
실감형 콘텐츠를 위한 향상된 동작 인식 리모트 컨트롤러

Improved Motion-Recognizing Remote Controller for Realistic Contents

박건혁, Gunhyuk Park*, 김상기, Sangki Kim**, 임성훈, Sunghoon Yim*, 한갑중, Gabjong Han*,
최승문 Seungmoon Choi*, 최승진, Seungjin Choi**, 어홍준, Hongjun Eoh***,
조선영, Sunyoung Cho***

요약 본 연구에서는 실감형 콘텐츠를 위한 리모트 컨트롤러의 하드웨어 및 소프트웨어적 개선점을 살펴본다. 보이스코일 모터와 진동 모터를 모두 사용한 진동 촉각 제공 방법을 제시하며, 마커의 크기 및 카메라 파라미터 최적화를 통한 위치 추적 시스템의 성능 향상을 살펴보고 효율적인 세그멘테이션 및 비전 데이터 추가를 통한 동작 인식의 개선점을 살펴본다. 또한, 제시된 컨트롤러의 실감형 콘텐츠에 대한 적용 가능성을 살펴본다.

Abstract This paper describes the improvements made on hardware and software of the remote controller for realistic contents. The controller can provide vibrotactile feedback which uses both of a voice-coil actuator and a vibration motor. A vision tracking system for the 3D position of the controller is optimized with respect to the marker size and the camera parameters. We also present the improvements of motion recognition due to the effective motion segmentation and the fusion of vision and acceleration data. We apply the developed controller to realistic contents and validate its usability.

핵심어: *Remote Controller, Realistic Contents, Motion Recognition, Tactile Feedback, Vibration, Hidden-Markov Model, Vision Tracking*

본 논문은 2008 년 KT 의 KT VR Lab@POSTECH 공동연구 및 2008 년 한국과학재단의 No. R0A-2008-000-20087-0 연구비 지원에 의해서 연구되었음.

* 포항공과대학교 컴퓨터공학과 햅틱스 및 가상현실 연구실

**포항공과대학교 컴퓨터공학과 기계학습 연구실

***KT 미래기술연구소 USN 연구담당

* 박건혁: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 통합과정 e-mail: maharaga@postech.ac.kr

**김상기: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 e-mail: ihistory@postech.ac.kr

* 임성훈: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 e-mail: algorab@postech.ac.kr

* 한갑중: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 통합과정 e-mail: hkj84@postech.ac.kr

* 최승문: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 교수 e-mail: choism@postech.ac.kr

** 최승진: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 교수 e-mail: seungjin@postech.ac.kr

*** 어홍준: KT 미래기술연구소 USN 연구담당 선임연구원 e-mail: hje@kt.com

*** 조선영: KT 미래기술연구소 USN 연구담당 책임연구원 e-mail: suny@kt.co.kr

1. 서론

최근 하드웨어의 발달로 인해 사용자에게 보다 더 실감적인 콘텐츠를 제공하고자 하는 연구가 다양하게 진행되고 있다. 이러한 콘텐츠를 제어하기 위한 컨트롤러로서 PDA 폰의 카메라를 이용한 비전 시스템이나 비전 마커를 이용한 검 형상의 컨트롤러와 같은 것들이 제시된 바 있다[1]. 이러한 컨트롤러들은 기존의 컨트롤러가 가지고 있던 제한된 자유도로 인한 문제점을 인식하고 사용자의 동작을 입력 정보로 사용하고 있다. 하지만 이와 같은 컨트롤러들은 특정 콘텐츠에만 사용 가능한 제한적인 성격이 짙었다.

한편, 리모트 컨트롤러에 진동감을 주려는 시도는 오래부터 있어 왔지만 대부분 진동모터를 진동자로 이용하였다. 진동 모터는 간단한 구조로 큰 진동을 낼 수 있고 가격이 싸다는 장점이 있지만 진동 크기와 진동 주기를 독립적으로 제어할 수 없다는 단점으로 인해 다양한 형태의 진동을 주지 못했다. 반면 보이스 코일 모터의 경우 슬레노이드의 원리를 이용하여 진동 주파수 및 진동의 크기를 비교적 자유롭게 조절할 수 있어 다양한 진동을 제공하기에 적합한 진동 모터이다.

