

# 모바일 환경을 위한 준-동적 디지털 비디오 어댑테이션 시스템

## (Semi-Dynamic Digital Video Adaptation System for Mobile Environment)

추진호<sup>†</sup>    이상민<sup>††</sup>    낭종호<sup>†††</sup>  
(Jinho Choo)    (Sangmin Lee)    (Jongho Nang)

**요약** 동영상 어댑테이션 시스템은 네트워크 제약, 클라이언트 제약 등을 만족하면서, 동영상의 품질이 최대가 되도록 동영상을 변환해 주는 시스템을 말한다. 본 논문에서는 정적으로 중간 동영상과 품질 측정에 관한 정보를 생성해두는 준-동적 어댑테이션 시스템을 제안한다. 중간 동영상은 원본 동영상의 해상도를 반으로 줄여가며 생성되어, 서버에 저장된다. 품질 측정에 관한 정보는 프레임 율 별 부드러운 정도의 수치와, 픽셀 당 비트 량 별 선명한 정도의 수치에 대한 테이블을 정적으로 생성해 둔 것이다. 이런 중간 결과물들은 클라이언트에서의 서비스 품질을 고려하며 동적으로 동영상을 변환 할 때 가능한 빠르게 동영상 변환이 수행될 수 있도록 해준다. 실험 결과 제안된 어댑테이션 시스템은 기존의 동적 어댑테이션 시스템에 비해 약 30배 정도 빠르게 어댑테이션을 수행하는 반면, 약 2%정도의 품질 저하가 있었고 중간 동영상을 저장하기 위한 추가적인 서버공간이 필요하다는 것을 확인 할 수 있었다.

**키워드** : 동영상 변환, 동영상 분석, 모바일 멀티미디어

**Abstract** A video adaptation system translates the source video stream into appropriate video stream while satisfying the network and client constraints and maximizing the video quality as much as possible. This paper proposes a semi-dynamic video adaptation scheme, in which several intermediate video streams and the information for the measuring of video quality are generated statically. The intermediate video streams are generated by reducing the resolution of the video stream by a power of two several times, and they are stored as the intermediate video streams on the video server. The statically generated information for the input video stream consists of the degrees of smoothness for each frame rate and the degree of frame definition for each pixel bit rate. It helps to dynamically generate the target video stream according to the client's QoS at run-time as quickly as possible. Experimental result shows that the proposed adaptation scheme can generate the target video stream about thirty times faster while keeping the quality degradation as less than 2% comparing to the target video stream that is totally dynamically generated, although the extra storages for the intermediate video streams are required.

**Key words** : Video Adaptation, Video Analysis, Mobile Multimedia

### 1. 서론

국제전기통신연합(ITU) 표준에 따르면 3세대 이동통

신망은 CDMA2000 1x, CDMA2000 3x, CDMA2000 EV-DO, WCDMA 등이 있으며, 이들 통신망은 144 Kbps에서 2Mbps 범위의 대역폭을 제공한다[1]. 이러한 3세대 이동통신망이 보급되면서 동영상을 이동통신 단말기로 전송하는 서비스가 가능해졌다. 3세대 이동통신망이 기존 통신망에 비해 높은 대역폭을 제공하지만, 동영상 서비스를 하기에는 여전히 대역폭이 충분하지 못하다. 또한, 이동통신 단말기의 해상도, 정보처리속도, 메모리 용량 등도 기존의 동영상 서비스 환경과 많은 차이점이 있다. 그렇기 때문에 이동통신 단말기로 동영

· 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00141)지원으로 수행되었음

† 비회원 : 서강대학교 컴퓨터학과  
jhchoo@mlneptune.sogang.ac.kr

†† 학생회원 : 서강대학교 컴퓨터학과  
lesmin@mlneptune.sogang.ac.kr

††† 종신회원 : 서강대학교 컴퓨터학과 교수  
jhnang@ccs.sogang.ac.kr

논문접수 : 2003년 5월 9일  
심사완료 : 2004년 8월 26일

상을 전송하기 위해서는 기존의 동영상상을 이동통신 환경에 맞게 변환 해주는 것이 필요하다.

현재는 콘텐츠 제작자가 이동통신 단말기로 전송할 동영상상을 제작하는 시점에서 이동통신 단말기에서 재생 가능한 형태로 동영상상을 제작하여, 이를 서버에 저장해 두고 이동통신 단말기에서 서비스 요청이 들어오면, 서버에 저장된 동영상상을 이동통신 단말기로 전송하는 방식으로 모바일 환경에서의 동영상 서비스를 하고 있다. 이러한 방식에서는 동일한 동영상상을 여러 가지 종류의 이동통신 단말기로 전송하는 경우 콘텐츠 제작자가 각각 종류별 이동통신 단말기로 전송 가능한 형태의 동영상상을 제작하여 서버에 저장해두어야 한다. 이러한 시스템은 콘텐츠 제작자의 많은 작업량과 많은 서버용량을 필요로 하는 단점이 있다. 또한 새로운 클라이언트가 추가될 때마다 새 클라이언트에서 재생할 수 있는 동영상상을 제작해야 하는 부담도 있다. 동영상상을 자동으로 모바일 환경에 적합한 동영상상으로 변환해 줄 경우 이러한 부담이 줄어들게 된다. 기존에 이런 방법에 대한 연구 [2-5]가 있었으나 동영상 변환시간이 너무 많이 필요하다는 단점이 있었다.

본 논문에서는 동영상 어댑테이션 과정에서 시간을 줄일 수 있는 부분들을 실험을 통하여 알아본 후, 어댑테이션을 빠르게 수행할 수 있는 시스템 구조 및 알고리즘을 제안한다. 동영상 어댑테이션이 수행되는 각 부분들의 시간을 측정 해본 결과 동영상 품질을 측정하는 부분에서 대부분의 시간이 소요되는 것을 확인할 수 있었다. 제안 시스템에서는 동영상의 품질 측정에 필요한 정보들을 선처리 과정에서 미리 계산해 둔 후 실제 어댑테이션에서는 이 정보들을 사용하여 어댑테이션을 하게 하였다. 또한 선처리 과정에서 여러 개의 해상도로 미리 동영상상을 만들어 두도록 하여, 해상도 변환 시간을 줄일 수 있게 하였다. 제안된 어댑테이션 시스템으로 동영상 어댑테이션 실험을 해본 결과 기존 어댑테이션 시스템에 비해 서버의 공간을 더 사용하였지만, 어댑테이션 시간을 크게 줄일 수 있었다. 또한, 제안된 어댑테이션 시스템에서 생성된 동영상은 기존 어댑테이션 시스템에서 생성된 동영상에 비해 98%의 품질을 유지하였다. 본 논문의 결과로 모바일 환경에서의 동영상 어댑테이션 시스템을 구축하는 데에 참고 모델이 될 수 있을 것이며, 이 시스템을 확장할 경우 Web상의 동영상상을 모바일 클라이언트로 전송할 동영상으로 변환하는 Proxy 서버 시스템 등에 적용하는 것도 가능한 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 무선환경의 특성 및 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 모바일 환경에 적합 하도록 동영상상을 변환하는 시스템, 변환 모델, 변환 알고리즘을 제안한다. 4장에서는 제안한 시

스템에 대한 실험 결과를 보이고 5장에서 결론을 맺고자 한다.

## 2. 연구배경

동영상 전송/재생 시스템은 영상을 저장해 두었다가 서비스 요청이 들어온 영상을 전송해주는 서버와, 네트워크 그리고, 영상을 사용자가 볼 수 있도록 재생해주는 클라이언트로 구성된다. 모바일 환경은 이 중 네트워크와 단말기 부분이 일반적인 동영상 전송/재생 시스템과 차이가 있다. 2.1절에서는 모바일 환경의 특성 및 모바일 환경에서 재생하기 위한 동영상의 요구조건에 대해 알아보고, 2.2절에서는 동영상의 품질 측정 방법에 대해 알아본다. 끝으로 2.3절에서는 동영상 어댑테이션에 관한 기존의 연구들에 대해 알아본다.

