

실시간 가상이미징 시스템

남승진*, 오주현, 박성춘
KBS 기술연구소
서울특별시 영등포구 여의도동 18 번지

A Real-time Virtual Imaging System

Seung-Jin Nam*, Ju-Hyun Oh, Sung-Choon Park
Technical Research Institute, Korean Broadcasting System(KBS)
*E-mail: sjnam@kbs.co.kr

요약

최근에 TV의 축구, 야구와 같은 스포츠 중계 방송에서 팀의 로고나 점수, 거리와 같은 그래픽 정보를 운동장에 합성시켜 보여주는 새로운 기술이 사용되고 있다. 이는 증강현실(AR: Augmented Reality)의 한 분야인 실시간 이미징 합성 기법을 사용한 것으로서 일반적으로 가상이미징 시스템이라 불리운다.

본 논문에서는 방송용 카메라의 렌즈와 팬(pan), 틸트(tilt) 축에 센서를 부착하여 이를 해석함으로써, 실시간으로 3차원 그래픽 좌표계의 가상 카메라를 제어하는 센서기반 가상이미징 시스템의 구현 결과와 관련기술을 소개한다.

KBS 기술연구소에서는 실시간 가상이미징 시스템을 개발하여 'VIVA(Virtual Imaging & Virtual Advertising)'라 이름지었다. 이 시스템은 렌즈 데이터에 근거하여 카메라 캘리브레이션을 수행하며, 줌(zooming)시 발생하는 카메라의 시점(view point) 변화를 반영하여 원거리 촬영이 이루어지는 스포츠 중계 뿐만 아니라 보다 정확성이 요구되는 스튜디오 내의 근거리 프로그램 제작에도 사용이 가능하다. 합성되는 그래픽은 실세계와 같은 완전한 3차원 좌표 공간에 놓이게 되며, 월드 좌표계와 카메라 좌표계를 이용하여 사전 제작된 오브젝트들을 원하는 곳에 위치시킬 수 있다. 실사와 그래픽의 효과적인 합성을 위하여 오버레이(overlay) 모드는 물론 알파키(alphakey)와 크로마키(chromakey)를 조합한 모드를 사용하였다.

VIVA는 2002년 부산 아시안 게임에서 수영과 양궁 중계에 활용하였다.

1. 서론

TV 프로그램에서 일반적으로 사용되는 자막기는 시청자에게 다양한 부가 정보를 제공할 수 있는 반면, 카메라 영상을 가리게 되는 단점이 있고 순간의 영상과 관련된 직관적인 정보를 제공하기에는 부족한 면이 있다. 가상이미징 시스템은 실제 영상 안에 정보가 되는 그래픽과 문자, 비디오 등을 카메라 움직임에 연동하여 합성함으로써, 단순하지만 직관적이고 실제 영

상에 동화된 정보를 시청자에게 제공한다. 그림 1에 가상이미징 시스템의 개념을 나타내었다.

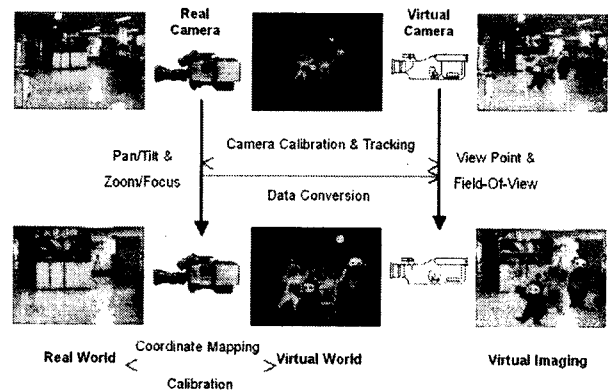


그림 1. 가상이미징 시스템의 개념도

가상이미징 시스템을 구현하기 위해서는 카메라 움직임에 정확히 대응하여 그래픽을 변환시키는 시스템이 필요하다. 1990년대 중반부터 보편적으로 사용되고 있는 가상스튜디오 시스템은 이러한 기술을 응용한 대표적인 사례라 할 수 있다[1]. 가상이미징 시스템은 대부분의 핵심기술을 가상스튜디오와 공유한다. 다만 응용분야의 특성상 실제 영상과 그래픽이 정확히 같은 공간을 차지하게 되는 경우가 많으므로, 부정합이 발생할 경우 시청자가 보다 쉽게 이를 감지하게 된다. 따라서, 실제 영상과 그래픽을 정확히 정합시키는 것이 중요하다.

