

MPEG DASH를 이용한 효율적 3D Adaptive Streaming 서비스 제공 방안

박기준 이장원 이길복 김규현*

경희대학교

aecba6032@nate.com leejangwon@khu.ac.kr neiomok@gmail.com kyuheonkim@khu.ac.kr

A Method of Efficient 3D Adaptive Streaming Service based on the MPEG DASH

Park, Gijun Lee, Jangwon Lee, Gilbok Kim, Kyuheon*

Kyung Hee University

요약

최근 3D 입체영상에 대한 소비자들의 관심 증대로 가전 업체들은 3D TV, 3D Monitor 등의 제품들을 출시하고 있고, 이에 따라 3D 콘텐츠 시장도 급격히 성장할 것으로 예상된다. 또한 네트워크 인프라의 발전으로 IP(Internet Protocol)망을 통한 고화질 동영상의 유통이 가능해졌다. 하지만, QoS(Quality of Service)를 보장하지 않는 IP 기반 전송환경에서의 고화질 미디어 스트리밍 서비스는 콘텐츠를 시청하는 소비자 관점에서 필수적으로 보장되어야 하는 끊임 없는 영상서비스를 제공하는데 제약이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, IP 망 네트워크 환경을 고려하여 사용자가 원하는 콘텐츠를 고품질 혹은 저품질로 제공할 수 있는 Adaptive 스트리밍 서비스에 관한 기술 개발이 등장하게 되었고, 현재 국제 표준화 기구인 MPEG(Moving Picture experts Group)에서 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)라는 이름으로 표준화가 진행 중에 있다. 이에 본 논문에서는 DASH를 이용한 효율적 3D Adaptive 스트리밍 서비스 제공 방안을 제안한다. DASH를 이용한 3D 서비스는 사용자들에게 IP 망을 통해 다양한 품질의 3D 콘텐츠를 제공할 수 있으며, 또한 하나의 3D 콘텐츠로 다양한 디바이스에 적용 가능하다는 이점이 있다.

1. 서론

소비자의 3D에 대한 관심이 날로 증가하고 있는 가운데 다양한 3D 콘텐츠가 제작되고 있고, 이에 따라 3D 콘텐츠를 저장 및 전송할 수 있는 규격의 필요성이 화두에 오르고 있다. 또한 인터넷 네트워크 인프라의 발달로 방송망이 아닌 인터넷 망을 통하여 데이터 용량이 큰 고화질의 3D 콘텐츠를 전송할 수 있게 됨에 따라 인터넷 네트워크의 부담이 가중될 것으로 보인다. 즉, 제한적인 네트워크 환경에서 모든 사용자에게 고화질의 스트리밍 서비스를 제공하는 것은 어려운 것으로 예상됨으로 화질의 저하가 있더라도 사용자에게는 끊임 없는 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 다시 말해, 인터넷 망 상태가 좋을 때는 고화질의 콘텐츠를, 망 상태가 좋지 않을 때는 저화질의 콘텐츠를 Adaptive 스트리밍 서비스함으로써 사용자는 끊임 없는 동영상을 제공 받을 수 있게 되는 것이다. 이러한 기술이 현재 MPEG에서 DASH(ISO-IEC_23009-1 Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)라는 이름으로 표준화가 진행 중에 있다.^[1]

그림 1은 단일 콘텐츠를 이용하여 다양한 디바이스에서 3D 스트리밍 서비스가 이루어지는 개념도를 나타내고 있다. 3D DASH File Generator를 통하여 스테레오스코픽 콘텐츠가 다양한 퀄리티로 생성되어 서버에 저장되고, 인터넷 프로토콜(HTTP)을 통하여 사용자가 이용하고 있는 디바이스에 맞게 적절한 품질의 콘텐츠를 요청하게 되면서 Adaptive 스트리밍 서비스를 할 수 있게 된다. 또한 네트워크 환경을 고려하여 퀄리티를 변화시키면서 서비스를 하기 때문에 사용자에게 끊임 없는 동영상 제공이 가능하다.

