

□ 출품작 개요

작품명	CircleRound (상호적인 회의 시스템 구성을 위한 디바이스 및 어플리케이션)
작품 소개 (요약)	<p>상기명 프로젝트는 PC사용 기반의 회의 환경 및 기획 업무 시에 보다 직관적으로 사용자간의 아이디어 및 피드백을 가능하도록 하는 커뮤니케이션 디바이스이다. 상호간의 대화가 순환적으로 이루어지기 위하여 순환이라는 메타포를 디바이스의 성격 및 조작 방식에 담아내었다. 다이얼 조작을 통해 다대다 원격접속방식으로 서로의 화면을 실시간으로 보고 제어할 수 있도록 하였다. 다수의 PC가 하나의 공간에 연결되어 있는 환경을 오프라인 환경에서의 회의 참여자들에게 경험하게 하여 보다 창의적인 결과물을 도출할 수 있도록 하고자 한다.</p> <p>- 홈페이지 : http://august209.wix.com/circleround</p>

작품 세부 내용

개발배경 및 목적

<배경>

팀 단위의 프로젝트에 있어서 커뮤니케이션이 차지하는 역할은 그 효과를 통해 입증되고 있다. 회의 환경에서도 PC의 의존도 증가가 높아지며 다자간 인터랙션 향상에 대한 시스템적 이해를 요구한다. 특히 디자인 업무 및 프로그램 개발 환경에서는 PC를 통한 아이디어 및 결과물에 대한 공유가 필수적임에도 현장에서 다수의 사용자가 직관적으로 내용을 공유하기가 여전히 쉽지 않고, 회의의 커뮤니케이션 방식이 다수의 무작위적 소통방식이 아닌 발제자를 기준으로 하는 일방적인 보고 방식과 문답이 주를 이루기 때문에 창의적인 결과물을 도출하는 자유로운 분위기를 형성하기에는 제약조건으로 작용하는 것으로 보인다.

예컨대, 개개인이 PC를 가지고 회의를 참여하는 경우 각자가 보고 있는 화면을 다른 사람에게 보여주거나 피드백을 받기 위해서는 보통 세 가지 패턴을 갖는다. 하나는 개인의 화면을 돌려 사람들에게 보여주는 경우인데 이는 매우 가까이 있는 거리에서 가능하며, 상대적으로 화면을 가릴 수 있는 확률이 높아 효과적 전달이 어렵다. 또 다른 경우는 웹메일이나 클라우드를 통해서 전체 사용자들에게 배부하는 방식인데, 이는 많은 인원에게 아이디어를 공유할 수 있는 장점이 있으나 이 경우 사용자들의 피드백을 수렴할 때 수반되는 보안상의 문제 또는 끊임없이 업로드와 다운로드를 반복하는 복잡성이 단점으로 나타난다. 마지막으로 빔 프로젝트에 연결하는 방식은 다수의 사용자들이 하나의 화면에 집중할 수 있으며 또한 전체가 하나의 화면을 보면서 자유로이 피드백을 줄 수 있다는 장점을 가지고 있으나 개개인의 다양한 아이디어를 순환적으로 설명하고 공유하기 위해서는 지속적으로 빔 프로젝트와의 연결을 끊고 맺는 등의 번거로움이 크다.

이러한 이유로 PC 기반의 회의 환경, 특히 빠른 아이디어 도출을 위한 경우에는 PC가 오히려 소통에 방해 요소가 된다는 점을 파악하였고 오프라인에서의 PC기반 회의 환경을 보다 인터랙티브한 경험이 가능한 영역으로 바꿀 수 있는 해결점을 필요로 한다고 파악하였다.

여러 직군의 사용자에 대한 회의 환경을 조사해 보았을 때 (1) 동일한 결과물에 대한 사용자간의 소통의 복잡성이 높다는 것과, (2) 회의의 공간 목적에 비해 소통의 순환성이 떨어지며, (3) 회의에 참여하는 사람들 간의 분위기를 환기할 만한 장치가 부족하다는 것이 공통된 문제점으로 파악이 되었다.

<목적, 기대방향>

결과적으로 PC를 사용하는 다자간의 오프라인 회의에서 서로 다른 PC가 하나의 기기로 묶여 있는 듯한 경험을 제공하는 것이 또한 각자의 화면을 공유하고 서로 다른 컴퓨터를 원격으로 제어하는 것이 물흐르듯 자연스럽게 이루어지는 것이 위에서 제안된 문제점을 해결할 수 있는 방향이라고 생각하였다. 추가적으로 시스템 수준에서의 구현이 아닌 사용자가 눈에 보이는 오브젝트를 통해 원활한 소통이 이루어지고 있음을 경험하게 하고자 하였다. 선행된 연구에서 팀원 간 균형 있는 커뮤니케이션 참여가 팀 공유감 향상에 영향을 미치며 이는 학습유효성에 있어서도 긍정적인 효과를 갖는다고 하는 만큼 팀원 간 균형적이고 순환성이 높은 커뮤니케이션을 형성하기 위해서 소프트웨어적인 측면의 접근뿐 아니라, 하드웨어를 통합한 사이버 피지컬 시스템적 제언이 필요하였다.

이와 같은 기기는 향후 새로운 교육방식의 패러다임을 제시할 수 있을 것으로 기대하며 사무실 혹은 대학 내의 소모임에서도 빠른 아이디어 기획을 위한 직관적이고 혁신적인 시스템이 될 것으로 기대하고 있다. 상세하게는 컴퓨터를 바탕으로 학습을 하는 학생들의 화면을 선생님이 순차적으로 확인해보면서 직접 수정하고 교육할 수 있는 방법이 가능해지기 때문이다. 또한

스스로 문제 해결이 어려운 학생이 직접 자신의 화면을 선생님에게 공유하면서 지도를 받을 수 있기 때문에 이런 면에서 보다 수업에 탄력성과 적극적인 태도를 유도할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 선생님이 비교적 수업에서 참여하는 비중을 줄이면서도 서로가 가진 문제 해결 능력을 공유할 수 있는 환경이 만들어지기 때문에 스스로 문제를 해결하는 법을 기를 수 있고 소통을 통해서 협력하는 구조를 미리 익혀볼 수 있다.

