

# 스포츠 방송에서의 몰입감 증대를 위한 진동촉감 제시 시스템

이범찬, 이준훈, 서창훈, 차종은, 류제하  
광주과학기술원 인간-기계-컴퓨터 인터페이스 연구실  
{bctee, junhun, search, gaecha, ryu}@gist.ac.kr

## Immersive Live Sports Experience with Vibrotactile Sensation

Beom-Chan Lee, Junhun Lee, Changhoon Seo,  
Jongen Cha and Jeha Ryu  
Human-Machine-Computer Interface Lab  
Department of Mechatronics,  
GwangJu Institute of Science and Technology

### 요약

본 논문은 스포츠 방송의 몰입감 증대를 위한 진동촉감 제시 시스템 및 장치를 제안하며, 촉감 정보를 효과적으로 전달하기 위한 촉감제시 방법론 및 제어 알고리즘을 제안한다. 최근 디지털 콘텐츠의 전달에 있어 오감을 통한 정보 전달의 관심이 증대됨에 따라, 대중을 대상으로 다양한 정보를 전달하는 디지털 매체에서의 시청각과 더불어 촉감 제시의 역할과 중요성이 증대되었다. 따라서 본 논문에서는 실시간으로 동적인 현장 상황을 실감 있게 전달하는 스포츠 방송에서의 햅틱 효과와 역할 그리고 가능한 시나리오를 정의하고, 진동촉감 제시 장비를 설계하여 촉감 정보 표현에 대한 기초 연구를 수행하였다. 또한 제안된 촉감을 이용한 스포츠 방송 시나리오 중 축구 방송을 기반으로 사용자 촉감 인지 실험을 수행하였으며, 실험 결과를 바탕으로 축구 방송 시스템을 구축하여 실감방송 전시회 시연을 통해 진동촉감 시스템 및 촉감 제시 방법론을 검증하였다. 촉감이 인간의 오감 중 시청각 다음으로 정보를 인지하는 중요한 감각 체계인 만큼 많은 양의 정보를 대중에게 전달하는 방송 시스템에서 시청각과 더불어 효과적인 정보 전달 체계로써 기여할 것이라고 여겨진다.

Keyword : Vibrotactile, Live Sports

## 1. 서론

최근 디지털 기술과 통신분야 등에서의 눈부신 과학기술발전으로 인해 높은 품질의 시청각 방송이 제공됨으로써 보다 사실적으로 디지털 미디어를 전달할 수 있게 되었다. 또한 방송과 통신이 융합된 신 개념의 이동 멀티미디어 방송서비스인 DMB (Digital Multimedia Broadcasting) 방송이 도래함에 따라 이동 중이나 고정된 장소에서 핸드폰, PDA, 차량용 등 개인형 단말기를 통해 고음질의 데이터 및 동영상 서비스를 제공할 수 있게 되었

다. 그러나 비약적인 방송 시스템의 발전에도 불구하고, 그 동안의 방송 시스템의 경우 시청각만을 통해 시청자에게 서비스를 제공하고 있다. 따라서 인간의 중요한 인지감각 중 하나인 촉감, 즉 햅틱(Haptic) 정보를 통해 보다 몰입감이 증대되는 방송서비스를 제시할 수 있을 것이라 생각된다.

햅틱(Haptic)이라는 단어의 어원은 ‘만지다’라는 의미의 그리스어 ‘Haptesthai’에서 유래되었으며, 햅틱 감각은 손을 사용하여 느끼는 모든 지각을 의미하는 용어로 정의되어 사용되었으나, 최근 인체의 모든 촉감 기관을 사용하여 느끼는 지각으로

의미가 넓혀지고 있다. 이러한 햅틱 정보는 물리적인 장치인 햅틱 인터페이스를 이용하여 시청각 정보와 더불어 다양한 환경을 더 자세히 인지하도록 도와주며, 사용자의 몰입감을 증대시켜 효과적으로 환경내의 정보를 인지할 수 있도록 도와준다. 햅틱 인터랙션은 1970년대 중반 가상현실의 개념이 탄생된 이후, 주로 가상현실의 응용분야로써 의료, 산업, 교육, 군사 등에 접목되어 사용되었으나, 최근 디지털 미디어 전달에서 오감 정보전달의 관심이 높아지며, 방송 시스템에서의 햅틱의 역할, 효과 및 가능성에 관한 연구가 이루어져왔다[1-5]. 방송 시스템에서 햅틱은 시청각과 함께 촉감 정보를 제시함으로써 시청자에게 직접 체험의 기회를 제공하고, 보다 능동적인 방송 참여 유도 및 몰입감이 증대된 시청을 가능하게 하였다. 그러나 기존 연구에서는 역동적으로 화면이 구성되는 스포츠 방송에서의 햅틱 효과 제시에 대한 방법론 및 장치에 대한 깊은 연구는 진행되지 않았다. 따라서 본 논문에서는 촉감으로 정보를 제공하는 진동촉감 제시 시스템(Vibrotactile Display System)을 개발하여 시청각 제시와 더불어 보다 몰입감이 증대되는 스포츠 방송을 제안하고자 한다.