### 2.1 모바일 환경에서의 동영상

이동통신망의 발전은 아날로그 방식의 1세대 이동통신망, 디지털 방식의 2세대 이동통신망을 거쳐, 3세대 이동통신망(IMT-2000)으로 발전했다. 2세대 이동통신망은 음성통신을 위한 통신망이며 9.6~14.4Kbps의 대역폭을 제공한다. 3세대 이동통신망에서는 144Kbps~2Mbps의 대역폭을 제공하여 멀티미디어 데이터 전송이 가능해졌다[1]. 국내의 경우 99년 이후로 2세대 코드분할다중접속(CDMA) 방식 이동통신(IS95A,B) 서비스를 해왔다. 이 방식은 대역폭이 작았기 때문에 단문 메시지 서비스 등 적은 데이터 전송으로 가능한 서비스만 가능했었다. 2002년 CDMA2000 1x가 상용화 되면서 144Kbps의 속도로 데이터를 전송하는 것이 가능해졌고, CDMA2000 1x EV-DO의 상용화가 이루어져 2Mbps의 대역폭을 사용하여 데이터를 전송할 수 있게 되었다. 이에 따라 멀티미디어 데이터를 이동통신 단말기로 전송하여 재생하게 하는 서비스가 가능해졌다.

일반적인 이동통신 단말기는 중앙처리장치로 ARM의 ARM7TDMI 칩[6]을 사용한다. 이 칩은 88~133MHz의 주파수로 동작하는 32bit RISC 프로세서이다. ARM7TDMI 칩은 DSP 회로가 내장되어 있지 않고, 저속 RISC 프로세서이기 때문에 멀티미디어 데이터를 빠르게 처리하기가 힘들다. 일반적인 이동통신 단말기에 내장된 메모리의 양은 대략 8Mbyte 정도이다. 이 중 대부분을 운영체제 및 어플리케이션이 차지하고 있기 때문에 콘텐츠를 저장하기 위한 공간이 많지 않다. 또한, 운영체제에서 파일의 크기를 제한하는 경우가 있으며, 120Kbyte~300Kbyte 정도로 파일 크기를 제한하고 있다. 현재 개발되어있는 3세대 이동통신 단말기들의 해상도는 112×96에서 176×144 정도이다. 멀티미디어 칩셋을 장착한 이동통신 단말기의 경우 176×144의 비교적 높은 해상도를 지원하지만 일반적인 이동통신 단말기는 112×96 또

는 128×112 정도의 해상도를 지원한다. 일반적인 동영상의 해상도가 352×240임을 감안하면 이동통신 단말기의 해상도가 낮기 때문에 해상도를 낮춰서 이동통신 단말기로 전송해야 한다.

일반적인 동영상 서비스의 경우에는 클라이언트에서 어댑테이션을 하게 된다. 클라이언트에서 서버로부터 전송 받은 동영상을 재생하고자 하는 해상도로 해상도를 변경하고, 클라이언트의 칼라 수에 맞게 칼라 수를 줄여 화면에 보여지게 된다. 또한, 프레임 율이 클라이언트의 재생 능력을 넘는 경우에는 동적으로 프레임율을 제거하며 재생을 하게 된다.

**2.2 동영상의 품질 측정 방법**

동영상의 품질은 크게 동영상을 구성하는 각 프레임의 선명도(definition)와 움직임의 부드러운 정도(smoothness)로 나눌 수 있다[2,7]. 각각에 대해 살펴보면 다음과 같다.

(1) 각 프레임의 선명도(definition)

모바일 동영상은 저비트 율로 압축이 되기 때문에 일반 동영상에 비해 블록 현상(blocking effect)과 오브젝트의 경계가 번지는 현상(mosquito effect)이 발생하게 된다[7]. 그림 1은 모바일 동영상에서 발생하는 블록 현상과 경계가 번지는 현상을 보여준다.

동영상의 선명도를 측정하기 위한 방법으로는 신호 대 잡음 비[2], 오브젝트의 경계(edge)를 이용한 선명도 측정 방법[8], 움직임의 양(motion)을 이용한 선명도 측정 방법[9] 등이 있다. 이 중 [2][8]은 모바일 동영상의 선명도 측정을 위해 제안된 방법이다.

(2) 움직임의 부드러운 정도(smoothness)

일반적인 동영상은 프레임 율이 충분하기 때문에 동

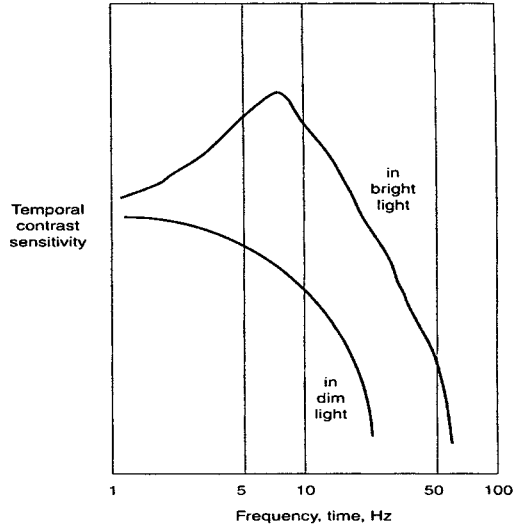


그림 2 프레임 율-깜빡임 정도 그래프

영상의 부드러운 정도는 동영상의 품질 측정 시에 고려되지 않았었다. 그렇지만 모바일 동영상의 경우에는 프레임 율이 충분하지 못하기 때문에 재생 시에 오브젝트의 움직임이 충분한 만큼 부드럽지 못하다는 특성이 있다. 그렇기 때문에 모바일 동영상의 품질 측정에서는 동영상내의 오브젝트 움직임의 부드러운 정도가 품질 측정 요소로 포함되어야 한다. 동영상의 프레임 율이 충분하지 못 할 경우 사람은 화면이 깜빡 거리는 느낌을 받게 된다[7]. 그림 2는 프레임 율에 따른 깜빡임을 느끼는 정도(flicker sensitivity)의 그래프이다[10]. 이 그래프를 보면 밝은 화면의 경우에는 약 7프레임/초에서 깜빡 거리는 느낌을 가장 많이 받는다는 것을 알 수 있다.

기존에 연구된 움직임의 부드러운 정도에 대한 품질 측정 방법으로는 프레임간의 차이(frame difference)를 이용한 방법[2], 움직임의 양(motion)을 이용한 방법[8]이 있다.

(3) 선명도와 부드러운 정도의 합

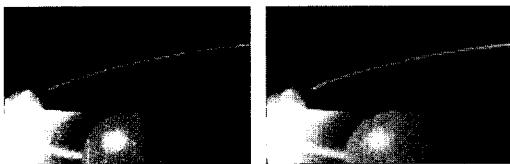
선명도에 대한 품질과 부드러운 정도의 품질을 측정 한 후에는 동영상의 품질을 계산해야 한다. 동영상의 품질을 계산하는 방법은 아래의 2가지가 있다[2].  $Q_{total}$ 은 동영상의 품질,  $Q_{temporal}$ 은 부드러운 정도의 품질,  $Q_{spatial}$ 은 선명도의 품질을 나타낸다.  $a$ 는 가중치를 나타낸다.  $a$ 는 콘텐츠 제작자가 입력한 값이 될 수 있으며, 동영상의 모션의 양을  $\alpha$ 로 사용하는 방법[8]도 있다.

$$Q_{total} = \alpha Q_{temporal} + (1 - \alpha) Q_{spatial}, \quad (1)$$

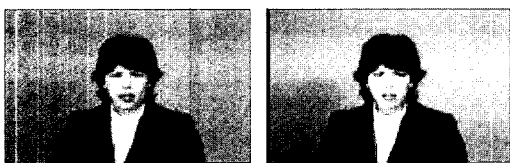
$$Q_{total} = Q_{temporal} \cdot Q_{spatial} \quad (2)$$

**2.3 동영상 어댑테이션에 대한 기존의 연구**

어댑테이션에 대한 분류를 먼저 살펴보면, 어댑테이션



원본영상                      복원영상  
(a) 블록 현상



원본영상                      복원영상  
(b) 경계가 번지는 현상

그림 1 모바일 동영상의 프레임 특성

은 미디어간의 어댑테이션과 동일 미디어 내에서의 어댑테이션으로 나눌 수 있으며[3], 동일 미디어 내에서의 어댑테이션은 변환 범위에 따라 의미적 어댑테이션(semantic adaptation)과 물리적 어댑테이션(physical adaptation)으로 분류할 수 있다[11]. 의미적 어댑테이션은 동영상의 재생되는 내용에 대한 변환으로, 동영상 요약[12]이 그 예가 될 수 있다. 물리적 어댑테이션[2]은 단말기에서 재생이 가능하도록 해상도, 프레임 율, 비트 율 등을 변경하는 것을 말한다. 본 논문에서는 동영상에 대한 동일 미디어 내에서의 물리적 어댑테이션에 대해서만 다루기로 한다.

