3 차원 축구 재연 시스템

이재호*, 김진우, 김희정
KBS 기술연구소
서울특별시 영등포구 여의도동 18 번지

Soccer Game 3D Reenactment System

Jae-Ho Lee *, Jin-Woo Kim, Hee-Jung Kim
Technical Research Institute, Korean Broadcasting System(KBS)
*E-mail: jaeho@kbs.co.kr

요약

최근에 축구 경기에 대한 많은 관심이 모아지고 있으며 축구 경기를 분석하는 시스템들도 다양하게 개발되고 있다. 본 논문에서는 축구 경기의 중요 장면을 3 차원 그래픽으로 재연하여 다각도의 영상정보를 제공하는 축구경기 3 차원 재연 시스템에 대해 소개한다. KBS 기술연구소에서는 2002 년 한일 월드컵 축구 대회 기간 중 시청자에게 새로운 영상을 제공하기 위해 'VPlay'라는 이름의 축구경기 3 차원 재연 시스템을 개발하였다. VPlay 는 영상 처리 기술과 컴퓨터 그래픽 기술이 함께 사용되었다. 영상 처리 기술에는 선수 추출 및 추적, 그리고 카메라 이동 모델 및 추적점에 대한 운동장으로의 좌표변환 모델 제작 방법이 사용되었다. 컴퓨터 그래픽 기술에서는 추적결과 데이터로부터 캐릭터의 기본적인 동작을 생성할 수 있는 이동동작 생성 기술을 적용하였고 가상 카메라의 효과적인 제어를 위해서 조이스틱을 이용한 가상 카메라 제어 프로그램을 개발하였다. VPlay 는 빠른 제작시간을 요구하는 축구중계 생방송용으로 개발되었으며 지난 월드컵 경기와 아시안 게임에 효과적으로 활용하였다.

1. 서론

최근의 스포츠는 과학적 기술을 접목하여 다양하게 발전하고 있으며 스포츠 방송분야에서도 이러한 기술 및 전략을 가시화하기 위한 많은 연구가 진행중이다.

기존의 경기진행 시간과 점수 그리고 선수 및 팀에 대한 간단한 정보만 표시하는 것이 아니라 영상처리 및 컴퓨터 그래픽 기술을 이용하여 다양한 영상정보를 제공하고 있다. 특히 축구 경기에서는 공의 궤적을 표시하거나 중요선수를 부각하고 오프사이드 선을 표시하며 그리고 센터링 반경 등을 표시하는 등, 시청자에게 경기의 이해를 돕는 장비들도 선보이고 있다.[1][2]

최근에는 골인과 같은 주요 장면을 다각도의 카메라 화면과 함께, 보다 다양한 영상을 제공할 수 있는 축구 경기 3 차원 재연 시스템에 대한 관심이 커지고 있다. 축구 경기 3 차원 재연에 대한 연구는 다양하게 진행되어 왔다. [3][4] T.Bebie 는 SoccerMan[5]이라는 3 차원 재연시스템을 개발하였는데 SoccerMan 은 2 대의 동기된 비디오 영상을 이용해서 선수를 추적하고 3 차원 공간에 선수의 텍스쳐를 매핑하는 방법을 사용하였다. 그러나 가상 카메라 각도가 90 도 및 180 도 가까이에서는 선수모델이 보이지 않게 되는 제한이 있다. 최근에는 방송용 상용제품[6]도 선보이고 있지만 자세한 제작기법은 알려져 있지 않다.

KBS 기술연구소에서는 산학공동연구를 통해 2002 년 한일 월드컵 축구 대회 기간 중 시청자에게 새로운 영상을 제공하기 위해 축구경기 3 차원 재연 시스템을 개발하고 ' VPlay'라 이름지었다. VPlay 는 Virtual Play 즉 가상 시뮬레이션을 할 수 있는 시스템을 의미하며, 골인 장면 등 축구 경기의 주요 장면을 한대의 카메라 영상으로부터 분석하여 선수들의 위치와 동작 상태를 추출하고 이를 3 차원 그래픽으로 재연한다. VPlay 는 축구중계 생방송 활용에 용이하도록 시스템 규모가 작고 제작하기 간단하도록 설계하였다.

2 장에서는 시스템 구성에 대해서 설명하고 3 장에서는 영상처리에 대해서 설명하며 4 장에서는 컴퓨터 그래픽 재연을 위해 필요한 모델이나 동작 그리고 재연환경에 대해서 설명하다. 5 장에서는 방송활용에 대해 설명하고 6 장에서 결론으로 맺는다.

