특집논문-08-13-5-03

이동 환경을 위한 적응형 다시점 비디오 서비스 프레임워크

권 준 섭[a)], 김 만 배[a)‡], 최 창 열[a)]

Adaptive Multi-view Video Service Framework for Mobile Environments

Junsup Kwon[a)], Manbae Kim[a)‡], and Changyeol Choi[a)]

요 약

본 논문에서는 이동 환경에서 다시점 비디오를 제공하는 적응형 다시점 비디오 서비스 프레임워크를 제안한다. 중간시점 영상의 실시간 생성과 다시점 비디오의 클라이언트 적응을 통해 이동 환경이 갖는 성능 제약을 해결한다. 그리고 적응 변환 작업을 서버에서 수행함으로써 클라이언트의 부하를 줄이고, H.264/AVC를 채택하여 비디오의 압축 효율을 개선한다. 이를 위해, 멀티미디어 프레임워크 표준인 MPEG-21 DIA (Digital Item Adaptation)를 참조하여, 사용자 요구와 클라이언트 기기의 특성에 맞도록 비디오를 적응시키는 이동 환경을 위한 새로운 다시점 비디오 DIA를 구현한다. 제안 프레임워크의 효율성과 성능을 측정한 결과, 다시점 비디오의 이동 서비스는 양방향으로 해상도가 320x240이면, 최대 초당 13 프레임까지 가능하고, 기존 3D 점의 투영 방법과 비교하여 5배 빠른 중간시점 영상을 생성한다.

Abstract

In this paper, we propose an adaptive multi-view video service framework suitable for mobile environments. The proposed framework generates intermediate views in near-realtime and overcomes the limitations of mobile services by adapting the multi-view video according to the processing capability of a mobile device as well as the user characteristics of a client. By implementing the most of adaptation processes at the server side, the load on a client can be reduced. H.264/AVC is adopted as a compression scheme. The framework could provide an interactive service with efficient video service to a mobile client. For this, we present a multi-view video DIA (Digital Item Adaptation) that adapts the multi-view video according to the MPEG-21 DIA multimedia framework. Experimental results show that our proposed system can support a frame rate of 13 fps for 320x240 video and reduce the time of generating an intermediate view by 20 % compared with a conventional 3D projection method.

Keyword : multi-view video, mobile device, DIA, server-client

Ⅰ. 서 론

최근 들어 입체 영상에 이어서, 다시점 비디오(Multi-view Video)에 대한 관심이 증가하고 있다[1~5]. 다시점 비디오는 두 대 이상의 카메라로 촬영한 영상들을 기하학적으로 교정하고 공간적으로 합성하여 사용자에게 여러 방향의 시점 영상을 제공한다. 모니터 종류에 따라 다시점 영상은 2D 영상, 입체 영상, 다시점 영상으로 시청할 수 있다.

다시점 비디오의 연구는 다양한 분야에서 진행되고 있다. RACE DISTIMA[1]와 ATTEST[2] 프로젝트는 입체 다시점 비디오의 개념적 바탕을 마련하였고, 각 시점 시퀀스 별로 독

a) 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과
Kangwon National University, Dept. of Computer Engineering
‡ 교신저자 : 김만배 (manbae@kangwon.ac.kr)
※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업 GIST-RBRC (IITA-2008-C1090-0801-0017)의 연구결과로 수행되었음.

립적 전송과 재생을 함으로써 다시점 비디오를 효율적으로 전송하였다. Lou 등은 양방향 다시점 비디오 시스템의 구조 연구에서 다시점 비디오의 이동 적응구조를 제안하였다[4]. 그리고 Yang 등은 다시점 비디오 스트림의 대역폭 적응을 위한 다시점 비디오의 적응 구조를 제안하였다[5]. 이 연구들은 주로 서버와 고성능 단말기를 활용하였고, 상대적으로 다시점 비디오를 모바일 기기에 적용하는 연구는 적었다.

또한, 최근에는 무안경 방식으로 2-시점 입체 시청이 가능한 모바일 기기들이 국내외적으로 개발되고 있다. 사용자가 입체영상을 시청하기 위하여 단말기와 양안의 거리를 쉽게 조절할 수 있어, 주로 무안경 방식으로 입체 디스플레이가 제공된다. 기존 TV와 달리 사용자가 언제든지 사용할 수 있는 기기이기 때문에, 입체 콘텐츠 공급의 효과가 크다고 할 수 있다. 다시점 영상을 시청하기 위해 다양한 무안경 다시점 3D 모니터의 공급 또한 활발히 진행되고 있다. 그러나, 모바일 기기에 다시점 3D 디스플레이 기능의 장착은 어려움이 있기 때문에, 2-시점 입체 디스플레이가 적합한 모니터이다.