기존의 동영상 어댑테이션 방법들[2,4,5]은 모두 비디오의 품질 측정을 반복적으로 해가며 최대 품질이 나올 때의 인코딩 변수들로 인코딩을 하게 하고 있다. 그런데, 2.2절에서 알아본 바와 같이 동영상의 품질 측정은 인코딩/디코딩 및 많은 계산을 필요로 한다. 그렇기 때문에 어댑테이션 과정에서 동영상의 품질 측정을 반복적으로 할 경우 어댑테이션 시간이 너무 길어진다는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 품질 측정을 포함한 어댑테이션 각 과정의 수행 시간을 분석 한 후 시간이 많이 필요한 과정 중 미리 계산 해 놓을 수 있는 부분을 선처리 해둬으로써 실제 어댑테이션 시간을 줄이는 방법에 대해 논의 하고자 한다.

### 3. 동영상 어댑테이션 시스템의 설계

3장에서는 동영상 어댑테이션 시스템을 제안한다. 3.1절에서는 어댑테이션 시스템 설계 시에 고려되어야 할 사항에 대해 알아보고, 3.2절에서는 동영상 어댑테이션 시스템을 설계한다.

#### 3.1 설계 시 고려 사항

##### 3.1.1 동영상 어댑테이션 과정

일반적으로 동영상 전송시스템에서는 클라이언트의 화면에 맞는 해상도로 동영상을 전송해 주게 된다. 그렇기 때문에 어댑테이션 시스템에서 동영상의 해상도는 클라이언트가 요청한 크기로 변환을 하고, 프레임 율과 프레임당 비트 율은 제약 사항을 만족하는 범위 내에서 적절한 값을 찾아서 변환을 해야 한다. 이때, 프레임 율은 동영상의 부드러운 정도를 나타내는 품질에 직접적인 영향을 주며, 프레임 당 비트 율은 동영상의 선명한 정도를 나타내는 품질에 직접적인 영향을 주기 때문에 동영상의 품질을 최대한 높일 수 있는 프레임 율과 프레임 당 비트 율을 찾아야 한다.

##### 3.1.2 제약 사항

모바일 환경은 네트워크의 대역폭이 충분하지 못하다는 점과 클라이언트의 성능이 낮다는 점에서 일반적인 동영상 전송/재생 시스템과 차이가 있다. 그렇기 때문에

모바일 환경에서 전송/재생하는 동영상은 이러한 네트워크 제약 사항과 클라이언트 제약 사항을 만족하도록 어댑테이션 되어야 한다.

##### (1) 네트워크 제약

동영상이 모바일 환경에서 스트리밍 되기 위해서는 동영상의 비트 율이 네트워크의 대역폭 보다 작아야 한다. 동영상의 비트 율에 직접적인 영향을 미치는 요소로는 동영상의 해상도, 프레임 율, 프레임 당 비트 율로 구분 할 수 있다. 프레임당 비트 율은 픽셀당 비트 량에 프레임의 해상도를 곱한 값이다. 단위시간당 전송되는 총 데이터 량은 프레임 율, 해상도, 픽셀당 비트 량에 비례하게 된다. 그림 3은 네트워크 제약과 동영상의 해상도, 프레임 율, 픽셀당 비트 량간의 관계를 보여준다. 모바일 환경에서 스트리밍 되는 동영상의 네트워크 제약 사항을 만족 시키기 위해서는 동영상의 해상도, 프레임 율, 픽셀당 비트 량이 구성되어야 한다.

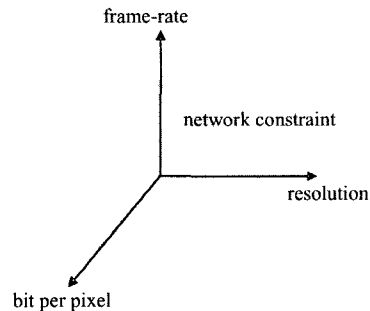


그림 3 네트워크 제약, 동영상의 해상도, 프레임 율, 픽셀당 비트 량의 관계

##### (2) 클라이언트 제약

동영상을 재생하는데 영향을 미치는 모바일 클라이언트의 특성은 작은 해상도, 낮은 칼라 수, 느린 CPU 속도, 파일 크기의 제한 등이 있다. 이 중 파일 크기 제한은 스트리밍 서비스의 경우에는 고려하지 않아도 되지만, 동영상을 클라이언트에 다운로드 한 후 저장 할 수 있게 하는 경우에는 동영상의 크기가 파일 크기 제한을 넘지 않도록 해줘야 한다. 모바일 클라이언트의 CPU 속도가 느리기 때문에 클라이언트에서 동영상을 실시간 디코딩 할 수 있도록 동영상 어댑테이션을 해야 한다. 디코딩 속도에 영향을 주는 동영상의 요소는 해상도, 프레임 율, 프레임 당 디코딩 복잡도로 구분 할 수 있다. 그림 4는 동영상 디코딩 복잡도(decoding complexity)와 동영상의 해상도, 프레임 율, 프레임 당 디코딩 복잡도 간의 관계를 보여준다. 클라이언트에서 실시간으로 동영상을 재생하기 위해서는 동영상이 그림 4에서의 비

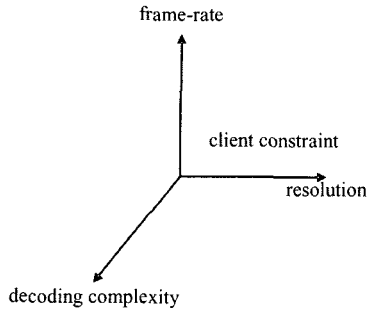


그림 4 비디오의 디코딩 복잡도, 동영상의 해상도, 프레임 율, 디코딩 복잡도의 관계

디오 디코딩 복잡도 보다 원점에 가깝도록 해상도, 프레임 율, 프레임 당 디코딩 복잡도가 구성되어야 한다.

3.1.3 요구 사항 분석

현재 모바일 환경에서 동영상을 전송하는 시스템의 문제는 각각의 클라이언트의 특성에 맞는 동영상을 제작하여 서버에 저장해 두어야 한다는 것이다. 이러한 시스템의 문제는 동영상 제작에 필요한 노력 및 시간이 많은 것이다. 이 문제를 해결하기 위한 기존 연구가 있었으나, 어댑테이션 시간이 오래 걸린다는 단점이 있었다. 본 논문에서는 서버에서 동영상을 빠른 속도로 각 클라이언트의 특성에 맞게 변환 시켜주는 방법을 제안 한다. 본 절에서는 본 논문에서 제안하는 시스템에서 만족시켜야 하는 사항과 시스템 설계 조건에 대해 알아본다.

동영상 어댑테이션 시스템은 아래의 세 가지 조건을 만족해야 한다.