일반적으로, 스포츠 방송의 가장 큰 특징은 화면의 구성이 실시간으로 변화하며 시청자에게 생동감 있고 역동적인 장면을 제시하는 것이다. 스포츠 방송 중 구기 종목들 예로 들면, 공이 선수들의 의도에 의해 방향이 실시간으로 바뀌며 3차원 운동을 한다. 따라서 2차원 영상을 제시하는 카메라의 경우 종종 효과적으로 공의 3차원 운동을 제공하지 못하는 경우가 있다. 비록 캐스터에 의해 공의 흐름이 중계되기는 하나, 이미 상황이 종료된 시점에서 전달되기 때문에 현장감이 다소 떨어질 수 있다. 따라서 어떤 물체의 움직임 정보 인식에 도움을 주는 촉감 제시[6-8]를 이용한다면 시각적으로 혼동되는 공의 움직임을 표현하여 스포츠 방송의 몰입감 증대 효과를 기대할 수 있다.

본 논문의 주된 목적은 진동촉감을 이용한 스포츠 방송에서의 가능한 촉감 제시 시나리오를 정의하고, 간략한 축구 방송 시스템을 구축하여 효과

적인 촉감 정보 전달을 위한 기초 연구인 사용자 실험 및 결과 분석을 통하여 축구 방송에서의 촉감제시 효과에 대해 고찰하는 것이다. 또한 스포츠 방송에서 보여지는 동적 요소를 촉감을 통해 표현하기 위한 방법론과 알고리즘을 개발하고, 편리하고 경제적이며 효율적 가치가 있는 촉감제시 장비 설계를 통해 많은 시청자들이 부담 없이 촉감 방송을 체험할 수 있도록 기여하는 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어있다. 2장에서는 스포츠 방송에서의 햅틱의 역할 및 시나리오를 정의 및 소개하며, 3장에서는 스포츠 방송 중 하나인 축구 중계를 기반으로 하여 실험을 위한 시스템의 구성도를 설명하였다. 축구 경기에서의 공의 흐름, 골인 이벤트 및 촉감 정보의 유용성에 대한 사용자 실험 및 결과를 4장에 설명하였으며, 제안된 시스템의 필요성 및 효용성을 검증하기 위하여 대중을 대상으로 한 시연을 5장에 기술하였다. 마지막으로 6장에는 결론 및 향후 연구계획을 기술하였다.

## 2. 스포츠 방송에서의 햅틱

스포츠를 즐기는 사람에게 있어서 TV의 역할은 매우 크다고 할 수 있다. 세계 어디에서 벌어지는 스포츠 경기라도 시청자들이 관심을 가지는 경우 TV는 그곳을 찾아가며 우리는 실시간으로 선수들과 호흡을 함께 할 수 있으며 함성과 탄식을 울리곤 한다. 이런 TV에서 스포츠 방송의 가장 큰 특징은 화면 구성이 실시간이며 동적인 장면들이 연출되는 것이다. 따라서 여러 대의 방송용 카메라가 다양한 각도에서 장면을 촬영하고, 다양한 음향 정보를 통해 현장의 생동감을 전달하려 노력하고 있다. 이와 더불어 기존의 스포츠 방송 기술과 접목되어, 인간의 오감 중 하나인 촉감 정보를 전달한다면 시청자는 보다 몰입하여 스포츠 중계를 시청할 수 있을 것이다.

스포츠 방송에서 촉감을 통해 전달 될 수 있는 정보는 크게 힘, 방향 또는 위치 정보 제시로 구분할 수 있다. 힘 정보 제시 가능 시나리오를 예로 들면, 야구 경기의 경우 타자가 공을 받아 치

는 순간 배트에 전달되는 충격의 느낌으로 홈런임을 감각적으로 알 수 있다고 한다. 이런 상황에서는 공이 배트에 맞은 위치 및 충격량을 센서로 측정하여 물리적인 양으로 변환시킬 수 있을 것이다. 비슷한 경우로, 테니스 및 배구 경기와 같은 경우에도 공이 선수의 손 또는 라켓에 맞았을 때의 충격의 양을 정량화하여 제시함으로써 선수가 받는 느낌과 비슷한 수준의 느낌을 제시할 수 있을 것이다. 또한 권투와 같은 격투기 경기에서도 펀치의 강도를 측정하여 시청자에게 전달함으로써 시청자는 어떤 선수의 펀치의 강도가 더 강하게 느껴지는지를 직접 느낌으로 전달 받을 수 있을 것이다. 이러한 힘 정보의 촉감 제시는 시청각으로 반영될 수 없기 때문에 햅틱의 특성을 효과적으로 전달할 수 있게 된다.