카메라의 움직임을 추적하는 방법은 크게 영상처리 방식과 센서 방식이 있다. 미국 PVI 사의 L-VIS[2]나 프랑스 EPSIS 사의 EPSIS Fast[3] 등은 영상처리에 기반한 가상이미징 시스템이다. 이러한 방식은 카메라에 부착되는 부가장비가 필요 없어 설치와 운용이 쉬운 반면, 추적의 대상이 되는 패턴이나 사물을 놓칠 경우가 발생하므로, 사용환경과 카메라의 움직임에 제약이 따른다. 따라서, 방송과 같이 다양한 상황에서 안정적으로 프로그램을 제작하기 위해서는 아직까지 센서에 기반한 시스템이 보편적으로 사용된다.

카메라 움직임 정보에 기초하여 실시간으로 그래

픽을 변형하고, 방송용 비디오 신호를 입출력하기 위해서는 전용의 하드웨어가 필요하다. ORAD의 CyberSport[4]는 독자적인 하드웨어를 사용하여 2차원적으로 그래픽 오브젝트를 변형시키는 방법을 사용한다. 이 경우, 그래픽 생성환경 자체가 2차원이므로 텍스처(texture) 애니메이션을 제외한 그래픽 효과를 적용하는 것이 불가능하다. 또한, 서로 다른 거리에 오브젝트를 배치시킬 경우 카메라의 좌우, 상하 움직임에 따른 카메라 시점의 변화를 반영할 수 없어 실제 영상과 그래픽의 정확한 정합이 이루어지지 않게 된다.

KBS 기술연구소에서는 센서에 기반하고 3차원 그래픽 환경에서 운용되는 가상이미징 시스템을 개발하여 VIVA(Virtual Imaging & Virtual Advertising)라 이름지었다. 본 논문에서는 VIVA의 구현과 관련기술을 소개한다.

2. 시스템 구성

그림 2에 VIVA 시스템의 구성도를 나타내었다.

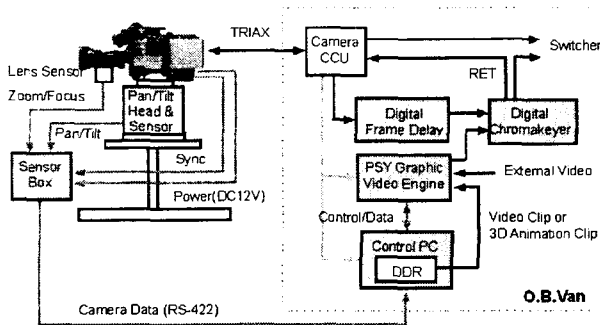


그림 2. VIVA 시스템 구성도

카메라의 움직임을 추출하기 위해서 독일 Thoma사의 센서 장비를 사용하였다. 이 장비는 팬, 틸트와 줌, 포커스 축에 장착된 인코더 센서의 변화를 센서 박스에서 취합하여, RS-422 직렬 케이블을 통하여 매 비디오 필드(field)마다 PC로 전송한다.[5]

그래픽의 생성과 실시간 변환을 위하여 프랑스 Getris Images사의 PSY 장비를 사용하였다. PSY 장비는 제어 PC와 그래픽 엔진으로 분리된다. PC는 VIVA의 전반적인 운용을 위한 사용자 인터페이스를 제공하며, 초당 60 번씩 가상 카메라의 위치를 계산하고, 이를 바탕으로 오브젝트의 버텍스(vertex) 정보를 갱신한다. PSY 엔진은 3차원 오브젝트의 텍스처 소스로 사용 가능한 2개의 디지털 비디오 입력을 알파키와 함께 제공한다. VIVA에서는 첫번째 비디오 입력 소스를 PC에 장착된 DDR(Digital Disk Recorder) 출력에 연결하여 운동장에 가상의 전광판을 세우는 효과와 같이 고품질의 그래픽 애니메이션을 표시하는 용도로 사용하고 있다. 두번째 입력은 전광판에 표시되는 MC 영상과 같은 외부 비디오를 입력 받을 수 있도록 하였다. PSY 엔진은 PC에서 계산된 오브젝트 정보를 바탕으로 최종 장면을 렌더링(rendering)한다.

카메라 영상과 그래픽을 합성하기 위하여 크로마키 장비를 사용하였다. 크로마키어는 카메라 영상의 특정 색상 부분을 그래픽으로 실시간 대체하며, 다른 색상의 물체가 그래픽 앞에 합성될 수 있도록 한다. VIVA에서는 메인 프로그램내에 크로마키어 제어 모듈을 삽입하여, 각 장면에 따라 색상과 합성 모드를 즉시 변환할 수 있도록 하였다.

