

특집논문-03-08-1-08

센서기반 실시간 가상이미징 시스템의 구현

남 승 진*, 오 주 현*, 박 성 춘*

Development of a Real-time Sensor-based Virtual Imaging System

Seung-Jin Nam*, Ju-Hyun Oh* and Sung-Choon Park*

요 약

실시간 가상이미징 시스템은 스포츠 중계 방송에서 팀의 문양이나 점수, 거리와 같은 정보를 실제 운동장 위에 합성해 줌으로써, 일반적인 자막기의 단점을 보완할 수 있는 새로운 기술로 주목받고 있다. 카메라의 움직임에 그래픽을 정확히 연동시키기 위해서는 카메라의 각 축에 센서를 장착하는 방식과 실제 카메라 영상 자체를 분석하는 방식이 사용된다. KBS 기술연구소에서는 방송용 렌즈의 줌(zoom), 포커스(focus) 부와 팬(pan), 틸트(tilt) 축에 센서를 부착하여, 실시간으로 3차원 그래픽의 가상 카메라를 제어하는 센서기반 가상이미징 시스템 'VIVA'를 개발하였다.

본 논문에서는 VIVA 시스템과 그 구현 기술을 소개하고자 한다. 정확한 카메라 추적을 위하여 주밍(zooming)시 발생하는 카메라 시점(view-point)의 이동을 렌즈의 광학주점 변이 데이터를 이용하여 계산하였으며, 줌 뿐만 아니라 포커스에 따른 화각 변화를 반영하였다. 3차원 그래픽에 기반하여 가상 이미징 시스템을 구현함으로써, 키프레임(keyframe) 애니메이션과 같은 유용한 그래픽 기술이 사용될 수 있도록 하였다. VIVA는 2002년 부산 아시안게임과 대선 개표 방송에 사용되어, 스포츠 프로그램뿐만 아니라 근거리 촬영이 요구되는 스튜디오 프로그램 제작에도 사용이 가능함을 확인하였다.

Abstract

In sport programs, real-time virtual imaging system come into notice for new technology which can compose information like team logos, scores, distances directly on playing ground, so it can compensate for the defects of general character generator. In order to synchronize graphics to camera movements, generally two method is used. One is for using sensors attached to camera moving axis and the other is for analyzing camera video itself. KBS technical research institute developed real-time sensor-based virtual imaging system 'VIVA', which uses four sensors on pan, tilt, zoom, focus axis and controls virtual graphic camera in three dimensional coordinates in real-time.

In this paper, we introduce our system 'VIVA' and it's technology. For accurate camera tracking we calculated view-point movement occurred by zooming based on optical principal point variation data and we considered field of view variation not only by zoom but also by focus. We developed our system based on three dimensional graphic environment, so many useful three dimensional graphic techniques such as keyframe animation can be used. VIVA was successfully used both in Busan Asian Games and 2002 presidential election. We confirmed that it can be used not only in the field but also in the studio programs in which camera is used within more close range.

I. 서 론

TV 프로그램에서 일반적으로 사용되는 자막기(character generator)는 시청자에게 다양한 부가 정보를 제공할 수 있는 반면, 카메라 영상을 가리게 되는 단점이 있고 순간의 영상과 관련된 직관적인 정보를 제공하기에는 부족한 면이