방향 또는 위치 정보의 촉감 제시는 구기 종목을 예로 들 수 있는데, 구기 종목에 대한 스포츠 중계는 3 차원 운동을 하는 공의 움직임을 효과적으로 방송하기 위해 카메라의 위치 및 각도가 중요하게 작용된다. 그러나 카메라는 2 차원 영상을 제시하기 때문에 시청자들이 카메라 각도에 따라 공의 움직임에 대해 혼란을 갖는 경우가 종종 있다. 이러한 경우에 시청자에게 공의 움직임을 효과적으로 제시할 수 있다면 실감나는 방송에 좀더 몰입할 수 있을 것이다. 또한 많은 대중들의 디지털 매체에 대한 관심이 높아지면서 수동적이었던 TV 방송이 시청자의 욕구를 충족시켜주기 위해 상호작용이 가능한 형태로 발전해가고 있다. 따라서 시청자가 좋아하는 선수에 대한 움직임을 서비스 받고 싶어 한다면 움직임을 촉각 정보를 통해 서비스 할 수 있다.

그러므로 스포츠 경기의 역동적 특성이 시청각 제시와 더불어 촉감 정보로 표현을 한다면, 시청자는 다양한 감각기관을 통하여 실감나는 방송을 경험할 수 있을 것이다.

### 3. 시스템 구성도 및 제어 알고리즘

#### 3-1. 전체 시스템 구성

일반적인 축구 중계 시스템에 촉감 정보를 추가하여 정보를 전달하는 방송 시스템은 그림 1 과 같이 구성될 수 있다. 축구 경기 내의 공의 움직임을 편집 단에서 시청각 데이터에 추가한 뒤 압축을 하여 클라이언트에게 네트워크를 이용하여 전송하면 클라이언트에서는 시청각 정보는 TV 에 제시하고 촉감 정보는 추가의 말단 장비인 촉감 장치를 이용하여 제시하게 된다. 본 논문은 촉감 장치를 이용한 스포츠 중계에 대한 연구를 목표로 하고 있기 때문에 클라이언트 부분을 구현하여 기초 연구를 수행하였다.

촉감 정보의 제시를 위한 촉감 단말장치는 크게 촉감제시 장치 및 컨트롤러로 구성되었다. 촉감제시 장치를 작고, 가볍고, 경제적이며, 효율적인 전원 공급을 고려하여 제작하기 위하여, 코인 타입의 진동 모터를 7×10 로 배열하여 구성하였다. 컨트롤 하드웨어는 마이크로 컨트롤러를 이용하여 진동 모터를 제어하고 촉감데이터를 수신할 수 있도록 설계되었다. 앞서 언급했듯이 구현된 시스템은 클라이언트 중심으로 구성 되었기 때문에 PC 가 TV 역할을 하였고, PC 와 컨트롤러와의 촉감 데이터는 Bluetooth 통신으로 전송된다.

이렇게 구성된 시스템을 사용하여 축구공의 위

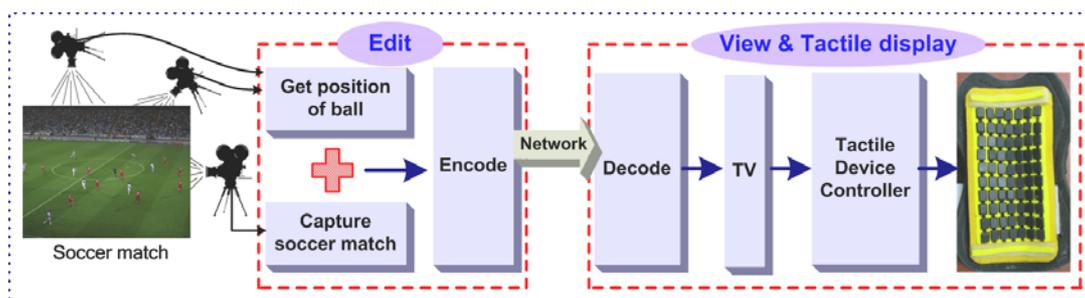


그림 1. 축구 중계에서의 방송 시스템 개념 구성도.

치를 촉감 단말장치로 표현할때, 그 장치가 표현할 수 있는 해상도와 장치의 크기가 한정적이기 때문에 실제 축구 경기장과 단말장치와의 매핑이 중요하다. 매핑 영역을 결정하기 위하여, 축구를 좋아하고 즐겨보는 20 대 남성 20 명을 조사한 결과 축구 경기에서 주된 관심사는 골인 이벤트이고, 주로 혼란을 일으키는 공의 움직임이 나타나는 곳은 페널티 에어리어로 조사되었다. 따라서 축구 골대 앞의 영역을 매핑 영역으로 결정하였고, 결정된 영역은 너비 7.3m, 길이 16.5m 로 결정하여 촉감 단말장치의 너비 7cm, 길이 15cm 에 매핑 되었다. 따라서 각 진동 모터는 너비 1.05m, 길이 1.65m 를 표현하게 된다. 그림 2 는 매핑 방법을 나타낸다.

