

실감형 콘텐츠 작동을 위한 모션 기반 4D 특수효과 장치 제어

(Motion-based Controlling 4D Special Effect Devices to Activate Immersive Contents)

김광진*, 이철우**

(Kwang Jin Kim, Chil Woo Lee)

요약

본 논문은 펄스폭 변조(PWM, Pulse Width Modulation) 방법을 이용하여 4D 콘텐츠의 특수효과용 물리장치들을 제어하는 제스처 응용 방법에 대해 기술한다. 적외선 센서를 통해 인식되는 사용자 동작은 3D 콘텐츠 제어를 위한 명령어로 해석되고 특수효과를 발생시키는 장치를 제어하여 물리적인 자극을 사용자에게 재현한다. 이와 같이 NUI(Natural User Interface) 기법을 이용하여 콘텐츠를 제어하게 되면 사용자의 콘텐츠에 대한 직접적인 몰입감이 증대되어 사용자에게 고도의 흥미와 관심을 제공할 수 있다. 제안하는 방법의 효율성을 측정하기 위해 적외선 센서를 이용한 모션인식과 애니메이션 컨트롤러의 파라미터를 제어하여 이벤트를 전달하는 PWM 기반 실시간 선형제어 시스템을 구현하였다.

■ 중심어 : 제스처 인터페이스 ; 실감형 콘텐츠 ; 모션인식 ; 특수효과 ; 펄스폭 변조

Abstract

This paper describes a gesture application to controlling the special effects of physical devices for 4D contents using the PWM (Pulse Width Modulation) method. The user operation recognized by the infrared sensor is interpreted as a command for 3D content control, several of which manipulate the device that generates the special effect to display the physical stimulus to the user. With the content controlled under the NUI (Natural User Interface) technique, the user can be directly put into an immersion experience, which leads to provision of the higher degree of interest and attention. In order to measure the efficiency of the proposed method, we implemented a PWM-based real-time linear control system that manages the parameters of the motion recognition and animation controller using the infrared sensor and transmits the event.

■ keywords : Gesture Interface ; Immersive Contents ; Motion Recognition ; Special Effects ; Pulse Width Modulation

1. 서론

다중 미디어의 활용을 위한 적외선 모션 센서 분야의 기술은 별도의 키보드와 마우스 없이도 대상물에 대한 제어가 가능한 수준으로 발전하여 유저의 콘텐츠 몰입도 향상에 기여할 수 있다. 휴먼-디바이스 인터랙션 기술은 사람과 디지털 기기 간의 상호작용을 위한 도구로서 키보드에서 마우스를 거쳐 터치 인터페이스, 음성 인식, 얼굴 인식, 보조 장치 등의 분야로 확장되면서 활발한 기술 진전이 이뤄져왔다. 본 논문에서는 고해상도의 손동작 적외선 센서 라이브러리와 3D 모델 등을 이용하여

실감형 미디어 운용에 필수적인 제스처 패턴의 인식과 명령어의 변위 맵 구현, 디지털 선형제어를 통해 주변 4D 특수효과 장치(바람팬, 조명기구 등)에 대한 사용자의 직접적인 의도를 적용시킬 수 있는 체감형 콘텐츠 구현 방법을 제시한다. 본고에서는 3차원 입체 그래픽에 감각적인 요소를 더할 수 있는 특수효과(바람, 조명 등)를 더하여 4D(Dimension)라 한다. 이를 구현하기 위해 적외선 센서를 이용하여 사용자 손동작을 검출하는 과정, 3D 모델의 제어, 그리고 특수효과 장치를 제어하는 기술적 구성 요소들을 제시하고, 시제품을 제작하여 실제 동작 여부를 확인한다.