협업에 대한 중요성이 높아지고 융합이 하나의 패러다임으로 급부상하는 산업 구조상 다양한 직군에 종사하는 사람들 간의 회의가 중요하게 된다. 이에 따라 PC를 바탕으로 각자가 준비한 영역의 결과물을 놓고 서로가 이야기를 빠르고 효율적으로 나누기 위해서 해당 디바이스의 활용이 상당히 크게 작용할 것으로도 기대하고 있다.

출품작 개발환경 및 개발언어

<개발환경 및 개발언어>



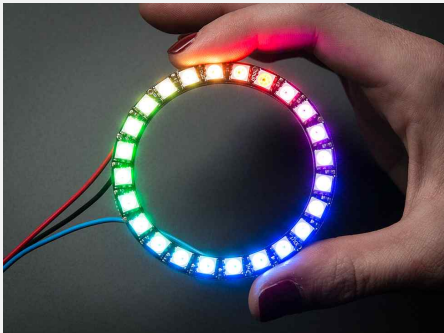

	Raspberry Pi2	Arduino	PC
Language	C++		Visual C++
IDE	Qt Creator	Arduino 1.6.5	Visual Studio 2013

타겟 장비는 크게 Device와 Device에 접속하는 PC로 구성된다.

Device는 Raspberry Pi2와 Arduino Pro Mini로 제어한다. Raspberry와 Arduino는 C++ 언어 기반으로 작성되었다. Raspberry 프로그램은 Qt Creator IDE로 작성하고 GCC C++로 컴파일하고, Arduino 프로그램은 Arduino 1.6.5 툴 상에서 개발하였다.

PC 프로그램은 Visual Studio 2013에서 작성하였고, Visual C++ 기반으로 개발하였다.

<하드웨어 스펙>

Product	Description
<p>Raspberry Pi 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Soc : Broadcom BCM2836 ● CPU : 900 Mhz ARM Cortex-A7 quadcore ● Memory : 1GB LPDDR2 ● Ethernet : 10/100 BaseT Ethernet socket ● GPIO : 40pin , 2.54mm, 2x20 strip ● Size : 85 x 56 x 17 mm ● Power : 5V 800 mA
<p>Arduino Pro Mini</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Microcontroller : ATmega328 ● Operating Voltage : 3.3V ● Digital I/O Pins : 14 (6 PWM output) ● Analog Input Pins : 6 ● Flash Memory : 32 kB ● Clock Speed : 8 MHz
<p>Adafruit NeoPixel RGB LED Ring</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Modules : 24 x WS2812 5050 ● Dimensions: 66mm ● Weight: 6.23g ● WS2812B 4-pin chip LED installed
<p>Dual concentric rotary encoder</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dual encoder ● 16 detents per revolution ● 2 pulses per detent - 1:2 mode in our encoder config software ● Shaft diameters: 6mm (outer) 4mm (inner) ● Integrated momentary push button ● Lifespan - 300,000 revolutions ● Aeronautical quality part

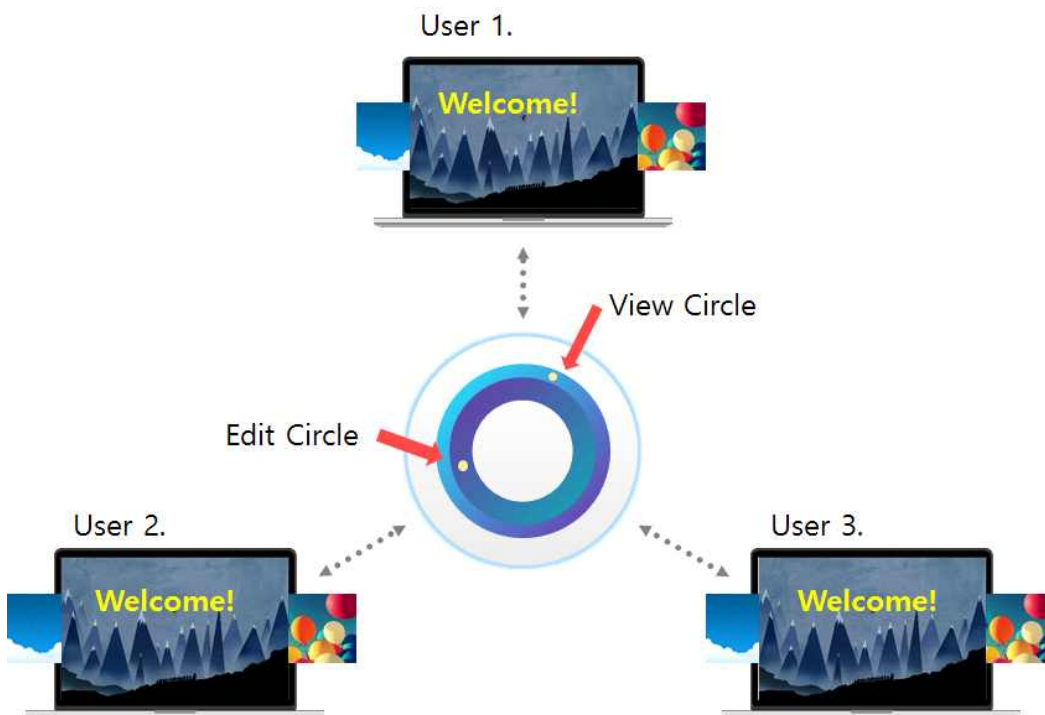
<PC 권장 사양>

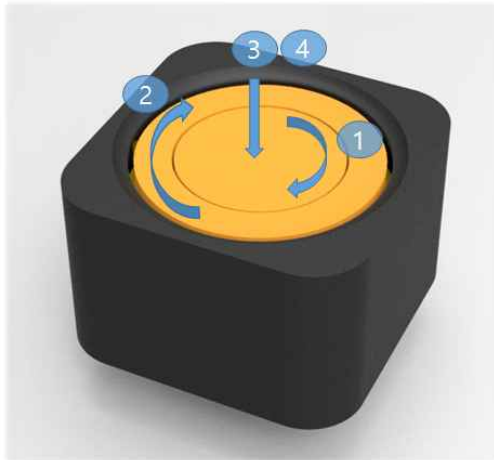


PC	
Operating System	Windows 64bit
Processor	Intel® Pentium® D or AMD Athlon™ 64 X2
Internet	Broadband Internet connection
Resolution	1024X768 minimum display resolution

출품작 시스템 구성 및 아키텍처

<시스템 동작>





	Group Name
1	Inner Circle
2	Outer Circle
3	Short Push
4	Long Push
...	...