* 한국방송 기술연구소

Technical Research Institute, Korean Broadcasting System

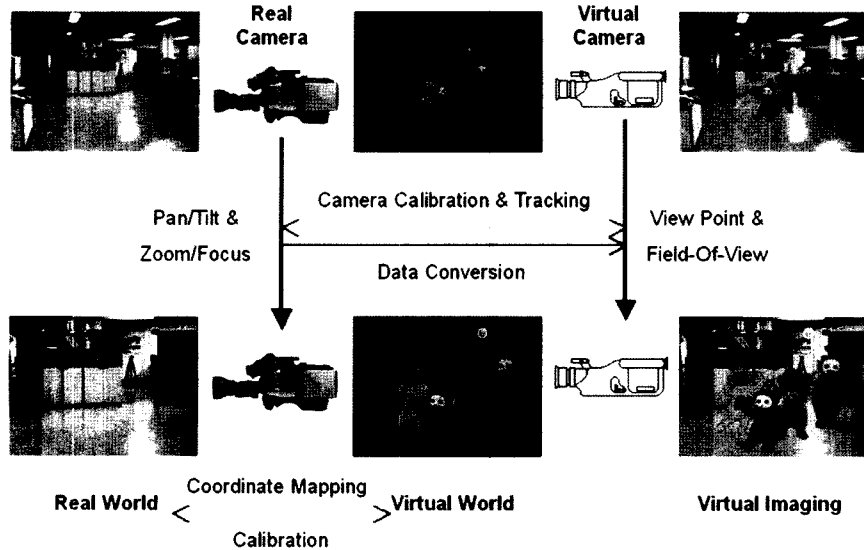


그림 1. 가상이미징 시스템의 개념도
Fig. 1. Conceptual diagram of virtual imaging system

있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 축구 경기장을 그래픽으로 모델링하고 3차원 가상 캐릭터를 이용하여 선수들의 위치를 표시하는 시스템이 고안되어 사용되었지만 그래픽만으로 현장감 있는 정보를 보여주기에는 한계가 있다^[1].

가상이미징 시스템은 실제 영상 안에 정보가 되는 그래픽과 문자, 비디오 등을 카메라 움직임에 연동하여 합성함으로써, 단순하지만 직관적이고 실제 영상에 동화된 정보를 시청자에게 제공한다. 가상이미징 시스템은 그래픽과 실제 영상을 합성하여 표현하는 증강현실에 기반을 두고 있다^[2]. 그림 1에 가상이미징 시스템의 개념을 나타내었다.

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^[3]. 가상이미징 시스템은 대부분의 핵심기술을 가상스튜디오와 공유한다. 다만 응용분야의 특성상 실제 영상과 그래픽이 같은 공간에 배열되는 경우가 많으므로, 부정합이 발생하면 시청자가 실제와 가상 물체의 불일치를 보다 쉽게 감지하게 된다^[4]. 따라서, 실제 영상과 그래픽을 정확히 정합 시키는 것이 중요하다.

카메라의 움직임을 추적하기 위하여 영상 처리 방식과 센서 방식이 사용되어 진다. 미국 PVI사의 L-VISTM나 프랑스 EPSIS사의 EPSIS FastTM 등은 영상처리에 기반한 가상이미징 시스템이다. 이러한 방식은 카메라에 부착되는 부

가장비가 필요 없어 설치와 운용이 쉬운 반면, 추적의 대상이 되는 패턴이나 사물을 놓칠 경우가 발생하므로, 사용환경과 카메라의 움직임에 제약이 따른다. 영국 BBC 에서는 스튜디오 내에서 영상처리에 의한 카메라 트래킹(tracking)을 위하여 스튜디오 천장에 마크를 설치하고 이를 추적하는 시스템을 개발하여 사용하고 있다^[5]. 그러나, 이 방식 역시 운동장이나 야외에서는 적용할 수 없으며, 스튜디오 내에서만 운용이 가능하다.

카메라 움직임 정보에 기초하여 실시간으로 그래픽을 변형하고, 방송용 비디오 신호를 입출력하기 위해서는 전용의 하드웨어가 필요하다. ORAD의 CyberSportTM는 센서 기반 가상이미징 시스템이지만 독자적인 영상처리 하드웨어를 사용하여 2차원적으로 그래픽 오브젝트를 변형시키는 방법을 사용한다. 이 시스템은 2차원 그래픽 환경에서 운용되기 때문에 텍스처(texture) 애니메이션을 제외한 3차원 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.

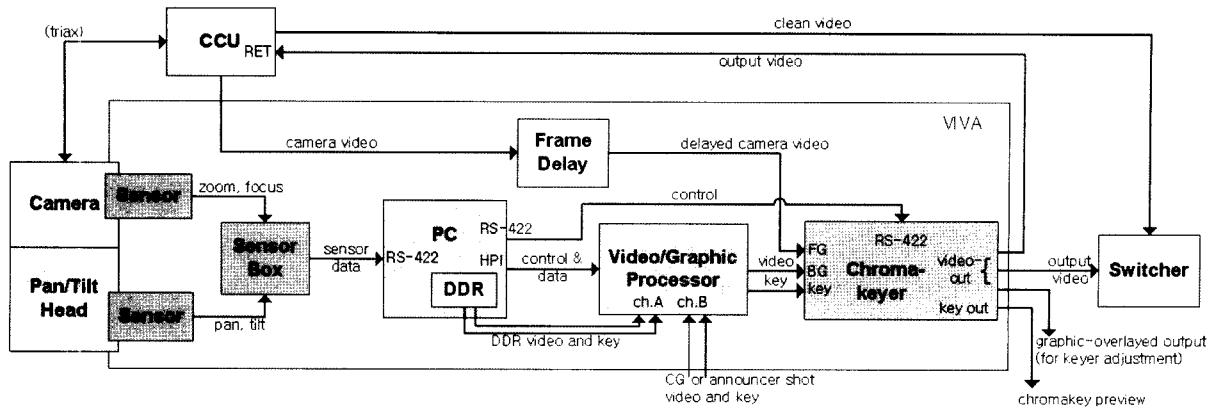


그림 2. VIVA 시스템 구성도
Fig. 2. VIVA system configuration

II. 시스템 구성

그림 2에 VIVA 시스템의 구성도를 나타내었다.