본 논문에서는 이동 환경에서 응용이 가능한 적응형 다시점 비디오 서비스 프레임워크를 제안한다. 유선 환경에서 이용하던 다시점 영상을 모바일 기기로 서비스하려면 무선네트워크 대역폭과 단말의 가용자원 등을 고려하여 컨텐츠를 적응시키는 시스템 구조와 클라이언트의 부하를 최소화하는 기법이 필요하다. 이를 위해 다시점 영상에서 클라이언트가 선택한 2개의 시점으로 구성된 입체 영상을 생성하고, 네트워크로의 전송을 위한 비디오의 압축 및 처리의 복잡성은 H.264/AVC의 베이스라인(baseline) 프로화일을 통해 개선한다. 또한 다시점 비디오에 적합하도록 MPEG-21 DIA (Digital Item Adaptation)의 서술 스키마를 제안하여 양방향 서비스와 다시점 비디오의 적응 과정을 개선하고[6], 다시점 비디오 서비스에서 중간시점 영상을 고속으로 생성하는 기법도 제시한다. 제안하는 프레임워크는 상기 기술들을 통합하여 적응적 다시점 비디오를 양방향으로 서비스하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 Ⅱ장에서 제안하는 적응형 다시점 비디오 서비스 프레임워크의 전체 구조를 소개하고, Ⅲ 장에서는 서버-클라이언트에서 교환되는 MPEG-21 다시점 비디오 DIA 서술자에 대해 설명한다. Ⅳ 장에서는 제안 프레임워크의 구현을 위한 시스템 구조와 구성요소들을 설계한다. Ⅴ장에서 실험 결과를 보여주고, Ⅵ 장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 모바일 다시점 비디오 시스템의 개요

제안 시스템은 그림 1과 같이 다시점 비디오 DIA, 다시

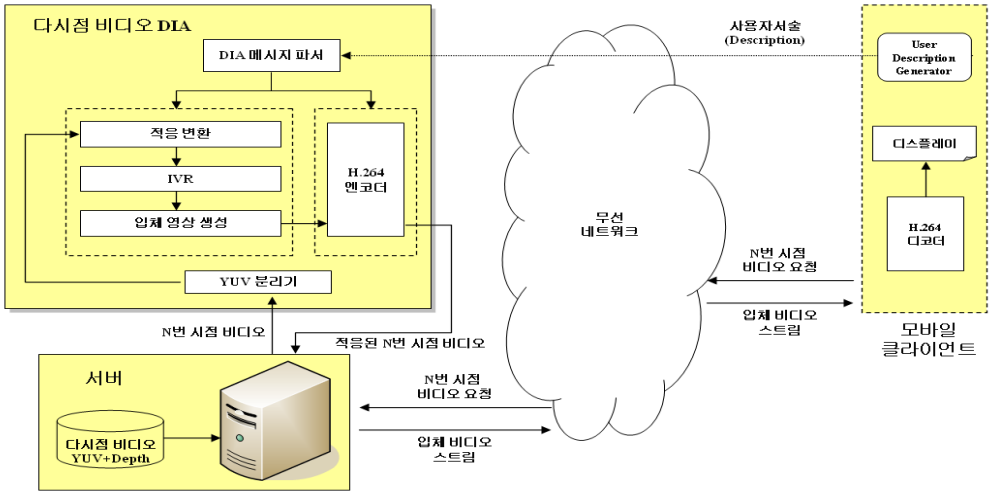

그림 1. 모바일 다시점 비디오 서비스 구조
Fig. 1 Framework for mobile multiview video service

점 비디오를 저장하는 서버, 모바일 클라이언트로 구성된다. 다시점 비디오 DIA는 YUV 영상을 프레임 단위로 적응 변환 모듈에 공급하는 YUV 분리기, 클라이언트의 특성에 맞게 영상의 크기를 조절하는 적응 변환(Adaptive Convertsion), 가상 중간시점 영상을 생성하는 중간시점 영상 생성(Intermediate View Reconstruction: IVR), 입체영상 생성, H.264/AVC 엔코더로 구성된다. DIA 메시지 파서(Message Parser)는 클라이언트가 보낸 사용자 서술자를 분석하여 각 부분의 동작을 정의한다.

모바일 클라이언트는 사용자 선호도를 생성하는 사용자 서술 생성기(User Description Generator), H.264/AVC 디코더 및 입체 단말 디스플레이로 구성된다. 모바일 클라이언트가 서버에게 n번 시점 비디오 Vn를 요청하면, 다시점 비디오 DIA는 클라이언트의 사용자 서술을 해석하고, 사용자 요구에 맞추어 비디오 해상도를 변환하거나 가상의 중간시점 영상을 생성한다. 다음에 Vn과 Vn+1로 구성된 입체 영상을 H.264/AVC로 부호화한 후에, 클라이언트로 전송한다.

서비스 프레임워크의 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 중간시점 영상과 입체 영상을 서버에서 생성함으로써 모바일 클라이언트의 부하를 줄인다. 둘째, MPEG-21 DIA의 표준화 규약에 맞는 다시점 비디오의 사용자 서술(User Description)을 사용하여 클라이언트의 특성에 적합하도록 비디오를 적응적으로 변환한다. 셋째, 다시점 비디오의 중간시점 영상을 거의 실시간으로 생성한다. 넷째, H.264/ AVC로 입체 비디오를 압축함으로써 압축 효율을 향상시킨다. 마지막으로, 자원과 성능의 한계가 있는 모바일 클라이언트는 사용자 서술 생성기와 H.264/AVC 디코더로 구성된 간단한 구조를 갖는다.