2. 시스템 구성

그림 1 은 VPlay 의 시스템 구성도를 보여준다. 본 시스템은 크게 영상 분석부와 3 차원 재연부로 나뉘어져 있으며 영상 분석부는 각 선수의 위치 추정, 운동장 좌표로의 변환 , 선수 동작 인식 및 지정 그리고 공 움직임 추정 부분으로 이루어져 있다. 3 차원 재연부에서는 선수의 이동 동작 생성 및 편집하는 부분, 공의 움직임을 3 차원 데이터로 수정 편집하고 카메라 애니메이션을 제작하는 부분으로 이루어져 있다.

본 시스템의 하드웨어적인 구성은 PC 기반의 저가, 소형 시스템을 채택하여 중계방송 운용이 용이하도록 개발하였다. 비디오 입력은 Matrox 사의 DigiSuiteLE 보드를 사용하였다. 제작된 3 차원 재연 영상의 출력은 고품질 렌더링을 위하여 하드디스크에 M-JPEG 비디오 스트림 파일 형태로 저장하였다가 DigiSuiteLE

보드를 통하여 출력하거나, 비디오 스캔 컨버터(scan converter) 장비 또는 DVI-SDI 신호변환기를 사용하여 VGA 화면을 실시간으로 송출하는 방법을 사용하였다.

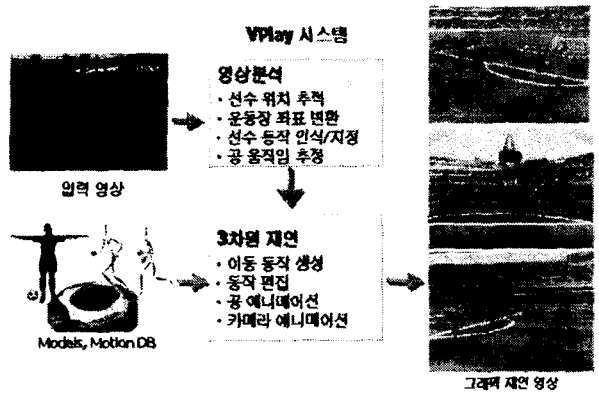


그림 1. VPlay 의 시스템 구성도

3. 영상분석

영상 분석부에서는 입력 영상으로부터 색상 정보를 이용하여 선수들을 추적하고 카메라 파라미터를 계산하여 운동장 좌표로 변환한다. 또한 영상 분석만으로는 알아내기 힘든 공의 좌표나 선수들의 세부 동작을 인터페이스를 통하여 입력한다. 생성된 데이터들은 파일로서 저장되어 이 후 3 차원 재연부의 입력으로 사용된다.

3.1 선수 추적

영상에서 선수의 위치를 추출하기 위해 운동장의 색상정보를 이용한다. 먼저 사용자는 영상 내 임의의 운동장 영역을 마우스를 통해 선택한다. 선택된 운동장 영역의 색상 정보를 기반으로 2 차원 가우시안 필터를 설정하여 입력 영상에 적용하고 이진화 과정을 수행하여 운동장과 선수 영역을 분리한다.[7] 그리고 블록 레이블링, 형태학적 처리를 거쳐 선수 영역을 보다 뚜렷하게 추출한다. 그림 2 의 (a)가 입력 영상일 때의 처리 결과를 (b)에 도시하였다.

(a) (b)

그림 2. 선수 영역 추출 결과

영상 내 선수의 위치는 추출된 선수 영역의 무게중심 하단부를 선택한다. 추적 선수들간의 폐색이 발생할 경우 사용자 인터페이스를 통해 보정 작업을 수행하며 추적 선수가 영상에서 사라지면 평균 이동 속도를 유지하고 같은 방향으로 달리도록 설정한다.

3.2 운동장 좌표변환

추적 결과를 실제 운동장에서의 좌표로 변환하기 위해서는 카메라 이동 데이터를 영상으로부터 얻어야 되고 기준영상을 선택해서 추적 결과 데이터를 실제 운동장 좌표로 변환해야 한다.

3.2.1 카메라 이동 좌표변환 모델

카메라의 움직임 속에서 물체의 움직임을 정확하게 표현하고, 이동 경로를 얻기 위해서는 물체가 배경에 대하여 움직이는 상대적인 움직임 량을 계산하여야 한다. 본 시스템에서는 영상 압축 부호화에서 이웃 프레임간의 이동 보상을 수행하기 위하여 이동 보상 벡터를 추출하는데 많이 사용하는 블록매칭 알고리듬(BMA: Block Matching Algorithm)을 이용하여 배경영상에 대한 이동보상을 실시하여 카메라 파라미터를 추출하였다.