센서로부터 데이터를 입력 받아 그래픽을 생성하는 과정에서 3 프레임(frame) 정도의 시간 지연이 발생한다. 이를 보상하기 위하여 디지털 프레임 딜레이 장비를 사용하여 카메라 영상을 그래픽 생성시간 만큼 인위적으로 지연시켰다.

3. 카메라 캘리브레이션

실제 카메라의 움직임을 추적하는 과정을 카메라 트래킹(tracking)이라 한다. 렌즈의 화각(FOV:Field Of View)과 시점(view point)은 줌과 포커스의 움직임에 비선형적으로 변화한다. 정확한 트래킹을 위해서는 센서 데이터와 렌즈 특성과의 관계를 미리 측정하여 도표화하는 작업이 필요하다. 이러한 과정을 통상적으로 카메라 캘리브레이션이라 지칭한다. 본 논문에서는 일본 Fujinon사의 A15x8 방송용 줌 렌즈에 대한 캘리브레이션 과정을 기술한다.

3차원 그래픽 공간에서 가상 카메라는 이상적인 핀홀(pin-hole)카메라로 모델링되며, 시점, 방향, 화각의 3가지 파라미터로 표현된다. 실제 카메라는 위의 3가지 항목 이외에 조리개 수치에 따른 광량 변화, 심도에 따른 초점흐림(out of focus), 렌즈의 가장자리 왜곡 현상과 같이 다양한 광학적 특성을 지니고 있지만, 실시간 하드웨어 및 소프트웨어의 기술적 제약에 의하여 실시간 가상이미징 시스템에서는 위의 3가지 항목만을 사용하는 것이 보편적이다.

캘리브레이션시 팬, 틸트 센서에 대한 카메라의 방향 변화를 가장 먼저 측정하는 것이 바람직하다. 카메라의 방향은 팬, 틸트 데이터에 의해서만 결정된다. 또한, 방향은 센서 데이터에 정비례하여 선형적으로 변화한다. 센서의 해상도(degree/pulse)를 알면, 아래의 계산으로 현재의 카메라 방향을 구할 수 있다.

$$PanAngle = PanSensorValue \times PanResolution \quad (1)$$

$$TiltAngle = TiltSensorValue \times TiltResolution$$

센서의 스펙을 모를 경우에는 측정이 필요하다. 카메라 화면의 중심이 실제 오브젝트의 임의의 점을 가리키도록 한 후, 카메라를 360도 패닝(panning)하여 똑 같은 점이 화면의 중심에 오도록 한다. 이 때의, 센서 값 변화를 측정하여 해상도를 구할 수 있다.

$$Resolution = \frac{ChangeOfAngle(360^\circ)}{ChangeOfSensorValue} \quad (2)$$

실제 카메라의 시점은 주밍(zooming)시 고정되어 있지 않고 렌즈의 앞, 뒤로 변화한다. 이는 다렌즈로 구성된 렌즈의 광학 주점(Principal Point)이 줌에 따라

변화하기 때문이다. 시점은 센서 데이터에 비선형적으로 변화하므로 통상적으로 10 개 이상의 줌 단계에서 정확한 측정이 이루어져야 한다. 그림 3 에 Fujinon 사의 A15x8 렌즈에 대한 시점 변화 특성을 표시하였다.

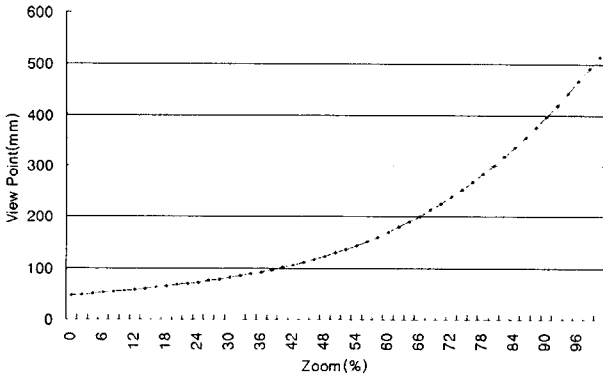


그림 3. 줌에 따른 렌즈의 시점 변화

렌즈의 시점 변화 데이터는 그림 4 와 같은 실험을 통하여 측정할 수 있다. 삼각대(tripod) 위에 위치한 카메라 앞에 일직선으로 간격을 두고 물체를 배치한 후, 카메라를 패닝(panning)한다. 이 때 모니터 상에 가까운 물체와 먼 물체가 항상 겹쳐져서 움직이도록 카메라의 위치를 삼각대의 앞뒤로 조정한다. 이 때의 시점 위치를 기록한다. 같은 방법으로 다양한 줌 단계에서 실험을 반복하게 되면 앞의 그림 3 과 같은 결과를 얻을 수 있다.