III. 다시점 비디오 DIA

다시점 비디오의 적응은 사용자 단말 및 사용자 요구에 따라 다시점 비디오를 적응 변환하여 효율적인 서비스를 제공한다. 제안하는 다시점 비디오 서술자는 MPEG-21 DIA DS(Description Scheme)에 부합된다[6].

현재 MPEG-21 DIA은 입체 변환/적응으로 Stereoscopic-VideoConversion DS를 포함하고 있다. 여기에 다시점 비디오 DIA 서술자를 새로 정의하여 다시점 비디오 리소스로 적응시킨다. MPEG-21 DIA의 서술 스키마를 참조하여, 다시점 비디오를 적응적으로 변환하는 서술 요소를 포함한 3DMVDIA를 정의한다. 또한, MPEG-21 DIA DS 중에서, UserCharacteristics에서는 /PresentationPreferences/Stereoscopic-VideoConversion을 참조하고, TerminalCapabilities에서는 /InputOutput/ DisplayCapabilities의 일부를 참조하였다. 그림 2의 3DMVDIA의 서술 스키마는 다시점 비디오 DIA를 통해 사용자의 요청과 클라이언트의 상황에 따라 중간시점 영상 생성과 적응 변환을 하기위한 DIA의 기반을 마련한다. 문법 구조는 그림 3과 같다.

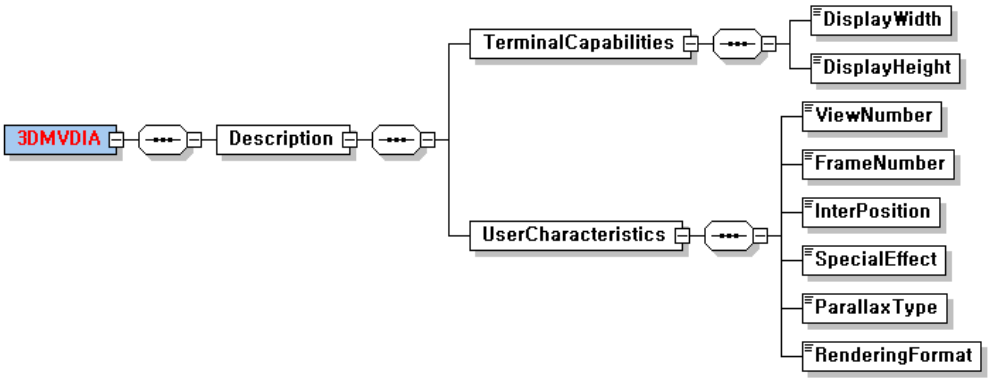

그림 2. 다시점 비디오 DIA의 서술 스키마 다이어그램
Fig. 2 Schema diagram of multiview video DIA

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- edited with XMLSpy v2007 sp2 (http://www.altova.com) by junsup Kwon (Kangwon National Univ.) -->
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="3DMVDIA">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="Description">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="TerminalCapabilities">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element name="DisplayWidth"/>
                    <xs:element name="DisplayHeight"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
              <xs:element name="UserCharacteristics">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element name="ViewNumber"/>
                    <xs:element name="FrameNumber"/>
                    <xs:element name="InterPosition"/>
                    <xs:element name="SpecialEffect"/>
                    <xs:element name="ParallaxType"/>
                    <xs:element name="RenderingFormat"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

그림 3. 3DMVDIA 서술 스키마
Fig. 3 3DMVDIA description schema

Terminal Capabilities는 모바일 클라이언트에서의 디스플레이를 위한 DisplayWidth와 DisplayHeight를 기술하며, 적응 변환 모듈이 사용한다. 사용자 요구사항을 반영하여 비디오를 적응시키는 User Characteristics는 적응 변환 모듈과 중간시점 영상 생성 모듈에 적용되어, 사용자와 다시점 DIA 서버 사이의 양방향 동작을 보장한다. 즉, 사용자가 원하는 베이스 카메라의 위치인 시점 번호를 정하는 ViewNumber, 비디오 시퀀스 내에서 사용자가 원하는 프레임 위치를 결정하는 FrameNumber, 자연스러운 시점 전환을 위한 중간시점 영상을 생성할 위치를 정하는 Inter- Position, 뷰 스위핑(view sweeping)과 프리즈/회전(freeze and rotate)와 같은 특수 기법을 정의하는 SpecialEffect, 입체 시차인 양시차(positive parallax)와 음시차(negative parallax)로 구성되는 ParallaxType, 그리고 디스플레이할 입체 영상의 종류를 정의하는 RenderingFormat 서술자가 사용된다.

Ⅳ. 모바일 다시점 비디오 서비스 시스템

본 장에서는 Ⅱ 장과 Ⅲ 장에서 소개한 다시점 비디오 시스템과 다시점 DIA 서술자를 바탕으로, 이동 환경을 위한 다시점 비디오 서비스 시스템을 자세히 설명한다.