디지털 네이티브 키즈(Digital Native Kids) 세대는 기존의

* 정회원, (주)젠트정보기술 대표이사

** (교신저자)정회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학과

본 연구는 전남테크노파크 지역수요맞춤형연구개발사업으로 수행된 연구결과임

접수일자 : 2018년 11월 26일

수정일자 : 2018년 12월 18일

게재확정일 : 2019년 01월 14일

교신저자 : 이철우 e-mail : leecw@jnu.ac.kr

마우스 등을 사용하는 대신 대상 오브젝트 제어에 자신이 직접 개입하여 조작하고자 하는 욕구가 강함으로 이들의 니즈에 충실한 인터페이스의 개발이 필요하고, 그 수단으로 사용자의 목소리, 제스처, 착용 HMD의 방향 등이 사용되고 있다. 가상현실 등의 콘텐츠 환경에서 캐릭터의 제어 수단은 사용자의 신체 기관을 이용하는 방향으로 개발 할 때 콘텐츠 공간에서의 참여도와 만족도가 높아진다. 최근에는 HMM(Hidden Markov Models)이나 SVM(Support Vector Machines)등의 제스처 인식방법과[1] kNN(k-Nearest Neighbors)을 이용하여 제스처를 인식하는 방법이 연구되는 등[2] 다양한 형태의 모션인식 제어 기술들이 개발되고 있으나 간단한 모션의 경우 적외선 센서를 이용하는 방법이 정확하고 빠르다. 이 방법은 스테레오 비전 기술에 비추어 조명의 변화에 따른 잡음이 적고, 초당 60프레임 이상의 고속으로 작동하는 장점이 있다. 또한 물체의 방향 정보와 더불어 깊이 정보를 간단히 얻을 수 있어서 콘텐츠를 응용하여 사용자 오감정보를 표현하는 기술 개발이 용이하다.[3]

표 1은 체감형 물리장치들의 기본적인 특징과 적용사례를 정리한 것이다. 현재 상용화된 시스템들은 대개 바람, 진동, 물, 빛, 냄새 등의 특수효과 장치들을 주로 사용하고 있다.

표 1. 체감형 4D기술에 사용되는 물리효과(Physical Effect)[4]

기술 구분	특징	적용 사례
Air (바람)	·압축된 공기나 바람팬에 의한 공기의 강약 조절을 통해 효과 재현. ·약한 바람으로 산들바람, 날개짓 등의 효과	·에어킷을 통한 강한 바람으로 압력이나 충격감 전달 ·약한 바람으로 산들바람, 날개짓 등의 효과
Vibration (진동)	·의자에 장착된 진동기를 통해 진동을 일으키는 기능 ·진동의 반복 횟수 등을 통해 느낌 전달	·게임 이벤트나 효과음과 연동되는 진동효과 전달
Water (물)	·미세 물 입자를 관객에게 분사하여 물이 튀는 듯한 효과 전달	·캐릭터가 물이 튀기는 장면 등에 활용
Light (빛)	·천장이나 벽에 설치된 조명을 활용해 다양한 효과 구현	·목표치(Goal) 달성이나 번개 등의 효과 시 번쩍이는 불빛효과 발생

II. 사용자 손 제스처 인식

1. 적외선 센서 기반 손동작 검출

야간감시나 차량용 나이트 비전(Night Vision) 분야에 활용되던 적외선 센서 기술이 2010년 이후 인간-컴퓨터 상호작용을 위한 인터페이스 기기로 활용되고 있다. IR Emitter와 IR Depth Sensor, Color Sensor 등을 갖춘 적외선 센싱 장비가 급속히 보급되며 콘텐츠 조작도구로 널리 보급되고 있다.

고기능 컴퓨팅 시스템과 연결된 적외선 센서는 사용자의 신체부위 및 움직임을 인식할 수 있기 때문에 골격(Skeleton) 또는 손과 손가락을 사용하는 제스처 인식에 적용 가능하다.



그림 1. 사용자 제스처 프로토콜 정의

그 결과 제스처 인식과 함께 신체의 3차원 깊이 정보를 이용하여 3D 콘텐츠를 제어할 수 있는 UX 기반의 비 접촉식 인터페이스 제작이 가능하게 되었다. 3차원 입체 영상에 대한 깊이 정보를 획득하고, 정확도를 향상시키는 방법으로 시간적 상관도에 따른 가중치 함수 적용과 시간축 후처리 필터링을 사용하기도 한다.[5]

본 연구에서는 립모션(Leap Motion) 적외선 센서를 이용하여 얻어진 사용자의 손동작의 방향, 이동속도, 이동거리 등의 정보를 입력 정보로 사용한다. 시스템은 입력정보를 100분의 1밀리미터의 정밀도를 가지는 정규화 된 Vector3 좌표 정보로 변환한다. 이 정보는 콘텐츠를 직접적으로 제어하는 명령어로 변환된다.

