

# 입체 콘텐츠 제작 기술 동향 분석

Technical Trend of Stereoscopic Content Production

차세대 콘텐츠 기술 전망 특집

김해동 (H.D. Kim)    인터랙티브입체영상연구팀 선임연구원  
 김혜선 (H.S. Kim)    인터랙티브입체영상연구팀 선임연구원  
 장호욱 (H.W. Jang)    인터랙티브입체영상연구팀 책임연구원  
 남승우 (S.W. Nam)    인터랙티브입체영상연구팀 팀장

## 목 차

- .....
- I . 서론
  - II . 입체 촬영 기술
  - III . 입체영상 후반작업 기술
  - IV . 결론

\* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2010년도 콘텐츠산업기술지원 사업의 연구결과로 수행되었음. [과제명: 주-부 카메라 기반 실시간 입체영상 획득 및 보정, 합성, 제작 기술]

영화 “아바타”가 개봉되면서 입체 콘텐츠 특히 입체 영화에 대해 많은 사람들이 관심을 갖게 되었다. 초기 국내에서, 스테레오 영상 제작 시도는 많았지만, 입체 영상을 단순히 한 쌍의 영상을 보여주는 것으로 생각하여 잘못 제작되는 경우가 많았다. 입체영상 제작 기술은 한 쌍의 영상을 인간의 양안에 각각의 영상을 보여주면 3차원으로 인식한다는 데 기술적 근간을 두고 있으나, 초기엔 실제세계에서 인간이 인식하는 것과 유사하게 처리되지 않아 시각피로를 유발하는 경우가 많았다. 그래서, 본 원고에서는 “아바타” 영화와 같은 입체 영상을 제작하기 위해 어떠한 기술과 고려되어야 할 사항들이 있는지 살펴본다. 현재 입체 영상 획득 방식인 두 대의 카메라를 이용하여 실사로 촬영하는 데 필요한 기술과, 그 결과 영상을 후반작업에서 보정하고 합성하여 시각피로를 최소화하는 방법 및 기술들을 중심으로 살펴본다.

## I. 서론

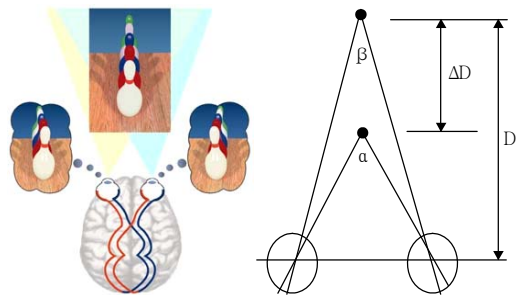
좌우 두 개의 영상으로부터 깊이감을 인지하는 입체(S3D)는 기원전 300년경 그리스의 수학자 유클리드에 의해 최초로 발견되었다. 유클리드는 오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 서로 다른 시각 정보를 통해 인간이 깊이를 인지한다고 설명하였다. 그 후, 15세기 이탈리아의 수학자인 레오나르도 다빈치는 이러한 인간의 시각 인지 과정을 입체시(stereopsis)라고 명명하고, 평면 캔버스에서 입체감을 표현하려고 시도하였다. 1838년 찰스 웨스턴경은 두 개의 그림을 다른 각도의 거울에서 보게 하는 입체경을 고안했는데, 이것이 입체 영상의 시초로 알려져 있다. (그림 1)은 같은 물체를 보았을 때 왼쪽 눈과 오른쪽 눈으로 들어오는 시각 정보가 어떻게 다른지를 보여주고 있으며, 이를 통해 깊이를 인지하는 입체시의 개념을 표현하고 있다[1].

이와 같이 입체 영상의 가장 큰 특징은 좌우 양안에 각각 보여지게 될 두 개의 영상이 필요하다는 것이다. 입체 콘텐츠 제작의 관점에서 봤을 때, 이는 초기 시나리오 작업에 있어서부터 촬영 또는 CG 렌더링, 후반 합성 작업에 이르기까지 두 배의 결과 영상을 만들어내야 함을 의미한다(실제 제작에 있어서는 2배 이상의 예산과 노력이 소요된다고 한다). 입체 콘텐츠 제작에 필요한 기술과 노하우에 있어서도, 한 장의 영상을 제작하는 일반 콘텐츠 제작보다 좀 더 수

준 높고 정교한 테크닉을 요하게 된다. 좌우 두 장의 입체 영상이 잘못 제작되어, 사람이 인지하지 못할 정도의 오류가 있을 경우 어지러움증 및 눈의 통증을 유발할 수도 있기 때문이다.

우선, ① 프리프로덕션(pre-production) 단계에서부터 좌우 영상에 대한 시나리오 연출을 구상해야 한다. ② 프로덕션 단계에서, 실사로 영상을 찍을 경우 좌우 영상을 각각 촬영할 수 있도록 두 개의 카메라를 배치해야 하며, 이를 위한 부가 장치들과 인력이 필요하게 된다. 실사가 아닌 입체 CG 콘텐츠 제작 시에는 가상의 CG 카메라를 2개 배치해서 각각을 렌더링해야 하므로 두 배의 렌더링 시간이 필요하게 된다. ③ 포스트프로덕션(post-production) 단계에서는 프로덕션 단계에서의 한계로 인한 입체 영상 오차를 보정하거나, 깊이감을 재조정해 주는 등의 작업이 더 필요하게 된다. 또는, ④ 일안 평면 영상(또는 단일 영상)으로 이미 제작된 콘텐츠를 입체로 만들기 위해 깊이 정보를 생성해 주고, 두 개의 영상으로 변환하는 데 많은 인력과 노력을 들이기도 한다.