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 케이블을 통하여 매 비디오 필드(field)마다 PC로 전송한다.

그래픽의 생성과 실시간 변환을 위하여 프랑스 Getris Images사의 PSY™ 장비를 사용하였다. PSY 장비는 제어 FC와 그래픽/비디오 프로세서로 분리된다. PC는 VIVA의 전반적인 운용을 위한 사용자 인터페이스를 제공하며, 초당 60번씩 가상 카메라의 위치를 계산하고, 이를 바탕으로 3차원 그래픽 오브젝트의 정점(vertex) 정보를 갱신한다. 그래픽/비디오 프로세서는 3차원 오브젝트의 텍스처 소스로 사용이 가능한 2개의 디지털 비디오 입력을 알파키(alpha-key)와 함께 제공한다. VIVA에서는 첫번째 비디오 입력 소스를 PC에 장착된 DDR(Digital Disk Recorder) 출력에 연결하여 운동장에 가상의 전광판을 세우는 효과와 같이 미리 제작된 고품질의 그래픽 애니메이션을 표시하는 용도로 사용하고 있다. 두번째 입력은 전광판에 표시되는 MC 영상 등의 외부 비디오를 입력받을 수 있도록 하였다. 그래픽/비디오 프로세서는 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 프로

그램 내에 크로마키어 제어 모듈을 삽입하여, 각 장면에 따라 색상과 합성 모드를 함께 변환할 수 있도록 하였다.

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

III. 카메라 캘리브레이션

실제 카메라의 움직임을 추적하는 과정을 카메라 트래킹이라 한다. 렌즈의 화각(FOV:field of view)과 시점(view-point)은 줌과 포커스의 움직임에 비선형적으로 변화한다. 정확한 트래킹을 위해서는 센서 데이터와 렌즈 파라미터의 관계를 미리 측정하여 도표화하는 작업이 필요하다. 이러한 과정을 통상적으로 카메라 캘리브레이션(calibration)이라 지칭한다. 본 논문에서는 일본 Fujinon사의 A15x8 방송용 줌 렌즈에 대한 캘리브레이션 과정을 기술한다.

3차원 그래픽 공간에서 가상 카메라를 제어하기 위하여 프랑스 Getris Images사에서 제공하는 PSY™ 라이브러리를 사용하였다. 여기서 가상카메라는 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 위의 3가지 항목만을 사용하였다.

카메라의 방향은 줌, 포커스와 상관없이 팬, 틸트에 의해서만 결정되므로, 캘리브레이션시 팬, 틸트 센서 데이터에 대한 카메라의 방향 변화를 가장 먼저 측정하는 것이 편리하다. 카메라의 방향은 센서 데이터에 정비례하여 선형적으로 변화한다. 센서의 해상도(degree/pulse)를 이용하여 아래의 계산으로 현재의 카메라 방향을 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{PanAngle} &= \text{PanSensorValue} \times \text{PanResolution} \\ \text{TiltAngle} &= \text{TiltSensorValue} \times \text{TiltResolution} \end{aligned} \quad (1)$$

센서의 규격을 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.

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

실제 카메라의 시점은 주밍할 때, 고정되어 있지 않고 렌즈의 앞, 뒤로 변화한다. 이는 다렌즈로 구성된 줌렌즈의 광학 주점(principal point)과 초점거리가 줌에 따라 변화하기 때문이다. 주점은 렌즈의 광학적 중심점을 나타낸다^[6]. 주점과 초점거리가 변화하면 상이 맺히는 위치 또한 변화되어 시점이 변하게 된다. 시점은 줌 센서 데이터에 비선형적으로 변화하므로 부드러운 움직임을 묘사할 수 있도록 충분한 샘플링 지점에서 정확한 측정이 이루어져야 한다. 그림 3에 Fujinon사의 A15x8 렌즈에 대한 시점 변화 특성을 표시하였다.