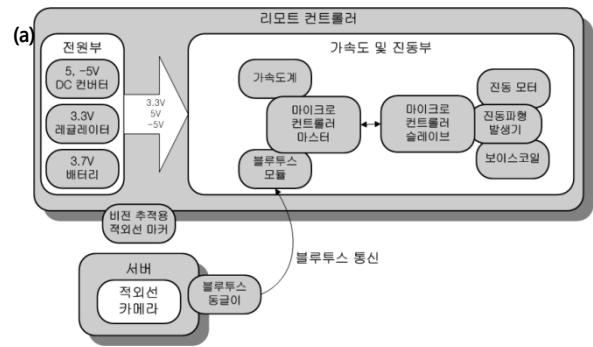
최근 닌텐도 사는 비전 및 가속도 추적을 이용한 범용 게임 컨트롤러를 선보였지만 컨트롤러의 6 자유도 위치추적은 불가능하다는 단점이 있었으며 여전히 진동 모터를 통한 진동감을 제공하고 있었다[2]. 본 연구팀은 실감형 콘텐츠 제어에 적합한 모바일 컨트롤러를 연구하고 있으며, 6 자유도의 위치 추적 기능과 보이스 코일 진동자를 이용한 다양한 진동감을 제공하는 컨트롤러를 제안한 바 있다[3]. 본 논문에서는 이전에 제안된 컨트롤러에 비해 변경되거나 향상된 진동 피드백 시스템과 비전 추적 시스템, 그리고 동작 인식 시스템에 대해 소개하고 테스트 어플리케이션을 통해 실감형 콘텐츠에의 응용 가능성을 제시한다.

2. 전체 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 리모트 컨트롤러시스템은 이전 연구[3]에서 제안된 체험형 리모트 컨트롤러를 바탕으로 보다 개선된 비전 기반의 위치 추적 기능, 동작인식 및 진동감을 제공한다. 따라서 본 논문에서는 기존 리모트 컨트롤러 시스템과 동일한 서버 - 리모트 컨트롤러의 구조를 사용한다.

2.1 리모트 컨트롤러

실감형 콘텐츠를 위한 리모트 컨트롤러는 그림 1(a)와 같은 하드웨어 구조를 가지며 실제 구현된 결과는 그림 1(b)와 같다. 리모트 컨트롤러는 기존 연구와 마찬가지로 크게 전원부와 가속도 및 진동부로 이루어져 있지만, 보다 풍부한 진동감 제공을 위해 듀얼 마이크로 컨트롤러(MCU) 시스템을 사용하였다. 듀얼 마이크로 컨트롤러



(b)



그림 1 리모트 컨트롤러의 하드웨어 구조(a)와 구현 결과물(b)

시스템은 크게 마이크로 컨트롤러 마스터와 마이크로 컨트롤러 슬레이브로 나뉘어진다. 마이크로 컨트롤러 마스터는 가속도계를 비롯한 컨트롤러 내의 모든 모듈들을 제어하며, 또한 마이크로 컨트롤러 슬레이브는 정현파, 톱니파, 선형파 및 자유 파형들을 디지털 값으로 생성하여, 진동파형 발생기를 통해 아날로그 값으로 변환하고 증폭시켜 보이스코일 진동자 및 진동 모터를 구동시킨다.

또한 리모트 컨트롤러 자체의 성능을 향상시키기 위해 이전 연구[3]에 비교하여 하드웨어적으로 몇 가지 변경 사항이 있었다. 먼저 MCU 의 경우 기존에 사용하던 ATMEGA48 에서 보다 확장된 기능을 지원하는 ATMEGA2560 으로 교체하였으며, 보다 개선된 진동감 제공을 위해 MCU 슬레이브에서 진동 파형을 생성하도록 했다. 또한 기존에 사용하던 Digital to Analog Converter (DAC)칩인 TLC7528LCN 에 OP-Amp 를 이용한 진동 파형 증폭 회로를 연결하여 보이스 코일 모터와 진동 모터를 동작시키기 위해 적합한 신호를 만들 수 있도록 했다.