본 원고에서는 여러 가지 사항 중에서도, 두 개의 카메라를 이용하여 실사로 촬영하는 데 필요한 기술과 이를 후처리 단계에서 보정하고 합성하기 위한 기술들을 중점적으로 기술한다. 입체 CG 콘텐츠 제작은 상대적으로 CG 카메라 컨트롤이 쉽고 명확하기 때문에 제작 기술에 있어서 큰 어려움은 없는 편이다. 그리고, 일안 평면 영상을 입체로 변환하는 방식은 기술적으로 조금 동떨어진 이슈이기 때문에 본 원고에서는 제외한다.



(그림 1) 입체시(Stereoptics)의 원리: 좌우 양안의 시각차로 깊이 D를 인지

## II. 입체 촬영 기술

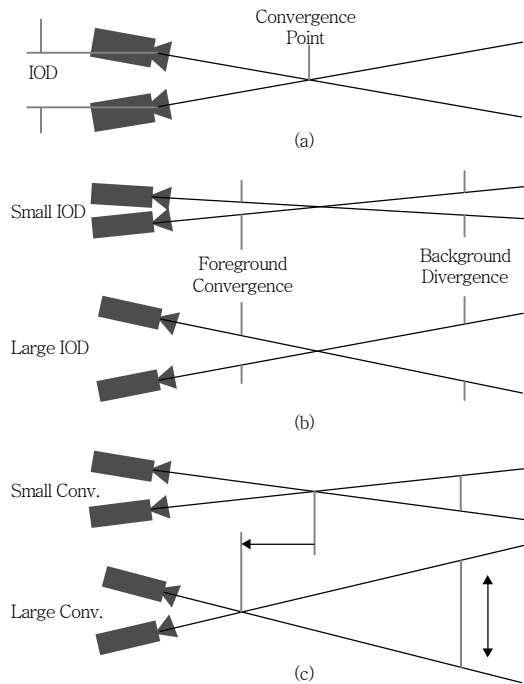
### 1. 입체 촬영의 원리

입체 콘텐츠를 촬영하기 위해서는 사람의 양쪽 눈

역할을 하는 두 개의 실사 캡처(capture) 장치가 필요하다. 이를 위해 일반적으로 두 개의 카메라를 사용하기도 하고 두 개의 렌즈 또는 센서가 달린 특수 카메라를 사용하기도 하는데, 결국 기본적인 촬영 원리는 같다.

사람의 눈이 일정 간격으로 떨어져 있고 눈동자를 움직여 초점을 맞출 수 있듯이, 촬영 장비도 두 개 카메라 사이의 간격과, 바라보는 방향을 움직여 입체 영상의 깊이감을 조절할 수 있다. (그림 2a)에서 볼 수 있듯이 두 카메라 사이의 간격을 IOD라고 하고, 수렴점을 영점(convergence point)이라고 하는데, 이 두 가지를 이용하여 콘텐츠의 입체감을 결정한다.

IOD는 (그림 2b)와 같이 간격 크기에 따라 좌우 영상의 가로 편차를 크게 또는 작게 만들어서 전체적인 입체량을 좌우하게 된다. IOD가 클수록 입체 영상 내의 입체감은 풍부해지지만, 자칫 잘못할 경우 인지 가능한 입체 영역을 벗어나 어지러움증을 유발할 수



(그림 2) IOD와 Convergence Point

도 있으므로 주의해야 한다.

영점은 결국 깊이가 0으로 인지되는 지점이 되는데, 카메라 토인(toe-in) 각도를 높이면 영점을 앞으로 당기는 효과를 볼 수 있다. 토인 각도를 0으로 해서 카메라를 평행하게 놓고 촬영을 하기도 하는데, 이럴 경우 영점은 무한대에 있게 되고, 영상 내의 모든 사물들은 스크린의 앞쪽에 위치하게 된다[2].

입체 영상의 품질을 좌우하는 중요한 요소인 IOD와 영점은 촬영 현장 상황, 촬영 장비 상태, 입체영상 디스플레이 상황을 모두 고려한 뒤 결정할 수 있다[3].

- 촬영 현장 상황: target object, near object, far object
- 촬영 장비 상태: sensor type, focal length, FOV
- 디스플레이 상황: viewing distance, near depth, far depth, screen width, view eye separation

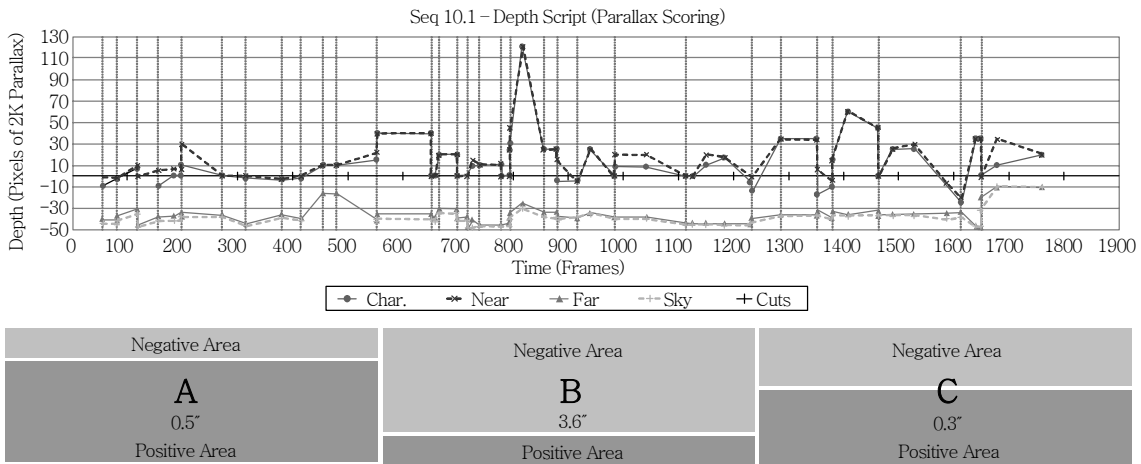
IOD와 영점 계산은 입체 촬영 준비 단계 및 실제 촬영 단계에서 항상 필요하므로, (그림 3)과 같이 스마트폰용 애플리케이션으로도 많이 개발되어 간편하게 사용할 수 있다[4],[5].