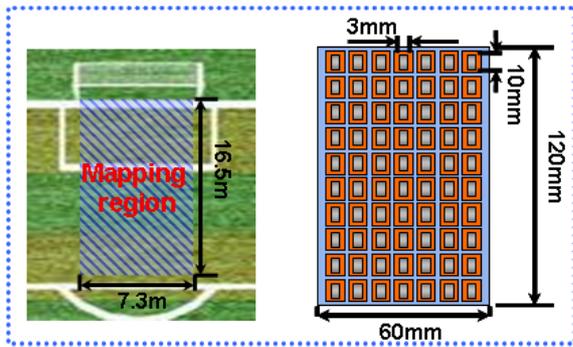


그림 2. 매핑 방법.

### 3-2. 촉감제시 장치의 제어 알고리즘

7×10 진동 모터를 제어하기 위하여 하드웨어는 ATmega128 마이크로 컨트롤러[9] 두 개를 이용하였고, 촉감 정보 통신을 위해 Bluetooth 모듈이 사용되었다. 진동모터는 마이크로 컨트롤러에서 발생하는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호에 의해 제어된다. 일반적으로 촉감 정보를 인지하는 인간의 감각 수용기는 320Hz 정도의 주파수 영역에서 민감하기 때문에[10], 진동 모터를 제어하기 위한 기본 주파수는 320Hz 로 결정되었다. 선택된 마이크로 프로세서는 16 비트 타이머/카운터를 지원하고 시스템 주파수가 최대 16MHz 를 지원하기 때문에 높은 주파수의 정확한 PWM 신호를 출력할 수 있다. 진동 모터의 제어 주파수는 식 (1)으로 정의 된다.

$$f_{control} = \frac{f_{system}}{2 \times N \times Count} \quad (1)$$

여기서  $N$  은 사용된 마이크로 프로세서의 프리스케일러의 분주비(1,8,64,256 또는 1024)를 나타내며,  $Count$  는 인터럽트가 발생하는 Overflow 까지의 카운트 수를 의미한다. 또한 시스템 주파수 ( $f_{system}$ )는 마이크로 프로세서의 최대 시스템 주파수인 16MHz 를 나타낸다 [11].

촉감 단말장치가 표현할 수 있는 해상도가 한정적이고 진동 모터 배열이 Discrete 하다는 단점을 해결하기 위해 추적 모드가 고안되었으며, 좀 더 보안하기 위해 Anti-aliasing 제어 알고리즘이 도입되었다. 첫 번째로, 축구 공의 흐름을 부드럽게 표현하기 위한 추적 알고리즘은 축구 공이 지나가는 궤적의 자취를 남기는 것으로써 공이 지나간 후에도 짧은 시간 동안 진동을 유지시켜주는 것이다. 즉 현재 시점의 위치에 해당하는 진동 모터가 동작될 때 이전 시점에 해당하는 진동 모터가 함께 짧은 시간 동안 동작되는 것이다. Anti-aliasing 알고리즘의 경우 촉감이 제시될 때 Discrete 한 배열의 특성 때문에 발생하는 Discrete 한 촉감 느낌을 부드럽게 만들어 주기 위한 것으로써 축구 공의 흐름이 진동 모터의 배열을 지나갈 때의 궤적을 부드럽게 표현하기 위하여 궤적 내에 있는 진동 모터를 궤적으로부터 진동 영역의 중심 거리에 비례하는 강도로 진동을 제어를 하는 것이다. 또한 진동의 퍼짐을 막기 위해 코인 타입의 진동 모터를 세워서 배열하였으며, 모터 간 일정한 간격을 유지시키기 위해 진동 모터 위에 가로 5mm, 세로 10mm 의 상판을 얻었다. 그림 3 은 진동 모터의 제어 방법을 나타낸다.

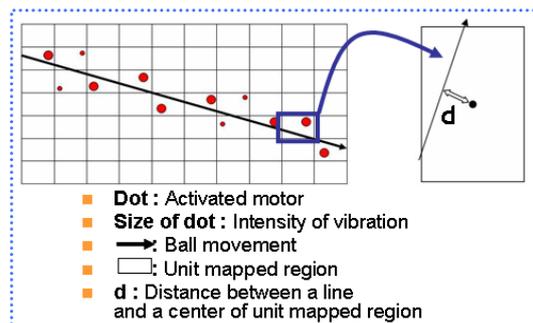


그림 3. 진동 모터의 제어.