1. 하나의 동영상을 서버에 업로드 하면 모든 종류의 모바일 클라이언트로 전송이 가능해야 한다. 즉, 일반적인 동영상(CIF, 29.97fps, 압축)을 서버로 전송해 주면, 서버는 클라이언트에서 서비스 요청이 들어올 때 서비스를 요청한 클라이언트에서 재생 가능한 형태의 동영상을 클라이언트로 전송해 주어야 한다.
2. 동영상의 품질이 일정 수준 이상이어야 한다. 각각의 클라이언트의 특성에 맞게 콘텐츠 제작자가 제작한 동영상에 비해 동영상 어댑테이션 시스템에서 각각의 클라이언트의 특성에 맞게 생성된 동영상의 품질이 임계 수준 이하로 저하 되면 안 된다.
3. 클라이언트로 동영상을 보내기 전의 동영상 어댑테이션을 하는 시간이 임계시간 이하여야 한다. 클라이언트에서 서비스 요청이 들어왔을 때, 클라이언트의 특성에 맞는 동영상을 생성하기 위해서는 적지 않은 시간이 필요하다. 이 시간이 길 경우 사용자가 서비스 요청을 보낸 후 동영상을 받아보기까지 긴 시간을 기다려야 한다.

3.2 동영상 어댑테이션 시스템 설계

본 절에서는 기존에 연구된 동영상 어댑테이션 시스템을 분석 한 후 새로운 어댑테이션 시스템을 설계, 제안한다.

3.2.1 동영상 어댑테이션 과정에 대한 분석

2장에서 알아본 기존의 어댑테이션 모델들은 그림 5와 같은 과정을 통해 동영상 어댑테이션을 하게 되어있다. 이 중 제한된 환경에서 최대 품질을 얻을 수 있는 인코딩 변수 결정 부분에서는 반복적인 품질 측정을 해야만 한다. 2.2절에서 품질 측정에 대해 알아본 바와 같이 동영상의 품질을 측정하기 위해서는 품질을 측정하고자 하는 인코딩 변수로 인코딩을 했다가 다시 디코딩을 한 동영상이 필요하며, 선명도와 부드러운 정도 측정을 위해 많은 계산을 해야 한다. 그림 6은 동영상의 품질 측정 과정을 나타낸다.

그림 6에서 동영상의 특성 결정은 변환하고자 하는 동영상의 해상도, 프레임 율, 비트 율을 결정하는 것을 말한다. 품질 측정을 위해서 동영상의 인코딩/디코딩을 해야 하기 때문에 동영상 품질 측정을 한 번만 할 경우에도 동영상 품질 측정이 동영상 어댑테이션 과정의 반이상의 시간을 소비하게 된다. 그런데 동영상 품질 측정을 해당 품질 측정 방법으로 얻을 수 있는 최대 품질의 동영상이 나올 때까지 해야 하므로, 동영상 품질 측정에서 소비 되는 시간이 어댑테이션 시간의 대부분을 차

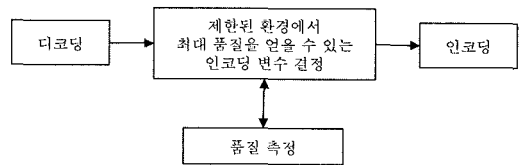


그림 5 동영상 어댑테이션 과정

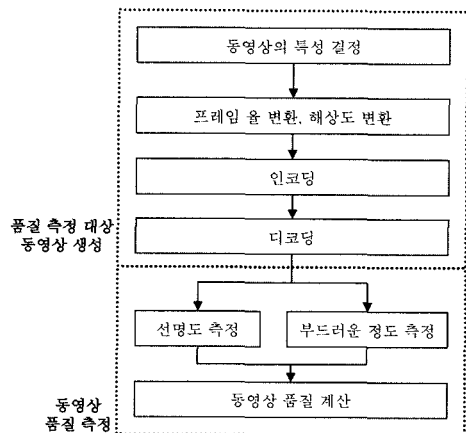


그림 6 동영상의 품질 측정 과정

지 하게 될 것이라는 것을 예측할 수 있다.

3.2.2 준-동적 어댑테이션 모델

동영상 품질 측정 부분의 입출력을 보면 입력으로는 동영상의 특성-해상도, 프레임 율, 비트 율-이 들어가고, 출력으로는 입력된 특성대로 생성한 동영상의 품질이 나가기 된다. 이것을 그림으로 나타내면 그림 7과 같다. 동영상의 품질을 구성하는 요소 중 동영상의 부드러운 정도는 프레임 율에 종속적이고, 동영상의 선명한 정도는 프레임 당 비트 율에 종속적이다. 프레임 당 비트 율은 프레임 율과 비트 율로부터 계산 될 수 있으므로, 동영상의 선명한 정도는 프레임 율과 비트 율에 종속적이라고 할 수 있다. 동영상에 대해 프레임 율에 따른 부드러운 정도의 품질과 각 해상도에서의 프레임당 비트 율에 따른 선명한 정도의 품질을 미리 계산해 놓는다면 동영상의 품질 측정을 빠르게 수행할 수 있게 되고, 전체적인 어댑테이션 시간을 크게 줄일 수 있게 된다.

그림 8은 본 논문에서 제안하는 어댑테이션 모델을 나타낸 것이다. 선처리 과정에서 품질 테이블을 생성해 두고, 동영상을 적절한 개수의 해상도-프레임 율로 미리 만들어 둔다. 서비스 요청이 들어오면 어댑테이션 모듈은 중간 동영상과 품질 테이블을 사용하여 클라이언트로 보낼 동영상을 생성한다. 이 모델에서는 선처리 과정을 통하여 몇 가지 해상도/프레임 율의 중간 동영상을 생성해 두고, 선처리 과정에서 품질 테이블을 생성해 놓는다. 어댑테이션 과정에서는 중간 동영상을 이용하여, 클라이언트로 보낼 동영상을 생성하게 되며, 품질 측정 시에 선처리 과정의 결과로 나온 품질 테이블을 사용하여 품질 측정을 수행한다. 중간 동영상은 다양한 해상도로 구성해 두며, 품질 테이블은 중간 동영상의 해상도에 대해 제약 사항의 변화에 따른 품질을 미리 계산해 둔

다. 다음 절에서는 중간 동영상 생성 및 품질 테이블 생성에 대해 구체적으로 알아본다.

3.2.3 선처리(pre-processing) 과정

선처리 과정에서 동영상의 품질 테이블을 생성하고, 중간 동영상의 구성을 결정해야 한다. 본 절에서는 선처리에서 생성하는 품질 테이블에 대한 내용과 중간 동영상 구성 전략에 대해 논한다.

(1) 중간 동영상 구성 전략

중간 동영상 구성 전략에서는 중간 동영상의 해상도, 프레임 율, 압축 방법이 결정 되어야 한다. 이때 어댑테이션 시간이 임계 시간 이하가 되도록 하고, 어댑테이션 결과로 생성된 비디오의 품질이 일정 수준 이상이 되도록 구성 전략을 세워야 한다. 그림 9는 중간 비디오를 생성하는 흐름을 나타내고 있다.