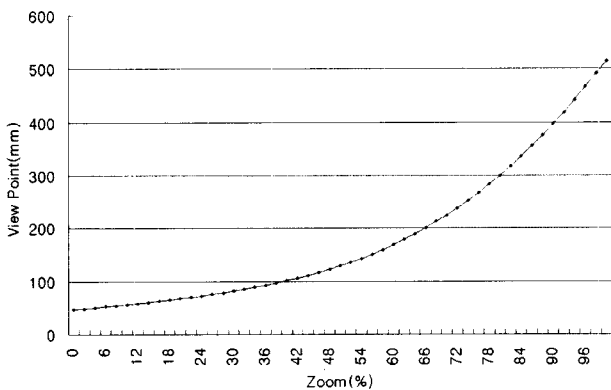


그림 3. 줌과 렌즈의 시점 관계
Fig. 3. Relation between zoom and view-point

렌즈의 시점 변화 데이터는 그림 4와 같은 실험을 통하여 측정하였다. 삼각대 위에 위치한 카메라 앞에 일정한 간격을 두고 일직선으로 물체를 배열한 후, 카메라를 패닝한다. 가까운 물체와 먼 물체가 모니터 상에서 항상 겹쳐져서 움직이도록 카메라의 위치를 삼각대의 앞뒤로 조정한다. 두 물체가 겹쳐져서 움직일 때 카메라의 시점은 팬 축과 동일한 지점에 있음을 의미하며, 이 때의 팬 축 위의 위치를 렌즈 앞쪽을 기준으로 측정하여 기록한다. 같은 방법으로 충분한 줌 단계에서 실험을 반복하게 되면 그림 3과 같은 결과를 얻을 수 있다.

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 초점을 맞추는 것이 어려운 단점이 있다. 방송용 렌즈의 경우 제조사로부터 렌즈의 특성을 기록한 규격 표를 입수할 수 있는데, 이 경우에는 아래의 수식으로 시점을 구한 후, 실제 실험을 통하여 그 결과를 검증하는 방식을 고안하여 사용하였다. 이 방법은 카메라의 시점이 렌즈의 허상이 생기는 곳에 존재한다고 가정한 것이다.