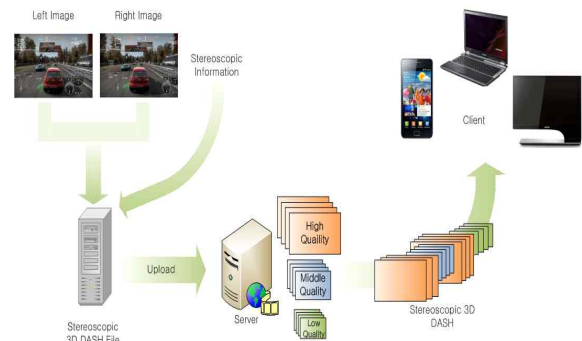


그림 1. 단일 콘텐츠의 다양한 단말 서비스 개념도

따라서 본 논문에서는 DASH를 이용하여 스테레오스코픽 비디오를 효율적으로 Adaptive 스트리밍 서비스하기 위한 MPD 기술 방안을 제안하고 구현 및 검증한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DASH 기술에 관한 소개를 한다. 3장에서는 3D DASH 서비스를 위한 MPD기술 방안을 제안하고, 4장에서는 3장에서 제안한 3D DASH 서비스에 대한 실험 및 검증을 소개한다. 5장에서는 향후 적용 분야를 도출하였다.

2. MPEG DASH 기술 소개

가. DASH의 구성 요소 및 통신 패턴

DASH 기술의 기본적인 구성요소로는 MPD(Media Presentation

Description)와 Segment가 있다. MPD는 스트리밍 서비스 제공을 목적으로 미디어에 관한 정보를 제공하는 기술서이고, Segment는 MPD에서 미디어 데이터를 표현할 수 있는 가장 작은 단위의 data unit을 지칭한다. 이러한 MPD 및 Segment가 HTTP 서버에서 Client로 전송되는 구조를 바탕으로 DASH 기술이 구성되어진다. 우선, 다양한 퀄리티로 생성된 미디어 File(Segment File)과 각 파일에 관한 MPD가 서버에 저장되어 있다. 서버와 Client간의 통신은 HTTP 프로토콜을 이용하여, Client의 요청과 이에 대한 서버의 응답을 통하여 이루어진다.^[2] Client는 서버에 MPD를 요청하게 되고, 전달된 MPD를 통하여 서버에 저장되어 있는 해당 파일에 관한 정보를 인식하여 Client는 원하는 콘텐츠에 대한 Segment File를 요청한다. 이에 서버는 해당 Segment File을 Client에게 제공함으로써 DASH 서비스가 이루어진다. 상기의 언급한 바와 같이 그림 2에서 나타난 DASH Client Model을 보면, 서버로부터 Client에게 MPD가 전달되고 전달된 MPD를 분석하여 Client의 요청을 통해 Segment data가 전달되어, Media engine을 통하여 사용자에게 스트리밍 서비스되고 있음을 보여주고 있다.