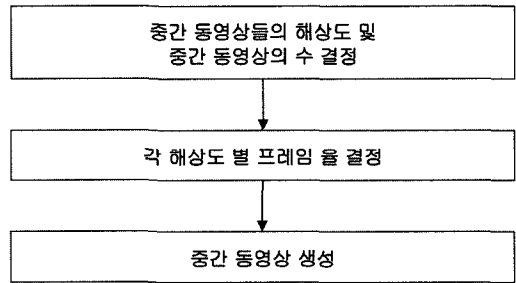


그림 9 중간 비디오 생성 흐름도

어댑테이션의 입력 동영상을  $V_i$ , 어댑테이션의 출력 동영상을  $V_j$ 라 하면, 어댑테이션에서 동영상을 변환하는 시간  $T(V_i, V_j)$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있다. 여기에서  $Dec(V_i)$ 는  $V_i$ 를 디코딩 하는 시간,  $RsConv(V_i, V_j)$ 는  $V_i$ 의 해상도를  $V_j$ 의 해상도로 변경하는 시간,  $FrConv(V_i, V_j)$ 는  $V_i$ 의 프레임 율을  $V_j$ 의 프레임 율로 변경하는 시간,  $Enc(V_j)$ 는  $V_j$ 를 인코딩 하는 시간이다.

$$T(V_i, V_j) = Dec(V_i) + RsConv(V_i, V_j) + FrConv(V_i, V_j) + Enc(V_j) \quad (3)$$

여기서  $FrConv(V_i, V_j)$ 는 0에 가깝기 때문에 무시할 수 있고,  $Dec(V_i)$ 는  $V_i$ 가 압축되지 않은 형식으로 저장되어 있을 경우 0이 된다. 여기서  $V_i$ 가 압축되지 않은 형식으로 저장될 경우,

$$Dec(V_i) = 0, FrConv(V_i, V_j) \cong 0 \quad (4)$$

이기 때문에  $V_i$ 가 압축되지 않은 경우에 대한 동영상 변환 시간은 식 (5)와 같다.

$$T(V_i, V_j) = 0 + RsConv(V_i, V_j) + Enc(V_j) + \alpha \quad (5)$$

그림 10은 중간 동영상의 해상도를 결정하는 방법을



그림 7 동영상 품질 측정의 입출력

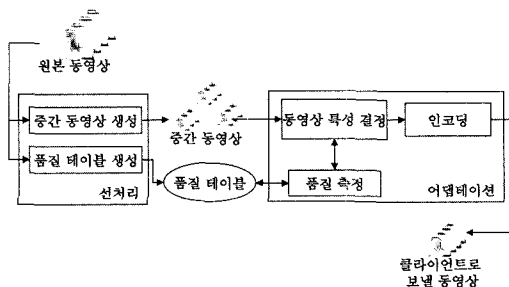


그림 8 준-동적 어댑테이션 모델

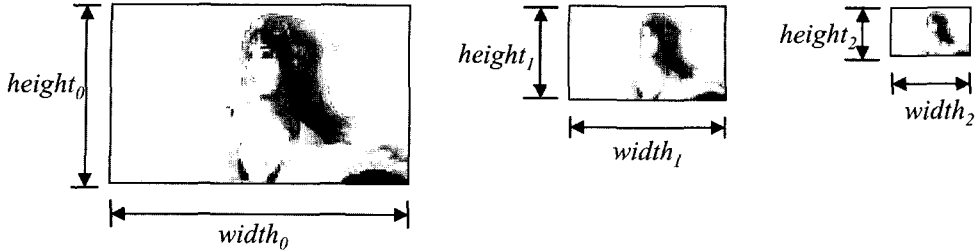


그림 10 중간 동영상의 해상도 결정

보여준다. 여기에서  $height_i$ 는  $i$ 번째 중간 동영상의 세로 픽셀 수이며,  $width_i$ 는  $i$ 번째 중간 동영상의 가로 픽셀 수이다.

첫 번째 중간 동영상의 해상도는 원본의 해상도와 같게 하고, 두 번째 중간 동영상의 해상도는 첫 번째 중간 동영상의 가로크기의 반, 세로 크기의 반으로 한다. 이런 방법으로 서비스 가능한 최소 해상도까지의 중간 동영상을 생성한다. 어댑테이션 과정 중 해상도 변경 시간은 식 (6)과 같다. 여기서  $Width_i$ 는  $V_i$ 의 가로 픽셀 수,  $Height_i$ 는  $V_i$ 의 세로 픽셀 수,  $k$ 는 비례 상수를 나타낸다.

$$RsConv(V_i, V_j) = k \times Width_j \times Height_j \times \left[ \frac{Width_i}{Width_j} \right] \times \left[ \frac{Height_i}{Height_j} \right] \quad (6)$$

그림 10과 같이 중간 동영상의 해상도를 결정하면 클라이언트에서 요청한 해상도에 대해  $\left[ \frac{Width_s}{Width_j} \right] = 2$ ,  $\left[ \frac{Height_s}{Height_j} \right] = 2$ 가 되기 때문에 최소 시간 동안 해상도 변경을 할 수 있게 된다. 단, 중간 동영상과 동일한 해상도의 동영상을 클라이언트에서 요청한 경우에는 해상도 변경 시간이 0이 된다. 중간 동영상을 압축 할 경우 인코딩/디코딩으로 인한 화질 저하가 있고, 어댑테이션의 시간이 증가되기 때문에 중간 동영상은 압축하지 않는다.

그림 11은 그림 3에서 픽셀당 비트 량이 최저일 경우에 대한 해상도-프레임 율 그래프이다.  $R_0 \sim R_{K-1}$ 은

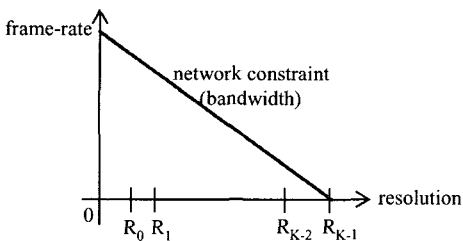


그림 11 네트워크 제약, 해상도, 프레임 율 관계

$P(r) \times T(r)$ 과 해상도 그래프에서 결정된 중간 동영상의 해상도다. 그림 11의 네트워크 제약은 각각의 해상도에서 전송 가능한 최대 프레임 율을 나타낸다. 이 그래프에서  $R_0 \sim R_{K-1}$ 에서의 최대 프레임 율보다 약간 높은 프레임 율을 중간 동영상의 프레임 율로 한다. 만일 각 중간동영상의 프레임 율에서의 최대 프레임 율을 중간동영상의 프레임 율로 할 경우에는 모든 해상도에 대해서 최대 프레임 율의 동영상을 생성하는 것이 불가능하게 된다. 그림 12는 각각의 해상도에서 중간 동영상의 프레임 율을 보여준다.

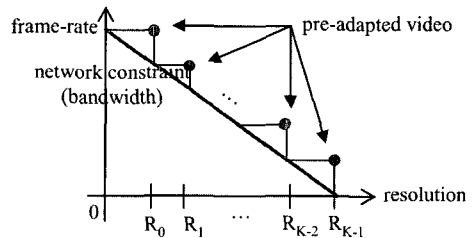


그림 12 중간 동영상의 프레임 율

그림 12를 식으로 표현하면 식 (7)과 같다. 여기에서  $brpp_{max}$ 은 최대 픽셀당 비트 량을 나타내며,  $fr_{max}$ 는 최대 프레임 율을 나타낸다.

$$fr_i = \frac{br}{R_{i-1} \times brpp_{max}} \text{ if } i > 0 \quad (7a)$$

$$fr_i = fr_{max} \text{ if } i = 0 \quad (7b)$$

(2) 품질 테이블 생성

선처리 단계에서는 아래의 두 가지 테이블을 생성해 둔다.

- 프레임 율 별 부드러운 정도(smoothness)의 수치
- 픽셀당 비트 량 별 선명도(definition)의 수치

[2][8]에서는 제한된 자원에서 동영상의 품질을 최대화 할 수 있게 하는 프레임 율과 화질을 계산하는 알고리즘을 제안하고 있다. 어댑테이션에서는 이러한 알고리즘을 사용하여 클라이언트로 보내질 동영상의 프레임 율과 화질을 결정한다. 이 때 각 프레임 율 별 부드러운

정도의 수치(smoothness)를 계산하는 것과 화질 별 선명도의 수치(definition)를 계산하는 것은 많은 계산을 필요로 하기 때문에 선처리에서 미리 계산을 해 둔다.