1. 다시점 비디오 DIA의 기능

다시점 비디오 DIA는 YUV 4:2:0 형식의 다시점 비디오 시퀀스를 입력으로 받아 DisplayWidth와 DisplayHeight 서술자에 맞춰, 메모리 접근 수가 적은 서브샘플링(subsampling) 방법으로, 비디오 시퀀스의 프레임 해상도를 조절한다. YUV 4:2:0 형식의 U, V 성분 하나당 Y성분이 4개인 점을 고려하여 그림 4와 같이 U, V 성분을 기준으로 4개의 주변 픽셀을 하나의 단위로 처리한다.

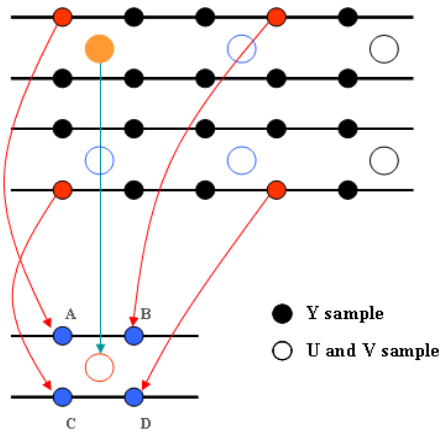

그림 4. YUV 4:2:0의 Subsampling
Fig. 4 Subsampling of YUV 4:2:0

일반적으로 다시점 영상에서는 카메라 사이의 간격(baseline) 때문에 각 시점 간의 시차(parallax)가 크게 나타나므로, 가상의 중간시점 영상을 생성하여 시차를 줄이고, 안정적인 입체영상 시청이 가능하게 한다. 중간시점 영상

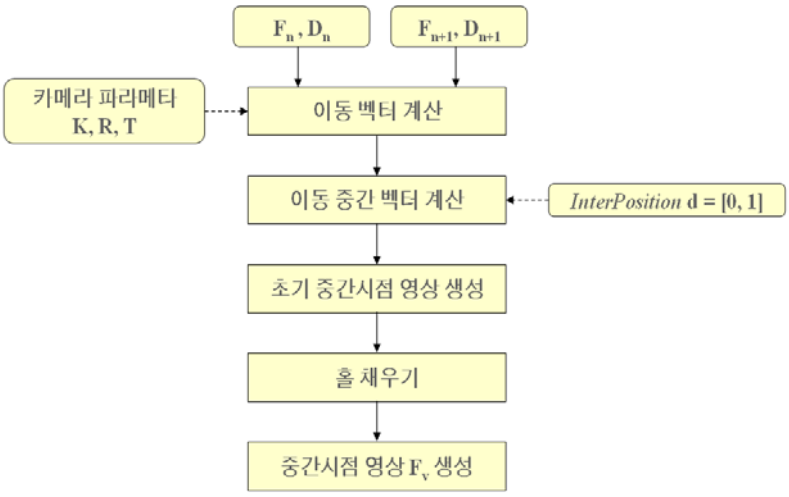

그림 5. 제안하는 중간시점 영상 생성 블록도
Fig. 5 The block diagram of proposed intermediate view generation method

생성 기법 중에서 많이 활용되는 영상 기반 렌더링(image-based rendering)으로 가상의 시점 영상을 제공할 수는 있으나[7], 연산 시간이 늘어나기 때문에 이동 환경에서는 고속화 기법이 필요하다.

그림 5는 제안하는 중간시점 영상 생성의 블록도를 보여준다. 중간시점 영상 생성은 ViewNumber와 InterPosition 서술자에 따라 가상의 중간시점 영상을 실시간으로 생성한다. 시점 영상 Fn과 깊이 데이터 Dn 및 주변 시점 영상 Fn+1과 Dn+1이 주어지면, 카메라 파라메타 행렬을 이용하여 대응하는 픽셀간의 이동 벡터를 구한다. 이 벡터를 이용하여, 사용자가 지정한 Interposition의 값, d에 따라, 이동중간 벡터를 계산한다. Fn의 픽셀을 이 벡터 값만큼 이동하여 초기 중간시점 영상을 생성한다. 빈 홀들을 Fn+1의 픽셀들로 채우면 최종 중간시점 영상이 얻어진다.

중간시점 영상은 보통 베이스 카메라의 영상을 가상의 3차원 좌표공간으로 역투영하고, 이를 가상 카메라로 투영하여 생성한다. 이때 카메라 보정정보를 이용하여 베이스 카메라에서 가상 카메라로 카메라 투영행렬을 변환하고, 3차원 점의 Z 좌표를 별도의 Z-버퍼에 저장하고 제트-킹(Z-keying)을 하여 폐쇄영역을 채운다. 카메라 투영행렬은 다시점 카메라 설정 정보로서, 카메라 간의 상대적인 위치와 초점 길이, 종횡비, 비틀림 값으로 구성된다[8].