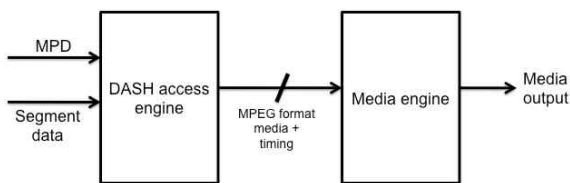


그림 2. DASH Client Model

나. MPD의 구성

MPD는 계층적인 구조로 구성되어 있다. 계층적인 각각의 구조에는 요소와 속성 등이 각 계층의 구조적 기능 및 역할 등을 기술하고 있고, 이러한 요소와 속성들을 MPD에 기술하여 사용자에게 전송함으로써 사용자는 콘텐츠에 대한 정보를 알 수 있게 된다. 그림 3은 MPD의 계층적인 데이터 모델을 나타내고 있는 그림으로써, 각 레벨을 명시하는 대표적인 요소들로 표현되어져 있다. MPD 요소는 하나 이상의 Period 요소로 구성되고, 각 각의 Period 요소는 하나 이상의 AdaptationSet 요소로 구성된다. 각각의 AdaptationSet 요소는 하나 이상의 Representation 요소로 구성되고, 각각의 Representation 요소는 하나 이상의 Segment 요소로 구성된다. 최상위 요소인 MPD 요소 안에는 profile, 서비스 타입, 서비스 시작 및 끝 시간, 버퍼 관련 정보, URL 정보 등을 기술할 수 있는 요소 및 속성이 포함되어 있다. MPD 요소 하위 레벨인 Period 요소는 Media Presentation 전체를 일정한 시간간격으로 잘라주는 역할을 하고, Period 요소안에는 각 Period의 시작 시간 및 구간의 시간, Segment에 관한 정보를 기술하여 줄 수 있는 요소 및 속성이 포함되어 있다. Period 요소의 하위 레벨인 AdaptationSet 요소에는 콘텐츠의 언어, 최대/최소 대역폭, 화면 정보, 프레임 율, 등급, 접근성, 콘텐츠 구성 컴포넌트 등에 관한 정보를 기술할 수 있는 요소 및 속성 등이 포함 되어있다. 이 중에서 스테레오스코픽 콘텐츠의 좌, 우 영상이 각각 독립된 두 개의 stream으로 구성되어있는 경우, 서로가 stereo pair임을 나타낼 수 있는 Role 요소가 있다. 다음으로 AdaptationSet 요소 하위 레벨인 Representation 요소는 콘텐츠를 퀄리티 별로 분류하여 주는 역할을 한다. Representation 요소 안에는 콘텐츠의 대역폭, 콘텐츠 퀄리티의 등급,

Segment 관련 URL정보 등을 기술하는 요소 및 속성이 포함되어 있다. 즉, Representation 요소를 통하여 퀄리티 별 콘텐츠를 분류할 수 있기 때문에 인터넷 망 상태를 고려하여 Adaptive한 스트리밍 서비스가 가능한 것이다. 상기에 언급하였던 AdaptationSet, Representation 요소에는 공통적으로 기술될 수 있는 공통 요소 및 속성이 있다. 공통 요소 및 속성에는 화면 구성정보, 프레임 율, mime Type, 코덱, 스캔 Type 등의 정보를 기술해주는 요소 및 속성이 포함되어 있다. 이 중에는 FramePacking 요소가 있는데, 이 요소를 통하여 FramePacking 방식으로 구성된 스테레오스코픽 콘텐츠에 관한 정보를 기술해 줄 수 있다. Representation 요소하위 레벨이자 MPD의 가장 하위 레벨인 Segment에 관한 정보를 기술할 수 있는 요소에는 SegmentList, SegmentTemplate, SegmentBaseInformation, MultipleSegmentBaseInformation 요소등이 있다.^[1] 이 요소들로 segment에 관한 URL 정보를 기술하여 줄 수 있다. 이러한 계층적인 구조로 DASH File data를 구성하여 서비스 할 수 있고, 각 계층의 요소 혹은 속성을 통해 파일에 관한 정보를 기술하여 줌으로써 MPD가 구성되어진다.