(그림 3) 다양한 스마트폰용 IOD Calculator

## 2. 입체 촬영 준비 단계

입체 콘텐츠 촬영을 위해서는 촬영 전 단계에서부터 좀 더 세심한 준비가 필요하다. 주제 선정에서는 입체 영상의 공간감이 효과적으로 표현될 수 있도록



(그림 4) 뎁스 스크립트(Depth Script)

신경을 써야 하고, 스토리와 입체감이 적절히 어울릴 수 있도록 시나리오를 연출해야 한다.

일반 콘텐츠와 비교했을 때, 가장 큰 차이점은 뎁스 스크립트(depth script)를 작성해야 한다는 점이다. 뎁스 스크립트란, 각 신(scene) 마다 좌우 영상에 의한 깊이감을 어떻게 연출할 것인지를 정량적으로 기술해 놓은 문서이다. (그림 4)는 뎁스 스크립트의 깊이감 연출을 그래프로 표현해 놓은 것이다. 그림에서와 같이 입체 콘텐츠의 깊이감은 연속성이 있어야 하며, 스크린 안쪽 영역(negative area)과 바깥쪽 영역(positive area)이 적절히 배치되어야 한다[6]. 이를 소홀히 한다면, 이 또한 어지러움증 및 눈의 통증을 유발하는 요인이 된다.

### 3. 입체 촬영 장비

#### 가. 입체 카메라

입체 촬영용 카메라는 일반 촬영과 비교하여 선택에 있어서 좀 더 까다로운 조건을 가진다. 우선, 두 개의 카메라가 동일한 영상을 촬영할 수 있도록 되도록 같은 기종의 카메라를 사용해야 한다. 카메라의 화각이나 색감이 달라진다면, 양쪽 눈에 보이게 될 정보의

종류가 틀려져서 인지 과정에 어려움이 생기기 때문이다. 같은 종류의 카메라더라도 일일이 하나씩 짚아서 만드는 렌즈는 카메라마다 틀리기 때문에 어쩔 수 없이 보정 단계에서 맞춰줘야 한다.

입체 촬영 시에는 양쪽 카메라의 촬영 동기가 정확히 맞아야 한다. 1초에 30프레임 이상 촬영하는 카메라들 각각의 프레임이 똑같은 시간에 촬영되어야 한다. 동기가 맞지 않는 경우 빠르게 움직이는 물체를 촬영할 때 왼쪽 영상과 오른쪽 영상에서의 위치가 틀려져서 이 또한 어지러움증을 유발하게 된다. 이를 위해 보통 입체 촬영용 카메라는 젠락(Gen Lock) 단자를 통해 싱크(sync) 신호를 입력 받을 수 있게 되어 있다. 촬영 동기뿐만 아니라 카메라 오퍼레이팅(operating) 신호까지 두 카메라가 똑같이 공유할 수 있다면, 촬영 중의 줌(zoom), 포커싱(focusing) 등을 자유롭게 할 수 있는 장점이 있다.

이 외에도, 두 개의 카메라를 동시에 운영해야 하는 점 때문에, 입체용 카메라는 가볍고 작을수록 우수하다. 현재 입체 촬영 장비의 무게와 부피 때문에 고정식으로 세워놓고 촬영하는 경우가 대부분인데, 이를 해결하기 위해 작고 이동성 있는 장비들이 속속 개발되어 나오고 있다. 최근에는, 한 대의 카메라에



(그림 5) 입체용 카메라

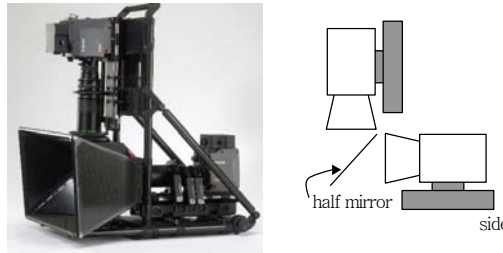
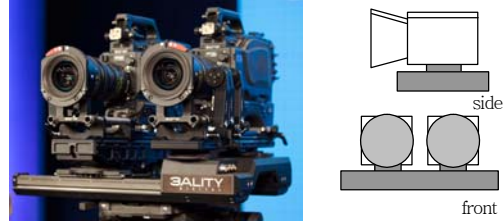
두 개의 렌즈와 센서가 장착되어 동시에 좌우 영상을 촬영하는 카메라가 출시되기도 하였다. 가볍고 조작성이 간단하기 때문에 이동이 많은 촬영에 사용되고 있다. (그림 5)는 Sony, Silicon Image, 파나소닉에서 제작한 입체용 카메라들을 보여주고 있다.

#### 나. 입체 리그

두 개의 카메라를 사용하는 경우, 기존의 카메라를 그대로 사용하는 대신 카메라를 공간적으로 배치하기 위해서 리그(rig)라는 특별한 장치를 추가로 사용해야 한다. 리그는 구조상 크게 수평형과 수직형, 두 가지 타입으로 나뉘어진다.

(그림 6)과 같이 수평형 리그는 사람의 눈과 비슷하게 카메라 두 개가 좌우로 나란히 배치되어 있는 구조이다. 비교적 간단한 구조라서 사용자가 직접 만들어 쓰기도 한다. 하지만, 두 카메라 사이의 간격, 즉 IOD의 최소값이 크다는 단점이 있다. 사람 눈 사이의 간격이 6.5~7cm인데 반해, 수평형 리그의 경우 카메라 크기에 따라 보통 10cm 이상의 IOD 간격차가 생긴다. 이러한 단점으로 수평형 리그는 주로 멀리 있는 물체를 촬영할 때 사용되고 있다.