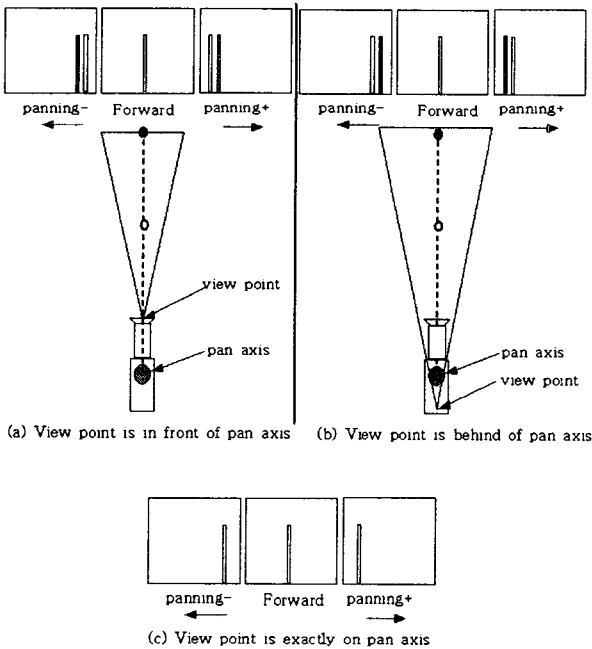


그림 4. 렌즈의 시점 변화 측정

위의 방법은 팬, 틸트 헤드 위에서 카메라를 앞, 뒤로 충분히 이동할 수 있는 기구의 제작이 필요하며, 렌즈의 심도가 얇을 경우에 앞, 뒤의 물체를 구별할 수 있게 포커스를 맞추는 것이 어려운 단점이 있다.

방송용 렌즈의 경우 제조사로부터 렌즈의 특성을 기록한 데이터 시트를 입수할 수 있는데, 이 경우에는 아래의 수식으로 시점을 구할 수 있다. 이는 카메라의 시점이 렌즈의 허상이 생기는 곳에 존재한다고 가정하는 것이다.

$$ViewPoint = PrincipalPoint - FocalLength \quad (3)$$

앞서 확인한 바와 같이 통상적으로 렌즈의 시점은 팬과 틸트 축상에 존재하지 않는다. 따라서, 팬, 틸트 움직임에 따라 시점의 위치는 좌우, 상하로 변하게 된다. 이러한 특성은 먼 곳에 있는 피사체보다 근거리의 피사체를 촬영하는 프로그램 제작에서 더욱 중요한 영향을 미친다. 그림 5 에 팬, 틸트에 의한 시점의 변화를 나타내었다.

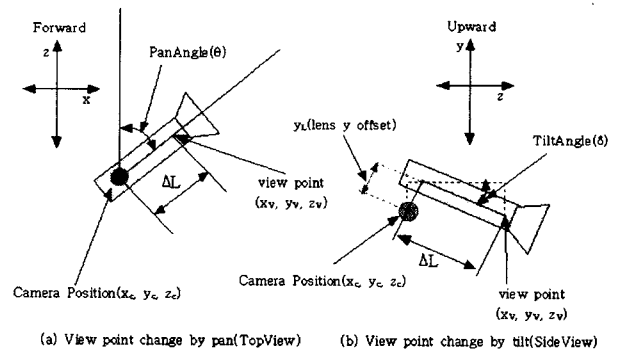


그림 5. 팬, 틸트에 따른 시점의 변화

팬과 틸트 축을 카메라의 수평, 수직 기준위치로 선정하였으며, 현재의 카메라 시점은 카메라 위치(x_c, y_c, z_c)에 줌에 따른 시점의 변이(ΔL)를 반영하여 계산하였다.

렌즈의 화각은 줌에 의해서 절대적인 영향을 받으며, 포커스에 의해서도 변한다. 화각은 기본적으로 렌즈의 초점거리와 카메라의 CCD 소자의 크기에 의하여 결정된다.

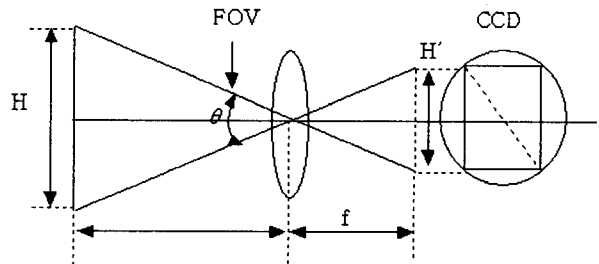


그림 6. CCD 크기 및 초점거리와 화각의 관계

$$FOV(\theta) = 2 \times \tan^{-1} \left(\frac{H'}{2 \times f} \right) \quad (4)$$

방송용 카메라의 CCD 는 SD(Standard Definition)급 4:3 화면비율을 갖는 경우 대부분 수평크기가 8.8mm

이다. 그러나 16:9 화면 비율을 지원하는 카메라의 경우, 유효 CCD 사이즈가 달라질 수 있다. 그림 7에 줌에 따른 렌즈의 화각 변화를 도시하였다.