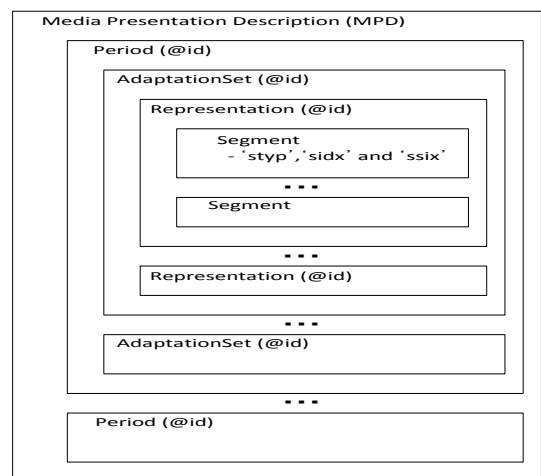


그림 3. Hierarchical DASH Data Model

3. 3D DASH 서비스를 위한 MPD 기술 방안

가. Frame compatible 방식의 콘텐츠 3D 서비스

여러 가지 형태의 스테레오스코픽 콘텐츠들 중 하나로, 하나의 Frame안에 좌, 우 영상이 모두 포함되어져 있는 형태의 FramePacking 방식이 있다. FramePacking 방식의 영상을 구성하는 형태에는 side-by-side, top and bottom, column/row based interleaving 등이 있다. 이러한 Frame Packing 방식의 콘텐츠인 경우, 아래의 그림 4와 같이 MPD를 구성하여 DASH 서비스가 가능하다. 그림 4를 보면 하나의 AdaptationSet 요소 안에 Representation 요소가 퀄리티 별로 포함되어 있고, 각 Representation 요소 안에는 Segment 요소들이 포함되어 있는 계층적인 구조를 가지고 있다. 여기서 FramePacking 방식의 스테레오스코픽 비디오임을 표현하여 주기 위해서는 AdaptationSet 요소안의 FramePacking 요소를 사용하여 나타낼 수 있다. FramePacking 요소안의 schemeIduri속성을 통하여 참조하는 방식을 나타낼 수 있는데, AVC(Advanced Video Coding)로 인코딩된 비디오의 경우에는 schemeIduri 속성을 “urn:mpeg:dash:14496:10:frame_packing_arrangement_type:2011”으

로 지정하여 ISO/IEC 14496-10 문서를 참조함을 명시하여 주고, value 값으로 ISO/IEC 14496-10 Part 10의 Table D-8에 정의된 value값을 기술하여 줌으로써, 해당 AdaptationSet 안에는 FramePacking형식의 비디오 파일이 포함되어 있음을 나타낼 수 있다.⁽¹⁾⁽³⁾ MPEG 2 Video로 인코딩된 비디오의 경우에는 schemeIduri속성을 “urn:mpeg:dash:13818-1:stereo_video_format_type:2011”으로 지정하여 ISO/IEC 13818-2 문서를 참조함을 명시하여 주고, value 값으로 ISO/IEC 13818-2 AMD4의 Table L-1에 정의된 value값을 기술하여 줌으로써, 해당 AdaptationSet 안에는 FramePacking형식의 비디오 파일이 포함되어 있음을 나타낼 수 있다.⁽¹⁾⁽⁴⁾ Representation 요소는 동일한 비디오 파일을 단순히 퀄리티만 다르게 구분하여 주는 역할을 한다. 상기의 이러한 방식으로 Frame Packing 방식의 비디오를 MPD에서 나타낼 수 있다.

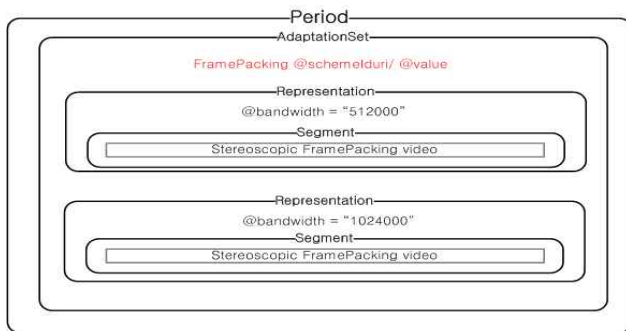


그림 4. FramePacking 방식의 3D 콘텐츠 MPD 구조

나. Service compatible 방식의 3D 서비스

여러 가지 형태의 스테레오스코픽 콘텐츠를 중 하나로, 두 개의 독립적인 좌, 우 영상을 사용하여 3D 영상을 구성하는 Service compatible 방식이 있다. 이러한 Service compatible 방식의 콘텐츠 예로써 MVC stream with 2-views⁽⁵⁾, Service compatible MPEG-2 TS⁽⁶⁾, SVAf left/right view sequence type⁽⁷⁾ 등이 있다. 이러한 Service compatible 방식의 콘텐츠로 3D 서비스를 하기 위해서는 두 가지 형태의 MPD file 구조를 생각할 수 있다.