2.2 서버

본 논문에서는 이전 연구[3]에서 실제 어플리케이션과 리모트 컨트롤러와의 데이터 취득부를 직접 연결시켰던 것과는 달리, 리모트 컨트롤러와의 통신으로 얻어내는 데이터를 취득하는 부분을 API 화 시켜 다른 프로그램에 연결시킬 수 있도록 했다(그림 2).

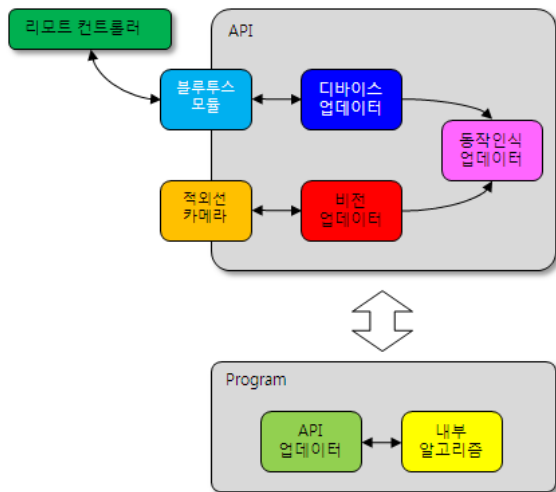


그림 2 서버 프로그램의 구성 및 API 구조

서버 측에서는 리모트 컨트롤러를 사용하기 위한 어플리케이션을 실행시키는 프로그램 부와 리모트 컨트롤러와 통신하며 데이터를 취득하고 디바이스에 명령을 내리는 API 부로 나뉘어져 있다. 먼저 API 부에서는 60Hz의 갱신율로 적외선 카메라를 통해 게임 컨트롤러의 적외선 마커를 감지하여 사용자 위치추적을 수행한다. 또한 블루투스 모듈을 통해 얻어낸 가속도 데이터를 60Hz의 갱신율로 디바이스 업데이트에 전달한다. 동작인식 업데이트는 위치추적에서 얻어낸 6 자유도의 위치 데이터 및 게임 컨트롤러로부터 블루투스 통신을 이용해서 받은 가속도 데이터를 이용하여 사용자 동작 인식을 수행한다. 그리고 프로그램 부는 어플리케이션에 따라 보이스 코일 모터와 일반 진동 모터를 선택하여 모터의 종류 및 어플리케이션의 흐름에 적절한 진동을 발생시키는 명령을 API 부에 전달하고, API 부는 이에 따라 블루투스를 통해 명령을 컨트롤러에 전달한다.

3. 하드웨어 및 진동 시스템

3.1 개요

기존의 하드웨어에서는 마이크로 컨트롤러 하나를 통해 진동파형 발생기를 비롯한 모든 모듈들을 제어했으며, 또한 보이스코일 모터를 이용하여 진동감을 제공했다[3]. 때문에 SPI 통신을 이용한 가속도 데이터 획득, 버튼 데이터 획득 및 블루투스 통신 데이터를 제어하면서 진동파형 발생기를 제어하기에는 마이크로 컨트롤러의 리소스가 부족했기 때문에 기존 하드웨어에서는 진동파형 발생기의 전압 분해능을 0 ~ 5V의 범위에서 0.05V로 제한시킬 수 밖에 없었다. 또한 마이크로 컨트롤러 자체의 메모리량이 많지 않아 정현파, 톱니파와 같은 단순한 진동 파형은 컨트롤러에 기록하여 진동을 만들어낼 수 있었으나, 진동의 패턴을 제공할 시에는 서버 측에서 조절해야만 했다. 또한 보이스 코일 모터를

동작시킬 수 있어 세밀한 진동의 제공이 가능했다. 본 논문에서는 마이크로 컨트롤러의 성능 및 진동 파형 생성 시스템을 향상시켜 전압 분해능 향상 및 진동 모터와 보이스코일 모터를 모두 사용하는 방식을 제시한다.