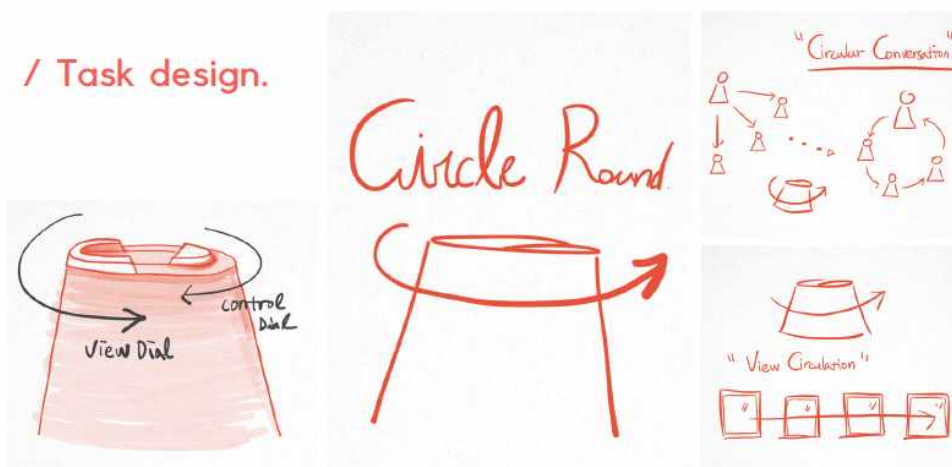
해당 Device에는 두개의 다이얼과 하나의 버튼이 존재한다. 이 입력장치들로 네 가지 인터페이스를 구성한다.

바깥쪽 다이얼은 이 Device가 만들어낸 Access Point에 접속한 PC들의 화면을 직관적으로 순환하여 전체 사용자에게 동일한 화면을 제시하는 것이다. 다이얼을 돌릴 때 마다 순차적으로 회의의 참여한 사용자의 화면을 공유할 수 있다.

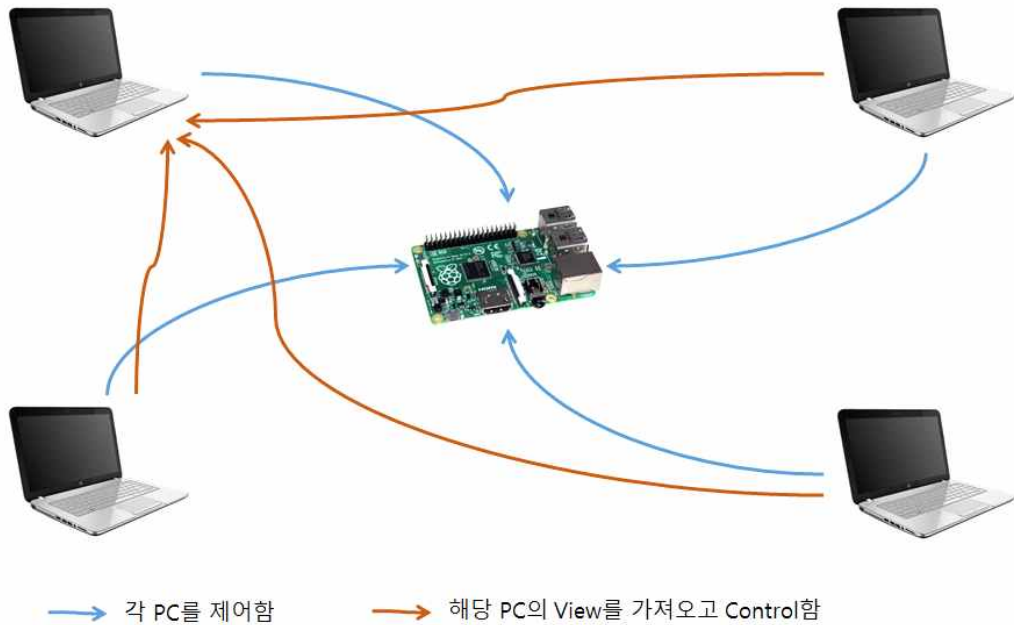
안쪽 다이얼은 제시된 화면을 제어할 수 있는 제어권의 변경으로 기존이 단방향으로 이루어진 회의 상황을 쌍방향의 다자간 커뮤니케이션으로 전환이 가능한 Tengible Interface를 지향한다.

버튼을 짧게 클릭하면 다이얼이 가리키는 공유를 설정하는 메시지를 사용자에게 전달한다. 버튼을 길게 클릭하면 사용자들과의 접속을 끊고 새로 시작할 수 있도록 Reset 한다.