우선, 첫 번째로 독립된 좌, 우 영상이 서로 다른 AdaptationSet 안의 segment에 포함되어져 있는 형태이다. 이를 표현하는 MPD 구성을 그림 5에서 나타내고 있다. AdaptationSet 1, 2는 각각 좌, 우 영상을 포함하고 있고, 해당 AdaptationSet이 영상의 stereo pair 중, 어느 쪽을 포함하는지에 대한 정보를 Role 요소를 통하여 기술하여 줄 수 있다. 다시 말해, Role 요소의 schemeIduri 속성을 “urn:mpeg:dash:stereoid:2011”로 설정하여 stereo pair의 id를 나타내는 역할을 기술하여 주고, value 속성값에 좌, 우를 표시할 수 있다. 이러한 방식에 따라서 AdaptationSet 1이 좌영상을, AdaptationSet 2가 우영상을 포함하고 있음을 그림 5에서 알 수 있다.

두 번째 형태로는 독립된 두 개의 좌, 우 영상이 하나의 AdaptationSet 안의 Segment에 포함되어 있는 형태를 생각 해볼 수 있다. 이러한 형태의 콘텐츠를 DASH File 구조로 표현하기 위해서는 MPD의 구성은 그림 6과 같다. AdaptationSet 1의 Segment안에 스테레오스코픽 좌, 우 영상이 포함되어 있고, 이를 표현하기 위해서는 AdaptationSet 요소안의 ContentComponent 요소를 사용한다. ContentComponent 요소 안에 Role 요소의 종속성인 schemeIduri에

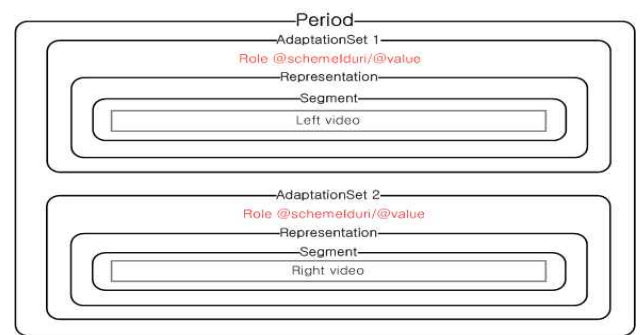


그림 5. Service compatible 방식의 3D 서비스를 위한 MPD 구조 1

“urn:mpeg:dash:stereoid:2011”를 기술해주고 value 속성값에 좌, 우 영상임을 기술하여 준다. 다시 말해, AdaptationSet안에 두 개의 ContentComponent를 두어 각 각의 Role 요소의 value 속성값을 “l0”, “r0”로 기술함으로써 해당 AdaptationSet안에 있는 Segment에는 좌, 우 영상의 stream이 모두 포함되어 있음을 나타낼 수 있다. 이러한 방안을 통하여 Service compatible 방식의 3D 서비스가 가능하다.