동영상의 프레임 율은 비디오의 자연스러운 정도 품질에, 동영상의 픽셀당 비트 량은 비디오의 선명한 정도 품질에 영향을 준다. 식 (8)은 동영상의 품질을 계산하는 방법을 나타낸다[3,10]. 여기서  $fr$ 는 프레임 율,  $brpp$ 는 픽셀당 비트 량이다.  $F_{smoothness}$ 는 프레임 율에 따른 부드러운 정도를 구하는 함수이며,  $F_{definition}$ 은 프레임당 압축 율에 따른 선명도의 수치를 구하는 함수이다.  $F_{quality}$ 는  $Q_{smoothness}$ 와  $Q_{definition}$ 에 따른 비디오의 품질을 구하는 함수이다.

$$Q_{smoothness} = F_{smoothness}(fr)$$

$$Q_{definition} = F_{definition}(brpp)$$

$$Q_{video} = F_{quality}(Q_{smoothness}, Q_{definition})$$
(8)

식 (8)에서  $F_{smoothness}(fr)$ 와  $F_{definition}(brpp)$ 는 계산에 많은 시간이 필요하며, 또한 이 계산을 위해서는 품질을 측정하고자 하는 프레임 율과 비트 율로 인코딩 했다가 디코딩을 한 동영상이 있어야 한다. 그렇기 때문에 프레임 율에 따른 부드러운 정도의 품질 테이블과 픽셀당 비트 량에 따른 선명도 테이블을 미리 구성해 두어 실제 어댑테이션이 수행 될 때 품질 계산을 빠르게 할 수 있게 한다. 프레임 율-부드러운 정도 테이블은 서비스 가능한 최소 프레임 율부터 네트워크를 통해 전송 가능한 최대 프레임 율까지의 프레임 율에 대해 단위 프레임 율 단위로 동영상 인코딩을 했다가 이것을 디코딩 한 동영상의 부드러운 정도를 측정하여 생성한다. 픽셀당 비트 량-선명도 테이블은 인코딩 가능한 최소 픽셀당 비트 량부터 인코딩 가능한 최대 픽셀당 비트 량까지의 픽셀당 비트 량에 대해 단위 픽셀당 비트 량 단위로 동영상을 인코딩 했다가 이것을 디코딩 한 동영상의 선명도를 측정하여 생성한다.

3.3.3 어댑테이션 과정

- (1) 비디오 품질, 프레임 율, 픽셀당 비트 량

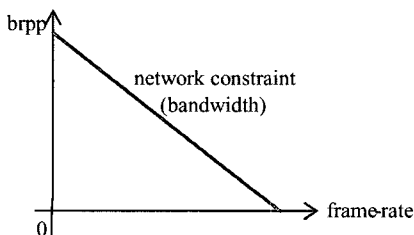
어댑테이션에서는 이동통신 단말기에서 요청한 해상도에서 네트워크 제약과 단말기의 제약을 만족하도록 동영상의 프레임 율과 프레임당 비트 율을 결정해야 한다. 이때 제한된 동영상의 비트 율 내에서 동영상의 품질을 최대한 높일 수 있는 프레임 율과 프레임당 비트 율을 찾아야 한다. 동영상의 프레임 율과 비디오의 자연스러운 정도 품질, 동영상의 픽셀당 비트 량과 비디오의 선명한 정도 품질은 각각이 단조 증가 함수 관계에 있다. 그렇기 때문에 이것은 제한된 자원 내에서 동영상의 자연스러운 정도와 선명한 정도를 결정하는 것이라 할 수 있다.

동영상의 비트 율, 프레임 율, 해상도, 픽셀당 비트 량 간에는 식 (9)와 같은 관계가 있다. 여기에서  $br$ 은 동영상의 비트 율,  $rs$ 는 동영상의 해상도를 나타낸다. 동영상의 해상도는 요청된 해상도로 변환하여 보내줘야 하기 때문에 어댑테이션 전략에서는 제한된 비트 율 내에서  $Q_{video}$ 의 값을 최대한 할 수 있는  $fr$ 과  $brpp$ 의 값을 찾아야 한다. 또한 이때 결정된  $fr$ ,  $brpp$ 로 생성된 동영상의 디코딩 복잡도가 클라이언트의 디코딩 능력을 넘지 않게 해야 한다.

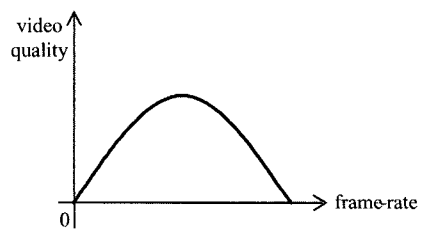
$$br = fr \times rs \times brpp$$
(9)

(2) 어댑테이션 전략

어댑테이션 전략에서는 클라이언트로 보낼 동영상의 프레임 율과 픽셀당 비트 량을 결정해야 한다. 동영상의 프레임 율, 픽셀당 비트 율, 품질 간에는 그림 13과 같은 관계가 있다. 식 (9)에서 동영상의 비트 율과 프레임 율이 결정 되면, 프레임 율과 픽셀당 비트 량 간에 반비례 관계가 있음을 알 수 있다. 그림 13(a)가 이것을 나타내고 있다. 프레임 율과 부드러운 정도 간에 단조 증가 함수 관계가 있고, 픽셀당 비트 량과 선명도 간에도 단조 증가 함수 관계가 있으며, 비디오의 비트 율이 고정된 경우 프레임 율과 픽셀당 비트 량은 반비례 관계가 있기 때문에 프레임 율과 동영상의 품질은 그림 13(b)와 같은 관계를 갖게 된다. 어댑테이션 시에는 그림 13(b)에서 최대의 품질을 낼 수 있는 프레임 율을



(a) 네트워크 제약, 프레임 율, 픽셀 당 비트 량의 관계



(b) 프레임 율과 동영상 품질의 관계

그림 13 프레임 율과 픽셀당 비트 량, 프레임 율과 품질 관계



```

// br : bit-rate of video
// rs : resolution
// fr : frame-rate
// brpp : bit per pixel

func find_optimal_framerate_bitperpixel()
begin
    br := Get_bitrate_from_network_constraints();
    rs := Get_resolution_from_request_profile();
    fr := Get_maximum_frame_rate_from_client_profile()
        + (frame_rate_unit);

    do
        fr := fr-(frame_rate_unit);
        brpp := br/(fr*rs);
        Q_smoothness := Refer_Smoothness_Table(fr);
        Q_definition := Refe_Definition_Table(brpp);
        Q_video := F_quality(Q_smoothness, Q_definition);
    while ( Q_video increase );
    return (fr, brpp);
end
    
```

그림 14 클라이언트로 전송할 동영상의 프레임 울 및 픽셀당 비트 량 결정 알고리즘

찾아 내야 한다. 픽셀당 비트 량은 식 (9)에 따라 프레임 울에 종속적으로 결정되게 된다. 이때 클라이언트로 보낼 동영상의 해상도는 클라이언트가 요청한 해상도로 미리 결정되며, 동영상의 비트 울은 동영상이 전송되는 네트워크의 특성에 의해 결정된다. 그림 14는 클라이언트로 보낼 동영상의 프레임 울과 픽셀당 비트 량을 구하는 알고리즘을 나타낸다.

클라이언트로 전송할 동영상의 프레임 울과 픽셀당 비트 량이 결정되면, 해상도가 클라이언트로 보낼 동영상의 해상도 보다 큰 중간 동영상 중 가장 작은 해상도의 동영상을 변환하여 클라이언트로 전송할 동영상을 생성한다.

3장에서는 준 동적-어댑테이션 시스템을 제안했다. 이 시스템에서는 동영상 어댑테이션 시간을 줄이기 위해, 품질 측정에 관한 정보를 선처리에서 계산해 놓았으며, 중간 동영상을 생성해 두었다. 4장에서는 동적 어댑테이션에 비해 이 시스템이 얼마나 빠르게 어댑테이션을 수행하는지 알아본다.

#### 4. 실험결과 및 분석

4장에서는 3장에서 제안한 시스템에서의 어댑테이션 시간 및 어댑테이션 결과 동영상의 품질을 실험하였다. 이것을 동적 어댑테이션 시스템과 비교하여 어댑테이션 시간이 어느 정도 개선되었는지 알아본다.