먼저, 화면을 일정크기의 블록으로 나누고, 인터리브 BMA 를 통하여 이동벡터를 계산한다. 그리고 이들 이동벡터에 대하여 히스토그램을 구한다. 이동벡터를 화면상 위치에 따라 4x4 영역으로 구분하고, 각 영역마다 이동벡터의 히스토그램이 임계치 이상인 경우에만 그 벡터의 합을 구한다. 16 개의 평균벡터를 식 3.1 과 식 3.2 와 같이 LMS 이동 모델 파라미터 계산 방법에 대입하여 해를 구한다. 이와 같은 과정으로 입력 비디오 스트림에 대한 카메라 이동 좌표변환 모델 계수를 각 프레임마다 연속적으로 구한다.

여기에서 BMA 를 위한 오차기준으로는 절대차의 합(SAD: Sum of Absolute Difference)을 사용하였다.

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & 0 & 0 & 0 & -x_1'x_1 & -x_1'y_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x_1 & y_1 & -x_1y_1' & -y_1y_1' \\ 1 & x_2 & y_2 & 0 & 0 & 0 & -x_2'x_2 & -x_2'y_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x_2 & x_2 & -x_2y_2' & -y_2y_2' \\ & & & \cdots & \cdots & \cdots & & \\ 1 & x_n & y_n & 0 & 0 & 0 & -x_n'x_n & -x_n'y_n \\ 0 & 0 & 0 & & x_n & y_n & -x_ny_n' & -y_ny_n' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1' \\ y_1' \\ x_1' \\ y_2' \\ \\ x_n' \\ y_n' \end{bmatrix} \quad \text{(식 3.1)}$$

$$\begin{aligned} & A_n x = y_n \\ & A_n^T A_n x = A_n^T y_n \\ & x = (A_n^T A_n)^{-1} A_n^T y_n \end{aligned} \quad \text{(식 3.2)}$$

3.2.2 기준 영상 선택

축구경기장에서의 특징점은 라인의 꼭지점 및 교차점으로 하였다. 입력되는 비디오 스트림에서 기준 영상은 서로 일직선이 아닌 특징점 4 개가 존재하는 영상으로 선택한다. 이것은 영상에서의 특징점 4 개만 알면 평면 투영에 의해 실제 운동장에서의 공간적인 좌표를 구할 수 있기 때문이다. 사용자는 기준 영상에서 선택한 특징점 4 개와 같은 위치의 운동장 모델의

특징점을 체크하는 것으로 기준 영상 선택 작업은 끝난다.

카메라 줌이 깊게 들어와 입력 비디오 스트림 전반에 걸쳐 일직선을 이루지 않는 특징점 4 개를 구할 수 없는 경우가 있다. 이럴 경우, 본 시스템에서는 확장 라인 인터페이스를 사용하여 그림 3 과 같이 입력 영상 외부에 특징점을 만들어 사용할 수 있도록 하였다.

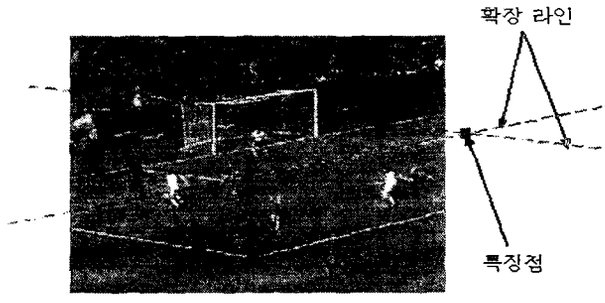


그림 3. 확장선을 이용한 특징점 선택

3.2.3 운동장 좌표변환 모델

두 영상간의 위치 변환 관계를 구하기 위해서는 4 쌍의 특징점이 필요하다. 시각 t,t' 에서 물체의 3D 위치를 각각 $P=[X,Y,Z]^T, P'=[X',Y',Z']^T$, 그리고 그에 대응되는 영상에서의 물체위치를 각각 $p=[x,y]^T$, $p'=[x',y']^T$ 라 하면 투영 변위 필드 (perspective displacement field) 모델에 의해서 식 3.3 을 얻을 수 있다.

$$x'=\frac{ax+by+e}{gx+hy+1}, \quad y'=\frac{cx+dy+f}{gx+hy+1} \qquad \text{(식 3.3)}$$

식 3.3 에 있는 8 개의 파라미터(a, b, c, d, e, f , g, h) 를 구하기 위해서는 8 개의 식이 필요하기 때문에 두 영상간에서 4 쌍의 대응되는 특징점을 찾아야 한다. 4 쌍의 특징점에 대해 식 3.3 을 다시 쓰면 식 3.4 와 같다.

$$x_i'=\frac{ax_i+by_i+e}{gx_i+hy_i+1}, \quad y'=\frac{cx_i+dy_i+f}{gx_i+hy_i+1}$$

$$(i=1,2,3,4) \qquad \text{(식 3.4)}$$

식 3.4 를 풀고 행렬형태로 표시하면 식 3.5 와 같다.