적외선 센서기기 제조사가 공급하는 손동작 제스처인 Swipe(좌/우 이동), Screen(앞/뒤 이동), Circle(원모양), Tap(터치) 등 4가지 표준 제스처 이외에 각 나라의 문화수준과 생활습관을 반영하는 동작 프로토콜은 사용자가 별도로 정의할 필요가 있다. 본 연구에서는 적외선 센서에서 전달되는 각종 데이터(예: 손바닥의 높이, 손의 회전각, 이동, 속도, 손가락 개수 등)를 함수형태로 사전 정의하고 이를 이벤트 핸들러로 포착하

여 3D 콘텐츠에서 요구되는 사용자의 제스처 프로토콜로 정의한다. 사용자 정의 제스처가 미리 정의된 제스처에 비하여 44% 이상 더 기억하기 쉽다.[6]

그림 1은 3D 아바타를 제어할 때 사용할 수 있는 제스처를 보여주고 있다. 제스처 (1)은 ‘대기(Idle)’ 동작으로 손바닥을 펴고 손끝이 하늘을 향하게 한다. 제스처 (2) ‘걷다(Walk)’ 동작은 검지손가락과 중지손가락 두 개를 모아 앞으로 펼친다. 제스처 (3) ‘점프(Jump)’ 동작은 엄지를 나머지 네 손가락과 분리한 다음, 손바닥의 높이를 위쪽으로 올려주는 동작으로 이루어진다. 제스처 (4) ‘후퇴(Pull Back)’ 동작은 엄지손가락을 왼쪽을 향하게 하고 나머지 네 손가락을 모아 아래쪽 방향으로 향하는 모션을 취한다.

손동작 프로토콜은 콘텐츠 운용 과정에서 사용되는 GUI(Graphic User Interface)를 사용했을 때의 명령어 전달 방법을 대체할 수 있는 유저의 손동작 위주로 구성되며, 센서 정보가 중복되지 않도록 한다. 또한 타인이 준비된 동작을 사용했을 때도 어색하지 않도록 생활경험을 활용하여 표현할 수 있는 범위의 동작들로 정의한다.

표 2. 적외선 센싱 정보를 이용한 손동작 함수 정의 예시

동작 구분	대상물에 대한 적외선 센싱 데이터 분석
왼쪽 방향	$if(Mathf.Abs(hand.PalmNormal.x) > 0.58)$
움켜쥌	<pre> Hand hand = frame.hands().rightmost(); FingerList fingers = hand.fingers(); public bool onGrab(FingerList fingers) { return fingers.count < 1; } </pre>

또한 모바일 디바이스 가속기(accelerometer)를 이용한 M.Gesture라는 제스처 저작 시스템과[7] 사용자의 손에 가장 가까운 소매 위에서 다양한 동작을 구현한 스마트 슬리브(SmartSleeve) 등도 연구되고 있다.[8]

본 제안에서 사용하는 적외선 센서는 발사된 빔의 TOF(Time-Of-Flight)를 계산하여 초당 120프레임 속도로 제스처 데이터를 수집한다. 인식된 손동작은 가상공간 상의 센서 값인 3축 좌표(X축-roll, Y축-yaw, Z축-pinch)를 게임 오브젝트와 연결하여 움직임 제어를 데 사용된다. 다른 응용방법으로는 적외선 센서 위 약 0.5m 반구영역에서 정밀한 양손의 인식을 통한 손동작 인식기반 제어 인터페이스 기술이 있으며[9], 키넥트 장치와 비전시스템을 활용하여 골격(Skeleton)기반 포즈 인식 템플릿에 대한 연구가 있다.[10] 한편 모바일 환경에서 스마트폰 내부의 자계 센서, 가속도 센서, 자이로 센서로부터 모션 데이터를 획득하여 제스처로 인식하는 연구 등도 활발하게 진행되고 있다.[11]

2. 제스처-3D 오브젝트 제어 명령어 변위 맵

사전 정의된 함수에 의하여 손 제스처의 동작을 학습하면, 적외선 센서에서 전달되는 유저의 손가락 또는 손의 등장에 따른 On/Off, 손가락의 방향 등에 대한 3축 좌표의 분석과 손가락 개수의 카운트 등에 대한 다양한 레이블링을 통해 콘텐츠 제어 명령어 제공이 가능하다. 이 과정을 제스처의 NUI(Natural User Interface) 명령어 매핑이라고 하며 사용자의 손동작을 3D 오브젝트 제어에 필요한 명령어로 바꾸게 된다. 사용자 신체동작 ->명령어 -> 3D 오브젝트->4D 물리장치 등으로 구성되는 그림 2의 특수효과 제어 시스템에서는 명령어 매핑으로 11개의 제스처 프로토콜 동작을 명시하고 있다. 반복적인 테스트로 수립된 명령어는 적외선 센서에서 실시간으로 수집되는 사용자 손동작의 다양한 좌표를 분석하여 3D 오브젝트 제어용 명령어로 바뀌게 된다.