실험은 Intel Pentium4 1.4GHz Dual CPU, 768 MByte RAM 컴퓨터, Microsoft® WindowsXP professional 운영체제 상에서 수행하였다. C++언어로 프로그램 코드를 작성하였고, Microsoft®의 Visual C++ 6.0을 사용하여 컴파일하고 링크하였다. 원본 비디오 디코딩은 Microsoft®의 DirectX 8.1 SDK를 사용하였으며, 결과 비디오 인코딩은 A회사의 동영상 형식(TCM) 인코더를 사용하였다.

#### 4.1 시스템 구조

일반적인 동영상 어댑테이션 시스템은 동영상을 입력으로 받아 서버에 저장해 두었다가 클라이언트에서 서비스 요청이 들어오면 저장된 동영상을 어댑테이션 하여 클라이언트로 보내주게 된다. 제안하는 시스템은 동영상을 입력으로 받으면, 선처리를 하여 중간 동영상과 품질 테이블을 생성하여 저장해 두었다가 클라이언트에서 서비스 요청이 들어올 때 중간 동영상과 품질 테이블을 사용하여 어댑테이션을 수행하게 된다. 그림 15는 제안하는 동영상 어댑테이션 시스템의 전체 구조를 보여준다.

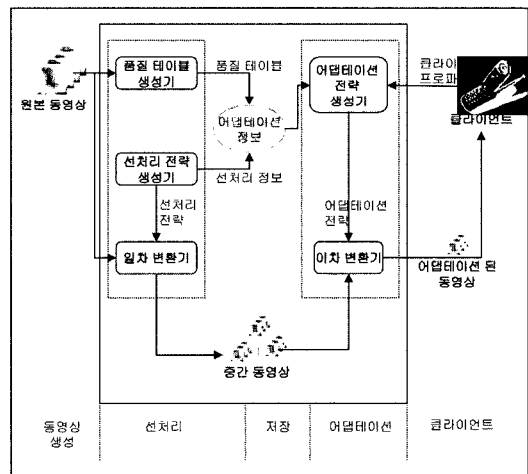


그림 15 제안하는 어댑테이션 시스템의 구조도

#### 4.2 실험 결과 및 분석

15초 길이의 320×240 MPEG-1 동영상 클립(클립1)을 일반적인 동영상 어댑테이션 시스템[2]을 통하여 128×96 해상도에 64Kbps 이하의 TCM 동영상으로 어댑테이션 해 보았다. 0.1프레임/초~9.9프레임/초 사이에서 0.1프레임/초 단위로 최대 품질을 얻을 수 있는 프레임 울을 찾은 결과 2.5프레임/초 일 때 최대 품질을 얻을 수 있다는 결과가 나왔다. 품질 측정에 8650msec가 소요되었으며, 총 13900ms가 소요되었다. 동일한 클립을 본 논문에서 제안한 어댑테이션 시스템으로 어댑테

이션 할 경우에 2.1프레임/초에서 최대 품질을 얻을 수 있었으며, 품질 측정 시간이 500msec, 총 어댑테이션이 1140msec로 나왔다. 품질 측정은 [2]의 방법을 사용하였다. 테이블 참조와 단순 계산만으로 품질 측정을 하기 때문에 이와 같은 결과를 얻을 수 있었던 것으로 보인다. 선처리에는 139,438msec가 소요되었다. 선처리 과정은 동영상 서버에 업로드 될 때 한번만 수행되는 것이며, 서비스 지연시간에 포함되지 않으므로 어댑테이션 시간에는 포함시키지 않았다. 또한 중간 동영상 인코딩 하지 않고 저장해 두었기 때문에 디코딩 시간이 0이 된다.

클립1의 경우에는 어댑테이션 시간을 96% 정도 기존 시스템보다 줄일 수 있었다. 기존 어댑테이션 시스템은 품질 측정 횟수가 늘어날수록 어댑테이션 시간이 크게 증가하게 되지만, 제안된 어댑테이션 시스템은 품질 측정 횟수의 영향을 거의 받지 않고 짧은 시간 안에 어댑테이션을 수행하게 된다. 15초 길이의 클립 8개로 실험을 수행하였다. 클립의 번호는 움직임의 양에 따라 부여하였다. 클립1이 가장 움직임이 적은 클립이며, 클립8이 가장 움직임이 많은 클립이다. 표 1은 기존 어댑테이션 시스템으로 동영상 변환을 한 결과이며, 표 2는 제안된 어댑테이션 시스템으로 동영상 변환을 한 결과이다.

표 1과 표 2를 비교해 보면 기존의 어댑테이션 시스템에 비해 어댑테이션 시간이 크게 개선된 것을 확인할 수 있다. 기존의 어댑테이션에서는 비디오의 품질을 최대화 할 수 있는 프레임 율과 프레임당 비트 율을 찾

기 위해 반복적인 품질 측정을 해야 한다. 이 과정에서 프레임간 비교연산 및 인코딩/디코딩이 필요하기 때문에 많은 시간이 필요하게 된다. 본 논문에서 제안한 어댑테이션 시스템은 품질 측정에 대한 자료를 선-처리에서 미리 계산해 두기 때문에 어댑테이션 시간을 크게 줄일 수 있었다. 기존 어댑테이션 시스템의 결과와 제안된 어댑테이션 시스템의 결과 간에 약간의 차이가 있다. 이 차이의 원인은 제안된 어댑테이션 시스템의 경우 목적 동영상을 만든 후 품질을 측정하는 것이 아니라, 선-처리에서 미리 계산해 둔 자료를 사용하기 때문에 품질 측정에 대한 정확도가 기존의 어댑테이션 시스템에 비해 떨어지게 된다. 그렇지만 두 어댑테이션에서 모션의 양이 증가함에 따라 픽셀당 비트 량이 적어지고, 프레임 율이 높아지는 것은 동일한 것을 알 수 있다.

제안된 어댑테이션 시스템은 어댑테이션 시간이 크게 감소한 반면, 선-처리로 인한 동영상 업로드 시간 증가와 중간 동영상 생성으로 인한 서버 공간 요구량의 증가라는 단점이 있다. 선-처리 시간은 8개의 클립이 모두 비슷한 시간을 보였으며, 약 40초의 시간이 소요되었다. 선-처리는 각 동영상에 대해 한번만 수행 되므로, 실시간으로 처리해줄 필요가 없기 때문에 이것은 큰 문제가 되지 않는다. 또한 중간 동영상은 최대 해상도를 176×120로 할 경우 176×120, 5fps와 88×60, 7fps로 2개가 생성되었으며, 중간 동영상의 크기의 합은 6.12MByte였다. 이에 비해 15초 길이의 176×120 MPEG-1 동영상의 크기는 0.7MByte이므로, 제안된 시

표 1 기존 어댑테이션 시스템 적용 결과

클립	프레임율(fps)	픽셀당 비트량(bit per pixel)	품질	어댑테이션 시간(sec)
1	2.5	2.44	140.2	13.9
2	3.2	1.90	144.2	14.5
3	3.6	1.69	173.2	14.9
4	3.7	1.65	141.0	15.1
5	4.3	1.42	174.9	15.7
6	4.5	1.35	158.4	15.9
7	4.5	1.35	161.4	15.9
8	4.5	1.35	160.8	15.9

표 2 제안된 어댑테이션 시스템 적용 결과

클립	프레임율(fps)	픽셀당 비트량(bit per pixel)	품질	어댑테이션 시간(sec)
1	2.1	2.90	132.9	0.5
2	2.9	2.10	138.1	0.5
3	3.3	1.84	167.2	0.5
4	3.5	1.74	136.7	0.5
5	4.2	1.45	173.1	0.5
6	4.4	1.39	158.4	0.5
7	4.5	1.35	161.4	0.5
8	4.5	1.35	160.8	0.5