<디자인 컨셉>

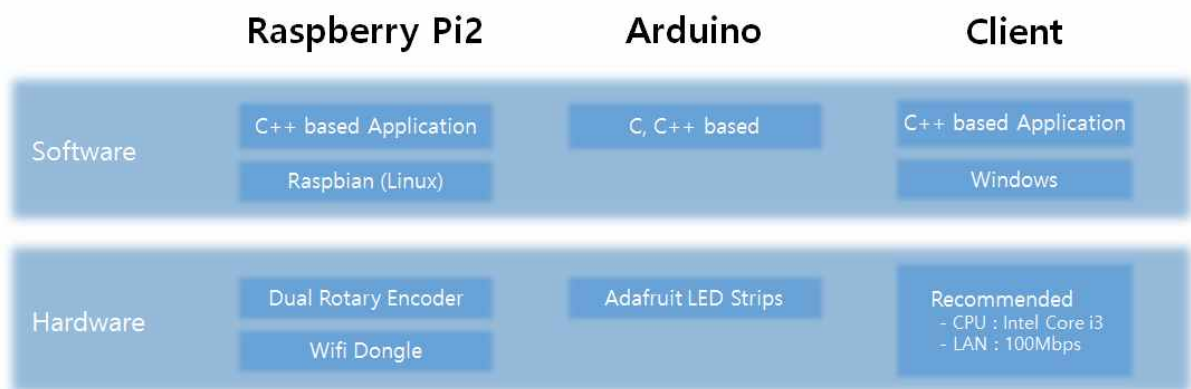


<네트워크 아키텍처>



각 PC는 해당 Device에 접속하게 되고 Device는 다이얼에 따라 각 PC로 Command를 송신한다. Command에 따라 타겟 PC에 접속하여 View 정보를 가져오거나 Control 하게 된다.

<시스템 아키텍처>

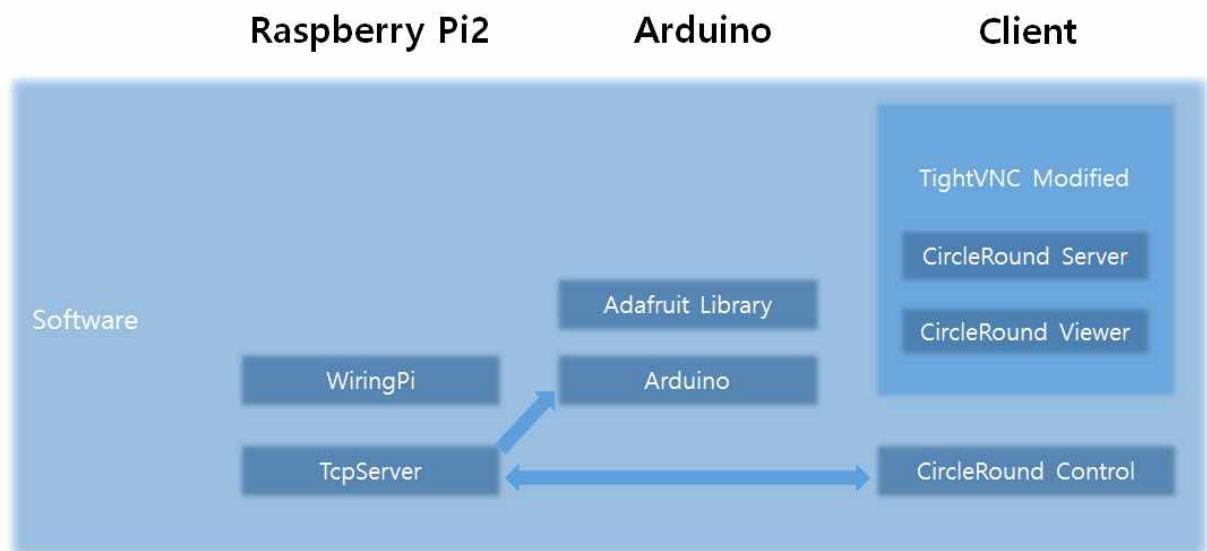


본 프로젝트에서 Device 상의 Server 및 Controller를 구성해야하기 때문에 타겟 Device로 Raspberry Pi 2를 선택하였다. Raspberry Pi는 영국에서 제작한 싱글 보드 컴퓨터로서 전 세계의 사용자들을 통해 많은 레퍼런스를 갖고 있다.

제안한 두 개의 Circulation을 사용하기 위해 Dual Rotary Encoder를 도입하였다. Dual Rotary Encoder는 360도를 16개 방위로 나타내고 Rotary Resistance보다 정확한 값을 보여준다.

Device에 표시되는 LED를 제어하기 위해 Arduino Pro Mini를 도입하였다.

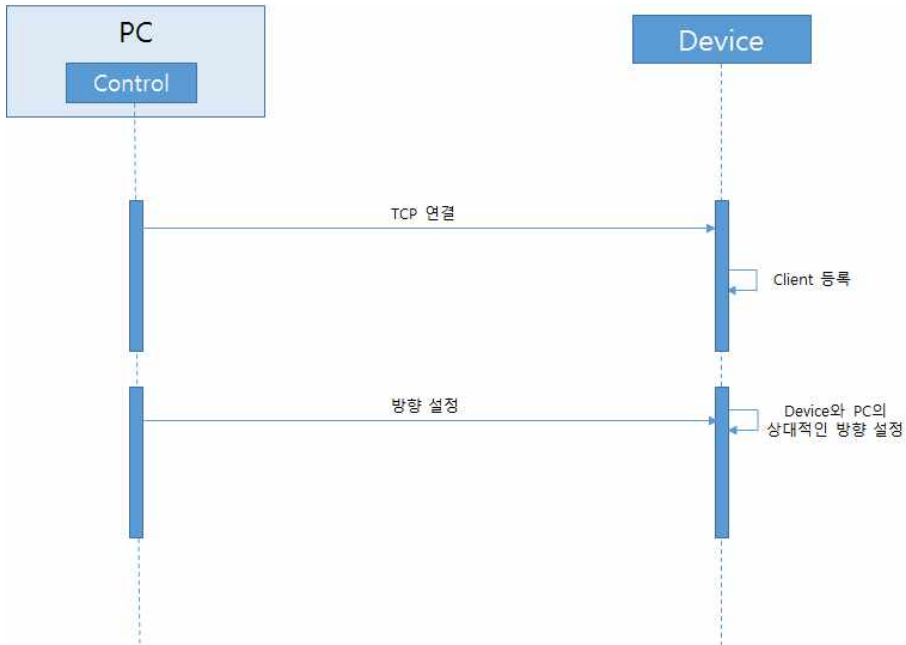
<소프트웨어 아키텍처>



Raspberry 상의 TcpServer 프로그램이 소켓 서버로 동작한다. 또한 GPIO를 통해 엔코더를 제어하고, 아두이노를 제어한다. WiringPi 라이브러리로 GPIO를 제어한다.

