가 필요하다.

#### References

- [1] H. Kim and K. Chung, "A video quality control scheme to improve the quality of multimedia streaming services," *J. KISS : Inf. Netw.*, vol. 39, no. 1, pp. 21-30, Feb. 2012.
- [2] <http://www.kocca.kr/cop/bbs/view/B0000141/1823163.do?menuNo=200898>
- [3] KOCCA Am. Office, *Contents Industry Trend of USA*, KOCCA, Aug. 2014.
- [4] [https://www.tta.or.kr/data/weekly\\_view.jsp?news\\_id=4887](https://www.tta.or.kr/data/weekly_view.jsp?news_id=4887)
- [5] [http://www.ktword.co.kr/abbr\\_view.php?m\\_temp1=3447](http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?m_temp1=3447)
- [6] J. Koo and K. Chung, "A novel rate control for improving the QoE of multimedia streaming service in the internet congestion," *J. KISS : Inf. Netw.*, vol. 36, no. 6, pp. 492-504, Feb. 2009.
- [7] H. Kim and K. Chung, "Adaptive video streaming scheme for improving quality of experience," *J. KISS : Inf. Netw.*, vol. 39, no. 5, pp. 395-404, Oct. 2012.

#### 김 경 선 (Kyeongseon Kim)



2017년 2월 : 중앙대학교 컴퓨터공학부 졸업  
현재 : 중앙대학교 컴퓨터공학부 석사과정 재학중  
<관심분야> 딥러닝 이미지 스타일 트랜스퍼, 네트워크 최적화, 모바일 딥러닝

#### 김 중 헌 (Joongheon Kim)



2004년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 졸업  
2006년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사  
2014년 8월 : University of Southern California Computer Science 박사

현재 : 중앙대학교 컴퓨터공학부 조교수  
<관심분야> 네트워크 최적화, 머신러닝 알고리즘