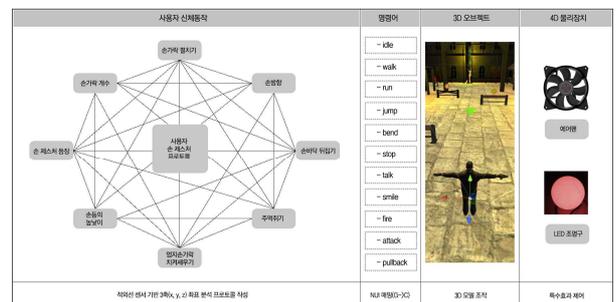


그림 2. 특수효과 제어 시스템 레이어 구성도

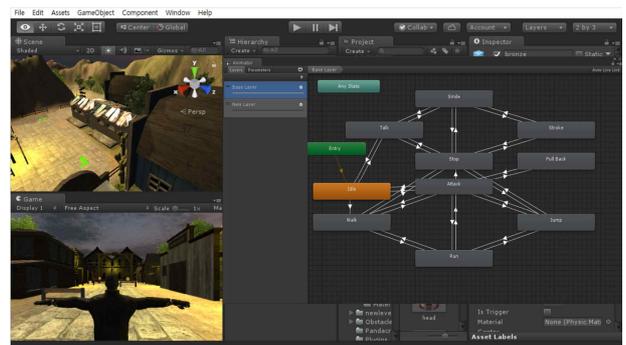


그림 3. Animator Controller를 이용한 3D 애니메이션 제어

그림 3에서 Unity3D의 게임엔진에 탑재되어 있는 애니메이션 상태 머신 시스템인 메카닉(Mecanim)에서 애니메이터 컨트롤러와 3D 모델의 애니메이션 Rig 동작을 사전 정의된 매핑 명령어와 연결하게 되면, 3D 아바타의 방향전환, 점프, 회전 등에 대한 애니메이션 조작성을 제스처로 처리할 수 있다.

III. 제스처 인터페이스에 의한 특수효과 제어

1. PWM 선형제어를 이용한 바람 팬 컨트롤

팬 제어를 위한 펄스폭 변조(Pulse Width Modulation) 방법은 입력전압, 레지스터, 서미스터(thermistor) 등을 이용하여 펄스의 진폭을 조정함으로써 다양한 어플리케이션을 만들어 낼 수 있다. 팬을 가동시키는 전기신호는 사각파(square wave)라고 불리는 주기 펄스이다. 펄스신호는 진폭, 주기, 듀티 비에 의해 모양이 결정되며, 임의 레벨로 수직 상승과 하강을 반복하여 파형을 구성한다. 기본 파형은 사각파(square wave-직각파, 방형파, 구형파라고도 함)를 사용한다. 따라서 시간 주기에서 짧은 시간 동안 존재하게 되는 파동을 이용해서 전압을 조절할 수 있게 된다.

주기적으로 켜지고 꺼지는 on/off 장치에서 주기(T: time period)는 반복되는 파동의 한 구간을 의미하는 데, 이때 신호가 on되어 켜져 있는 시간의 백분율을 듀티 사이클이라고 한다. 시간영역에서 직사각형 모양의 신호파형은 그림 4와 같다. 맥박 그래프처럼 보이는 그림에서 주기가 p인 주기함수 $f(t) = f(t+p)$ 또는 $f(t) = f(np)$ ($n \neq 0$)로 설명된다. 그림 4에서 진폭이 낮은 지점은 0, 그리고 높은 지점은 1을 가지는 전형적인 사각파의 모양을 갖고 있다.

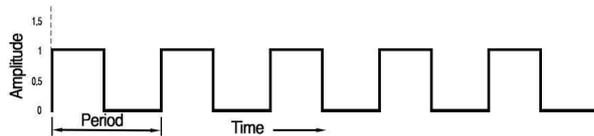


그림 4. 사각파의 기본 형태

이러한 주기성을 가지는 대표적인 함수로 푸리에 급수(Fourier series)가 있으며, 주기 2π 를 갖는 $\sin x$ $\cos x$ 의 함으로 모든 주기적인 특징을 갖는 파동에 대해서 설명할 수 있다.

즉, 삼각급수 $f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$ 에서 계수 a_0, a_n, b_n 가 결정되어 있는 삼각급수가 푸리에 급수이다. 사각파동에서 주기(period)는 nx 에 의해서 증가한다[12].