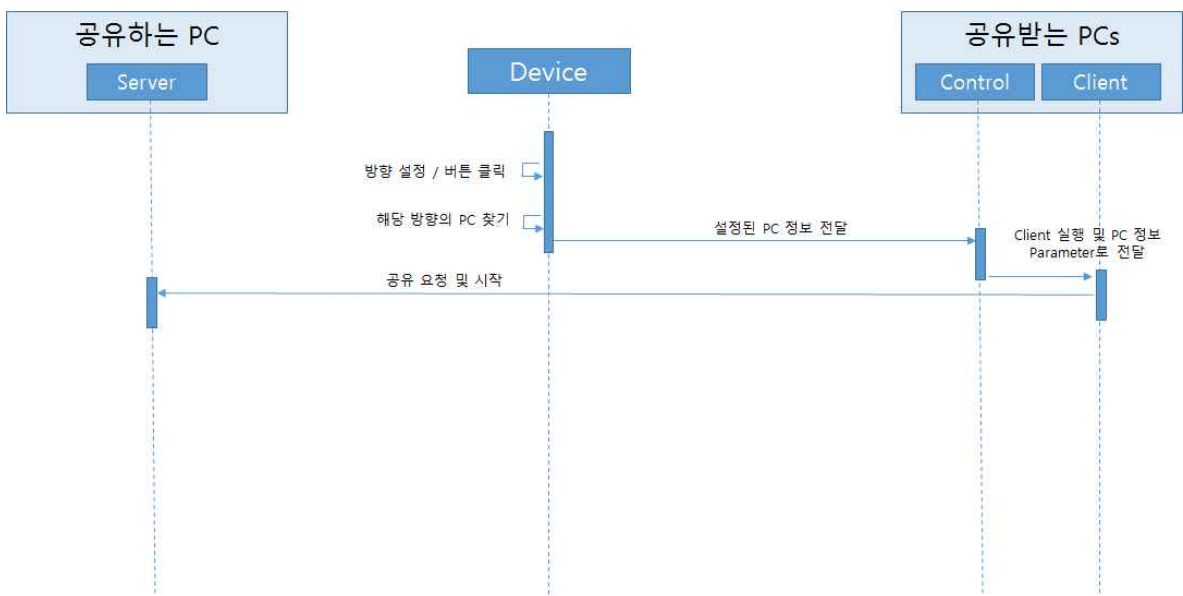
Arduino는 Raspberry의 제어를 받는다. Raspberry의 신호를 통해 Adafruit LED를 제어하고, Adafruit에서 제공하는 Arduino 라이브러리를 사용한다.

<PC와 Device간의 연결 순서도>



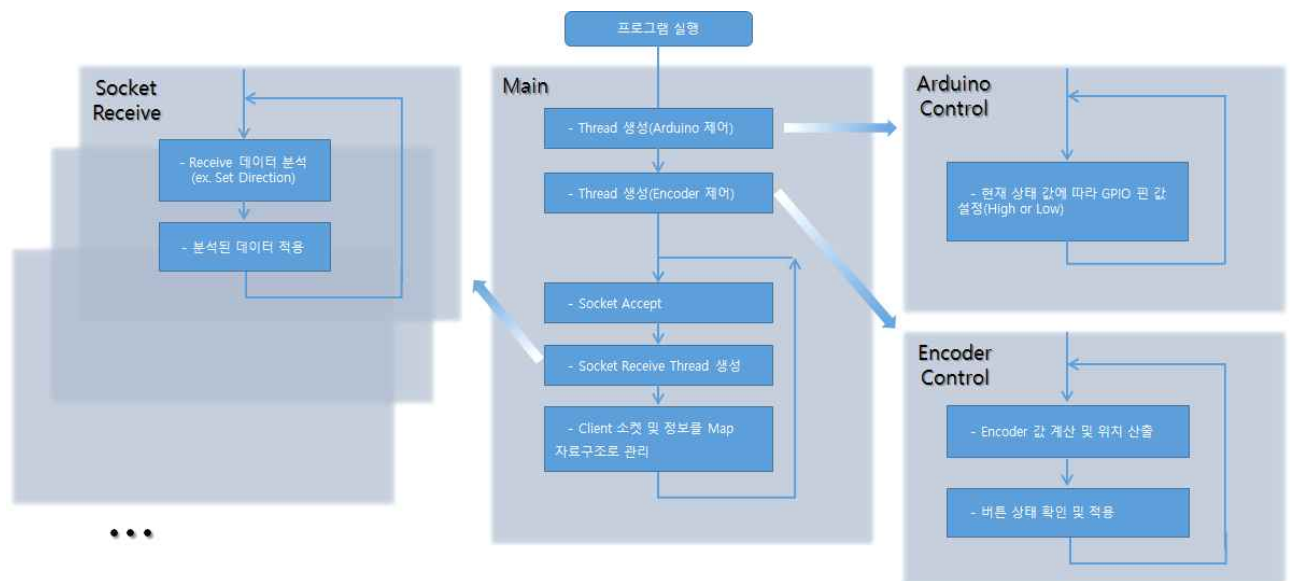
PC상에서 Raspberry Pi로 접속 시 TCP 소켓으로 Connect한다. Raspberry상에서 소켓 Accept 되면 해당 PC의 정보를 Map 자료구조로 관리한다. 일단 연결되면 PC의 방향 설정할 수 있다. Device의 다이얼을 해당 PC 방향으로 맞추고 PC 프로그램 상에서 "Set Direction" 버튼을 클릭한다.

<Device 설정에 따른 공유 순서도>



원하는 PC 화면을 공유하거나 edit 포인트를 변경하고 싶을 경우, Device 상의 View 다이얼, Edit 다이얼을 조절하고 버튼을 클릭한다. 버튼 이벤트 발생 시 방향에서 가까운 PC를 찾아서 해당 정보 값을 Client 프로그램 실행하면서 parameters로 전달한다. Client는 parameter 값으로 공유한 PC의 Server 프로그램에 접속하여 공유받기 시작한다. Client는 공유한 PC 화면을 보여주는 프로그램이다.