$$\text{ViewPoint} = \text{PrincipalPoint} - \text{FocalLength} \quad (3)$$

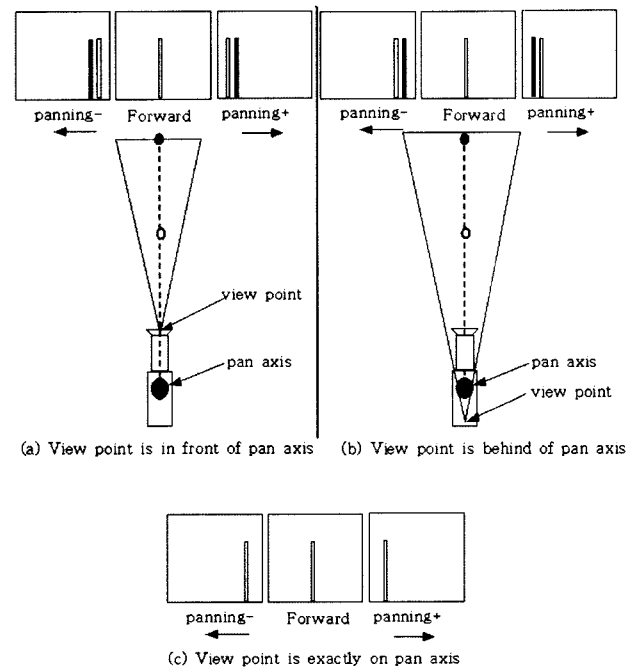


그림 4. 렌즈의 시점 변화 측정
Fig. 4. Measurement of view-point variation

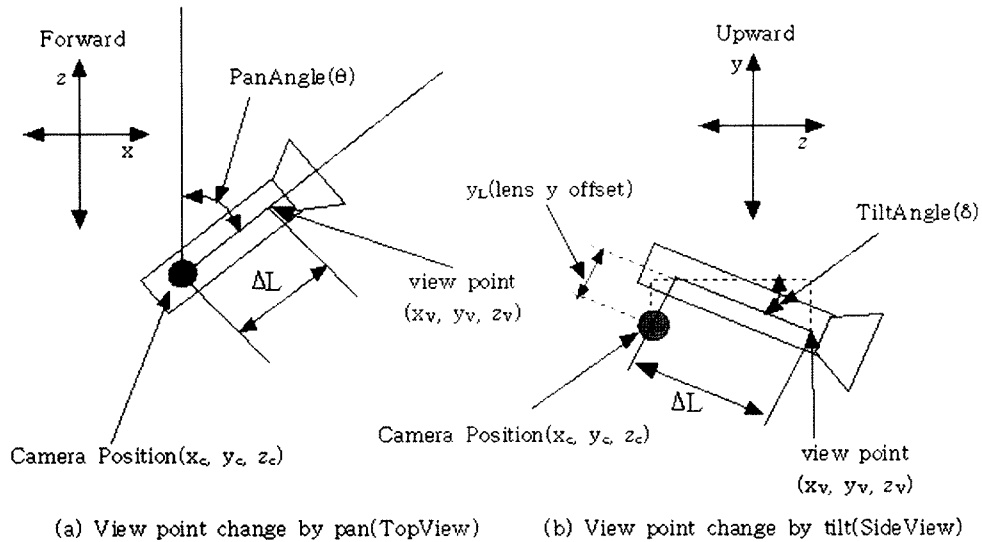


그림 5. 팬, 틸트에 의한 시점의 변화
 Fig. 5. View-point variation by panning and tilting

식(3)에서 시점을 비롯하여 렌즈의 광학 주점(principal point)과 초점거리는 렌즈 축 방향의 성분만을 가지는 벡터로 표시하였다. 초점거리는 광학 주점을 기점으로 하여 줌에 따라 변화한다. 광학 주점의 위치는 렌즈의 입의 고정점을 기준으로 상대적으로 측정된 값으로 역시 줌에 따라 변화한다. 따라서, 시점은 렌즈의 고정점을 기준으로 상대적으로 계산될 수 있다. 렌즈 규격 표에 줌에 따른 주점과 초점거리의 변화 특성이 기술되어 있으므로, 이를 이용하면 복잡한 측정 과정을 거치지 않고 전체적인 캘리브레이션 곡선을 얻을 수 있다. 실험 결과 위의 수식으로 계산한 시점은 직접 측정에 의한 방법이 비하여 보다 우수한 결과를 나타내었다.

앞서 확인한 바와 같이 통상적으로 렌즈의 시점은 팬과 틸트 축에 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 5에 팬, 틸트에 의한 시점의 변화를 나타내었다.

팬과 틸트 축을 카메라의 수평, 수직 기준위치로 선정하였으며, 카메라의 기준 위치(xc, yc, zc)는 사용자가 임의로 지정할 수 있도록 하였다. VIVA에서는 통상적으로 높이값(yc)을 바닥으로부터 측정된 틸트 축의 높이로 지정하고, 나머지 값은 '0'으로 하여 사용한다. 현재의 카메라 시점은 카메라 기준 위치에 줌과 팬, 틸트에 따른 시점의 변이(ΔL)를 반영하여 계산하였다. 3차원 공간상의 그래픽 오브젝트는

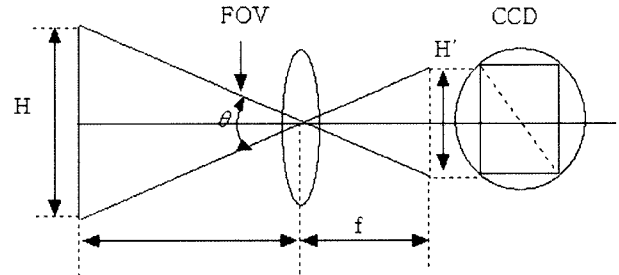


그림 6. CCD 크기, 초점거리와 화각
 Fig. 6. FOV by CCD-size and focal length

카메라의 기준 위치에 대하여 상대적인 값을 갖고 배치한다. 렌즈의 화각은 줌에 의해서 절대적인 영향을 받으며, 포커스에 의해서도 변한다. 화각은 광학 이론에 의해 초점거리와 카메라의 CCD 소자의 크기에 의하여 결정됨이 밝혀져 있다.

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

방송용 카메라의 CCD는 SD(standard definition)급 해상도와 4:3 화면비율을 갖는 경우 대부분 수평크기가 8.8mm이다. 그러나 16:9 화면 비율을 지원하는 카메라의 경우, 유효 CCD 사이즈가 달라질 수 있다. 그림 7에 줌에 따른 렌즈의 화각 변화를 도시하였다.