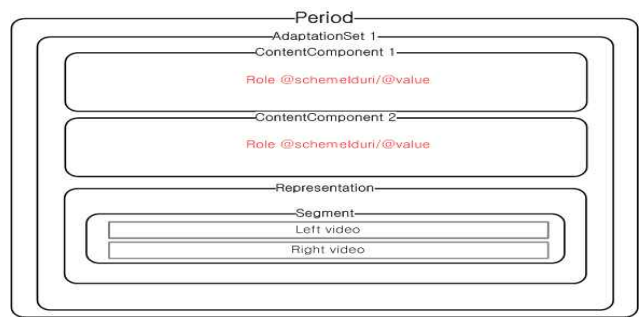


그림 6. Service compatible 방식의 3D 서비스를 위한 MPD 구조 2

4. 3D DASH 서비스 구현 및 검증

가. 3D DASH 서비스 시스템 구조

본 논문에서 구현한 3D DASH 서비스의 시스템 구조도는 그림 7과 같다. 스테레오스코픽 비디오로부터 Multi-Level Video Encoder를 통하여 *.ism, *.ismc, *.ismv file을 생성하고, 생성된 파일을 3D DASH File Generator를 통해 Segment, MPD File을 생성하여 Server에 저장시켰다. Client에서는 MPD를 요청하고 전달받아 MPD Parser로 파싱하여 원하는 Segment의 URL정보를 얻을 수 있게 되고, 이를 바탕으로 Segment File을 요청하여 서버로부터 Segment File을 전달 받는다. 전달된 Segment File은 Segment Parser를 통하여 파싱되고, 파싱된 Video stream이 디코더를 거쳐 렌더링되는 구조이다. 본 논문은 아래와 같은 개발 환경으로 소프트웨어 구현을 하였다. 운영체제는 Windows 7 (64bits)을 사용하였고, 컴파일러 및 언어는 Microsoft visual studio 2008 C/C++을 사용하였으며, Multi-level Encoder는 Microsoft Expression Encoder를 사용하여 인코딩 하였다.

나. 실험 및 검증

상기의 개발 환경 아래, 그림 7의 3D DASH 서비스 시스템 구조도를 바탕으로 3D DASH File Generator와 MPD/Segment Parser를 구현하여 실험을 하였다. 3장에서 제시한 MPD 기술 방안을 실험하고

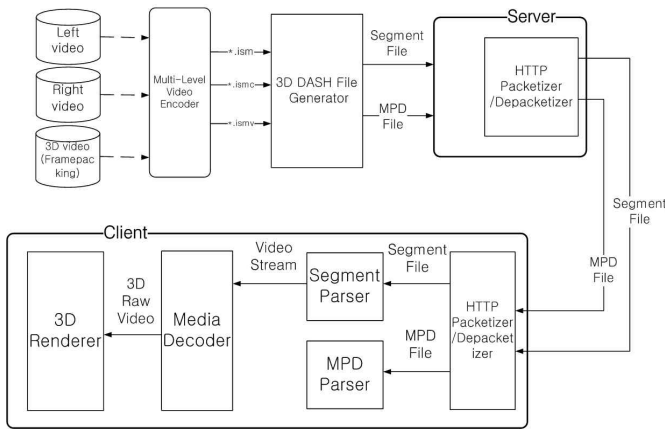


그림 7. 3D DASH 서비스 시스템 구조도

자 세 가지 방안에 대한 각 각의 MPD Generator를 구현하여 실험하였고, 그 결과로 나온 XML형식의 MPD File이 그림 8와 같다. 그림 8의 첫 번째 그림은 FramePacking방식의 3D 콘텐츠를 나타내는 MPD File의 부분으로써, FramePacking 요소의 value값을 "3"으로 설정함으로써 Side by Side 형태의 FramePacking 영상임을 나타내고 있다. 두 번째와 세 번째 그림은 Service Compatible방식의 3D 콘텐츠를 나타내는 MPD File의 부분으로써, 각각은 그림 5, 6 에서 보여진 MPD 구조의 형태를 나타내고 있다. 서로 다른 AdaptationSet안에 좌, 우 영상이 포함되어 있는 형태인 그림 8의 두 번째 그림은 해당 AdaptationSet안의 Role 요소의 value값을 각각 "l0", "r0"로 설정함으로써 서로가 stereo pair임을 나타내고 있다. 세 번째 그림에서는 하나의 AdaptationSet안에 좌, 우 영상이 모두 포함되어 있는 형태를 나타내는데, 두 개의 ContentComponent 요소를 사용하여 그 안의 Role 요소를 이용하여서 좌, 우 영상이 하나의 Segment안에 포함되어 있음을 나타낸다. 상기의 세 가지 MPD 기술방안에 맞게 생성된 MPD File을 MPD Parser를 구현하여 파싱하여 주었고 그에 해당하는 Segment를 요청하여 전송받아 Segment Parser를 통하여 파싱하여 디코딩 및 렌더링하였다.

```

<Period start="PT0.00S" duration="PT2M53.465S">
  <AdaptationSet mimeType="video/3ddash" lang="ko">
    <FramePacking schemeIdUri="urn:mpeg-dash:14496:10:frame_packing_arrangement_type:2011" value="3"/>
    <Representation bandwidth="305000">
      <SegmentList duration="PT17.935S">
        <Initialization sourceURL="3Dvision_305_init.3gp"/>
        <SegmentURL media="3Dvision_305_1_3gs"/>
        <SegmentURL media="3Dvision_305_2_3gs"/>
        <SegmentURL media="3Dvision_305_3_3gs"/>
      </SegmentList>
    </Representation>
  </AdaptationSet>
  <AdaptationSet mimeType="video/3ddash" lang="ko">
    <Role schemeIdUri="urn:mpeg-dash:stereoid:2011" value="l0"/>
    <Representation bandwidth="305000">
      <Initialization sourceURL="3Dvision_305_init.3gp"/>
      <SegmentURL media="3Dvision_305_1_3gs"/>
      <SegmentURL media="3Dvision_305_2_3gs"/>
      <SegmentURL media="3Dvision_305_3_3gs"/>
    </Representation>
  </AdaptationSet>
  <AdaptationSet mimeType="video/3ddash" lang="ko">
    <Role schemeIdUri="urn:mpeg-dash:stereoid:2011" value="r0"/>
    <ContentComponent content type="video" id="1" value="l0"/>
    </ContentComponent>
    <ContentComponent content type="video" id="2" value="r0"/>
    </ContentComponent>
    <Representation bandwidth="305000">