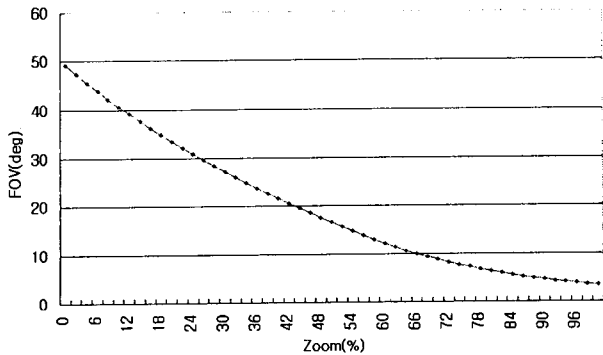


그림 7. 줌에 따른 렌즈의 화각 변화

카메라는 최소 유효거리에서 무한대까지의 포커스 가용 범위가 정해져 있다. 화각은 일반적으로 무한대의 포커스에서 가장 큰 화각을 가지며, 근거리 포커스로 갈수록 화각이 작아지게 된다. 또한, 화각의 변화율은 광각보다는 협각에서 그 정도가 심하다. 그림 8은 포커스에 따른 화각의 변화를 나타낸다.

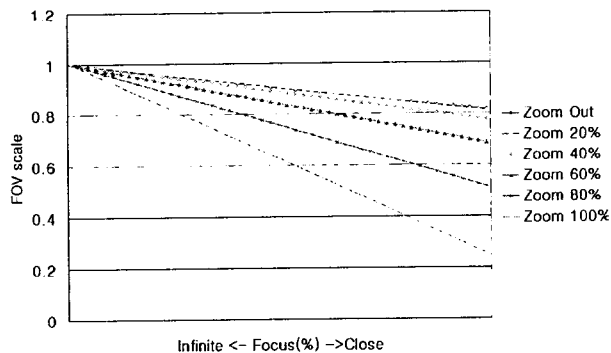


그림 8. 포커스에 따른 렌즈의 화각 변화

줌, 포커스에 따른 화각 변화량은 실험을 통해서 얻을 수도 있고, 렌즈의 데이터 시트를 이용해서 계산할 수도 있다. 실험을 통한 방법은 같은 공간 좌표계상의 실제 물체와 그래픽 물체를 합성하여 두 물체의 정합된 상태를 비교해가며 진행한다. 즉, 임의의 크기의 실제 물체를 공간상에 배치한 후, 3차원 그래픽 상에서도 동일한 크기의 가상 오브젝트를 동일한 좌표에 위치시킨 다음, 각각의 줌과 포커스 단계에서 가상 카메라의 화각을 조절하여, 실제와 가상 물체를 일치시키는 작업을 수행한다. 이 방법은 줌과 포커스가 상호 연계되어 화각에 영향을 미치므로, 각각의 파라미터를 정확하게 추출하는 것이 어렵다.

VIVA 시스템에서는 렌즈의 데이터 시트를 통하여 화각을 계산하였다. 이 경우 줌과 포커스의 이동 범위가 데이터 시트와 정확히 일치하지 않으므로, 실험에 의해 값을 보정할 수 있도록 하였다.

렌즈의 광축과 CCD의 중심은 정확히 일치하지 않는 것이 보통이다. 또한, 렌즈를 카메라로부터 탈장착할 때마다 그 상황은 조금씩 바뀌게 된다. 이는 카메라를 주밍할 때, 중심에 있는 오브젝트가 상하좌우로 일정부분 이동하는 현상으로 나타난다. 이를 무시하고 그래픽을 합성하게 되면, 주밍시 가상 물체가 실제 영상 내에서 미끄러지는 듯이 보이는 부정합이 발생한다. VIVA에서는 렌더링된 그래픽 영상의 중심 파라미터를 조절하여 그 차이를 보정하였다.