<Raspberry Pi 2 프로그램 흐름도>

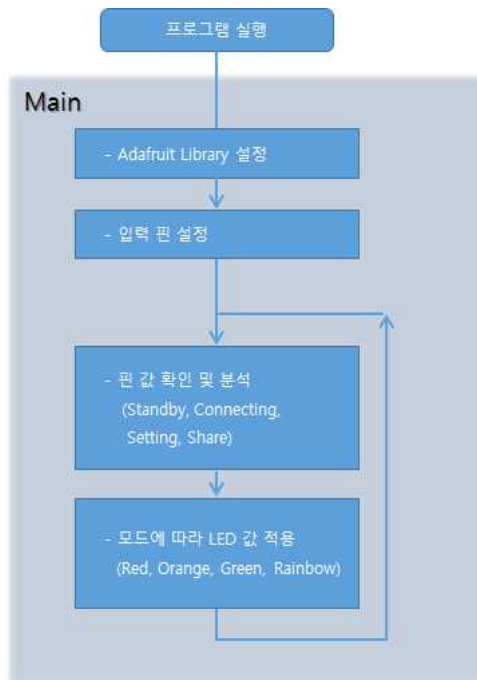


Raspberry Pi 2 프로그램이 일단 실행되면 Main Thread로 진입한다. Arduino를 컨트롤하는 Thread, Encoder를 제어하는 Thread를 생성한다. 그리고 사용자들의 접속을 받아 제어하기 위해 Tcp Server 형태를 구성한다. 사용자가 접속할 때마다 새로운 Thread를 생성하고, 생성된 Thread를 통해 사용자가 전달한 메시지를 확인한다.

Arduino를 제어하는 Thread를 통해 현재 상태에 따라 Digital Pin 2개로 전달한다.

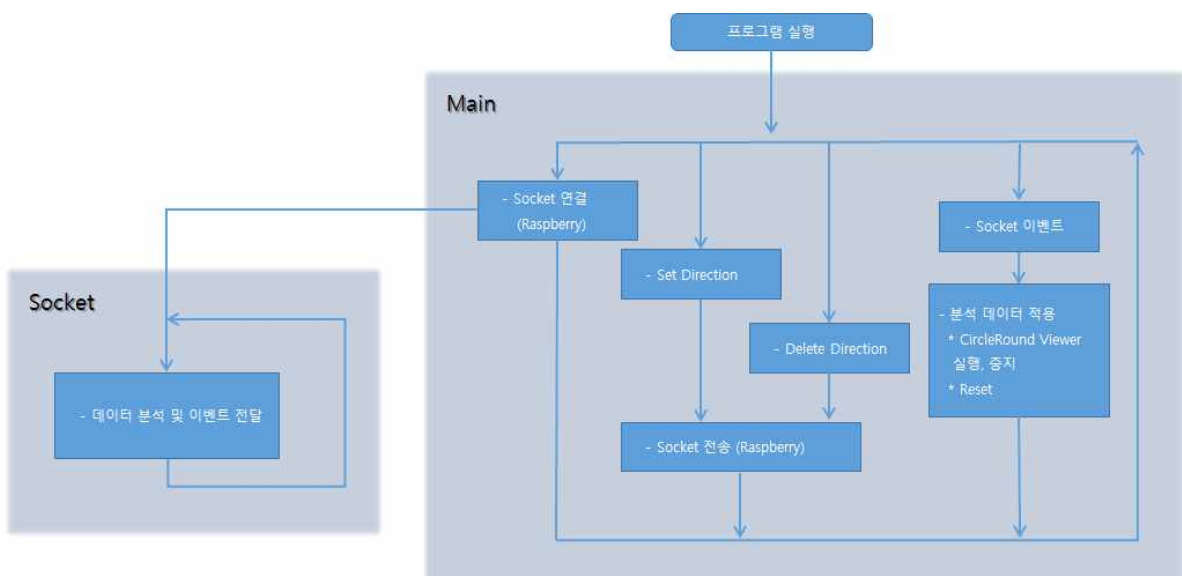
Dual Encoder를 제어하는 Thread에서는 두 개의 Encoder와 한 개의 Button을 제어한다. 두 개의 Encoder는 사용자가 돌릴 때마다 위치 값을 갱신하게 되고, Button은 짧게 누름(1초 미만), 길게 누름(1초 이상) 두 개의 기능을 수행한다.

<Arduino Pro Mini 흐름도>



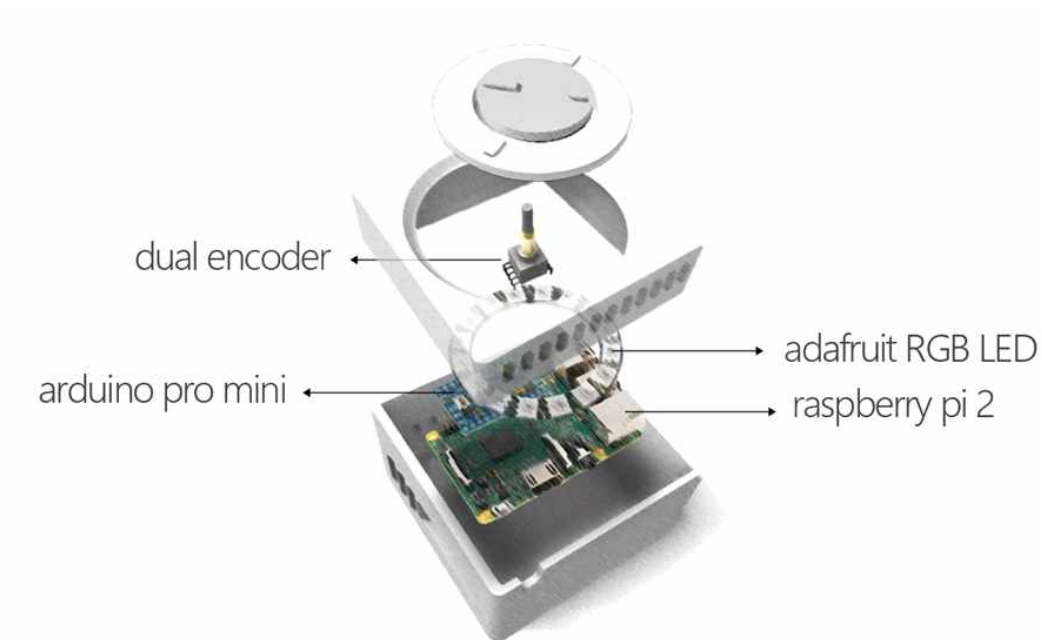
Arduino의 역할은 Raspberry Pi로부터 전달받은 값을 통해 Adafruit LED를 제어하는 것이다. Digital Pin 두 개를 통해 4개의 상태 값을 인지한다. 각각의 모드에 따라 LED 색상을 Red, Orange, Green, Rainbow로 표시한다.