3.2 구현

본 논문에서 제안하는 컨트롤러는 기존 하드웨어에서의 진동파형 제어의 단점을 보완하기 위해 두 개의 마이크로 컨트롤러를 이용하여 전체 모듈을 조절하였다. 마이크로 컨트롤러 마스터는 진동생성 시스템을 제외한 전체 모듈을 제어하고 마이크로 컨트롤러 슬레이브는 마스터에게 받은 명령을 바탕으로 진동생성 시스템을 제어한다. 이러한 구조를 통해 정현파, 톱니파, DC 및 자유로운 파형 데이터와 이 파형들의 패턴 데이터를 컨트롤러 자체에 저장시키고 진동을 발생시킬 수 있게 되었으며, 듀얼 마이크로 컨트롤러로 인해 늘어난 리소스를 이용하여 진동의 분해능을 -5 ~ +5V 영역에서 0.039V로 확장시킬 수 있게 되었다. 또한 마이크로 컨트롤러 마스터에 의해 보이스 코일 모터와 진동 모터를 조절할 수 있게 되었다. 마이크로 컨트롤러 슬레이브에서 생성된 진동 파형은 진동생성 시스템을 통해 증폭되어 실제 진동 모터와 보이스 코일 모터를 동작시킨다. 실제 회로에서는 마이크로 컨트롤러 마스터가 아날로그 스위치를 제어하여 진동 모터나 보이스 코일 모터에 들어갈 신호를 선택하도록 했다.

3.3 결과 및 토론

보이스 코일 모터와 진동 모터의 테스트를 위해 보이스 코일 모터에는 250 Hz의 Sawtooth 신호를, 진동 모터에는 5V의 DC 신호를 주었다. 진동 모터의 경우 실제 파형을 제대로 내기까지 약 150 ms가 걸리는 반면 보이스코일 모터의 경우는 60ms면 제대로 된 파형을 만들어내는 것을 볼 수 있다(그림 3).

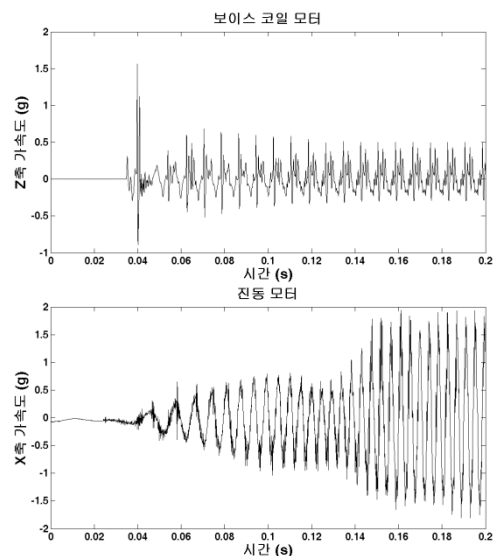


그림 3 보이스 코일 모터(위)와 진동 모터(아래)의 진동 파형

4. 3 차원 위치 추적

4.1 개요

기존의 비전 추적 시스템은 적외선 카메라와 적외선 마커를 사용하는 비전 추적 방법을 사용하여 컨트롤러의 절대 위치를 추적했다[3]. 이 절대위치 추적은 위치관계를 알고 있는 4 개의 적외선 마커들의 2 차원 위치만을 추적하여 마커 전체의 3 차원 위치와 방향을 실시간에 추적해내는 POSIT (Pose from Orthography and Scaling with Iterations) 알고리즘을 사용했다 [4]. 이를 통해, 반지름 45mm 크기의 마커를 이용하여 30 Hz 의 갱신율로 X, Y, Z, Yaw, Pitch, Roll 의 값을 획득할 수 있었고, 1 미터에서 2cm, 3 ~ 6° 정도의 추적 오차를 보였으며 5 미터 이상에서 오차가 급격히 증가했다.

본 논문에서의 비전 추적 시스템은 기존의 추적 시스템과 동일한 4 개의 적외선 마커와 POSIT 을 이용한 알고리즘을 그대로 이용했다. 이는 이러한 구조가 연산 부하가 많지 않고 카메라 하나로 추적이 가능하기 때문이었으며, 전체적인 성능의 향상은 하드웨어의 업그레이드 및 적외선 마커 추적 개선을 통해 이루어졌다.