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -x_1x_1' & -x_1'y_1 \\ 0 & 0 & x_1 & y_1 & 0 & 1 & -x_1y_1' & -y_1y_1' \\ x_2 & y_2 & 0 & 0 & 1 & 0 & -x_2x_2' & -x_2'y_2 \\ 0 & 0 & x_2 & y_2 & 0 & 1 & -x_2y_2' & -y_2y_2' \\ x_3 & y_3 & 0 & 0 & 1 & 0 & -x_3x_3' & -x_3'y_3 \\ 0 & 0 & x_3 & y_3 & 0 & 1 & -x_3y_3' & -y_3y_3' \\ x_4 & y_4 & 0 & 0 & 1 & 0 & -x_4x_4' & -x_4'y_4 \\ 0 & 0 & x_4 & y_4 & 0 & 1 & -x_4y_4' & -y_4y_4' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1' \\ y_1' \\ x_2' \\ y_2' \\ x_3' \\ y_3' \\ x_4' \\ y_4' \end{bmatrix}$$

(식 3.5)

식 3.5 를 다시 쓰면 식 3.6 과 같고 행렬 A 의 역행렬이 존재할 때 식 3.7 에 의해 8 개의 파라미터 a, b, c, d, e, f , g, h 를 구할 수 있다.

$$Ax=y \qquad \text{(식 3.6)}$$

$$x=A^{-1}y \qquad \text{(식 3.7)}$$

3.3 선수 동작 인식 및 편집

본 시스템에서는 선수의 이동 변위를 분석[8]하여 걷기, 천천히 뛰기, 빨리 뛰기와 같은 3 가지 기본 이동 동작을 자동으로 인식한다. 그리고 헤딩, 슈팅, 슬라이딩 등의 다양하고 복잡한 선수 동작은 영상 분석 알고리듬을 이용한 동작 인식이 상당히 어렵고 처리 시간도 많이 걸리므로 사용자 편집 작업으로 처리하였다. 즉, 다양한 선수의 동작 편집 작업은 타임라인 상에서 특정 동작이 이루어지는 구간을 선택하고 해당 동작과 가장 유사한 동작을 준비된 데이터 베이스와 연결하는 방식으로 간단하게 제작하였다.

3.4 공 움직임 추정

축구공은 선수보다 크기가 매우 작으며 또한 그 움직임이 상당히 빠르고 불규칙적이므로 추적이 어렵다. 더욱이 공중에 떠 있는 축구공의 경우 2 차원적인 물체 추적 알고리듬만으로는 정확한 3 차원 좌표의 추출이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 공을 드리블하거나 패스를 주고받는 선수의 위치와 공이 이동하는 시간을 근거로 공의 위치를 추정하는 방법을 사용했다. 즉, 드리블의 경우 선수의 진행 방향 앞에 공을 배치하였으며 패스와 슈팅의 경우는 공이 날아가는 시간과 거리를 알고 있으므로 포물선 운동 방정식에서 공의 초기 진행 각도를 사용자가 선택하여 3 차원 공의 좌표를 얻었다

4. 그래픽 재연

축구 영상의 3 차원 재연은 영상 분석의 결과를 컴퓨터 그래픽 환경에서 그대로 재구성하여 일반 카메라에서는 잡아낼 수 없는 다양한 카메라 각도에서의 경기장면을 재연하였다. 또한 4-4-2 전법 등과 같이 팀의 작전 상황을 그래픽 시뮬레이션으로 제작하는 기능이 있어서 각 팀의 전략을 효율적으로 제작하였다.

3 차원 재연은 가상캐릭터 애니메이션 소프트웨어인 FiLMBOX 를 기본 소프트웨어로 채택함으로써 상용소프트웨어의 실시간 렌더링 엔진을 활용하여 안정적인 속도를 유지할 수 있도록 하였고, 축구 경기 재연에 필요한 필수 기능들을 FiLMBOX 에서 제공하는 SDK 를 이용하여 플러그인 형식으로 추가하였다. 또한, 경기 재연에 필요한 축구 선수, 경기장, 그리고 축구 동작 데이터 베이스를 시스템에 구축하였다.