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} f(x) dx + \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^0 f(x) dx = \frac{\pi k}{2\pi} + \frac{-\pi k}{2\pi} = 0 \tag{1}$$

이므로, 삼각급수 $f(x)$ 는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx +$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left[\left(\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx \right) \cos nx + \left(\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx \right) \sin nx \right] \tag{2}$$

그림 4의 사각파의 파동에서 가장 높은 부분은 마루(crest)이고, 가장 낮은 부분은 골(trough)이다. 주기= p 라고 할 때, 눈에 보이는 사각파는 정현파 여러 개를 중첩시켜서 만들게 된다. 즉, 주기가 늘어날수록 푸리에 급수는 사각파에 수렴하게 된다. 주기가 p 이고, 진폭이 A 인 사각파는 시간 t 함수로 다음과 같이 나타낸다.

$$y = \frac{4A}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(2\pi(2k-1)pt)}{2k-1}$$

사각파는 펄스열(pulse train), 펄스파(pulse wave)등으로 불리며, 두 수준의 변화로 구성되는 주기적인 파형이며, Rademacher function으로도 설명된다. 그림 4의 사각파는 디지털 시그널인 (0, 1) 두 수준으로 이뤄졌다. 반증폭(half-amplitude) A , 주기 T , 오프셋 x_0 로 구성되는 공식은 다음과 같다.

$$S(x) = A(-1)^{\lfloor 2(x-x_0)/T \rfloor} = A \operatorname{sgn} \left[\sin \left(\frac{2\pi(x-x_0)}{T} \right) \right] = A \frac{2i}{\pi} \left[\tanh^{-1}(e^{-i\pi(x-x_0)T}) - \tanh^{-1}(e^{i\pi(x-x_0)T}) \right]$$

최적의 펄스폭 변조 방법은 정상상태에서 한 주기 동안의 출력전압의 평가함수를 설정하고 전압변조를 수행하는 방식이다.[13]

출력전압으로 속도가 정해지는 바람팬의 PWM 선형제어를 위해서 입력전압(0~5V)의 인가범위를 조절해보자. 그림 5처럼 입력전압 0~5V를 공급하여 DC모터의 출력력을 0~100%까지 제어할 수 있게 된다.

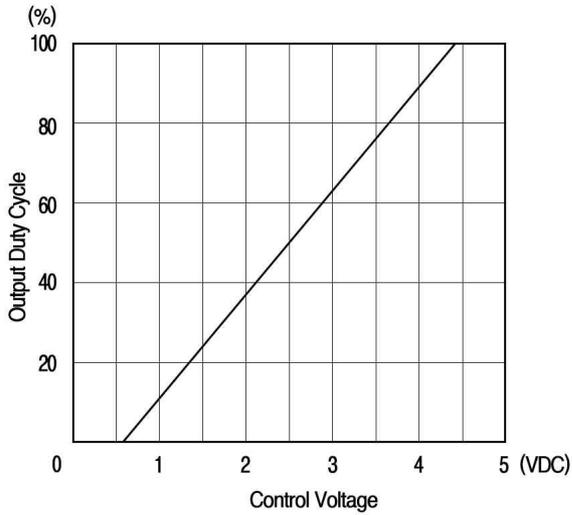


그림 5. 컨트롤 전압과 출력 듀티 사이클 특성

바람팬이 연결된 PWM 제어기에 대해 외부 아날로그 가변저항 조절기를 사용할 경우에는 아두이노 ADC(Analog to Digital Converter)를 이용한다. 레벨 값은 0~1023의 정수 값으로 analogRead() 함수를 이용해서 0~5V의 전압에 선형적으로 비례 공급한다. PC에서 디지털로 듀티 값을 제어할 때는 이진수 '0'과 '1'을 이용해서 아날로그 결과를 얻을 수 있는 펄스폭 변조를 사용한다. 사용자 제스처 신호가 특수효과 장치로 전달되는 디지털-아날로그 변조의 과정을 살펴보자. 그림 6에서처럼 25% Duty Cycle구간에서 전기가 on(컴퓨터 디지털 신호 '1'에 해당하는 값, 그림에서 파동의 가장 높은 부분) 상태에서 5 볼트의 전기가 공급되고 off(디지털 신호 '0'에 해당하는 값) 상태가 되면 0 볼트의 전기가 공급된다.