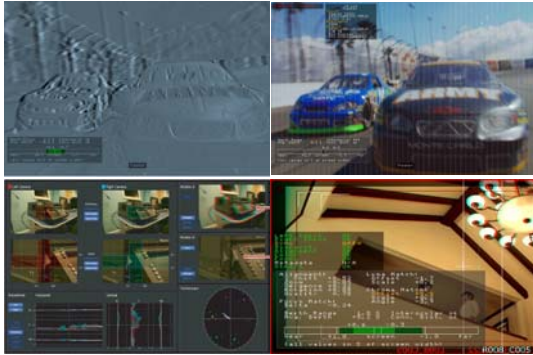
수직형 리그는 수평형의 단점을 보완하기 위해 고



안되었다. (그림 7)에서와 같이 두 개의 카메라를 수직으로 배치하고 양쪽 렌즈 사이에 하프미러(half-mirror)를 끼워 넣어, 들어오는 빛을 50%씩 위와 아래의 카메라로 나눠서 보내준다. 구조상 두 카메라가 나란히 붙어있지 않기 때문에 IOD를 최대 0cm까지도 줄일 수 있다. IOD 값 조절이 자유롭기 때문에 근접 촬영은 물론 원경까지 촬영 가능하나, 부피가 크고 무게가 무겁다는 단점이 있다. 또한, 하프미러를 통해 빛이 양쪽으로 분배되기 때문에 영상이 전체적으로 어둡고 좌우 영상의 색감 차이가 많이 나기도 한다. 이러한 단점에도 불구하고 자유로운 IOD 값 조절의 장점으로, 대부분의 입체 콘텐츠는 수직형 리그로 대부분 제작되고 있는 형편이다.

#### 다. 이미지 프로세서

입체 촬영의 여러 가지 어려움 때문에, 입체 촬영장에는 카메라와 리그 외에 이미지 프로세서가 동원되기도 한다. 입체 촬영용 이미지 프로세서는 기존의 이미지 프로세서보다 특별한 기능들이 많이 포함되어 있다.



Sony, 3D Box                      3Ality, SIP2100

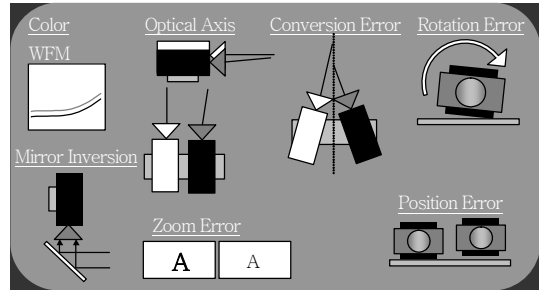
(그림 8) 이미지 프로세서의 기능

가장 기본적으로 좌우 영상을 믹싱(muxing)하여 두 영상의 차이를 보기 좋게 디스플레이 해주는 역할에서부터, 입체 촬영 영상을 분석하여 입체 영상의 오류를 분석해서 알려주는 좀 더 적극적인 역할도 한다. 또한, 분석된 결과에 따라 현장에서 실시간으로 좌우 입체 영상을 보정해서 저장 또는 전송할 수도 있다.

(그림 8)은 실제 이미지 프로세서가 영상을 분석하고 사용자가 두 영상의 차이를 좀 더 쉽게 볼 수 있도록 디스플레이 해주는 것을 보여주는 예이다. 두 영상의 차이만을 보여주는 difference 영상, 가로 또는 세로의 가이드 라인을 그려서 좌우 영상의 오차를 눈금차이로 보여주는 영상 등 다양한 디스플레이 방법을 제공한다. 좀 더 직접적으로는 입체 영상의 깊이 정보를 그래프로 표현하거나, 좌우 카메라의 배치 오류 정도를 수치로 나타내주기도 한다.

(그림 8)의 아래쪽 이미지는 실제 많이 사용되고 있는 이미지 프로세서인 3Ality SIP2100 모델과 Sony 3D Box 모델을 보여주고 있다[7],[8].

이미지 프로세서의 목적은 좌우 영상의 오류를 없애고, 사용자가 보기 편안하고 수준 높은 입체 영상을



(그림 9) 입체 카메라의 오류

제작하기 위함이다. 좌우 영상의 오류는 (그림 9)와 같이 두 개 카메라 축이 평행하지 않을 때, 카메라에 회전이 있을 때, 영점이 맞지 않을 때, 카메라의 배치가 잘못되어 높이가 맞지 않을 때, 두 카메라의 색감이 일치하지 않을 때, 줌 정도가 틀릴 때 등 다양하다 [7]. 이미지 프로세서는 잘못된 오류를 사용자가 수정하기 쉽도록 도와주는 역할을 하며, 수정이 불가능한 경우 영상을 직접 보정하기도 한다.

### III. 입체영상 후반작업 기술

#### 1. 입체영상 후반작업 기술 개요

스테레오스코픽 3D 영상(S3D stereoscopic 3D image) 또는 입체영상에서는 단일 영상과 달리 좌우 영상 쌍이 존재한다. 단일 영상을 양안으로 보는 경우에는 동일 영상을 보기 때문에 오차가 발생되지 않지만, 스테레오스코픽 영상에서는 여러 가지 요인들에 의해 오차가 발생된다. 그 원인의 하나로, 입체 촬영 시스템에 의해 획득된 입체영상들은 현재 촬영 시스템의 한계이거나 입체감 연출 기법 등의 원인을 들 수 있다. 즉, 실세계에서 객체를 직접 보는 것과 달리, 오차를 포함하는 영상 쌍을 보기 때문이다. 그리고, 스크린이나 3D TV 화면과 같이 고정된 거리의 평면에 입체 정보를 디스플레이 할 때에도 발생하는 시각 피로(visual fatigue)의 원인들이 있다.