카메라 투영행렬의 변환 관계식은, 2차원 영상을 3차원 공간으로 역투영하는 베이스 카메라의 역투영행렬과, 이를 다시 가상의 2차원 평면으로 투영하는 가상 카메라의 투영행렬을 통해 얻을 수 있으며, 각각의 관계는 식 (1), (2)와 같다.

$$X = C + (zP^{+}x) \tag{1}$$

$$x_v = P_v X \tag{2}$$

여기서 x는 베이스 카메라 프레임 내의 한 픽셀 (u, v, 1)이고, X는 3차원 공간에서 픽셀 x의 위치, z는 깊이 데이터로부터 얻은 픽셀 x의 깊이 좌표값, P+는 베이스 카메라의 투영행렬 P의 유사역으로 PP+ = I (Identity matrix)이다. C는 베이스 카메라의 중심 좌표이다. 그리고 Pv는 가상 카메라의 투영행렬이고, xv는 가상 카메라의 프레임으로 투영된 픽셀의 좌표이다.

이웃한 두 베이스 카메라 프레임의 픽셀들을 가상시점 프레임 내의 픽셀들로 변환하는 과정은 고속화가 가능한데, 그림 6은 이 과정을 보여준다. 중간시점 영상 생성에서 $F_n(k)$의 픽셀 A는 식 (1)과 (2)를 통해 Fv(k)의 픽셀 A'로 이동하고, $F_{n+1}(k)$의 B는 $F_v(k)$의 B'로 이동한다. 이 과정은,

평행식 카메라 배열에서는 그림 7의 알고리즘으로 표현할 수 있다.

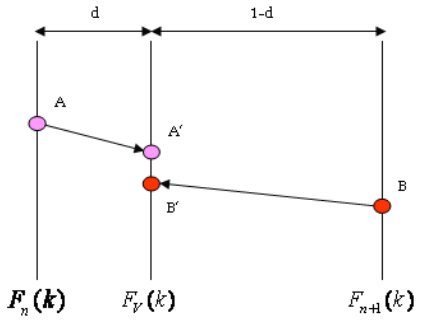

그림 6. 시점 이미지 간 픽셀 좌표 이동. Fn(k)는 n번째 베이스 카메라의 k번째 프레임이고, Fn+1(k)는 이웃한 (n+1)번째 베이스 카메라의 k번째 프레임이며, Fv(k)는 중간 시점의 프레임이다.
Fig. 6 The translation of a pixel location

```
좌측 베이스 카메라로부터의 가상시점 생성 위치(d) 지정 및 카메라 이동행렬
    T_v 계산// T_v = T_n × d
가상 카메라 변환 행렬 계산              // 식 (3)
for 좌측 베이스 카메라 프레임의 각 픽셀들에 대해 do
    가상 카메라 프레임 내 해당 픽셀을 찾음 // 식 (1), (2)
    좌표의 이동변위 계산
    // (X_v, Y_v, Z_v) − (X_n, Y_n, Z_n)
    이동변위 만큼 픽셀 이동
End for
우측 베이스 카메라로부터의 가상시점 생성 위치 지정 및 카메라 이동행렬
    계산
가상 카메라 변환 행렬 계산
for 우측 베이스 카메라 프레임의 각 픽셀들에 대해 do
    가상 카메라 프레임 내 해당되는 픽셀을 찾음
    좌표의 이동변위 계산
    if 좌측 참조로 생성한 가상 카메라 프레임 내의 빈 공간이면 do
        이동변위 만큼 픽셀 이동
    End if
End for
```

그림 7. 중간시점 영상 생성 알고리즘
Fig. 7 Intermediate view reconstruction method

중간 시점으로의 픽셀 이동변위는, 모든 경우에 식 (3)과 같이 가상 카메라 변환행렬을 먼저 계산해야 한다. 따라서 영상의 크기가 커지고 처리해야 하는 장면의 수가 많아지면 상당한 계산량이 요구되므로, CPU 연산량을 줄여 고속화하는 방안이 필요하다.

$$P_n = K_n\,[I|0]\begin{bmatrix} R_n & T_n \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

여기서 K_n은 n번 카메라의 내부 파라메터(intrinsic parameter)이고, R_n과 T_n은 n번 카메라의 외부 파라메터(extrinsic parameter)이다. P_n은 n번 카메라로부터 생성되는 중간시점 영상의 변환행렬이다.

중간시점 영상을 생성하기 위한 픽셀 좌표의 변환은 행렬의 곱셈으로 이루어지며, CPU 성능에 따라 처리 시간이 달라진다. 따라서 베이스 카메라의 프레임 내 좌표를 가상 카메라의 프레임 내 좌표로 이동시키는 좌표이동벡터는 사용자 요청이 발생하기 이전에 미리 수행하고, 사용자 요청에서부터 연결이 종료될 때까지는 좌표 변환과 같은 간단한 연산을 하여 텍스쳐 데이터만 처리하면, 중간시점 영상을 거의 실시간으로 생성할 수 있다.