그래픽 생성시 발생하는 지연시간을 보정하기 위하여 디지털 프레임 딜레이 장비를 사용하였지만, 하드웨어만으로는 정확한 딜레이 보정이 어렵다. 이는 센서장비가 프레임이 아닌 필드 단위로 동작하며, 더욱이 매 필드의 시작 부분에서 카메라 움직임을 캡처(capture)하는 것이 아니라 그림 9와 같이 어느정도 지연된 시간에 캡처를 수행하기 때문이다. 따라서, 딜레이 시간은 프레임단위로 정확히 계산되지 않는다. 이의 보정을 위해서 이전 카메라 데이터와 현재의 카메라 데이터에 가중치를 부여하여 계산하는 방법을 사용하였다.

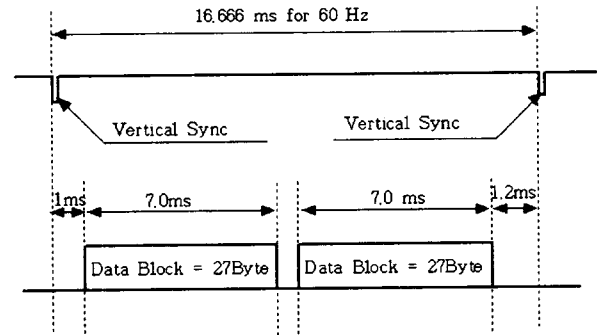


그림 9. Thoma 센서의 타이밍 다이어그램[5]

위의 결과들은 측정이나 계산을 통하여 미리 도표화 된다. 실시간 카메라 트래킹 소프트웨어 모듈은 캘리브레이션 도표를 참조하여 현재의 데이터에 맞는 가상 카메라의 시점과 방향, 화각을 구하게 된다.

4. 응용 소프트웨어

VIVA 응용 소프트웨어는 윈도 NT 운영체제 상에서 Microsoft사의 Visual C++™와 Getris Images사의 PSY SDK™를 바탕으로 작성하였다. PSY SDK를 이용하여 3차원 그래픽의 생성과 변환, 텍스처 매핑(mapping)을 처리하였다. PSY SDK는 Discreet사의 3ds Max™ 플러그 인을 통하여 최종 렌더링할 오브젝트의 위치, 모양 등과 같은 정보를 실시간으로 계산한다.

사용자는 VIVA 인터페이스를 통하여 사각형, 육면체, 원, 원기둥과 같은 기본모델을 생성한 후, 3차원 변환과 텍스처 매핑을 통하여 최종 그래픽을 완성하게 된다. 그래픽 오브젝트를 특정 위치로 이동시키기 위한 방법으로 월드 좌표계와 카메라 좌표계를 지원한다. 운동장과 같이 규격이 정해진 장소에서는 월드

좌표계를 이용하여 가상 오브젝트 전체가 포함된 신(scene)을 매칭시키는 것이 편리하며, 골프장과 같은 비규격화 된 곳에서는 카메라 좌표계를 이용하여 각각의 오브젝트를 실제 영상 안에 배치하는 것이 좋다. 그림 10에 VIVA의 사용자 인터페이스를 소개하였다.

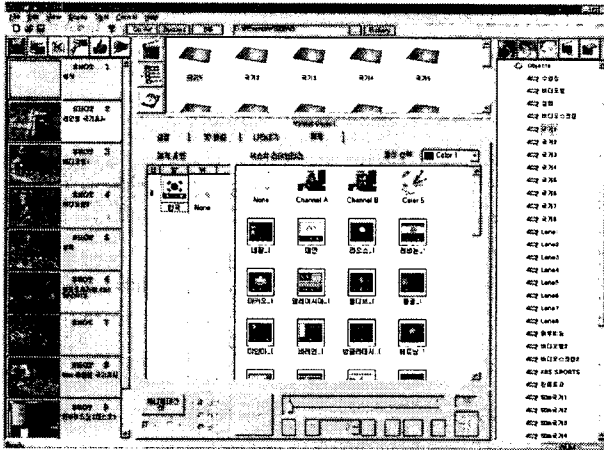


그림 10. VIVA의 사용자 인터페이스

VIVA는 3차원 오브젝트의 위치, 크기, 회전에 대한 애니메이션 기능을 제공한다. 이는 3D Studio Max와 연계된 키프레임(key frame) 방식을 이용한다. 실제 현장에서 영상 안의 물체 모양에 따라 애니메이션을 만들면 현장감 있는 그래픽 효과를 생성할 수 있다.