시스템은 이 실험의 경우 약 9배 정도 서버 공간을 더 차지 하는 것을 알 수 있다. 일반적으로 중간 동영상의 크기는 식 (10)과 같이 나타낼 수 있다. 여기에서  $K$ 는 중간 동영상의 수이며,  $width_i$ 는  $i$ 번째 동영상의 가로 픽셀 수,  $height_i$ 는  $i$ 번째 동영상의 세로 픽셀 수,  $fps_i$ 는  $i$ 번째 동영상의 프레임 울,  $duration_i$ 는  $i$ 번째 동영상의 재생 시간이다. 본 논문에서 제안한 어댑테이션 시스템은 기존의 어댑테이션 시스템에 비해 선처리 시간이 추가로 필요하고, 많은 서버 공간을 요구한다는 단점이 있다. 그렇지만 실제 어댑테이션 시간을 크게 단축 하였기 때문에 어댑테이션 시스템을 통한 동영상 서비스가 이루어 질 때 사용자가 동영상을 받아보기 위해 기다려야 하는 시간을 단축할 수 있게 하였으며, 동영상의 품질은 기존 어댑테이션 시스템과 비슷한 결과를 얻을 수 있게 하였다.

$$\sum_{i=1}^K width_i \times height_i \times fps_i \times duration_i \times 3 \quad (10)$$

4.3 관련 연구와의 비교

표 3은 어댑테이션을 하지 않는 경우, 정적 어댑테이션, 준-동적 어댑테이션, 동적 어댑테이션의 비교를 나타낸 것이다.

이 표에서 서버 공간은 서버에 콘텐츠를 저장하기 위해 필요한 공간의 양을 나타내며, 서비스 지연시간은 어댑테이션으로 인해 추가되는 서비스 지연시간, 확장성은 단말기가 추가 될 때 자동으로 추가된 단말기에 맞는 동영상을 생성하여 보내줄 수 있는지의 여부를 나타낸다. 준-동적 어댑테이션은 서비스 지연시간이 짧다는 점에서 정적 어댑테이션의 장점을 갖고 있으며, 확장성이 있다는 점에서 동적 어댑테이션의 장점을 갖고 있다고 할 수 있다.

5. 결론 및 앞으로의 연구 방향

모바일 환경에서 동영상을 재생하기 위해서는 동영상을 모바일 환경에 맞게 변환해주는 것이 필요하다. 이런 변환을 하는 방법으로 콘텐츠 제작자가 각각의 환경에 맞는 동영상을 제작하는 방법이 있고, 서버에서 자동으로 동영상을 변환해 주는 방법이 있다. 서버에서 동영상을 자동으로 변환해 주는 방법에 대한 연구로 동적-어댑테이션 시스템에 대한 연구가 진행되어 왔는데, 어댑테이션 시간에 대한 고려 없이 동영상의 품질을 최대화

할 수 있는 변환에 대해서 주로 연구가 이루어져 왔다.

본 논문에서는 선-처리 단계를 두어 전체 어댑테이션 과정 중 많은 시간이 소요되는 부분인 동영상 품질 측정에 관한 계산을 선-처리에서 해 줌으로서 클라이언트에서 요청이 들어온 후 동영상을 변환하는 시간을 줄일 수 있게 하였다. 실험을 통하여 제안된 어댑테이션 시스템은 서버공간을 더 필요로 하는 대신 어댑테이션 시간을 크게 줄일 수 있었으며, 제안된 어댑테이션 시스템의 결과로 생성된 동영상 품질은 기존 어댑테이션 시스템을 통해 생성된 동영상에 근사한 품질을 갖는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 어댑테이션 모델에서는 중간 동영상의 수가 늘어남에 따라 서버의 공간도 같이 늘어나야 하므로 기존의 서버 시스템에 추가적인 비용이 들게 된다. 따라서 서버의 공간 비용을 최소화 하는 것도 함께 고려한 어댑테이션 시스템 설계에 대해서 연구할 계획이다. 또한 본 논문에서는 비디오에 대한 어댑테이션만을 고려하였는데, 오디오를 함께 고려한 어댑테이션 시스템에 대해서도 연구를 할 계획이다. 본 논문의 결과를 통해 모바일 환경에서의 효과적인 어댑테이션 시스템을 구축하는데 참고가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Ingo E. et al., "Streaming Technology in 3G Mobile Communication Systems," *IEEE Computer Magazine, Volume: 34*, No. 9, 2001, pp. 46-52.
- [2] C. Kuhmuench, G. Kuehne, C.Schremmer and T. Haenselmann, "A Video-Scaling Algorithm Based on Human Perception for Spatio-Temporal Stimuli," *Proc. of SPIE Multimedia Computing and Networking*, 2001.
- [3] R. Mohan, J.R, Smith and C.-S. Li, "Adapting multimedia Internet content for universal access," *IEEE Trans. Multimedia, Volume: 1*, no. 1, Mar 1999, pp. 104-114.
- [4] Metso M, Koivisto A and Sauvola J, "Content model for mobile adaptation of multimedia information," *Proc. of 3rd IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, 1999, pp. 39-44.
- [5] Metso M, Koivisto A and Sauvola J, "Multimedia adaptation for dynamic environments," *Proc. of 2nd IEEE Workshop on Multimedia Signal Pro-*

표 3 관련 연구와의 비교

	서버공간	서비스 지연 시간	확장성
정적 어댑테이션 (static adaptation)	단말기 종류별로 어댑테이션 된 동영상크기 만큼의 공간이 필요	추가적인 어댑테이션 시간이 들어가지 않음	없다
준-동적 어댑테이션 (semi-dynamic adaptation)	중간 동영상 크기 만큼의 공간이 필요	약간의 어댑테이션 시간이 추가됨	있다
동적 어댑테이션 (dynamic adaptation)	원본 동영상 크기 만큼의 공간이 필요	긴 어댑테이션 시간이 추가됨	있다

cessing, 1998, pp. 203-208.

[6] ARM, ARM7TDMI 32-bit RISC core, <http://www.arm.com/armtech/ARM7TDMI?OpenDocument>, 2002.

[7] A. Krikelis, "Enhancing visual quality in mobile multimedia," *IEEE Concurrency, Volume: 8, No. 3*, 2000, pp. 82-84.

[8] D. Tian, L. Shen and Z. Yao, "Motion Activity Based Wireless Video Quality Perceptual Metric," *Proc. of 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video & Speech Processing*, 2001.

[9] M. Sonka, V. Hlavac and R. Boyle, *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, PWS, 1999.

[10] S. E. Umbaugh, *Computer Vision and Image Processing*, Prentice-Hall, 1998.

[11] Z. Lei and N.D. Georganas, "Context-based Media Adaptation in Pervasive Computing," *Proc. of Can. Conf. on Electr. And Comp. Engg (CCECE 2001)*, 2001.

[12] 홍승욱, MC-DCT 영역에서의 비디오 요약시스템, 서강대학교 박사학위 논문, 2000.



추진호

2001년 서강대학교 컴퓨터학과(공학학사)  
 2003년 서강대학교 컴퓨터학과(공학석사)  
 2003년~서강대학교 컴퓨터학과(박사과정). 관심분야는 멀티미디어 시스템, 동영상 분석, 동영상 변환



이상민

1999년 서강대학교 컴퓨터학과(공학학사)  
 2001년 서강대학교 컴퓨터학과(공학석사)  
 2001년~서강대학교 컴퓨터학과(박사과정). 관심분야는 멀티미디어 시스템, 동영상 분석, 동영상 변환



남종호

1986년 2월 서강대학교 전자계산학과 졸업(학사). 1988년 2월 한국과학기술원 전산과 졸업(석사). 1992년 2월 한국과학기술원 전산과 졸업(박사). 1992년 3월~1992년 8월 한국과학기술원 정보전자 연구소(연구원). 1992년 9월~1993년 8월 일본 Fujitsu 연구소(방문연구원). 1993년 9월~현재 서강대학교 컴퓨터학과 교수. 관심분야는 멀티미디어 시스템, 동영상 검색, 동영상 분석, 병렬/분산 처리, 인터넷 컴퓨팅