4.2 구현

하드웨어의 경우 비전 추적 및 비전 기반 동작 인식에서 사용되기 위한 안정된 동작 프레임을 얻기 위해 60Hz 의 갱신율을 가지는 렌즈 교환식 카메라인 Point Grey Research 사의 FireflyMV 모델로 교체하였다. 또한, 비전 전문 카메라이기 때문에 다양한 파라미터를 조절 가능하다는 점과 근 적외선 영역에서의 CCD 반응성이 좋다는 점 때문에 선택되었다.

적외선 마커 추적은 기본적으로 이원 이미지화를 통해 이루어지는데, 적외선 카메라를 통해 들어오는 이미지에서 적외선 LED 의 경우 흰색, 그 외에는 검은색으로 인식이 된다. 이원 이미지화는 이를 적절한 Threshold 이상인 경우에는 1 로, 그 이하인 경우에는 0 으로 설정하는 형태로 이루어진다. 기존 시스템에서는 단순한 Threshold 의 값만을 조절하여 네 개의 LED 마커를 찾아내는 알고리즘을 사용하였지만, 본 논문에서는 카메라의 Gain 과 Shutter Speed 를 조절하여 보다 더 안정적으로 마커를 추적할 수 있도록 했다.

또한 마커의 인식에 있어서도 개선점을 추가했다. 기존의 방법은 이전 프레임과 현재 프레임의 마커 위치 사이의 시간적인 연관성만을 가지고 마커를 추적하게 되는데, 이 경우 마커가 완전히 사라졌다가 다른 위치에서 등장하게 되면 마커의 순서를 제대로 지정하지 못하여 잘못된 추적을 할 가능성이 크다. 이를 막기 위해 리모트 컨트롤러의 가속도계에서 얻어지는 기울기의 값을 마커의 위치 할당에 이용하여 대부분의 마커 위치 인식 문제를 해결할 수 있었다.

4.3 결과 및 토의

본 비전 추적 시스템에서 마커 사이즈에 따른 비전 추적 성능을 알아보기 위해 다양한 크기의 마커를 테스트하였다(그림 4).

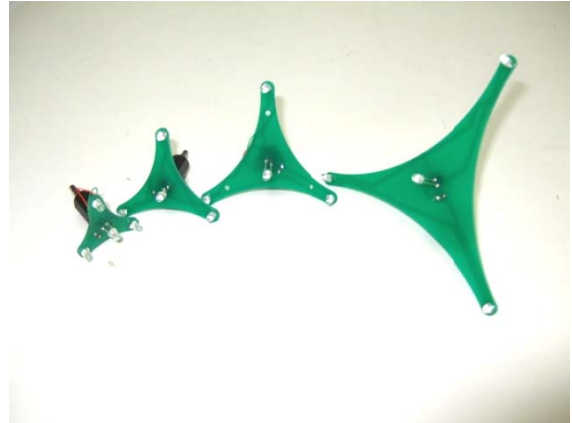


그림 4 테스트에 사용한 마커

각각의 마커는 정삼각형 형태의 평면으로 이루어진 형태로 만들었는데, 이는 POSIT 알고리즘의 성능을 극대화하기 위해서이다. 테스트는 IS900 모션 트래커와 현재의 비전 추적 시스템을 동시에 사용하여 추적하는 것으로 이루어졌으며, 카메라 앞 일직선 상으로 3.5 미터의 범위를 자유롭게 움직이면서 전후로 2 번 왕복 운동하며 측정하였으며, 안정된 30 초의 범위에 대해 에러와 추적 성공률을 측정했다(표 1).

표 1 마커의 크기와 성능

마커의 크기	X 축 에러	Y 축 에러	Z 축 에러	최대 추적 가능 거리
11.77 mm	15 mm	14 mm	59 mm	2.3 m
22.77 mm	17 mm	20 mm	126 mm	2.5 m
31.77 mm	51 mm	17 mm	294 mm	4 m
51.77 mm	27 mm	12 mm	230 mm	> 4 m

표에서 최대 추적 가능 거리란 일직선 상으로 마커를 움직였을 때, 최대한으로 추적 가능한 거리를 말한다. 마커의 크기가 작을수록 에러가 줄어드는 것은 마커의 크기가 작을 경우 제대로 추적되는 거리가 짧기 때문에 절대적인 수치가 줄어들기 때문이다. 또한 POSIT 알고리즘이 마커의 크기/거리 비율이 작을수록 정확도가 증가하고 수렴 시간이 짧아지는 특성을 갖고 있기 때문에 두 크기의 마커가 모두 추적 가능한 거리 안이라면 크기가 큰 마커가 에러가 증가하는 경향이 있다. 테스트 결과 31.77 mm 의 마커가 3~4 미터 정도의 범위에서 사용 가능한 최소한의 크기인 것으로 나타났다.