<CircleRound Control 프로그램 흐름도>

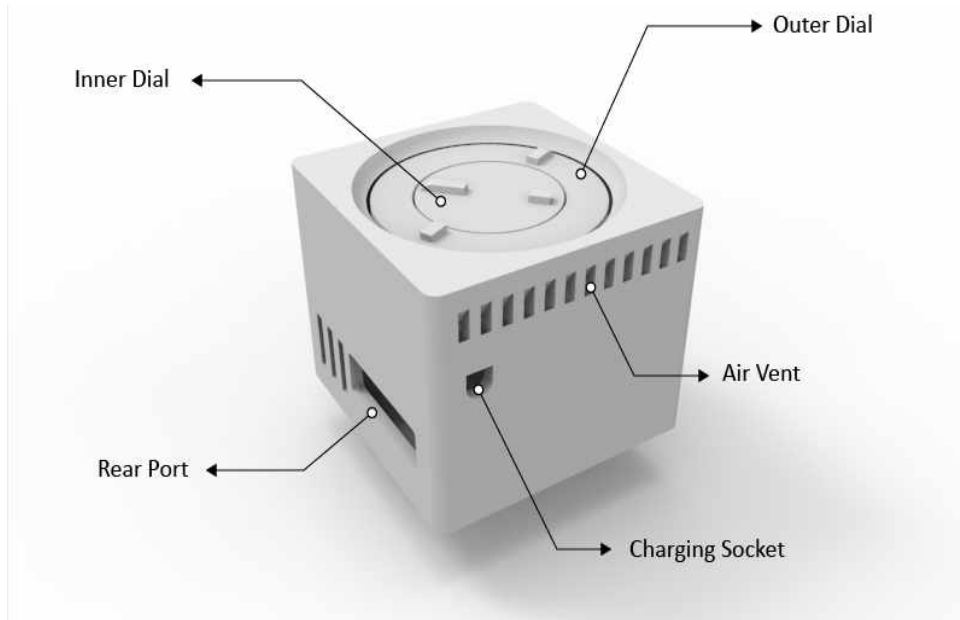


CircleRound Control은 PC에서 Raspberry와 소켓 통신하면서 CircleRound Viewer를 제어하는 프로그램이다. GUI 프로그램으로 버튼 이벤트나 소켓 이벤트 발생 시 Main Thread에서 순차적으로 실행된다. 주요 기능은 Raspberry에 소켓 Connect하고, Raspberry에서 내리는 명령에 따라 공유를 설정하는 것이다.

<Device 구조도>



Device 구조는 위와 같다. 3D 프린터로 제작한 틀 안에 Raspberry Pi2, Arduino Pro mini, Adafruit RGB LED, Dual Encoder 등으로 구성된다.



- 외부 설계

McNeel사의 Rhinoceros브랜드중 Rhino 3D 5.0ver을 바탕으로 제작이 되었고, 렌더링 이미지 화면은 Luxion사의 Keyshot 5.0 pro로 출력하였다. 최초 Rapid Prototyping에 있어서는 FDM(Fused Deposition Modeling)방식으로 플라스틱소재를 활용하였으며, 이후 최종 Mockup 제품을 제작할 때에는 SLS(Selective Laser Sintering)방식을 사용하여 플라스틱(PA2200)소재로 제작하였다.

- 외부 설계 구성

Inner Dial : 안쪽에 위치한 다이얼로, 디바이스에 묶여있는 PC들 중에서 다이얼이 가리키는 방향의 사용자가 현재 공유되고 있는 화면의 컴퓨터를 제어할 권한을 받도록 제어한다.

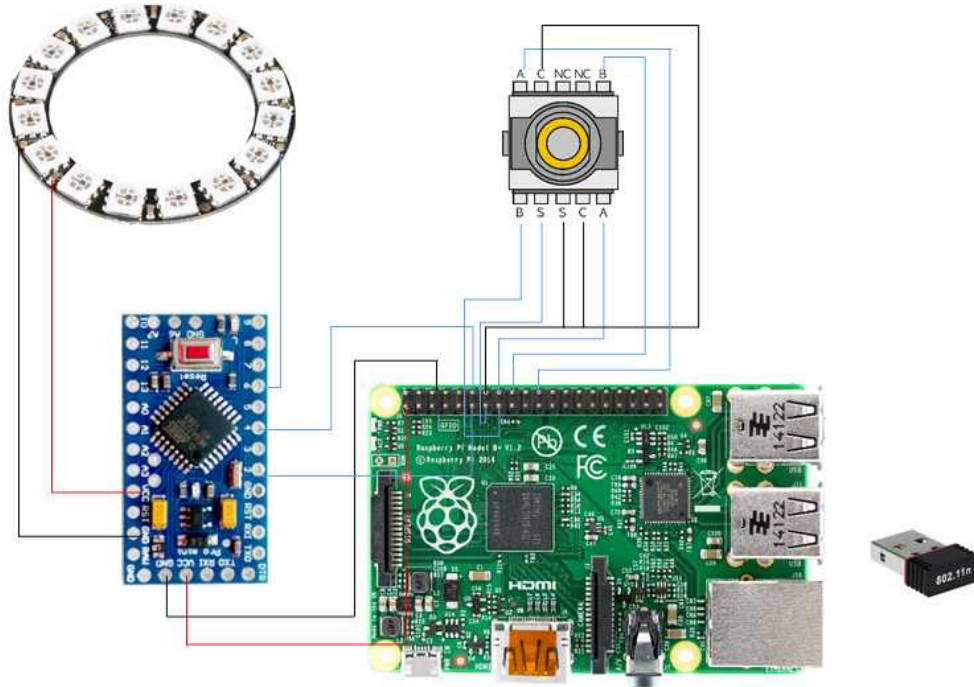
Outer Dial : 바깥쪽 다이얼로, 디바이스에 묶여있는 PC들 중에서 다이얼이 가리키는 방향의 화면을 전체에게 공유할 수 있는 기능을 수행한다.