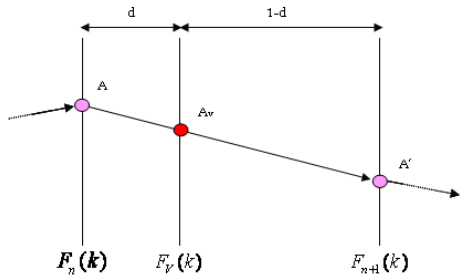

그림 8. 이웃한 두 시점과 가상시점의 좌표 이동벡터 공유 관계
Fig. 8 The relation between matching points of two neighboring views and a virtual view

그림 6의 중간시점 영상 생성을 위한 픽셀 이동 과정에서 $F_n(k)$ 내의 한 픽셀 A는 카메라 행렬변환 관계식을 이용하여 $F_v(k)$ 내의 한 픽셀 A_V로 이동되는데, 이때의 좌표 이동벡터는 대부분의 경우, 그림 8과 같이, A에서 A'로의 이동벡터에 포함된다. 따라서 이 이동벡터를 사전에 생성해 두고, 사용자 요청에서 연결 종료까지의 서비스 시간에는 사전에 생성한 이동벡터를 이용하여 중간시점 영상 $F_v(k)$를 빠르게 생성할 수 있다. 즉, $F_n(k)$와 $F_v(k)$ 사이의 거리 d를 정하면, 이동벡터를 이용하여 $F_n(k)$의 픽셀을 중간 $\overrightarrow{AA'} \times d$만큼 이동시켜 $F_v(k)$를 생성한다. 이때 발생되는 홀(hole)은 우측 $F_{n+1}(k)$의 픽셀을 이동벡터를 이용

하여 $\overrightarrow{AA'} \times (d-1)$만큼 채운다.

중간시점 영상은 이동벡터를 계산하는 전처리 단계와, 계산된 이동벡터를 이용하여 실제 픽셀을 이동시키는 서비스중 처리 단계를 거쳐 생성된다. 전처리 단계에서는 모든 베이스 카메라들에 대해, 각 카메라 간의 카메라 이동행렬을 이용하여 각 픽셀들에 대해 n번 카메라에서 이웃한 (n+1)번 카메라로, 또는 그 반대 경우에 대한 이동벡터를 미리 계산하여 저장한다. 이 벡터들은 실제 비디오 데이터와 함께 관리되는 별도의 룩업 데이터로서, 파일로 저장하여 사용한다. 즉, 하나의 비디오 프레임을 처리하는데 RGB 텍스쳐, 깊이 데이터, 룩업 데이터가 필요하다.

서비스중 처리 단계에서는, 좌·우 카메라로부터 가상시점의 상대적인 위치를 계산하고, 앞 단계에서 저장한 이동벡터를 이용하여 픽셀의 이동변위를 계산, 픽셀 데이터를 이동시킨다.

중간시점 영상은 먼저 베이스 카메라의 한 프레임 내 픽셀들에 대해 이웃한 베이스 카메라로의 이동벡터를 계산하여 어느 방향으로 이동할 것인지를 파악해 두고, 중간시점 영상을 실제로 생성하는 순간에는 픽셀이 얼마나 이동할 것인지만 계산하여, 이동시킴으로써 고속으로 생성된다.

입체영상 생성 모듈은 적응 변환 모듈과 IVR을 거친 영상을 입체영상으로 변환한다. ParallaxType 서술자로 양 또는 음의 시차를 결정하고, RenderingFormat 서술자로 입체영상의 형식을 결정한다. 입체영상 생성 기술에는 Interlaced, Side by Side, Top-Bottom, Anaglyph 등이 있다.

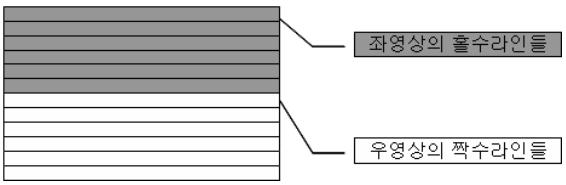

그림 9. H.264/AVC baseline profile을 위한 Top-Bottom 포맷
Fig. 9 Top-bottom format for H.264/AVC baseline profile

입체영상의 압축에 사용되는 H.264/AVC의 베이스라인 프로화일은 비월(인터레이스) 모드를 지원하지 않는다. 따라서 비월영상으로 코딩된 영상을 클라이언트에서 보게 되면, 입체 화질의 왜곡이 발생한다. 비월영상은 H.264/AVC 메인(main) 프로화일에서만 지원하므로 베이스인 프로화일로 비월영상을 코딩하려면, 그림 9처럼, 좌영상과 우영상에서 선택된 라인들을 다중화한 Top-Bottom 포맷으로 전송하고, 클라이언트에서 이 영상을 복원한다.