4.1 선수 모델

축구 선수 모델은 2,500 여 개의 다각형으로 기본 모델을 제작하였고, 유니폼, 피부색, 백넘버 등을 교체

하기 용이하도록 제작하였다. 선수 모델의 특징은 변형 가능한 모델(deformable model)로 제작하였다는 점이다. 이는 기존 실시간 시스템에서 주로 활용해 왔던 다관절체 모델에 비해 다각형 수를 적게 하면서도 어깨, 팔꿈치, 무릎 등 관절 부위가 매끄러운 특징을 가지고 있다. 시스템에 설치된 축구 선수 모델의 기본형과 동작 애니메이션을 적용하기 위해 설치한 뼈대 구조는 그림 4 와 같다. 그림 5 는 축구 동작 데이터를 축구 선수 모델에 적용한 결과이다.

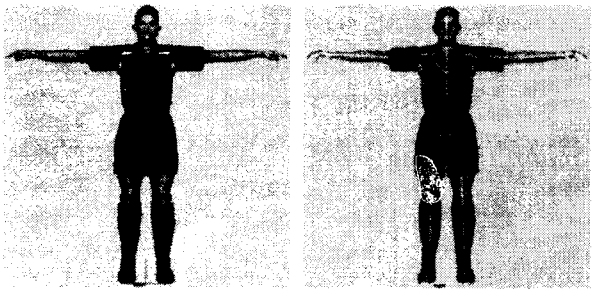


그림 4. 기본형 선수 모델 및 뼈대 구조

그림 5. 선수 모델의 축구 동작

4.2 동작 데이터베이스

사람의 동작을 생성하는 방식으로는 크게 역학 법칙에 따라 동작을 자동으로 생성하는 동력학 기반 동작 생성 기법[9,10], 손과 발과 같은 말단의 위치와 방향을 지정하였을 때 인체의 나머지 관절들의 움직임을 역운동학을 이용하여 계산한 역운동학 기반 동작 생성 기법[11,12,13], 그리고 모션 캡쳐 기반 동작 생성 기법들이 연구되고 있다. 전자의 방식들은 동작에 따라 제어 알고리듬을 각각 생성하여야 하며 역학적 모의실험 과정을 거쳐야 하므로 많은 계산시간이 소요되고 킥 동작과 같은 축구 동작을 생성하는 것이 매우 어렵다. 따라서 본 시스템에서는 모션 캡쳐한 동작들을 데이터베이스로 구축하고 이를 필요에 따라 적절히 재구성하여 사용하는 후자의 방식을 채택하였다.

축구 경기 동영상을 주의 깊게 살펴보면 골키퍼와 여타의 선수들은 서로 다른 동작을 행함을 알 수 있다. 3 차원 재연 시스템에서는 선수 동작 분류를 함에 있어서 골키퍼 동작과 그 외 일반 선수들의 동작으로 구분하고, 일반 선수의 동작을 다시 걷기, 달리기와 같은 이동 동작과 킥, 헤딩과 같은 축구 동작으로 분류하였다.

축구 선수의 움직임을 3 차원 컴퓨터 그래픽으로 자연스럽게 재연하기 위해서는 실제 축구 선수의 동작들을 적절히 활용하여야 한다. 이를 위하여 축구 선수의 동작은 광학식 장치를 이용하여 선수의 동작을 포착하였다. 동작에는 동작 포착 장치나 마커 위치에 따른 오류들이 포함되어 있다. 동작 궤적상의 미세 오류들을 수정 보완하고 단위 동작들을 보다 신속하고 자연스럽게 재연하기 위하여 데이터를 편집 가공하였다. 걷기, 달리기 등 반복해서 사용하는 동작들이 매끄럽게 반복될 수 있도록 수정하였다. 또한 단위 동작들 간의 연결 가능성을 고려하여 동작전이 그래프를 구성한 후, 연결 동작들에 대해서 부드럽게 다음 동작으로 전이될 수 있도록 단위 동작의 시작과 끝을 편집하였다. 이밖에도 오른발 슛 동작 데이터를 이용하여 왼발 슛 동작 데이터를 제작하는 등, 대칭 동작 제작 작업을 수행하였다.