그래서, 상기의 다양한 원인들을 줄이고 시각피로가 최소화되도록 입체영상 후반 작업(post production)을 거쳐 최종 결과물을 획득하는 것이 일반적이다. 즉, 입체 촬영에 의해 획득된 영상 쌍에 대한 후반 작업 결과로, 시각피로를 최소화시키는 영상 제작 기술을 필요로 한다.

영화와 같이 다양한 연출에 의해 촬영된 입체 영상을 장시간 관람하면 시각 피로로 고통을 호소하는 경우가 많이 발생하기 때문에, 영화와 같은 고품질 입체 영상에서는 반드시 후반작업 과정을 거치고 있다.

입체 촬영 영상의 후반작업 기술들은 단일 영상에서 활용되는 기술들도 같이 활용하고 있지만, 그 외에 스테레오스코픽 영상에서 필요한 기본적인 기술들이 추가로 요구된다.

본 장에서는 입체 촬영으로 획득된 입체영상에 대한 후반작업 기술로, 입체영화에서 활용되는 입체 영상의 보정 및 합성과 관련된 기술을 중심으로 기술한다. 입체촬영 영상에 대한 후반작업에 필요한 기본 기술은 다음과 같다.

- 영상 동기화
- 영상 오차 보정
- 입체감 조절
- 자막 처리

## 2. 입체 촬영 영상의 후반작업 기술

### 가. 기본적인 입체영상 후반작업 기술

영상 동기화 기술은 CGI로 제작된 스테레오스코픽 영상과 달리 좌우 영상 쌍이 동시에 저장되지 않아 발생하는 문제로, 입체 촬영에 쓰이는 촬영 카메라 간의 촬영 동기화가 어렵고, 저장장치에 의한 문제 등 여러 원인에 의해 비동기 영상으로 저장되는 경우가 일반적이다. 그래서, 영상 동기화를 돕기 위해, 영상

에 촬영 시각 코드(time code)를 삽입하거나 특정 오디오 신호를 추가함으로써 영상 동기를 돕고 있다.

촬영 시각 코드를 이용하는 경우엔 영상과 함께 동기 저장된 촬영시각 코드를 이용하여 좌우 영상의 동기를 맞추는 기술이다. 그렇지만, 동기 정확도는 프레임간 일치일 뿐으로, 1/2 프레임 혹은 1/3 프레임의 불일치를 교정하려면 모든 영상에 대해 교정된 새로운 영상을 생성하는 과정을 거쳐야 한다. 그렇지만 그 새로운 영상 생성은 복잡한 기술을 필요로 하기 때문에 현재 이용되지 않고 있다.

오디오 신호를 이용해 동기화시키는 경우는, 비디오 영상과 오디오 신호가 동기 저장되는 속성을 이용하여 동일한 오디오 신호를 찾아 영상을 동기화시키는 방법으로 이 방법 또한 프레임간 동기 일치 기술이다.

사람은 어느 정도 오차를 수용하는 능력이 있어 적은 오차가 있는 짧은 길이의 스테레오스코픽 영상을 볼 때는 시각 피로를 느끼지 못하는 경우가 있다. 그렇지만, 영화와 같이 장시간 관람 시에는 시각 피로감이 누적되어 어지러움 현상으로 고통을 호소하는 경우가 많다. 그래서, 촬영에서 획득된 영상에 대해 실제계와 같도록 오차를 최소화하는 여러 가지 오차 보정 기술을 수행한다.

광각의 렌즈를 사용하는 경우 영상의 중심에서 벗어날수록 직선이 휘어져 보이는 렌즈왜곡이 발생한다. 국내 촬영에서는 저예산으로 입체 촬영을 하는 경우가 많아서, 체크보드(check board)를 촬영하지 않는 경우가 많다고 한다. 그래서, 촬영 영상에서 직선 부분을 지정해 줌으로써 그 정보로 렌즈 왜곡을 보정하는 기술이 개발되고 있다.

키스톤 왜곡은 수렴(convergence) 방식으로 촬영된 영상에서 발생하는 것으로, 촬영시 관련 정보를 기록하지만 부정확한 경우가 있기 때문에 영상으로

부터 카메라 정보를 계산하여 왜곡 정보를 계산하는 기술이 활용되고 있다. 키스톤 왜곡 보정과 함께, 수직 및 회전오차도 촬영 카메라의 내·외부 파라미터 정보를 획득하면 오차 보정 값 계산이 가능하다.

수평(parallel) 방식으로 촬영된 영상에서는 좌우 색상 차이가 없는 경우도 있지만, 수직(또는 직교) 방식으로 하프미러(half-mirror)를 사용하여 촬영하는 경우에는 획득되는 영상의 색상 차가 심하게 나타난다. 일반적으로 스테레오스코픽 영상의 색상 일치 방법으로 히스토그램 매칭 방식의 기술이 활용되고 있고, 부분적으로 맞지 않는 경우에는 블록 매칭(block matching)이나 대응점간 일치 기술들이 활용되고 있다.

입체감 조절 기술은 스테레오스코픽 영상의 깊이 맵(depth map)을 이용하여 처리하는 것이 일반적이다. 깊이맵과 유사한 성격을 갖는 스테레오스코픽 영상의 디스패리티맵(disparity map)을 이용하는 기술도 있다. 촬영 카메라의 위치와 깊이맵 또는 디스패리티맵을 이용해 스테레오스코픽 좌우 영상간 디스패리티 값을 조절하는 것으로, 계산된 디스패리티 값만큼 영상 내 픽셀을 이동시키고, 이동에 따라 발생하는 공백(hole) 영역은 이미지 복원에서 사용되는 인페인팅(in-painting) 기법 등을 이용하여 제거하고 있다.