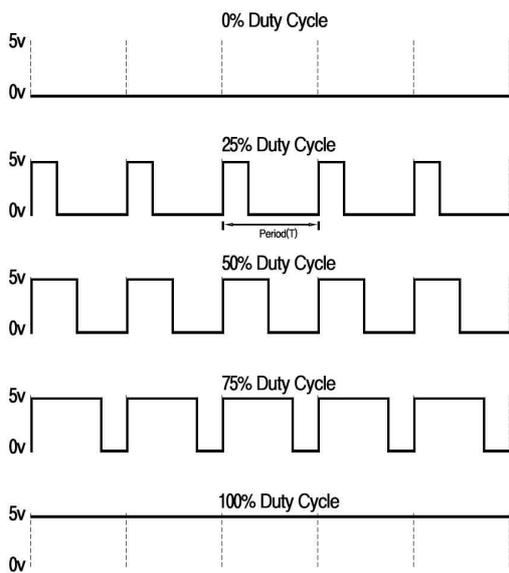


그림 6. 펄스폭 변조

이 때 25%의 Duty Cycle은 한 주기(period)에서 전기가 공급되는(on) 즉 디지털 신호 값으로 '1'에 해당하는 값이 차지하는 비율이 25%라는 의미이다. 한 주기의 나머지 75%의 시간에는 전압이 0 볼트이다. 결국 펄스폭 변조는 디지털 신호인 '1', '0' 두 개의 신호 값을 사용해 시간주기에 대해 신호가 on 되는 시간의 비율을 아날로그 값으로 해석하여 전달해주는 제어방법이다. 아두이노에서 물리장치에 듀티 값을 전달하기 위해서는 Digital I/O핀에 analogWrite()함수를 사용 0-255까지의 단계 값을 기록하여, PWM 듀티 출력을 보다 세밀하게 조절해준다.

펄스폭 변조를 위한 PWM 컨트롤러는 그림 7에 보이는 텍사스 인스트루먼츠(TI, Texas Instruments)사의 LMD18200이 사용되었다.

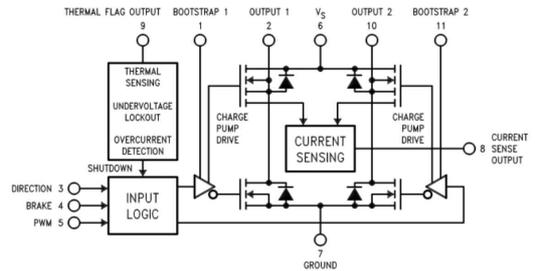


그림 7. PWM 제어용 LMD18200 기능 블록 다이어그램[14]

2. 제스처에 의한 고휘력 LED 디밍 제어

LED(발광다이오드 : Light Emitting Diode) 조명은 P-N 접합된 반도체에 전기에너지를 가하여 반도체 밴드 갭(band gap)에 해당하는 파장의 빛을 방출하는 광 에너지로 전환하는 반도체 발광소자이다. 디지털 제어를 통한 고효율, 긴수명, 친환경 등의 장점으로 인하여 차세대 조명으로 각광받고 있다.

본 연구에서는 3D 게임 콘텐츠에서 발생하는 사용자의 제스처와 게임 이벤트에 대응하는 물리적인 장치로서 LED 조명기구를 제어할 수 있는 방법을 제시해 본다. 특수조명효과로서 LED의 디밍(Dimming) 제어를 위한 방법으로는 아날로그 제어, 펄스폭 변조(PWM, Pulse Width Modulation), 주파수 변조(FM, Frequency Modulation) 등이 있다[15].

게임시스템에서의 효율적인 LED 전류 파형 제어를 위해 PWM과 사용자 제스처를 이용하여 밝기를 결정하는 순방향 전류를 제어하는 펄스 듀티를 조절한다. 출력제어방법은 그림 6에서의 듀티 사이클 제어방법을 사용한다.

IV. 시제품 제작 및 실험결과

1. 아두이노와 PWM 기반 바람팬 제어

DC 모터 팬(최대전압 55V)에 대한 출력 듀티를 제어하는 방식으로 전압조절 방식의 펄스폭 변조를 사용하였다. 게임 콘텐츠가 탑재된 시스템에 오픈 소스 기반의 단일보드 마이크로컨트롤러인 아두이노를 연결한다. 게임 콘텐츠의 이벤트가 발생할 때 전압(0~5V)를 PWM 제어기에 공급해주면 출력 듀티가 전달되어 바람팬의 속도를 조절할 수 있다. 이 때, 출력 단자에 LED 조명기구를 연결해도 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