4.3 이동 동작 생성

경기의 전반적인 상황을 묘사하기 위해서는 임의의 시점에서 임의의 선수가 특정위치에 정확히 배치되어 있어야 한다. 즉, 공을 드리블하는 공격수와 이에 대응하는 수비수들이 매 프레임별로 분석시스템에서 분석한 위치에 맞게 배치되고 움직여야 한다. 이를 구현하기 위해 실시간 이동 동작 생성기 모듈을 개발하였다. 이동 동작 생성기 모듈은 각 선수의 속도와 방향을 입력 받아, 주어진 입력에 따라 서기, 걷기, 서서히 달리기, 달리기 동작들을 적절히 배합하여 인간의 이동 동작을 실시간으로 생성하여 주는 작업을 수행한다[14].

이동 동작 생성기 모듈은 상황에 따라 두 가지의 용도로 사용될 수 있다 (그림 6 참조).

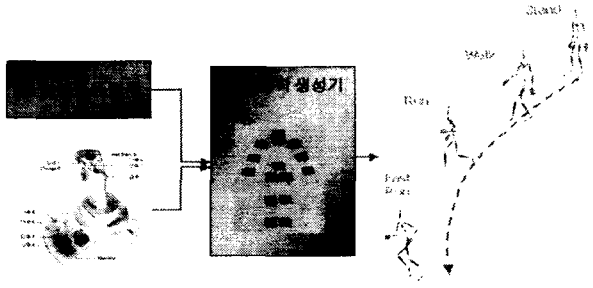


그림 6. 이동 동작 생성기 구조

첫째는 영상 분석부에서 분석한 선수들의 프레임별 위치를 입력 받아 그 상황에 맞는 동작, 즉, 걷기, 천천히 달리기, 달리기 등의 캐릭터의 동작 상태를 의미하는 각 관절값을 계산해 냄으로써 경기 상황 재연에 활용할 수 있다. 즉, 영상 분석의 결과를 입력 받으면 이동 동작 생성기 모듈에서는 각각의 선수에 대해 이동 궤적상에서의 시간별 이동 동작을 생성한다. 두 번째 용도로는 인터랙티브하게 반응하는 경우로서, 사용자가 캐릭터의 이동할 방향과 속도를 부여하면, 주어진 입력에 따라 이동 동작을 생성해 낸다. 키보드와 조이스틱과 같은 입력장치를 이용하여 캐릭터의 이동 방향과 속도를 임의로 조절할 수 있게 함으로써 이는 가상의 상황을 시뮬레이션할 때 유용하게 활용할 수 있다.

4.4 동작 트리거링

걷기, 달리기 등 일반적인 이동 동작으로 표현할 수 있는 선수들의 이동 궤적은 이동 동작 생성기 모듈을 이용하여 생성하였고, 킥, 헤딩 동작 등 이벤트 동작들은 FiLMBOX 트리거링(triggering) 기능을 이용하여 생성하였다[15,16]. 트리거링 기능이란 키보드, 조이스틱 등의 입력 장치에 단위 동작을 맵핑하여 사전에 설정한 키 입력이 들어오면 맵핑된 동작이 자동으로 연결되어 실행된다. 이런 기능을 이용하면 몇 번의 키 입력으로 원하는 동작 시퀀스를 손쉽게 생성할 수 있다.

트리거링 설정 작업시 중요한 점은 동작들간의 연결 가능성을 고려하여 제한된 입력키를 효율적으로 활용하는 것이다. 트리거링은 수비 동작, 공격 동작, 그리고 골키퍼 동작의 세 그룹의 동작들로 구분하여 동작 전이 그래프를 구성하고 이들을 각각 키보드에 적절히 맵핑함으로써 연결 동작들을 재연하였다.

4.5 가상 카메라 애니메이션

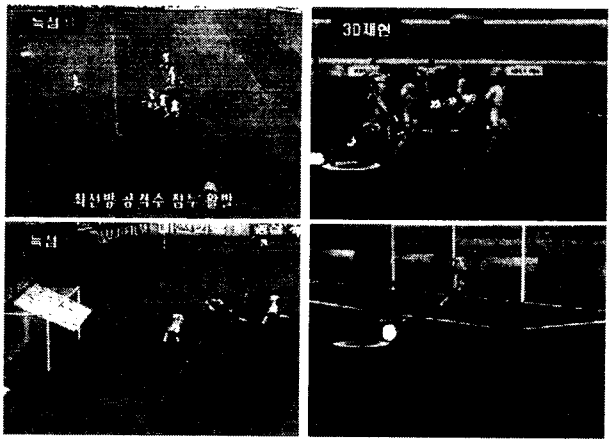
축구 경기의 중요장면을 3 차원으로 재구성하면 다양한 각도에서 경기를 새롭게 분석할 수 있다. 다양한 영상을 제공하기 위한 가상 카메라의 이동경로 제작은 주로 키프레임 애니메이션을 사용한다. 그러나 키프레임 애니메이션에 의한 카메라 이동은 키프레임 간의 시간과 거리에 따라 카메라 이동 속도가 다양하게 변하기 때문에 전체적으로 부드러운 카메라 애니메이션을 만들기 위해 많은 수정과 편집 작업이 필요하다. 따라서 그에 따른 작업 시간이 많이 걸렸다.