```

그림 8. XML 형식의 MPD File

상기의 과정을 거쳐 디스플레이 된 3D 영상을 그림 9에서 나타내고 있다. 영상의 윗부분에 mode, Resolution, bitrate 등의 정보를 알 수 있도록 표시하여 주었다. 그림 9에서 위의 영상은 512Kbps Stereo 640*480 사이즈의 영상임을 알 수 있고, 아래의 영상은 10.2Mbps Stereo 1920*1080 사이즈의 영상임을 알 수 있다. 이를 통하여 영상의 퀄리티를 가변적으로 변화시켜 가며 서비스를 할 수 있음을 확인 할 수 있었다.



그림 9. 퀄리티 별 3D 영상

4. 결론

본 논문에서는 MPEG DASH를 이용한 3D 서비스 방안을 제안하고 구현 및 검증하였다. DASH 기술을 이용한 3D 서비스를 통하여 인터넷 망을 이용한 3D 콘텐츠의 전송이 가능하고, 또한 망 상태에 적절하게 다양한 퀄리티로 서비스가 가능하므로 사용자들에게 끊임 없는 3D 콘텐츠를 스트리밍 서비스할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 여러 퀄리티의 콘텐츠 서비스가 가능함으로 다양한 디바이스에 적용이 가능할 것으로 보여진다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부의 지원을 받는 지식경제 기술혁신사업("스케일러블 데이터기반 Edutainment 핵심기술 개발")(과제번호 : 10035486)의 연구결과와 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(NIPA-2011-(C1090-1111-0001))의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] ISO/IEC_23009-1 Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH)-Part 1:Media presentation description and segment format
- [2] 김정환, 이상원, 김규현, 서덕영, "HTTP Streaming 환경에서 User Profile 기반 Seamless Framework 제공방법", 한국방송공학회논문지, 제16권 제1호, pp.155 - 173
- [3] ISO/IEC_14496-10 Information technology -Coding of audio-visual objects-Part 10: Advanced Video Coding
- [4] ISO/IEC_13818-2 AMD4: Frame Packing Arrangement Signalling for 3D Content
- [5] ISO/IEC_14496-15 Information technology - Part 15: Advanced Video Coding (AVC) file format, AMENDMENT 3: File format support for Multiview Video Coding
- [6] ISO/IEC_13818-1 AMD7: Signaling of stereoscopic video in MPEG-2 system
- [7] ISO/IEC_23000-11 Information technology - Multimedia application format (MPEG-A)-Part 11: Stereoscopic video application format