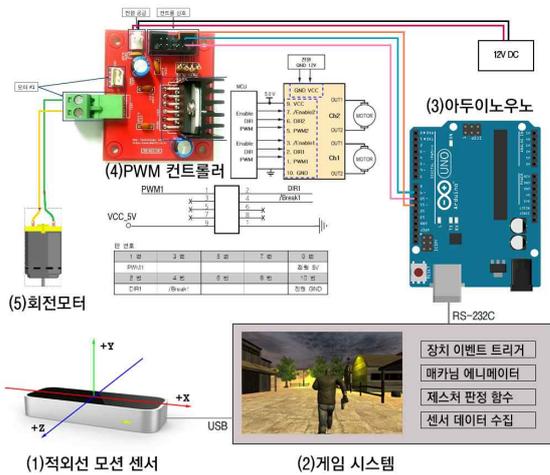
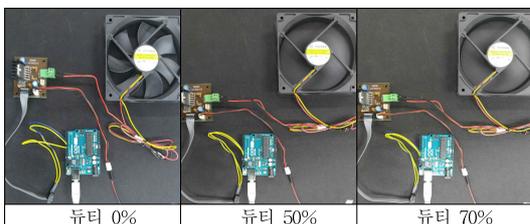


그림 8. 아두이노와 PWM 제어기를 장착한 게임시스템 구성도

그림 8에서는 (1)적외선 모션 센서부에서 사용자 제스처에 대한 3D 좌표값을 인식 (2)게임 시스템 내의 센서 데이터 수집 ->제스처 판정 함수->메카닉 애니메이터->이벤트 트리거를 거쳐 특수효과 장치를 조작할 수 있는 전압조절 명령어를 시리얼 포트에 전송 (3)아두이노의 PWM 포트를 통해 입력 전압을 인가 (4)PWM 제어기로 듀티 제어값 전송 (5)회전모터의 속도 조절 순으로 펄스폭 변조 제어가 이뤄진다.

표 3. 바람팬 PWM 제어 결과치



사용자 제스처에 의한 달리기 동작 프로토콜을 메카닉 애니

메이터 컨트롤러 파라미터 설정으로 애니메이션 동작 함수를 연결해 그림 9처럼 게임 캐릭터의 움직임을 제어하고 그림 10에서처럼 제어명령어 메뉴를 구성한다.



그림 9. 특수효과 장치와 연동되는 3D 캐릭터 동작 제어



그림 10. 특수효과 장치 테스트를 위한 화면 설계

2. 아두이노와 PWM 기반 조명제어 실험



그림 11. 게임 시스템과 연결된 PWM 기반 조명구 제어

게임 콘텐츠가 설치된 시스템에 USB로 연결된 아두이노 Digital I/O를 통해서 전달되는 입력전압에 따라 PWM 출력전압이 변하게 된다. 그림 11처럼 게임 시스템과 전원부를 연결하

여 제어장치를 구성한다. 표 4는 아두이노를 이용해 입력전압에 대한 듀티 사이클을 조절했을 때 출력전압(V)의 변화와 조명구의 변화 상태를 보여준다.

표 4. PWM 인가 듀티별 출력전압과 조명효과 결과치

조명							
출력 (V)	0.0V	1.2V	2.5V	4.0V	7.2V	9.6V	12.0V
듀티	0%	10%	20%	40%	60%	80%	100%

표 4의 결과치를 분석해보면 듀티 값이 0~10% 사이인 경우, 펄스폭 변조 시 듀티가 하위 10% 이하인 경우(duty < 0.1)에는 전압 사각파의 듀티가 너무 짧아 전압의 전류가 설정 값에 도달하지 못한 채 Off됨으로써 선형제어가 제대로 이뤄지지 않아 조명 변화가 거의 없게 된다.

V. 결론

본 논문에서는 실감형 콘텐츠 구현을 위해 손 제스처를 인터페이스로 활용하여 3D 콘텐츠와 4D 특수효과 장치에 적용할 수 있는 선형제어 방법과 이를 구현하는 시스템에 대해 기술하였다. 적외선 센서를 사용하여 콘텐츠와의 상호작용에 있어서 가장 효과적인 수단인 손 제스처로부터 손의 출현, 손 높이, 손 방향과 속도 등을 이용하여 정의된 명령어로 캐릭터를 제어하고, 콘텐츠 사용 과정에서 발생하는 각종 이벤트 이벤트를 표현하는 입력도구로 사용할 수 있다. 또한 주변 특수효과 장치들에 대한 효과적인 제어를 통해 3D 게임 콘텐츠의 현장감과 박진감을 배가시킬 수 있다.

제스처와 펄스폭 변조를 이용한 선형제어를 통해 바람팬, 조명구 뿐만 아니라 진동모터의 작동, 포그 머신(fog machine) 등 다양한 특수효과 장치에 대해서도 활용가능하며, 이러한 조작을 통해 콘텐츠에 대한 제어도구로 NUI 인터페이스의 확장성을 가져올 수 있다. 향후, 사용자 제스처와 디지털 어드레서블 조명 인터페이스(DALI, Digital Addressable Lighting Interface)를 이용하여, 다이나믹한 스테레오 타입의 조명효과 연출에 대한 연구도 수행할 예정이다.