입체 영상이 다른 언어를 사용하는 지역에 상영되기 위해 자막 생성이 필요한데, 입체 영상에서는 자막 처리가 단순하지 않다. (그림 10a)처럼, 단일 영상에

서처럼 화면상에 함께 보여줄 경우, 깊이에 따라 자막이 물체에 가려 보이지 않는 경우가 발생한다. 그래서 (그림 10b)처럼, 현재는 관람자와 가장 근접한 영상보다 앞에 보이도록 깊이를 조절하여 보여주는 방법이 제시되고 있다. 그렇지만, 화면 앞쪽에 장시간 보여지는 자막은 시각적 피로를 유발시키는 주요 원인으로 대두되고 있다[9].

#### 나. 입체영상에서의 문제점 및 해결 방법

입체 영상에서 기본적으로 발생하는 것 이외에도 다음의 여러 가지 문제들이 있다.

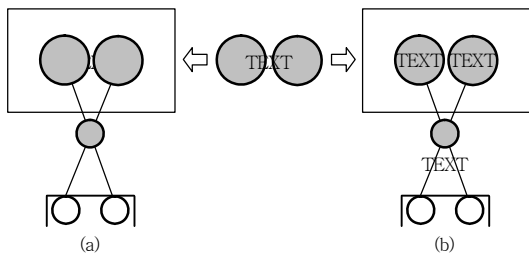
- 과도한 수렴각 설정
- 스크린 크기를 고려하지 않은 영상
- 스테레오스코픽 원도 위반
- 잘못된 줌 트래킹(zoom tracking)
- 깊이 연속성(depth continuity)

상기에 소개된 문제점들은 기술 개발에 의한 처리보다는 촬영 또는 후반작업시 고려하여 회피하는 방법이 주로 제시되고 있다.

과도한 수렴각 설정은 미리 계산에 의해 사람이 수용할 수 있는 정도의 디스패리티를 제공하도록 제한된 범위 내로 영상을 생성함으로써 해결하도록 하고 있다.

촬영시 또는 후반작업 시에 디스플레이 될 스크린 크기를 고려하지 않을 때 발생하는 문제는 최종 영상 생성 전에 고려하여 해당 영역 내로 수정된 영상으로 만들 것을 제시하고 있다.

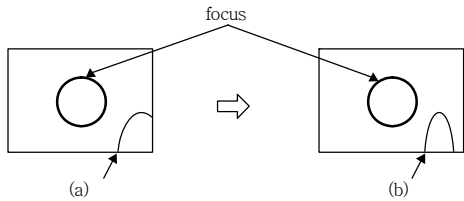
스테레오스코픽 원도 위반(또는, 경계 위반(edge violation)이라고도 함) 현상은 전경 객체가(그림 11a)와 같이 일부 겹치면서 발생하는 문제로, 중앙의 원보다 앞에 있기 때문에 앞으로 튀어나와 보여야 하지만, 화면 원도에 가려지는 차폐(occlusion)으로 인지되



(그림 10) 현재 자막 배치 방법



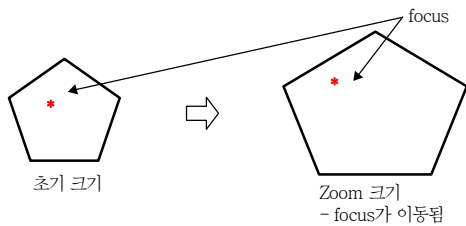
어 화면보다 뒤에 있는 것으로 잘못 인식되는 경우가 다. 위와 같은 경우에는(그림 11b)처럼, 해당 객체를 위반되지 않게 촬영하거나 후반작업에 의해 새로운 영상을 생성하는 방법으로 해결하고 있다.



(그림 11) 스테레오스코픽 윈도 위반과 해결방법

(그림 12)처럼, 줌 렌즈를 사용하는 경우, 광축 설정의 잘못으로 줌 트래킹이 잘 처리되지 않는 경우가 발생한다. 따라서 초기 촬영 시에 광축을 잘 맞추어 영상을 획득하면 줌에 의한 문제를 해결할 수 있다.

깊이 연속성을 유지하는 것은 시각피로를 줄이는 한 방법으로 깊이 표현이 급격히 변경되는 장면 전환을 피해야 한다[10]. 필요하다면 깊이 표현이 다른 장면 사이를 연결하는 중간 장면을 추가 편집하는 방법을 제시하고 있다.



(그림 12) 잘못된 줌 트래킹

#### 다. CG/실사 입체영상 합성

단일 영상에서도 CGI와 실사 영상간 합성은 많은 시간과 합성의 어려움을 안고 있는데, 입체영상의 합성은 현재 기술에서도 많은 제약이 따르고 있다.

CG와 실사간의 합성을 위해서는 두 영상이 표현하는 3D 공간의 일치가 필요하다. 3D 공간의 일치를 위해 사용되는 것이 깊이맵으로, 깊이맵은 관련 카메

라 정보, 3D 레이아웃(layout) 부분과 연계되어 있다. CG와 촬영 실사 영상간의 3D 공간 일치치를 위해, 합성하고자 하는 정확한 수렴 위치 수정이 필요하고, 촬영시 기하학적인 오차들을 수정하여 서로 일치된 3D 공간을 형성하는 것이 중요하다. 특히, 합성에서는 스테레오스코픽 촬영 영상에서 허용되는 오차보다 더 정밀하여야 CG 영상과 촬영 영상간의 이질감을 줄일 수 있다.