서로 다른 진동의 세기를 실시간으로 표현하기 위해 Duty ratio 변경을 통하여 그 세기를 조절하였다. 사용된 마이크로 컨트롤러는 카운트 레지스터 값을 조절하여 Duty ratio 를 조절 할 수 있는데, 레지스터 값을 조절하기 위하여 식 (2)을 도출 하였다.

$$V_{Register} = 2^{16} - \left( \frac{f_{system}}{f_{control}} \times \frac{Duty}{100} \right) \quad (2)$$

진동의 세기는 식 (2)을 통해 Duty ratio 에 해당 되는 카운터 레지스터 값( $V_{Register}$ )이 결정되어 실시간으로 변하게 된다. Duty ratio 는 0~100%로 10%단위로 증가하며, 이 값은 각 진동자의 매핑 영역의 중심으로부터 공의 흐름선과의 거리를 Normalize 된 값 즉 0 부터 1 에 비례하여 변동된다.

#### 4. 실험 및 결과

##### 4-1. 실험 범위 및 환경

촉각 재현 알고리즘 및 장치의 실험 환경을 구축하기 위한 시스템은 가상환경으로 구축 하였다. 그림 4 는 실험을 위한 시스템 구성을 나타낸다. 실험을 위해 구축한 가상환경은 피험자에게 보다 실제적인 환경을 제시하기 위하여 3 차원 모델링을 통해 이루어졌다. 가상 환경에서 제시되는 축구 공의 움직임 데이터는 압축되어 Bluetooth 통신으로 촉감 단말장치로 전송된다. 촉감 단말장치는 압축되어있는 촉감 정보를 다시 Decoding 한 후 진동 모터를 제어하게 된다.

앞에서 언급하였듯이, 축구 방송에서의 시청자의 중요 관심은 축구 공의 흐름 및 골인 상황이다. 따라서 실험은 경로 및 골인 인지로 나누어 진행되었다. 경로 실험의 목적은 공의 운동이 혼동되

는 카메라 각도를 설정한 후 시각 정보만 제시 하였을 때와 시/촉각 정보를 제시하였을 때 피험자가 공의 경로를 얼마나 인지하느냐에 초점이 맞춰졌으며, 골인 인지 상황에서는 역시 혼동되는 카메라 환경 내에서 골문 안 또는 주변으로 운동하는 공의 흐름을 얼마나 인지하느냐에 초점을 맞춰 실험하였다. 각 실험은 추적(Tracing) 모드와 비-추적(Non-tracing) 모드로 나누어져 진행되었으며 기초 실험을 위해 10 명의 피험자를 대상으로 실험하였다.

##### 4-2. 경로 인지 실험 및 결과

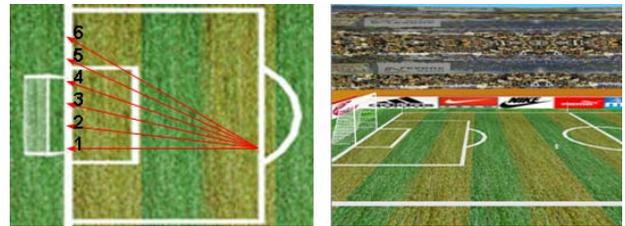


그림 5. 경로 인지 실험 환경.

경로 인지 실험을 위해 각 피험자는 그림 5(a)의 6 개의 진행 방향 경로에 대해 각 3 번씩 학습을 거친 후, 그림 5(b)의 화면을 보면서 어떤 경로를 인지를 선택하는 실험을 진행하였다. 5(a)는 지정된 경로들을 나타낸다.

진동 모터 배열의 공간적 제약 특성 때문에 제시 될 수 있는 패턴 사이의 각도인 5 도 각도로 경로가 정의 되었다. 실험은 피험자가 5(b) 화면을 보고 있는 상태에서 한 경로에 대해 5 번씩 임의로 제시하여 답을 얻었으며, 단지 시각 정보 제시, 추적 및 비-추적 모드에 대해 수행되었다. 표 1 은 실험 결과 분석이다.