REFERENCES

[1] Alfred L. Wicks, Chair, John P. Bird, Craig A. Woolsey, "Machine Learning Techniques for Gesture Recognition", *Blacksburg, VA*, pp 2-5,

- Sep. 4th, 2014
- [2] Marco E. Benalcázar, Andrés G. Jaramillo, Jonathan A. Zea, and Andrés Páez, Victor Hugo Andaluz, "Hand Gesture Recognition Using Machine Learning and the Myo Armband", pp 1075-1076, 2017 *EUSIPCO*
- [3] 한국정보통신기술협회, "ICT 표준화전략맵" Ver 2018, pp. 425-427
- [4] 한국콘텐츠진흥원, "문화기술(CT) 심층리포트", 1호: *체감형(4D) 기술 및 콘텐츠의 현황과 전망*, pp 7-9, 2010. 6
- [5] 장우석, 호요성, "3차원 콘텐츠 제작을 위한 깊이 정보 획득 기술", *스마트미디어저널* 제1권 제3호, 16-18쪽, 2012년. 9월
- [6] Miguel A. Nacenta, Yemliha Kamber, Yizhou Qiang and Per Ola Kristensson, "Memorability of Pre-designed & User-defined Gesture Sets", pp1106-1107, *CHI* 2013
- [7] Ju-Whan Kim, Han-Jong Kim, Tek-Jin Nam, "M.Gesture: An Acceleration-Based Gesture Authoring System on Multiple Handheld and Wearable Devices", pp 2315-2316, *CHI* 2016
- [8] PatrickParzer, AdwaitSharma, AnitaVogl, JürgenSteimle, AlexOlwal, MichaelHaller, "SmartSleeve: Real-time Sensing of Surface and Deformation Gestures on Flexible, Interactive Textiles, using a Hybrid Gesture Detection Pipeline", pp 570-572, *UIST* 2017
- [9] 남재현, 양승훈, 허 웅, 김병규, "Leap Motion 시스템을 이용한 손동작 인식기반 제어 인터페이스 기술 연구", *멀티미디어학회 논문지* 제17권 제11호, 1264-1267쪽, 2014년 11월
- [10] 박재완, 송대현, 이칠우, "비전 기반 신체 제스처 인식을 이용한 상호작용 콘텐츠 인터페이스", *스마트미디어저널* 제1권 제2호, 42-44쪽, 2012년 6월
- [11] 이용철, 이칠우, "안드로이드 플랫폼기반 스마트폰 센서 정보를 활용한 모션 제스처 인식", *스마트미디어저널* 제1권, 제4호, 20-22쪽, 2012년 12월
- [12] S Thangavelu, "Fourier Series", *Resonance*, pp 44-51, October. 1996.
- [13] 정성호, "낮은 주파수 변조지수의 동기 PWM을 이용한 영구자석 전동기 구동", *서울대학교 공학박사 학위논문*, 2016년 2월
- [14] Texas Instruments LMD18200 Datasheet, <http://www.ti.com>(accessed Oct., 9, 2018).
- [15] 김두현, 최재호, 조범준, "효율적인 고출력 LED 디밍 제어를 위한 회로 설계 및 구현", *한국정보통신학회 논문지*, 제18권, 제9호, 2281-2282쪽, 2014년 9월

 저 자 소 개



김광진(정회원)

2013년 전남대학교 전자컴퓨터공학과
석사 졸업

2016년 전남대학교 전자컴퓨터공학과
박사 수료

<주관심분야 : 이미지 프로세싱, 지능
형 휴먼 인터페이스>

2008년~현재 (주)젠트정보기술 대표



이철우(정회원)

1992년 동경대학교 대학원 전자공학과
박사 졸업.

1992년 4월 ~ 1995년 12월 일본 이미
지정보과학연구소 수석연구
원, 오사카대학 기초공학부 협
력연구원 및 리즈메이칸대학
정보학부 특별초빙강사.

1996년 1월 ~ 현재 전남대학교 전자컴퓨터 공학부 교수.

2002년 1월 ~ 현재 2003년 2월 미국 NC A&T State
University 방문교수.

2008년 10월 ~ 2009년 8월 KAIST 및 오사카대학 초빙교수.

2006년 3월 ~ 현재 전남대학교 문화콘텐츠기술연구소 소장.

<주관심분야 : 컴퓨터 비전, 지능형 휴먼 인터페이스,
디지털 콘텐츠, 컴퓨터그래픽스>