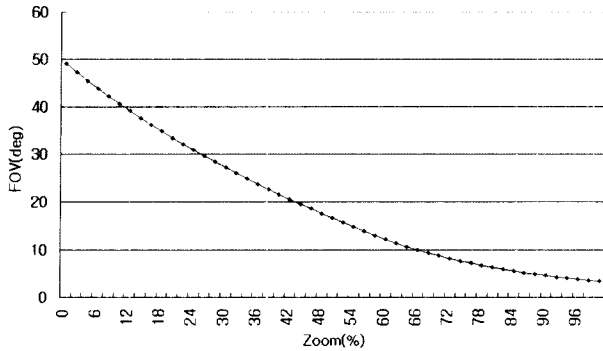


그림 7. 줌과 렌즈의 화각 관계
Fig. 7. Relation between zoom variation and FOV

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

줌, 포커스에 따른 화각 변화량은 실험을 통해서 얻을 수도 있고, 렌즈의 규격 표를 이용해서 계산할 수도 있다. 실험을 통한 방법은 같은 공간 좌표계의 실제 물체와 그래픽 물체를 반투명하게 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 규격 표를 통하여 화각을 계산하는 방법을 고안하여 사용하였다. 이 경우 줌과 포커스의 이동 범위가 규격 표와 정확히 일치하지 않으므로, 실험에 의해 값을 보정할 수 있도록 하였다.

렌즈의 광축과 CCD의 중심은 정확히 일치하지 않는 것이 보통이다^[3]. 또한, 렌즈를 카메라로부터 탈 장착할 때마다 그 상황은 조금씩 바뀌게 된다. 이는 카메라를 주밍할 때, 중심에 있는 오브젝트가 상하좌우로 미끄러져 이동하는 현상으로 나타난다. 이를 무시하고 그래픽을 합성하면, 주밍시 가상 물체가 실제 영상 내에서 미끄러지는 듯이 보이는 부정합이 발생한다. VIVA에서는 렌더링된 그래픽 영상의 중심 파라미터를 조절하여 그 차이를 보정하였다.

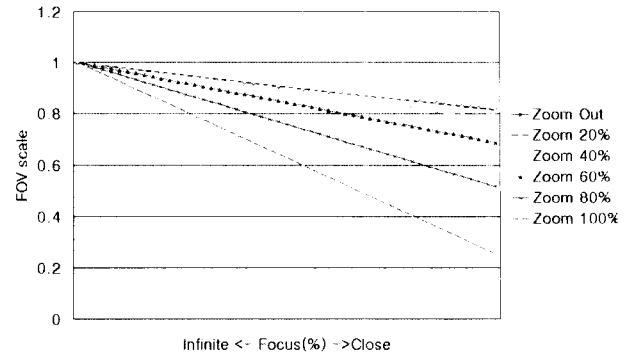


그림 8. 포커스와 렌즈의 화각 관계
Fig. 8. Relation between focus and FOV

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)한다고 보증할 수 없기 때문이다. 따라서, 딜레이 시간은 프레임단위로 정확히 계산되지 않는다. 이의 보정을 위해서 이전 카메라 데이터와 현재의 카메라 데이터에 가중치를 부여하여 계산하는 방법을 사용하였다. 그림 9는 Thoma 센서가 데이터를 캡처한 후 전송하는 타이밍을 나타낸다.

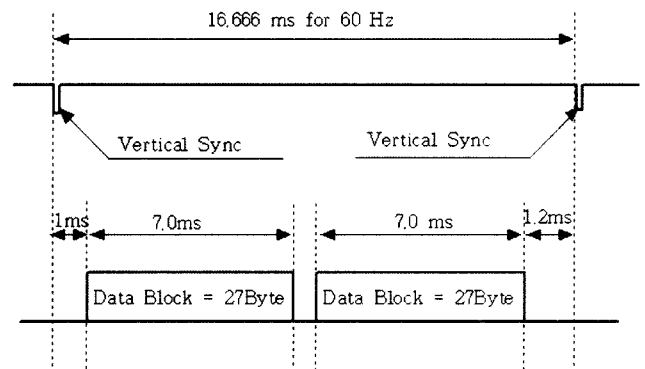


그림 9. Thoma 센서의 타이밍 다이어그램
Fig. 9. Timing diagram of Thoma sensor

캘리브레이션 결과는 측정이나 계산을 통하여 미리 도표화된다. 실시간 카메라 트래킹 소프트웨어 모듈은 캘리브레이션 도표를 참조하여 현재의 센서 데이터를 바탕으로 가상 카메라의 시점과 방향, 화각을 실시간으로 계산하게 된다.

IV. 운용 소프트웨어

VIVA 운용 소프트웨어는 윈도NT™ 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 3d studio Max™ 플러그인을 통하여 최종 렌더링할 오브젝트의 3차원 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 장면(scene)을 매칭시키는 것이 편리하며, 골프장과 같은 비규격화 된 곳에서는 카메라 좌표계를 이용하여 각각의 오브젝트를 실제 영상 안에 배치하여야 한다. 그림 10에 VIVA의 사용자 인터페이스를 소개하였다.