실험 결과로부터, 시/촉각 정보를 동시에 제시

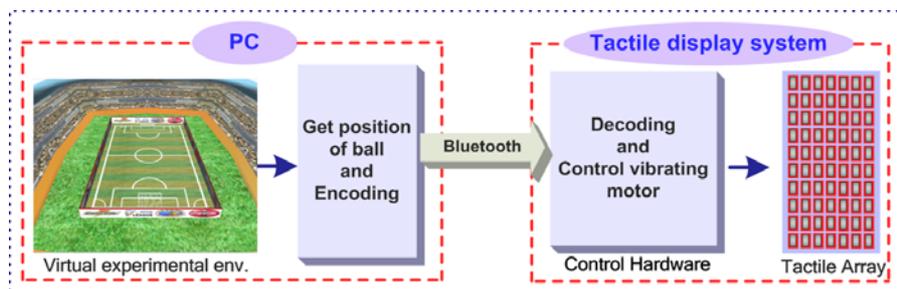


그림 4. 실험 환경 및 시스템

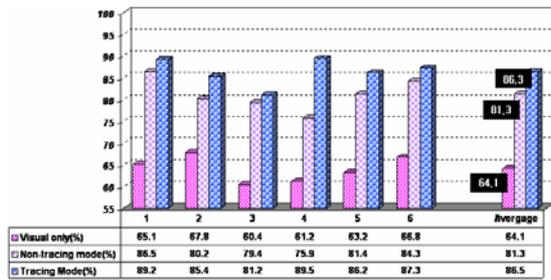
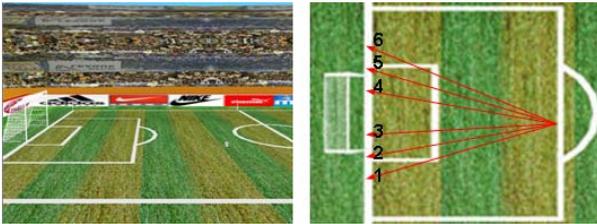


표 1. 경로 인지 실험 결과.

받으면서 공의 경로를 판단하는 것이 시각 효과만으로 경로 판단을 하는 것보다 공의 경로 인식이 높게 나타남을 알 수 있다. 표에 도시되지는 않았지만 근접한 두 경로에 대해 정확히 파악하지 못하는 경우는 패턴 2와 3, 3과 4의 구별이 피험자에게 어려웠던 것으로 분석되었고 비슷한 경로를 갖는 패턴에 대한 인식률은 약 64.2%와 68.6%로 나타났다.

### 4-3. 골인 인지 실험 및 결과



(a) (b)  
그림 6. 골인 인지 실험 환경.

골인 인지 실험을 위해 각 피험자는 그림 6(a)의 화면만을 보면서 그림 6(b)의 6개의 다른 공의 경로를 갖는 경우에 대해 공이 골문 안으로 또는 밖으로 흐르는지에 대한 판단 실험을 수행하였다.

골인 인지 실험은 피험자를 대상으로 각 6개의 경로에 대해 5번씩 임의로 제시하여 답을 얻었으며, 단지 시각 정보만으로 골인 판단으로 해야 하는 경우와 시/촉각 정보를 동시에 제시 받으면서 골인 판단의 경우로 나누어져서 실행되었다. 표 2는 실험 결과 분석을 나타낸다.

골 포스트에 근접하여 진행하는 총 6개의 경로에 대한 골인 인지를 살펴보면, 시각 정보만 제시되었을 경우에 약 60%의 피험자가 올바른 골인 인지를 하였으나 시/촉각 정보가 동시에 제시된 실험에서는 약 80%의 피험자가 올바른 골인 인지를 하였음을 알 수 있다. 또한 각 경로에 대한 골

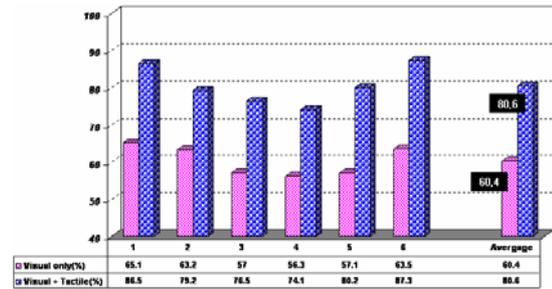


표 2. 골인 인지 실험 결과.

인 인식률을 살펴보면 시/촉각 정보가 동시에 제공되는 상황에서 약 20%의 정확도를 가지며 보다 효과적으로 골인 판단을 하였다고 결론지을 수 있다.

기초적인 두 가지 실험을 통해 시각적으로 혼란을 주는 장면을 촉각 정보와 함께 제시 하였을 때 평균적으로 20% 정도의 인식률 상승의 결과를 도출하였으나, 촉각 정보의 인식률이 약 83%로 완벽한 수준의 결과를 보여주지 못하였다. 이러한 이유는 피험자들이 촉각 정보에 대해 처음 경험하고, 학습의 횟수가 3번만 제공되었기 때문에 비슷한 방향의 촉감을 구분하기 어려웠다고 분석된다. 실제로 피험자들이 실험이 종료된 후에 호기심으로 여러 번 체험을 하였는데, 촉각 체험의 횟수가 늘어나면 날수록 촉각 흐름에 익숙해져 보다 정확한 방향 인지 판단을 하는 것을 알 수 있었다. 즉, 촉각 정보 제시가 시청각 인터페이스 보다 익숙하지 않기 때문에 학습과 경험이 반복 된다면 보다 높은 인식률을 기대할 수 있을 것이라 예상된다.