위와 같은 최적화 및 알고리즘 개선을 통해 60Hz 의 갱신율로 데이터를 갱신하며, 4m x 1.5m 범위의 3D 위치를 추적할 수 있었고, 8m 거리에서의 2D 위치

추적까지도 가능하게 되었다. 또한 반응 속도와 안전성을 3 가지 수준으로 조정 가능하게 되었다.

5. 위치추적과 가속도추적을 이용한 동작 인식

5.1 개요

기존의 동작 인식 방법은 은닉 마르코프 모델 (Hidden Markov Model)을 이용한 동작 모델을 적용하여 0 ~ 9 까지의 숫자, 3 차원 테트리스의 12 가지 동작 및 게임 어플리케이션에 적용되었던 10 가지 칼 및 총과 관련된

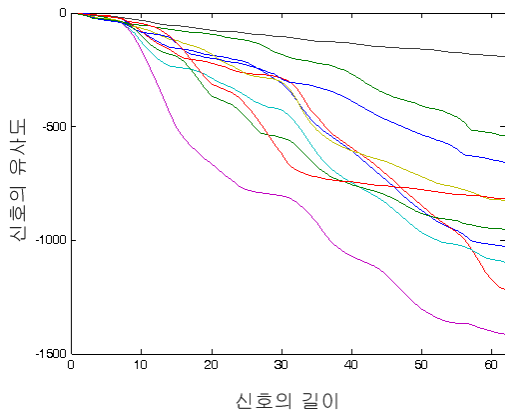


그림 5 동작인식 신호의 길이에 따른 유사도

동작을 인식할 수 있었다[3]. 하지만 동작 구간 추출을 완료한 뒤에 동작 인식을 수행하게 되므로 동작 자체의 시간이 오래 걸리는 경우 반응이 느리게 느껴지는 문제가 있었다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위해, 길이가 긴 동작의 경우 동작이 완료되기 이전에 인식이 이루어질 수 있도록 하였다. 또한 가속도 데이터에 비전 데이터를 추가하여 인식이 이루어지도록 하여 인식성능을 향상시킬 수 있었다.

5.2 동작 인식 속도 향상

기존의 동작인식 시스템의 경우 동작 자체가 긴 시간을 요구하는 경우에는 사용자에게 반응이 느리게 느껴지는 문제가 있었다. 이는 시스템의 구조상 인식하기 위한 동작이 완전히 끝난 이후에 동작인식이 이루어지게 되어 발생하는 문제이며, 이를 해결하기 위해서 길이가 긴 동작의 경우에는 동작이 끝나기 전에 인식이 이루어질 수 있도록 동작인식 시스템을 개선하였다.

이를 위해 총 10 가지, 칼로 베는 동작 모델에 대해 가속도 신호를 바탕으로 계산한 유사도를 분석하였다(그림 4). 수평축은 테스트하려는 가속도 신호에서 동작모델에 적용하기 위해 사용된 신호의 길이를 의미하며 수직축은 동작 모델끼리의 유사도를 가리키고 서로간의 차이가 클수록 서로 구분이 잘 되는 것을 말한다. 그림을 보면 총 62 길이의 동작을 구분하는데 있어서, 동작의 시작에는 서로간에 구분이 잘 되지 않으나 그 동작이 계속되어 20 정도의 길이가 되면

서로간의 구분이 가능한 것을 알 수 있다. 이 방법을 적용하기 위해서는 기존 연구[3]에서 적용하였던 단순 Threshold 를 계산하는 방법에서 개선된 방법을 써야 한다. 기존에는 일정 Threshold 이상의 길이를 가진 가속도 신호가 입력되었을 경우에는 이를 의미가 있는 블록으로 보고, 동작이 끝남과 동시에 이를 동작 인식에 사용하였다. 하지만 본 논문에서 제시한 보다 개선된 동작 인식 속도를 위해서는 의미 있는 동작으로 구분될 수 있을 최소 길이 이상의 신호가 입력되었을 때에 곧바로 동작 인식에 사용하여야 한다.