VIVA는 3차원 오브젝트의 위치, 크기, 회전에 대한 애니메이션 기능을 제공한다. 이는 3d studio Max와 연계된 키 프레임 방식을 이용한다. 실제 방송 제작 현장에서 카메라 영상의 지형이나 물체 윤곽에 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 옐타리와 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 전광판을 대표적인 예이다. 반면, 실제 오브젝트가 그래픽을 가리는 상황이 발생하는 곳에서는 크로마키를 사용하는

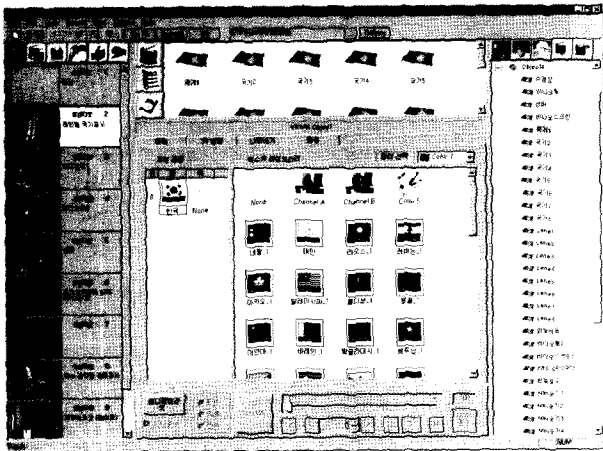


그림 10. VIVA의 사용자 인터페이스
Fig. 10. Graphical user interface of VIVA

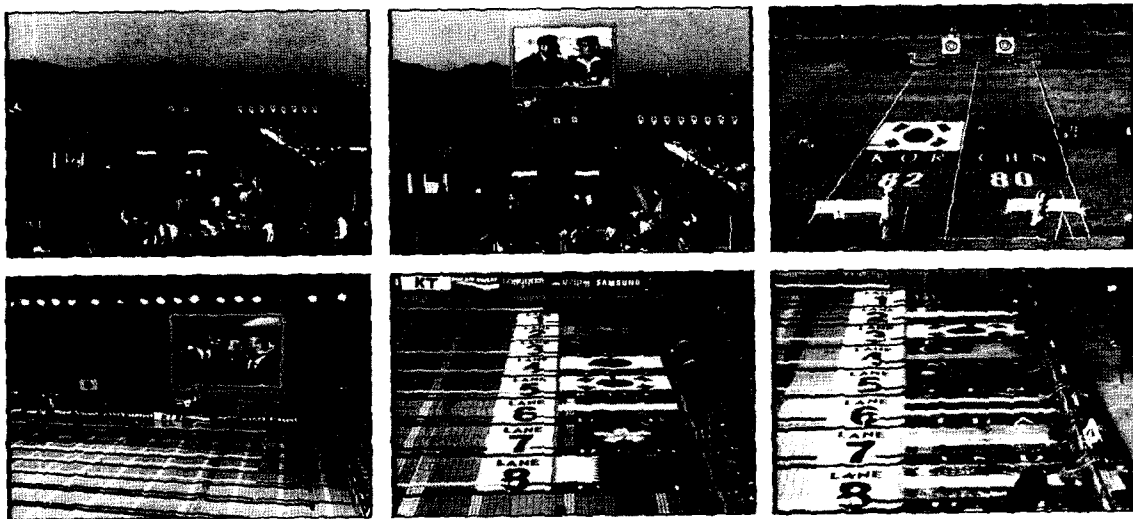


그림 11. 2002년 부산 아시안 게임에서의 VIVA 활용 사례
Fig. 11. Examples of VIVA usage in 2002 Busan Asian Games



그림 12. 2002년 대선 개표 방송에서의 VIVA 활용 사례
Fig. 12. Examples of VIVA usage in 2002 presidential election

것이 필요한데, 이 때는 크로마키와 알파키를 조합한 모드를 사용함으로써, 그래픽의 특정 영역만이 합성되도록 하였다.

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

V. 방송 활용

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

수영 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 바다에 국기를 표시해 줌으로써, 시청자가 보다 직관적으로 출전선수들의 국가 분포와 선수의 레인 위치를 파악할 수 있도록 하였다. 특히, 국기를 오버레이 모드가 아닌 크로마키로 합성하여, 선수들이 물 속에 있는 동안에도 자연스러운 경기 장면을 보여줄 수 있도록 하였다.

양궁 중계에서는 경기 중간에 출전국가의 국기와 현재까지의 점수를 선수와 표적의 중간 위치에 표시하였다. 이렇게 함으로써, 시청자가 경기의 전체적인 흐름을 놓치지 않으면서 진행 상황을 이해할 수 있도록 하였다.