### 5. 구현 및 시연

촉각 정보 전달의 기초 실험을 토대로 많은 대중을 대상으로 축구 중계에서의 촉각 정보 전달의 효율성에 대한 조사를 하기 위하여, 2005년 6월 서울 COEX에서 개최된 실감 방송 전시회에 출품하여 전시 및 설문 조사를 실시 하였다. 보다 효과적인 시청각 정보 전달을 위해, 미리 획득된 축구 영상에 축구 공의 위치 정보를 편집하여 시스템을 구축하였다. 그림 7은 시연된 촉각 축구 방송 시스템을 나타낸다.

설문 조사는 시연 시스템을 체험한 10대부터 50대까지 남녀 51명을 대상으로 진행되었으며,



그림 7. 촉감 축구 방송 시연.

설문의 초점은 촉감으로 제시되는 공의 방향을 얼마나 인식했는지, 촉감의 느낌이 어떠했는지 그리고 촉감제시 장비의 몰입감 증대 효과 정도에 맞춰 시행되었다.

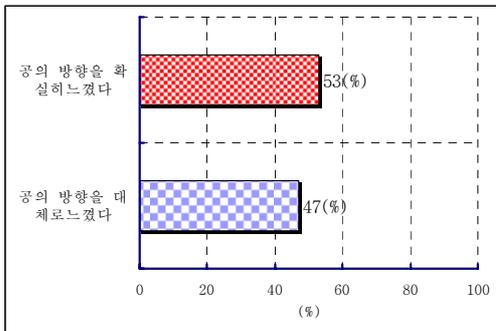


표 3. 방향 인지 설문 결과.

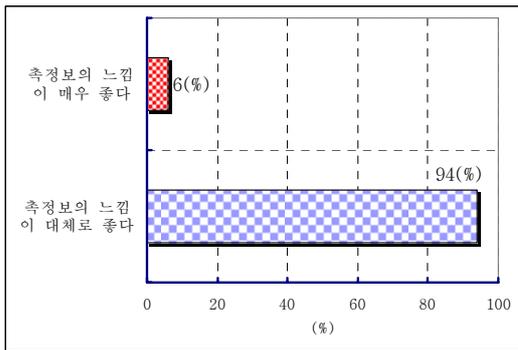


표 4. 촉감 느낌도 설문 결과.

표 3에 나타난 결과에 의하면, 참가자 전원이 모두 촉감제시 장치로 전달되는 축구 공의 방향을 인식하였고, 참가자의 53%는 모든 방향을 인식하였다. 촉감의 느낌도 정도는 표 4에 나타난 것으로 대부분이 대체로 좋다고 하였으며, 느낌이 전혀 안 좋다는 답변은 없었다. 촉감제시 장치가 축구 방송에서 얼마만큼의 몰입감 증대의 역할을 하

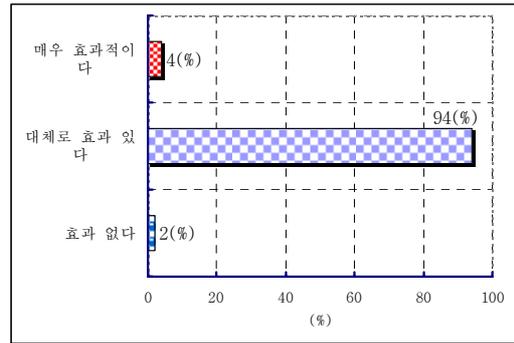


표 5. 몰입증대 효과 설문 결과.

는지에 대한 조사 결과는 표 5에 나타난 것과 같이 94% 이상이 효과 있다는 답변을 했지만, 참가자의 2%는 전혀 효과가 없다고 답변을 했다.

전시회의 특성상 다양한 질문 구성 및 구체적인 답변 요구가 어려웠던 것을 감안하면 대다수의 사람들이 진동촉감 제시 장비에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 할 수 있다.

## 6. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 스포츠 방송, 특히 축구 방송에서 촉감 제시를 위한 장치, 촉감 제시 방법론 및 알고리즘과 개념적 시스템을 제시하였다. 축구 방송에서의 촉감 제시에 관한 기초 연구 결과를 토대로 시청각과 더불어 촉감은 인간이 정보를 받아들이는 중요한 감각임을 발견함과 동시에 방송 시스템에 적용되어 효과적으로 사용될 수 있는 가능성을 보였다. 또한 다양한 연령층이 관람하고 체험하였던 실감 방송 전시회를 통하여 대중의 관심 및 호응도 그리고 효용성을 입증하는 결과를 도출하였다. 따라서, 축구 방송뿐 아니라 다양한 스포츠 방송에 적용할 수 있는 가능성을 확인하였고, 다양한 방송 콘텐츠에서 제 3의 정보 전달 체계로 효율적으로 사용될 수 있을 것이라는 전망을 제시하였다. 따라서 본 연구를 토대로 다양한 방송에서의 촉감 정보 제시를 통해 시청자가 보다 능동적이고 몰입감 있는 방송 시청이 가능할 것이라 생각된다.