5.3 위치추적과 가속도추적을 통한 동작 인식

본 과제에서 사용하는 컨트롤러는 3 차원 절대위치 추적이 가능한 비전 시스템을 가지고 있다. 여기에서 나오는 위치 추적 정보를 가속도 정보를 이용한

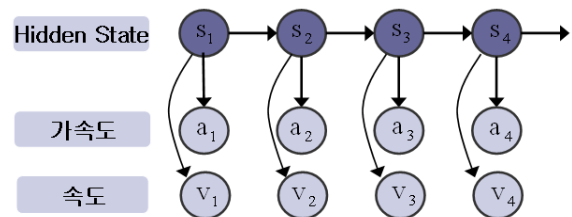


그림 6 융합형 동작인식 HMM

동작인식에 추가적으로 적용할 경우 인식 성능 향상을 기대할 수 있으며, 또한 인식 성능이 향상되는 것을 확인하였다.

이러한 위치 추적 데이터와 가속도 데이터를 융합한 동작 인식에서는 두 가지 방법을 적용하여 동작 인식을 수행할 수 있다. 이는 3 차원의 가속도 데이터에 2 차원의 위치 추적 정보를 추가하여 총 5 차원의 데이터를 동작 모델 학습에 이용하는 것인데, 이 때 사용하는 위치 추적 정보를 절대 위치로 사용할 것인가, 혹은 속도를 기반으로 사용할 것인가에 따라 달라진다. 아래 그림은 속도를 기반으로 융합형 동작 인식을 이용할 때의 HMM 을 나타내며, 만일 절대 위치를 기반으로 동작인식을 수행하게 된다면 속도가 아닌 절대 위치가 변수로 들어가게 된다(그림 6).

5.4 결과 및 토의

가속도 기반 동작인식, 비전 기반 동작인식, 가속도 비전 융합형 동작인식을 비교하기 위하여 실험을 수행하였다. 0 부터 9 까지 10 개의 숫자를 쓰는 동작으로 4 명의 피험자로부터 각 동작당 25 개의 샘플을 얻었으며, 3 명의 75 개 샘플로 동작모델을 학습하고 나머지 1 명의 25 샘플로 테스트를 하였다. 테스트 하는 피험자를 바꾸어가며 각 경우에 대해서 4 회씩 실험을 하여 총 16 회 실험한 결과의 평균을 내었다. 가중치 보정의 경우 인식 시스템을 만드는 사람이 테스트를 거쳐 만들어주어야 하나, 이는 실험자의 의도가 들어갈 수 있으므로 5 개의 테스트 샘플을 이용하여 자동으로 정해지게 하고 나머지 20 개의 샘플로 테스트를 수행하였다.

각 동작모델의 가중치 보정 방법은 그 동작 모델에 속하는 5 개의 샘플의 각 동작 모델의 유사도를 구하고, 해당 동작 모델의 유사도에서 나머지 9 개 동작 모델의 유사도의 최대값을 뺀 값에 0.5 배를 한 값을 유사도에서 빼 주는 것으로 하였다. 이는 구별이 잘 되는 동작 모델의 경우 유사도를 줄여주고 그렇지 못한 동작 모델에 대해서는 유사도를 높여주는 효과가 있다.