크로마키 제어모듈은 그래픽 오브젝트가 카메라 영상 안에 자연스럽게 합성되도록 색상(hue)과 범위(acceptance), 키 이득(key gain) 등의 파라미터를 조절하는 인터페이스를 제공한다. 설정된 파라미터들은 리스트에 등록되어 항상 선택이 가능하도록 함으로써, 그래픽 오브젝트가 초록색의 운동장이나, 푸른색의 울타

리와 같이 다양한 장소에 즉시 합성될 수 있도록 하였다. 크로마키 모듈은 2가지 합성 모드를 제공한다. 오버레이 모드는 카메라 영상의 색에 관계없이 그래픽의 알파키만을 고려하여 합성한다. 운동장에 표시되는 대형 그래픽 전광판이 대표적인 예이다. 반면, 실제 오브젝트가 그래픽을 가리는 상황이 발생하는 곳에서는 크로마키를 사용하는 것이 필요한데, 이 때는 크로마키와 알파키를 조합한 모드를 사용함으로써, 그래픽의 특정 영역만이 합성되도록 하였다.

축구 경기장과 같이 규격이 정해진 장소에서는 프리픽 위치에서 골대까지의 거리, 9.15m 영역 표시와 같은 일이 가능하다. VIVA의 그래픽 오브젝트는 실세계와 완전히 동일한 3차원 좌표계 상에서 운용되므로, 사용자가 경기장 내의 임의의 점을 지정하게 되면, 그 점에서 골대까지의 거리를 경기장의 평면 좌표를 이용하여 계산할 수 있다.

5. 방송 활용

2002년 부산 아시안 게임의 수영과 양궁 중계방송에 VIVA를 사용하였으며, 그림 11에 그 장면들을 발췌하여 표시하였다.

수영 경영 중계시 시청자들은 일반적으로 화면 앞의 자막을 통해서 선수의 국가와 이름 레인(lane), 기록, 순위 등의 정보를 접하게 된다. 그러나, 정보가 자세한 대신에 제공된 정보를 기억하여 실제 화면 안의 선수들과 연관시키는 것이 쉽지 않다. VIVA는 출발직전 수영장 바닥에 국기를 표시해 줌으로써, 시청자가 보다 직관적으로 출전선수들의 국가 분포와 선수의 레인 위치를 파악할 수 있도록 하였다. 특히, 국기를 오버레이 모드가 아닌 크로마키로 합성하여, 선수들이 물속에 있는 동안에도 자연스러운 경기 장면을 보여줄 수 있도록 하였다.

양궁 중계에서는 경기 중간에 출전국가의 국기와

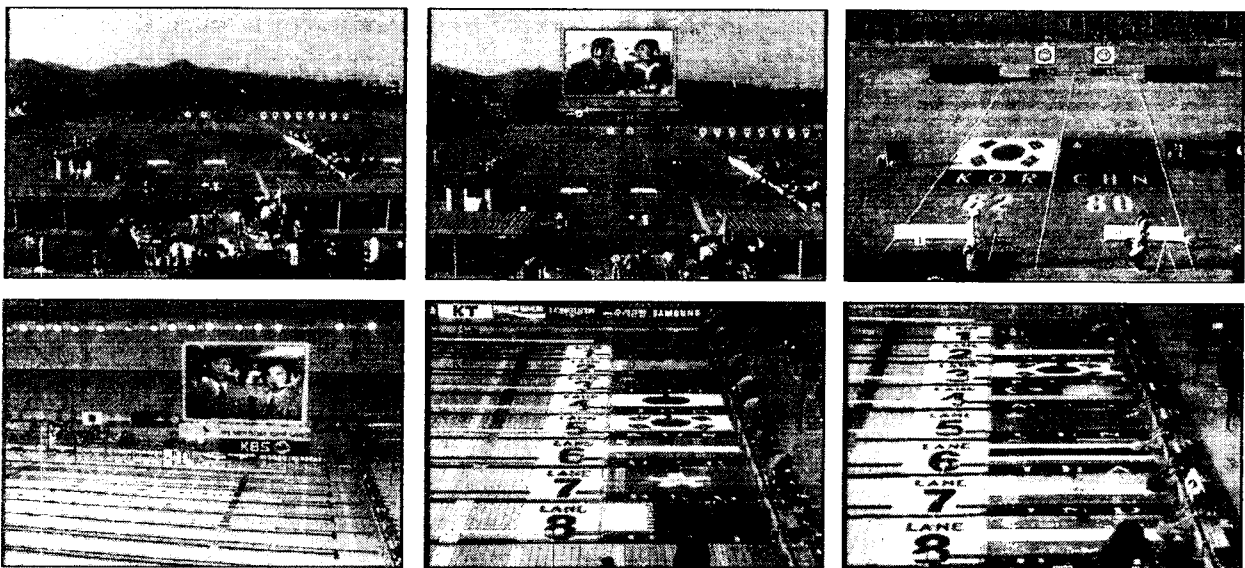


그림 11. VIVA의 방송활용 사례(2002년 부산 아시안 게임)