CG/실사 합성에 필요한 기술로는, 스테레오스코픽 영상 후반작업에 필요한 기본적인 기술에 정밀도를 높은 정확한 동기화, 오차의 정확한 보정, 보정값에 따른 세밀한 깊이값 조절 등의 기술이 필요하고, 여기에 좌우 카메라 트래킹 정보와 깊이맵 정보가 정확하여 가상공간의 깊이맵과 가상 카메라 정보가 일치하여야 합성이 정확해진다. 그리고, 합성을 위해서는 합성 객체 경계를 중심으로 자연스럽게 합성하기 위한 알파맵(alpha map)이 필요하다. 정확한 알파맵 생성 기술 또한 필요한 기술이다.

현재 일반적인 장면에서 두 대의 카메라 트래킹 정보를 정확하게 계산하는 기술들이 개발되고 있고, 이를 보완하여 수작업에 의한 매칭 처리 등이 아직도 유효한 합성방법이다. Foundary의 NukeX와 Ocula 플러그인은 CG/실사 합성에 필요한 기초 기술을 제공하고 있다. 즉, NukeX의 대응점 추출 기능과 Ocula의 스테레오스코픽 오차 보정, 깊이맵, 디스패리티맵 생성, 새로운 영상 생성 등 CG/실사 합성에 필요한 기본적인 기능을 갖추고 있으나 아직까지는 특정 장면에서만 우수한 결과를 보이고 있다.

#### 라. 입체영상 패키징 및 상영 시스템

입체영상의 여러 문제점들을 보정하고 편집을 수행한 후 최종 영상을 패키징하여 상영관에 상영하기 위한 과정이 있다.

입체영상에 대한 보정 및 합성 과정이 끝난 후에는 최종 패키징을 통해 상영관에 배포된다. 패키징을 하기 전에 최종 색 수정(color grading) 과정을 거치고, 스크린에 맞게 깊이 보정을 수행하기도 한다. 패키징된 영상은 디지털 3D 시네마 상영 시스템에 의해 상영된다. 현재 디지털 3D 시네마 상영 시스템으로는 리얼디(RealD)의 “XLS 3D”, 마스터 이미지(MI-2100), 돌비 3D 구성(Dolby 3D component) 등이 주로 설치되어 있다.

### 3. 주요 입체영상 후처리 소프트웨어

#### 가. 아도브(Adobe) 크리에이티브 슈트

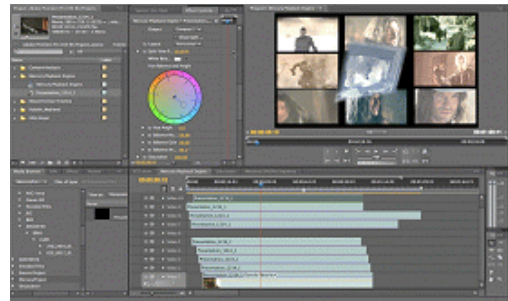
아도브 크리에이티브 슈트(creative suite)는 프리미어(premiere), 애프터이펙트(AfterEffect) 등 다음에 소개하는 여러 소프트웨어를 포함한 영상관련 통합 솔루션을 제공한다.

아도브 프리미어는 입체 촬영에 의해 획득된 스테레오 영상에 대해, 제일 먼저 한 쌍의 영상에 대해 시간적 동기화(time synchronization)를 수행하게 되고, 동기화 작업과 함께 작업단위 컷(cut) 별로 분리 편집을 수행한다. 자동 업 샘플링(up-sampling)으로 4:4:4로 처리 가능하며, 크기가 다르고 프레임 재생률(frame rate)이 달라도 동영상을 잘 연결하여 플레이 된다. 시간 재매핑 기법(time remapping technique)을 이용해 동영상의 일부분만을 느리게 플레이 되도록(프레임 수를 늘리는 효과) 하는 것이 가능하며, 다수 영상을 편집할 수 있다. 64bit 및 GPU 가속 기능을 지원하는 아도브 “Mercury Playback Engine” 사용을 통해 속도도 향상되었다[11].

그리고, 파이널 컷 프로(Final Cut Pro) 및 아비드(Avid) 소프트웨어를 사용할 수 있는 개방적인 워크플로(workflow)를 사용한다.

그리고, 애프터이펙트는 입체영상 편집 합성을 위해 사용된다. 주요 기능으로는 정렬 오차를 보정하는 기능(alignment fix), 깊이감 조절(depth control) 기능, 색 보정 기능(color grading), 비디오 특수효과 처리 기능(VFX), 최종 패키징 처리 기능(mastering) 등이 있다.

(그림 13)은 여러 영상을 동시에 처리할 수 있는 아도브 프리미어의 사용 장면이다.



(그림 13) 아도브 프리미어

#### 나. SGO의 MISTIKA

“MISTIKA”는 SGO 회사의 후반작업용 소프트웨어로 유명하다. 스테레오스코픽 3D 기능의 처리 내용, 입력으로 RED와 후속인 5K EPIC 카메라의 데이터 등을 처리할 수 있다[12]. 주요 기능으로, 색 보정(color correction과 color grading), 소스의 좌/우가 맞지 않는 이미지 처리, 실시간 색보정(full image color grading)을 지원하며, 자막이 앞으로 튀어나오게 하고, 바닥의 주인공은 안으로 이동시킬 수 있는 자막 처리 기능, 2D 환경(layer)을 이용한 3D 표출 기능, 영상의 깊이 영역을 음(negative) 영역과 양(positive) 영역, 영점(zero) 위치를 표시하여, 안전 영역 내에서는 초록색으로, 안전 영역을 벗어나면 붉은 색으로 표시해 주는 기능 등이 있다.