VIVA는 2002년 대선 개표 방송에서 스튜디오 내의 공간에 회전하는 가상 그래픽 개체를 생성한 후 각 후보들의 종합적인 득표상황을 보여줌으로써, KBS 선거 스튜디오의 분위기와 개표상황을 동시에 전달하는 효과를 거두었다. 그림 12는 선거 개표 방송 때 스튜디오 내에서 VIVA를 이용하여 제작한 화면이다.

VI. 결론

그래픽 하드웨어의 발달로 인하여, 실시간으로 고품질의 그래픽을 생성할 수 있는 다양한 기법들이 등장하고 있다. 게임과 방송 분야는 이러한 기술을 접목시키기에 가장 좋은 환경을 제공한다. 가상스튜디오와 가상이미징 시스템은 방송 분야에서 실시간 그래픽 시스템이 효율적으로 접목될 수 있는 좋은 예가 되고 있다.

본 논문에서는 KBS 기술연구소가 개발한 가상이미징 시스템 VIVA의 구현 기술을 소개하였다. 센서에 기반한 가상이미징 시스템 VIVA는 카메라의 움직임에 상관없이 안정된 화면을 제공한다. 정확한 카메라 캘리브레이션을 위하여 렌즈의 규격 표를 바탕으로 주밍시 발생하는 시점과 화각 변화를 계산하였다. 실제 세계와 동일한 3차원 그래픽 좌표계를 사용하여 직관적인 사용이 가능하도록 하였으며, 원거리 뿐만 아니라 근거리 촬영에서도 충분히 활용될 수 있는 정확성을 확보하였다. 합성 방법으로는 크로마키와 알파키를 조합한 모드를 사용하였다.

가상이미징 시스템이 방송 제작 분야에서 널리 사용되기 위해서는 아직까지도 부족한 점이 많이 있다. 특히 광각에서 촬영할 때 발생하는 렌즈의 가장자리 왜곡은 그래픽과

현실을 정확히 정합시키기 위해서 반드시 해결해야할 과제이며, 현실감있는 그래픽 생성을 위해서 실시간 3차원 그래픽 하드웨어와 소프트웨어의 성능 역시 발전의 여지가 많이 남아있다. 가상이미징 시스템은 스포츠 프로그램을 포함하여 오락이나 교양 프로그램 제작에 사용이 가능하며, 앞으로 그 적용영역을 점차 확대해 가리라 예상된다.

참 고 문 헌

[1] Yeo-Cheon Yoon, Hee-Jung Kim, Hye-Won Pyun, Jae-Ho Lee, Jin-Woo Kim and Seoung-Gyu Jeon, "Virtual Character Animation Systems for Broadcasting: News Event & Soccer Game

Re-enactment," *ABU Technical Review*, No. 201, Jul.~Aug. 2002.
 [2] Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, Aug. 1997.
 [3] Andrew Wojdata, "Virtual Set: The state of the Art," *The Institution of Electrical Engineers, Accorn Poland Ltd., Poland*, 1996.
 [4] K. G. Trickett, "Virtual sets for real productions," *International Broadcasting Convention Conference Publication*, pp. 583-587, Sep. 2000.
 [5] G.A. Thomas, J. Jin, T. Niblett and C. Urquhart, "A Versatile camera position measurement system for virtual reality TV production," *International Broadcasting Convention, 12-16 September 1997 Conference Publication*, No. 447, pp. 284-289, IEE, 1997.
 [6] Leno S. Pedrotti, Frank L. Pedrotti and S.J., *Optics and Vision*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey 07458, pp. 75-82, 1998.

저 자 소 개



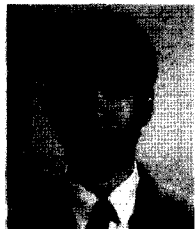
남 승 진

- 1989년 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1991년 : 연세대학교 공과대학원 전자공학과 석사
- 1991년~현재 : 한국방송 기술연구소 연구원
- 주관심분야 : 가상현실, 입체TV



오 주 현

- 1997년 : 부산대학교 전자공학과 학사
- 1999년 : 부산대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1999년~현재 : 한국방송 기술연구소 연구원
- 주관심분야 : 영상처리, 가상현실, 콘텐츠 제작 시스템



박 성 훈

- 1988년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
- 1990년 : 한국과학기술원 전산학과 석사
- 1990년~현재 : 한국방송 기술연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 영상처리 및 컴퓨터비전, 디지털 콘텐츠 처리