현재까지의 접수를 선수와 표적의 중간 위치에 표시하였다. 이렇게 함으로써, 시청자가 경기의 전체적인 흐름을 놓치지 않으면서 진행 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 KBS 기술연구소가 개발한 가상이미징 시스템 'VIVA'의 구현 기술을 소개하였다. 센서에 기반한 가상이미징 시스템 VIVA 는 카메라의 움직임에 상관없이 안정된 화면을 제공한다. 정확한 카메라 캘리브레이션을 위하여 렌즈의 데이터 시트를 바탕으로 주밍시 발생하는 시점과 화각 변화를 계산하였다. 합성 방법으로는 오버레이 모드를 포함하여 크로마키와 알파키를 조합한 모드를 사용하였다. 실제 세계와 동일한 3 차원 그래픽 좌표계를 사용하여 직관적인 사용이 가능하도록 하였으며, 실제 영상 내에 그래픽 오브젝트를 위치시키기 위하여 월드 좌표계와 카메라 좌표계를 이용할 수 있도록 하였다. DDR 과 크로마키, 애니메이션을 최종 장면과 연계하여 제어하도록 함으로써, 직관적이고 편리한 운용환경을 제공하도록 노력하였다.

VIVA 와 같은 가상이미징 시스템을 다양한 프로그램에서 효과적으로 사용하기 위해서는 아직도 해결해야 할 과제가 많이 남아있다.

정확한 카메라 트래킹을 위해서는 실제 렌즈를 좀 더 정확히 묘사할 수 있는 새로운 그래픽 카메라 모델의 개발이 필요하다. 특히 렌즈의 왜곡과 심도를 표현하는 정석적인 기술이 개발되어야 실사에 어울리는 자연스러운 그래픽을 연출할 수 있다.

3 차원 그래픽의 실시간 렌더링 성능도 개선의 여지가 많다. 일반적으로 방송 장비는 실시간 렌더링을 위하여 고가의 그래픽 장비와 특수한 개발환경을 필요로 한다. 이러한 환경에서는 효율적이고도 지속적인 소프트웨어의 개발이 어려우며, 개발된 제품을 널리 사용하기 어렵다. 다행히 최근 게임 산업의 발달로 PC 에 사용되는 저가의 범용 그래픽 하드웨어의 성능이 급속도로 향상되고 있다. 이러한 제품을 실시간 가상이미징 시스템의 플랫폼으로 사용하게 되면, 저가이면서도 고성능의 시스템을 개발할 수 있다. 다만 이를 위해서는 먼저 그래픽을 실시간으로 방송용 비디오로 변환함과 동시에 방송용 비디오를 텍스처 소스로 사용할 수 있게 해주는 비디오 입출력 장비의 개발이 요구된다.

그래픽 하드웨어의 발달로 인하여, 실시간으로 고품질의 그래픽을 생성할 수 있는 다양한 기법들이 등장하고 있다. 게임과 방송 분야는 이러한 기술을 접목 시키기에 가장 좋은 환경을 제공한다. 현재의 실시간 그래픽 수준이 과거에 비하여 눈부시게 발전한 상태이지만, 아직도 그래픽으로 현실세계를 거부감 없이 표현하는 길은 요원하다. 그 만큼 이 분야는 앞으로도 무한한 발전 가능성을 갖고 있다. 가상스튜디오는 이미 방송 시스템의 한 분야로 정착되어 계속 발전하고 있으며, 가상이미징 시스템은 스포츠 중계에서 서서히 그 효용성을 검증하고 있는 단계이다.

가상이미징 시스템은 현재까지는 스포츠 중계에 한하여 시청자에게 단순한 정보를 제공하는 용도로만 사용되고 있다. 가상이미징 시스템을 효과적으로 사용하기 위해서는 시스템을 단순화하고 그래픽 성능을 높이는 것이 필요하다. 이를 바탕으로 앞으로는 오락이나 교양 프로그램 제작에도 사용이 가능할 것으로 생각되며, VIVA 의 이름이 의미하듯이 가상광고가 허용되면 방송사의 새로운 수입원으로 그 중요성이 증대될 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] Andrew Wojdata, Accom Poland Ltd., Poland "Virtual Set: The state of the Art", The Institution of Electrical Engineers 1996.
- [2] <http://www.pvi-inc.com/>
- [3] http://www.advirtual.co.kr/technology/fast/fast_top.htm.
- [4] <http://www.orad.co.il/sport/index.htm>
- [5] <http://www.thoma.de/gbr/index.html>