#### 다. 퀀텔(Quantel)의 파블로(Pablo) 3D

퀀텔의 “파블로 3D”는 하드웨어 기반의 DI 솔루션

선을 제공하고 있다. “파블로 3D”는 색보정 DI 작업을 통한 방송 및 영화 최종 출력 시스템으로 활용되고 있으며, 색을 기반으로 수정하고 3D를 보강하여 두 영상간의 수직 오차를 수정하는 기능들이 추가되어 있다[13]. (그림 14)는 하드웨어 시스템으로 패키징된 쿼텔 시스템이다.



(그림 14) 쿼텔 시스템

라. 기타

IRIDAS의 “SpeedGrade”는 다른 후반작업 소프트웨어처럼 색보정과 스테레오스코픽 영상의 오차 자동 보정 기능을 제공하고 있다. 주요 기능으로는 32bit 실수형 정확도를 지원하는 실시간 다층 색보정 기능(primary and secondary grading), 4K까지의 다양한 영상포맷 지원, 수직, 회전, 줌 일치 등의 3D 자동 정렬(3D auto alignment), 자동 색상 일치 기능 등이 있다.

소니(Sony)에서는 2D-3D 변환기로 “MPE-200w/MPES2D3D1”를 개발하여 2D 영상에서 3D 영상으로 변환뿐 아니라, 스테레오 각 영상을 통합하는 기능으로 활용하고 있다.

IV. 결론

본 원고에서는 입체영상 제작 기술 중에서 입체 영상 촬영 기술과 그 결과를 개선하는 후반작업 기술

을 중심으로 살펴보았다.

입체 영상 촬영부분에서 소니 3D Box나 3Ality의 SIP 2100은 입체촬영의 문제점을 해결해주는 하나의 솔루션을 제시하고 있으며, 앞으로 보다 발전되고 정밀한 제어가 가능하여 후반작업의 영역이 많이 줄어들게 개발될 것으로 예상된다. 입체영상 후반작업에서 사용되는 기술들은 기존에 단일 영상이나 이미지 처리에서 사용되었던 기술들도 활용하고 있지만, 단일 영상과 달리 고려되어야 하는 스테레오스코픽 영상에서 발생하는 문제점들을 해결하는 기술 또는 방법들이 제시되고 있다. 특히 입체영상은 단일 영상과 달리 동일 스테레오스코픽 영상이 상영되는 스크린 크기라든지 관람자의 눈 간격, 관람 위치, 관람자의 입체 인식 숙련도에 따라 다른 결과를 보일 수 있어 이러한 사항에 대한 고려가 반드시 필요하다.

그리고, 단일 영상에 비해 데이터 처리량이 2배로 늘어나고, 단일 영상에 없는 스테레오스코픽 영상간 일치 문제 및 깊이감 조절 문제들은 사람에 따라 다르게 인식되는 경향이 있어 이 부분에 대한 연구가 이뤄져야 한다.

● 용어해설 ●

Stereoscopic 3D: ‘Stereo’(두 개의) + ‘scopic’(to see, 보다). 두 눈으로 보는 양안식 3D를 의미함. 인간이 두 눈을 이용하여 물체를 인식하는 것을 모방하여 좌우 두 개의 영상을 좌우 양안에 각각 보여줌으로써 입체감(깊이감)을 느낄 수 있게 하는 것

IOD(Inter-Ocular Distance): 눈 사이의 거리를 뜻함. 입체 영상 제작 시에는 좌우 카메라 렌즈 중심점 사이의 거리를 의미함

Convergence point: 수렴점, 집합점. 좌우 양쪽 눈의 바라보는 방향이 수렴되는 점을 의미함. 깊이값이 0으로 인지되는 영점이 되며, 입체영상을 시청할 경우 스크린과 같은 깊이로 인지되는 깊이 지점이 됨

알파맵(alpha map): 두 영상을 합성하기 위한 비율을 나타내는 맵으로, 두 영상 경계가 자연스럽게 합성되어 하나의 영상처럼 보이기 위해 활용됨

## 약어 정리

CG	Computer Graphics
CGI	Computer Generated Imagery
DI	Digital Intermediate
FOV	Field of View
GPU	Graphics Processing Unit
IOD	Inter-Ocular Distance
S3D	Stereoscopic 3D
VFX	Visual Effects

## 참고 문헌

- [1] 호요성, 김성열, “3DTV 3차원 입체영상 정보처리,” 두양사, 2010년.
- [2] <http://e3dcreative.com>
- [3] Nick Holliman, “Mapping Perceived Depth to Regions of Interest in Stereoscopic Images,” *Proc. of SPIE*, Vol.5291, 2004, pp.117-128.
- [4] <http://www.vizworld.com/2010/08/stereowedge-iod-calculator-iphone>
- [5] <http://itunes.apple.com/us/app/reald-professional-stereo3d/id362539528?mt=8>
- [6] <http://magazine.creativecow.net/article/perception-and-the-art-of-3d-storytelling>
- [7] Sony Korea, Sony’s 3D Live Production Solution Workshop, 2010.
- [8] <http://3alitydigital.com/2010/03/sip-2100-stereoscopic-image-processor/>
- [9] K. Murray and S. Parnall, “Observations on Subtitling Mechanisms for Stereoscopic 3D TV,” *the Rise and Rise of Stereo 3D Session in Proc. IBC 2010*, Amsterdam, Sep. 2010.
- [10] Bernard Mendiburu, “3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen,” *Focal Press*, 2009 Elsevier, Inc.
- [11] <http://www.adobe.com/products/creativesuite/mastercollection/whatsnew/>
- [12] <http://www.sgo.es/products/sgo-mistika-4k-2k-hd-sd/>
- [13] <http://www.quantel.com/page.php?u=5f855b42334dfa55ce0fdafa6c9dc127>