2. 모바일 클라이언트

모바일 기기의 제한된 자원과 처리능력을 고려할 때, 3D 입체 영상을 디스플레이하고 사용자 서술을 생성하는 응용 프로그램은 아주 단순해야 한다. PDA를 클라이언트 기기로 가정하여, 사용자 인터페이스와 H.264/AVC 디코더, 사용자 서술 생성기만을 갖도록 설계하였다. H.264/AVC 디코더는 서버에서 전송된 입체 영상의 압축 데이터를 복원하고, YUV 영상으로 변환하여 디스플레이 한다. 사용자 서술 생성기는 모바일 사용자의 요구사항을 서버가 사용하는 서술 스키마에 맞도록, XML 코드로 생성한다. 그림 10은 사용자 서술의 한 예로서, 클라이언트의 디스플레이 크기는 320 × 240이고, 베이스 카메라 0번으로부터 0.3 이동한 가상 시점영상을 1번 프레임부터 재생하기를 원하며, 입체영상의 Rendering Format은 음의 시차를 갖는 Top-Bottom 포맷이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<3DMVDIA xmlns:xsi="http://www.w3.org/ 2001/XMLSchema- instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="E:\Thesis\적응형다시점비디오\DIADES~1\Schema.xsd">
    <Description>
        <TerminalCapabilities>
            <DisplayWidth> 320 </DisplayWidth>
            <DisplayHeight> 240 </DisplayHeight>
        </TerminalCapabilities>
        <UserCharacteristics>
            <ViewNumber> 0 </ViewNumber>
            <FrameNumber> 1 </FrameNumber>
            <InterPosition> 0.3 </InterPosition>
            <SpecialEffect> none </SpecialEffect>
            <ParallaxType> negative </ParallaxType>
            <RenderingFormat> top-bottom </RenderingFormat>
        </UserCharacteristics>
    </Description>
</DIA>
```

그림 10. 다시점 비디오 DIA 비디오 변환을 위한 XML
Fig. 10 Multiview video DIA adaptation in XML

Ⅴ. 실험 결과

이동 환경에서 적응형 다시점 비디오를 서비스하기위한 프레임워크의 각 구성요소들을 구현하고, 기능과 성능을 시험한 결과를 기술한다. 표 1은 개발 환경을 보여준다.

표 1. 개발 환경
Table 1. Experimental environments

구분		내용
서버	시스템	Intel Pentium4 3.2Ghz, 1GB RAM, Windows XP sp2
	다시점 비디오 DIA	MS Visual C++ 6.0, MS DirectX 8.1 SDK
클라이언트	시스템	HP iPAQ rx3700 (MS Pocket PC 2003)
	모바일 다시점 비디오 플레이어	MS Embedded Visual C++ 4.0, GCC ARM cross compiler
H.264/AVC		H.264 Reference Software (JM 11[9])
XML 편집 및 검증		Altova XML SPY 2007 SP2
XML 파서		MS XML 4.0
입력 비디오		MSR Breakdancing[10] YUV Sequence

실험 영상 데이터는 Microsoft Research (MSR)에서 제공한 breakdancing 동영상을 사용하였다. MSR에서 제공된 데이터에는 8대의 카메라에 대한 동영상, 해당 시점 영상의 깊이 데이터 및 관련 소스 코드를 제공한다[10]. 그림 11은 IVR에서, ViewNumber 0과 1을 사용하여 Interposition = 0.3 시점에서 생성한 가상 중간시점 비디오의 한 프레임이다. 그림 11 (a)는 그림 8에서 제안한 방법으로 카메라 0번만을 참조하여 생성한 중간시점 영상이고, (b)는 카메라 1번으로 부터 생성한 중간시점 영상이다. 하나의 프레임만 참조하여 생성한 (a)와 (b)에서 화면 중간의 인물 좌우에 홀 영역이 보인다. 홀들은 카메라 영상의 픽셀들을 이동벡터를 이용하여 가상의 위치로 이동시키는 과정에서, 픽셀이 깊이정보에 따라 서로 다른 이동 변위만큼 이동할 때 이동 변위가 큰 픽셀의 주변에서 일부 픽셀의 값을 정해주지 못하여 발생한다. 그러나 (c)에서는 카메라 0과 1을 함께 사용하여 대부분의 홀들이 채워졌다. 두 개의 베이스 카메라 영상을 하나의 좌표 공간으로 모두 사상하면서 (a)와 (b)에 나타난 폐쇄영역이 보강된 것으로 분석된다. 이 때, (a)의 영상에서 빈홀을 (b)로부터 채울수 있고, 반대의 경우도 가능하다. 이 과정이 끝나면 거의 모든 픽셀이 채워지는데, 마지막으로 비어있는 홀들은 주변 3x3 픽셀의 평균값으로 채워진다.

IVR에서 고속화 기법을 적용하기 전과 적용 후의 모듈을 구현하여, 중간시점 영상 생성 시간을 측정 및 비교하였다. 고속화 기법의 적용 전에는 약 1.17초, 적용 후에는 약 0.217초가 소요되었으며, 이 결과는, 0번 카메라와 1번 카메라 사이의 0.3 지점에서 1024×768 크기의 총 100장의 프레임의 중간시점 영상 생성 시간을 평균한 값이다. 그림 10의 중간시점 영상 생성을 고속화하는 기법은 일반적인 방법보다 약 5.4 배 빠른 성능을 보였다. 이 결과는 절대시간이 아닌, 입력영상의 해상도에 비례하는 시간이므로, 입력영상의 크기가 작으면 중간시점 영상 생성시간은 더욱 단축될 수 있다.

H.264/AVC 엔코더를 다이렉트쇼(DirectShow) 필터로 구현하여 확장성을 고려하였다. H.264/AVC의 새로운 코딩 기술을 쉽게 수용, 교체하여 성능 개선이 용이하고, 하나의 필터객체로 다루어짐으로써 사용과 관리가 용이하고,

(a) (b) (c)

그림 11. 베이스 카메라 0과 1 사이의 0.3 시점 영상 생성
Fig. 11 Intermediate views at Interposition = 0.3 generated from camera view 0 and 1

엔코더 자체의 변경사항을 즉시 시스템에 반영할 수 있게 하였다.