표 2 동작인식 실험결과

	인식률(%)	
	가중치 보정 전	가중치 보정 후
가속도 기반	89.9	95.5
비전 기반 (속도)	82.9	90.7
비전 기반 (위치)	83.4	91.3
융합 (속도)	92.5	96.8
융합 (위치)	96.3	98.8

실험 결과를 살펴보면 비전 기반 동작 인식, 가속도 기반 동작 인식, 가속도 비전 융합형 동작 인식 순으로 인식률이 높아져 가는 것을 볼 수 있다(표 2). 융합형 동작 인식의 경우 위치 추적 데이터와 가속도 데이터를 모두 이용할 수 있기에 가장 높은 성능을 보인다고 할 수 있다. 비전 기반 동작 인식의 경우 가속도 기반 동작 인식에 비해 그 인식률이 떨어지는 것으로 나오는데, 이는 HMM 기반의 동작 모델이 비전 정보보다는 가속도 정보에 좀 더 잘 맞는 모델인 것을 의미하는 것으로 보인다. 위치 추적 데이터를 이용하는 두 가지 방법을 살펴보면 비전만을 이용하는 경우는 속도 정보에 비해 위치 정보가 약간 성능이 나은 것으로 보이는데 반해 가속도 비전 융합형인 경우는 그 차이가 훨씬 커지는 것을 알 수 있다. 이는 가속도 정보와 비전의 속도 정보가 전체 동작에서 지역적인 정보를 가지고 있는데 반해, 비전의 위치 정보는 전역적인 정보를 가지고 있는 점에서 기인하는 것으로 보인다. 다시 말하면 지역적인 정보인 가속도와 지역적인 정보인 속도를 융합하는 것보다 지역적인 정보인 가속도와 전역적인 정보인 위치를 융합하는 것이 더욱 효과적인 것이라고 할 수 있다

6. 응용 프로그램

본 리모트 컨트롤러의 기능인 2D 위치추적, 3D 위치추적 및 동작인식과 진동 파형을 체험할 수 있도록 어플리케이션을 제작하였다(그림 7). 또한 이전 연구에서 사용된 게임에 적용하여 실제 실감형 콘텐츠에도 적용될 수 있음을 보였다[3].

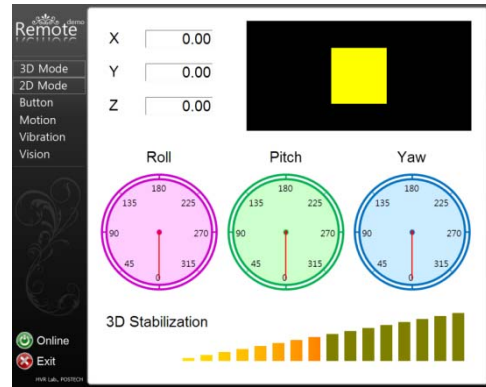


그림 7 리모트 컨트롤러 테스트 어플리케이션

7. 결론

개선된 리모트 컨트롤러는 이전 연구[3]에 비해 보다 더 빠른 동작 인식 반응 속도와 정확성을 보였고 좀 더 먼 거리에서도 안정된 위치 추적이 가능했다. 또한, 보이스 코일 모터만을 사용했던 지난 연구와는 달리 보이스 코일 모터와 진동 모터 모듈을 이용하여 보다 더 풍부한 진동감 제공이 가능하게 되어 사용자의 몰입감 및 사실감을 높였다.

실감형 콘텐츠에 대한 보다 더 나은 몰입감과 사실감을 위해서는 보이스 코일 모터와 진동 모터를 이용한 다중 진동 제공 시스템에서의 인지적 특성에 대한 조사 및 사용성 실험이 필요하다. 이를 이용하여 더욱 인지적으로 명료한 진동 패턴을 만들어 낼 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Sejin Oh, Wonwoo Lee, Youngmin Park, and Woontack Woo, "u-Contents: New kinds of realistic contents in ubiquitous smart space", The 4th international symposium on ubiquitous VR, pp. 13-16, 2006.
- [2] 닌텐도 가부시키키가이사, "게임 컨트롤러 및 게임 시스템", 대한민국 특허, 출원 No.1020060079817, 2006.
- [3] 전석희, 김상기, 박건혁, 한갑중, 이성길, 최승문, 최승진, 어홍준, "동작인식 및 촉감제공 게임 컨트롤러", 한국 HCI 학술대회 논문집, 1 권, pp. 1-6, 2008.
- [4] D. F. DeMenthon and L. S. Davis, "Model-based object pose in 25 lines of code", International Journal of Computer Vision, pp. 123-141, 1993.