본 시스템에서는 이러한 작업시간을 줄이기 위해서 조이스틱을 이용한 실시간 카메라 애니메이션 방법을 개발하여 사용하였다. 가상 카메라와 조이스틱 장치와의 연동을 위해서 FiLMBOX SDK 를 이용한 플러그인 프로그램을 개발하였다. 사용자는 3 차원으로 재구성된 축구 경기의 중요장면의 재생과 동시에 카메라 영상을 보면서 다양한 위치로 가상 카메라를 쉽게 제어할 수 있다. 카메라 제어 기능으로는 상하 이동과 동시에 8 방향 수평 이동이 가능하며 줌 인/아웃 효과, 카메라 이동 속도 조절 그리고 FOV(Field Of View) 제어가 가능하다. 또한 조이스틱을 이용한 가상 카메라 이동 데이터를 저장하여 포스트 랜드링에 사용할 수 있도록 하였다. 또한 특정 시간에 중요한 카메라 샷 포인트를 저장하고 카메라 애니메이션 중에 자연스럽게 미리 설정한 카메라 샷 포인트로 이동하는 기능도 추가하였다.

5. 방송활용

VPlay 는 2002 년 한일 월드컵을 앞두고 중요 경기를 통해서 각 국의 전략을 분석하고 시청자에게 정보를 제공해 주는 VIVA 월드컵이라는 프로그램에서 처음으로 사용되었다. 중요 장면을 3 차원으로 재연하여 여러 각도에서 다양한 경기 장면을 제공하여 각 팀의 전술과 전략을 해설자가 쉽게 설명할 수 있도록 하였다. 그리고 부각 효과를 주어 중요 선수를 표시하였고 공에 파티클 효과를 넣어 공의 궤적이 전체적으로 자연스럽게 보이도록 하였다.

그림 7 은 VIVA 월드컵 방송 장면이다. 그림 (a)와 같은 골장면들에서 그림 (b)와 같은 다각도에서의 3 차원 재연 화면들을 보여주었다.



(a) (b)

그림 7. VIVA 월드컵 방송 장면

그림 8 은 월드컵 및 아시안 게임 축구 생방송 중계에 사용한 그림을 보여준다. 월드컵과 아시안 게임 기간 동안에는 생방송에 고정적으로 활용하였다. 이때는 빠른 작업 시간이 필요하기 때문에 재연에 필요한 캐릭터를 3~4 명 정도로 한정하였다. 그리고 포메이션 기능을 추가하여 선수들의 예상 배치를 다양한 애니메이션을 통해서 보여주었다.

6. 결론

VPlay 는 고정 각도로 촬영한 카메라 화면뿐만 아니라, 다양한 각도로 화면을 재구성한 3 차원 축구 영상을 제공함으로써 골인 당시 축구공의 흐름과 선수들의 움직임, 그리고 전체적인 전략까지 한눈에 분석할 수 있도록 도와준다.

적용 기술로는 영상처리 기술과 컴퓨터 그래픽 기술을 사용하였다. 카메라로부터 입력된 영상에서 축구 선수들만 추출하여 추적하고 카메라 움직임 모델과 함께 실제 운동장에서의 선수의 좌표를 구한다. 그리고 추적 데이터를 이용하여 기본적인 선수의 동작 정보를 얻는다. 3 차원 그래픽으로 재연하기 위한 컴퓨터 그래픽 기술은 이동동작 생성기를 통해서 기본적인 캐릭터의 움직임 동작을 자동생성하고 슈팅과 같은 다양한 동작들은 동작 데이터 베이스에 저장된 동작들을 조이스틱 트리거링 작업을 통해서 세부동작을 제작하였다. 그리고 조이스틱을 이용한 카메라 애니메이션에 다양한 기능을 제공하는 플러그인 프로그램을 개발함으로써 카메라 애니메이션 제작 시간 단축과 함께 보다 다양한 카메라 제어가 가능하도록 하였다.