모바일 기기의 클라이언트 애플리케이션은 최대한 단순하고 경량이어야 한다. 클라이언트 응용 프로그램인 모바일 다시점 비디오 플레이어는 단순 디스플레이 기능과 여러 서비스를 간단히 요청할 수 있는 기능만을 갖도록 하였다. 다양한 사용자 요구사항을 인터페이스에서 조합하여 서술자로 서버에 요청하고, 다시점 입체 비디오 스트림을 생성하는 복잡한 연산과 처리 작업은 모두 서버에서 수행하여, 클라이언트의 부하를 줄였다. 모바일 다시점 영상 플레이어의 동작화면은 그림 12와 같으며, 플레이어는 일반화면 모드와 전체화면 모드를 지원한다.

(a) (b)

그림 12. 모바일 클라이언트의 동작화면. (a)는 일반화면 모드이고, (b)는 전체화면 모드임.

Fig. 12. The display of a mobile client. (a) general-screen mode and (b) full-screen mode

클라이언트의 H.264/AVC 디코더는 서버의 엔코더와 동일하게 JM11을 사용하며, 암(ARM) 크로스 컴파일러를 이용하여 PDA에 포팅하였다. H.264/AVC 디코더는 클라이언트 기기가 갖고 있는 자원의 범위 내에서 동작하므로 디코딩 성능은 기기의 성능에 크게 좌우된다.

Ⅵ. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 이동 환경에서 다시점 비디오를 모바일 클라이언트 기기로 제공하는 적응형 서비스 프레임워크를 제안하였다. 모바일 기기와 무선 네트워크가 갖는 성능의 제약을 클라이언트 지향 적응, 실시간 중간시점 영상 생성, 및 입체 영상의 생성 기법 등으로 해결하였다. 중간시점 영상은 기존 방법과 비교하여 5배 빠르게 구현하여, 초당 13 프레임율로 생성이 가능하게 하였다. 또한, MPEG-21 DIA에 기반하는 다시점 비디오 서술자를 새로 제안하였다.

향후, 복수개의 클라이언트에게 서비스가 가능한 전송 기법의 연구가 필요하다. 또한 모바일 기기에서 입체영상의 화질에 대한 휴먼 팩터는 새로운 연구 분야이다.

참 고 문 헌

[1] A. Smolic and P. Kauff, “Interactive 3D video representation and coding technologies,” Proc. of the IEEE, Spatial Issue on Advances in Video Coding and Delivery, Vol. 93, pp. 99-110, 2005.

[2] A. Redert, M. Beeck, C. Fehn, W. IJsselsteijn, M. Pollefeys, L. Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, “Advanced three-dimensional television system technologies,” Proc. 3D Data Processing Visualization and Transmission, 2002.

[3] A. Vetro, W. Matusik, H. Pfister, and J. Xin, “Coding approaches for end-to-end 3D TV systems,” Picture Coding Symposium, 2005.

[4] J. G. Lou , H. Cai and K. Li, “A real-time interactive multi-view video system,” Multimedia 2005: Proc. of the 13th annual ACM international conference on multimedia, pp. 161-170, 2005 ACM Press.

[5] Z. Yang. B. Yu, K. Nahrstdet, and R. Bajscy, “A multi-stream adaptation framework for bandwidth management in 3D tele-immersion,” Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV) 2006, May 2006.

[6] “MPEG-21 DIA AM(v3.0),” ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N5179, October 2002.

[7] L. McMillan, “An image-based approach to three-dimensional computer graphics,” Ph.D thesis, University of North Carolina, 1997.

[8] R. Hartley and A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2nd edition, 2003.

[9] http://iphome.hhi.de/suehring/tml

[10] http://research.microsoft.com/vision/Interactive-VisualMediaGroup/3DVideo Download/, MSR.

저 자 소 개

권 준 섭

- 2005년 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사
- 2007년 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사
- 2008년 ~ 현재 : (주) 넥실리온 연구원
- 주관심분야 : 모바일 멀티미디어 스트리밍, 입체영상처리

김 만 배

- 1983년 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1986년 : University of Washington 전기공학과 공학석사
- 1992년 : University of Washington 전기공학과 공학박사
- 1992년 ~ 1998년 : 삼성종합기술원 수석연구원
- 1998년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : 3D 비디오처리, 다시점영상처리, 3DTV시스템

최 창 열

- 1979년 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1981년 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 1995년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사
- 1984년 ~ 1996년 : ETRI 컴퓨터연구단 책임연구원 / 연구실장
- 1996년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : 컴퓨터시스템, 모바일컴퓨팅, 미디어서비스