게임산업의 발전으로 수 많은 게임들이 쏟아져 나오고 있다. 이들 중 스포츠 게임, 특히 축구 계

임에서는 실제 축구에서보다 훨씬 적은 노력으로 공의 위치를 알아낼 수 있기 때문에 본 논문에서 제안하는 장치를 적용하기 쉬울 것으로 판단되며 향후 연구에서는 축구 게임에 적용해볼 계획에 있다. 나아가 현재 제안된 시스템은 현재 시행되고 있는 방송 시스템에 직접 적용되지 않았기 때문에, MPEG 4 시스템 등을 이용한 실제 방송 시스템에 적용하는 연구가 진행 될 것이다. 또한 3 차원 촉감 정보 획득을 위해 영상처리에 의한 공의 위치 정보 획득 또는 물리적인 센서를 이용한 위치 추적 연구가 진행될 것이다.

촉감 정보 체험의 극대화의 관점에서, 정교하고 분석적인 실험을 통하여 보다 정교한 장치 설계 연구와 더불어 3 차원 촉감 정보 전달에 대한 연구가 진행 될 것이며, 앞서 제시한 스포츠 방송에서의 가능한 햅틱 시나리오에 대한 구현 및 실험에 대한 연구가 진행 될 것이다. 이러한 향후 연구 과제는 시청각과 더불어 보다 실제감 있고 시청자 능동적인 스포츠 방송 중계 시대를 앞당길 것으로 예상된다.

## 감사의 글

본 연구는 정보통신부 선도기반기술개발사업(차세대 PC 기술개발) 및 광주과학기술원 실감방송연구센터(RBRC)의 지원에 의해 수행되었음.

## 참고문헌

- [1] S. O'Modhrain and I. Oakley, "TouchTV: Adding Feeling to Broadcast media", Proc. the 1st European Conf. Interactive Television: from Viewer to Actors, pp.41-47, 2003.
- [2] Jongeun Cha, Jeha Ryu, Seungjun Kim, Seongeun Eom, and Byungha Ahn, "Haptic Interaction in Realistic Multimedia Broadcasting," Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Proc. of 5th Pacific-Rim Conf. Multimedia, Part III, LNCS 3333, pp. 482-490, 2004.
- [3] Jongeun Cha, Seung-Man Kim, Sung-Yeol Kim, Sehwon Kim, Seung-Uk Yoon, Ian Oakley, Jeha Ryu, Kwan H. Lee, Woontack Woo, and Yo-Sung Ho, "Client System for Realistic Broadcasting : A First Prototype", Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Proc. of 6th Pacific-Rim Conf. Multimedia, (PCM 2005), Part II, LNCS 3768, pp. 176-186, 2005.
- [4] Jongeun Cha, Beom-Chan Lee, Seungjun Kim, and Jeha Ryu, "Smooth Haptic Interaction in Broadcasted Augmented Reality", (LNCS), Tenth IFIP TC13 Int. Conf. on Human-Computer Interaction (INTERACT 2005), LNCS 3585, pp. 1046-1049, 2005.
- [5] Seungjun Kim, Jongeun Cha, Jongphil Kim, Jeha Ryu, Seongeun Eom, N. P. Mahalik and Byungha Ahn, "A Novel Test-bed for Immersive and Interactive Broadcasting Production using Augmented Reality and Haptics," IEICE Trans. On Inf & Syst., Special section on Artificial Reality and Telexistence, vol.E89-D, no.1, pp445-449, 2006.
- [6] H.Z. Tan and A. Pentland, "Tactual Display for Wearable Computing", Int. Sympo, Wearable Computers, pp.84-89, 1997.
- [7] Y. Yanagida, M. Kakiya, R.W. Lindeman, Y. Kume, and N. Tetsutani, "Vibrotactile Letter Reading using a Low-Resolution Tactor Array", Proc. of the 12th Symp. on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, pp.400-406, 2004.
- [8] U. Yang, Y. Jang, and G.J. Kim, "Designing a Vibrotactile Wear for "Colse Range" Interaction for VR-based Motion Training", Proc. 12th International Conference on Artificial Reality and Telexistence(ICAT2002), pp.4-9, 2002.
- [9] ATmega128, <http://www.atmel.com>
- [10] D.A., Howe R.D, "Tactile Display of Contact Shape in Dexterous Telemanipulation.", DSC-Vol. 49, Advances in Robotics, Mechatronics and Haptic Interfaces. ASME, 49:81-88, 1993.
- [11] Data sheet, <http://www.atmel.com/dyn/resource/prd-documents/2467S.pdf>