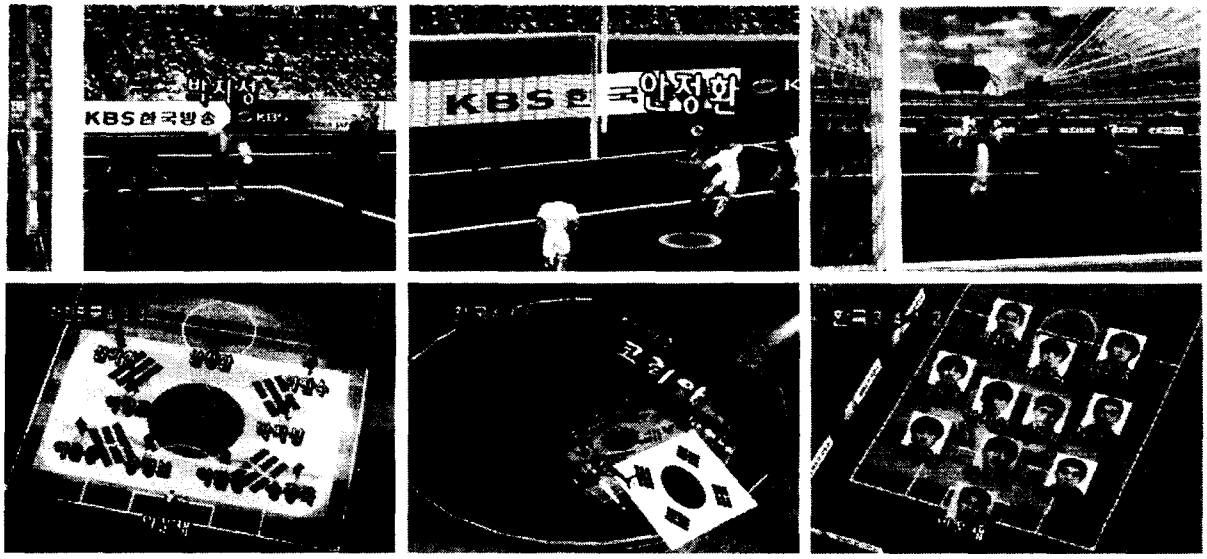


그림 8. 월드컵 및 아시안 게임 활용 예

현재 VPlay 는 축구경기 재연용으로 만들어져 월드컵 및 아시안 축구 게임 그리고 분석 프로그램에 사용되었다. 향후 다양한 종목에 적용할 예정이다.

참고 문헌

[1] Orad Hi-Tec Systems. Digital Replay, CyberSport. http://www.orad.co.il.

[2] SYMAH VISION Inc. Epsis GRAPHICS. http://www.epsis.com.

[3] K. matsui, M.Iwase, M.Agat, T.Tanaka, and N.Ohnishi, Soccer Image Sequence Computed by a Virtual Camera. In Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recongnition, pages 860-865, 1998.

[4] T.Taki, J.-I. Hasegawa, and T.Fukumura. Development of Motion Analysis System for Quantitative Evaluation of Teamwork in Soccer Games, *In Proc. IEEE International Conference on Image Processing*, volume III, pages 815-881, 1996.

[5] T.Bebie, H.Bieri. A Video-Based 3D-Reconstruction of Soccer Games. *EUROGRAPHICS 2000*, http://www.iam.unibe.ch/~bebie

[6] Orad Hi-Tec Systems. Virtual Replay http://www.orad.co.il.

[7] 김진우, 이제호, 김회정. "방송프로그램 제작에서의 초상권 보호를 위한 적응적 얼굴 추적 및 마스크 적용", HCI 학술대회, pp567~572, 2001.

[8] 남시욱, 이종현, 이재철, 김재희, "축구 영상 시퀀스로부터 물체 이동거리와 속도 추정", 대한 전자공학회 논문지 제 38 권 CI 편 제 2 호, 2001 년 3 월, pp.59-66.

[9] A. Bruderlin and T.Calvert, Goal-directed dynamic animation of human walking, Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 89), pp 233-242, 1989.

[10] A. Bruderlin and T. Calvert, Interactive animation of personalized human locomotion, In Proceeding of Graphics Interface 93, pp 17-23, 1993.

[11] J.Hodgins, W. Wooten, D. Brogan, and J. O'Brien, Animating human athletics, Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 95), pp 71-78, 1995.

[12] H. Ko and N. I. Badler, animating human locomotion with inverse dynamics. IEEE Computer Graphics and Applications, 16(2):50-59, 1996.

[13] J. Laszlo, M. van de Panne, and E. Fiume, Limit cycle control and int application to the animation of balancing and walking, Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 96), pp 155-162, 1996.

[14] S. Park, H. Shin, S. Shin, On-line locomotion generation based on motion blending, ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation. 2002.

[15] http://www.kaydara.com/

[16] FiLMBOX Reference Guide