Air Vent : 아래 부분 케이스로부터 공기역학적으로 위의 통풍구로 자연 순환이 이루어지도록 설계되었다.

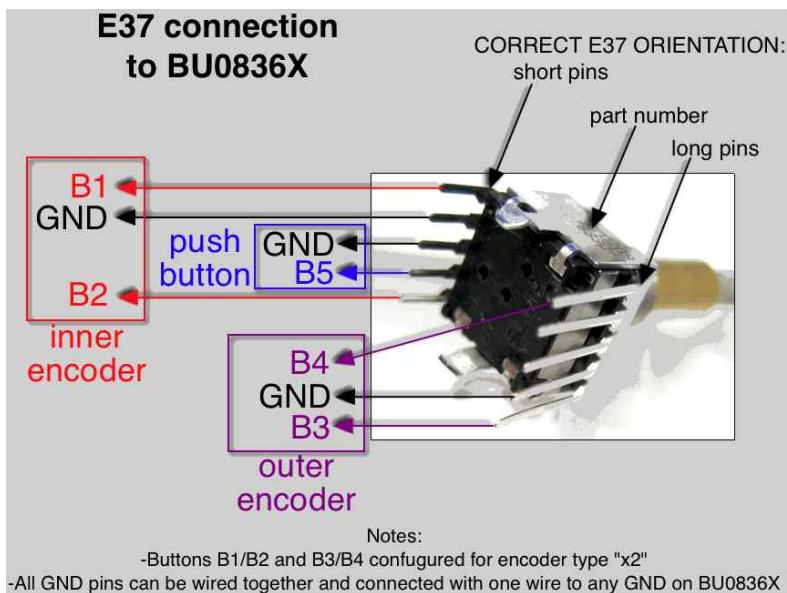
Rear Port : USB, HDMI, LAN선 등 추가로 확장할 수 있는 포트가 노출되어 있는 자리이다.

Charging Socket : 내장되어있는 배터리를 충전할 수 있도록 설계되었다.

<Device 연결 구조도>

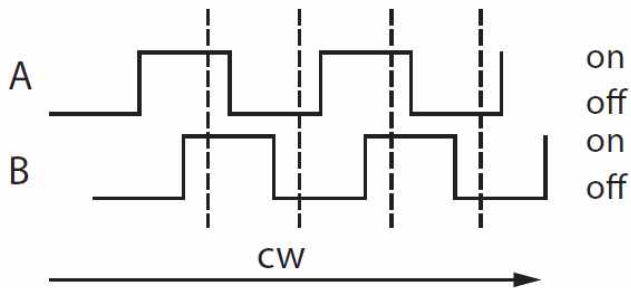


Device 연결 구조도는 위와 같다. 빨간 선은 Vcc, 검정 선은 GND, 파란 선은 Data 이다.

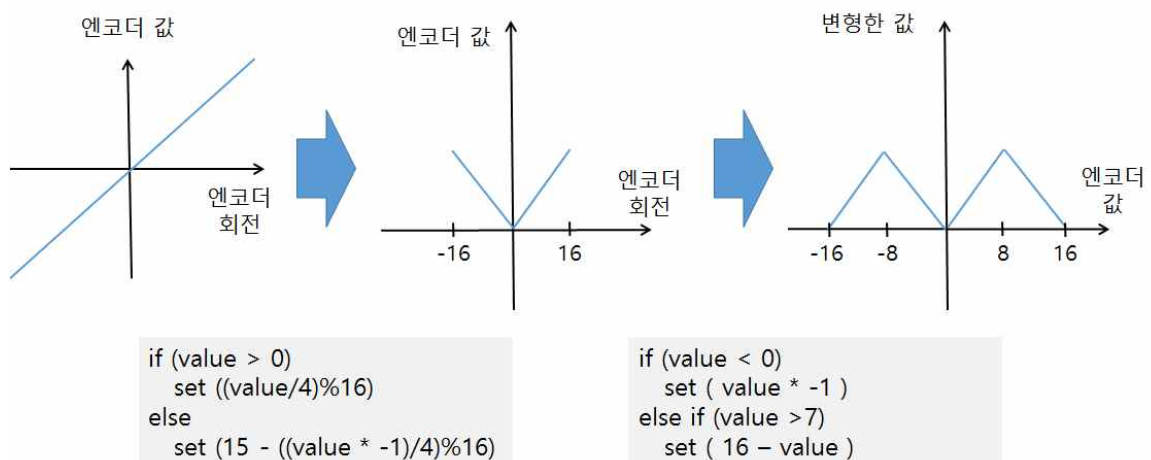


Dual Rotary Encoder의 Pin 구조는 위와 같다.

<Encoder 알고리즘>



Encoder의 A, B의 위상 값은 위와 같다. 두 개의 위상차로 방향을 추론할 수 있다.



Encoder의 위상차로 추론된 방향으로 그래프를 표현하면 왼쪽 그래프와 같다. 해당 Encoder는 한바퀴 16분할로 되어있다. 본 시스템에서는 Encoder가 가리키는 방향에 대해 근접한 PC를 찾아야 하므로 16개 단위로 각 위치 값을 갖는다.

Raspberry와 연결된 PC마다 각 위치 값을 설정한다. 공유시작(버튼 클릭)할 때 가리키는 Encoder 위치와 근사한 값을 찾아서 해당 PC를 공유하도록 설정한다.

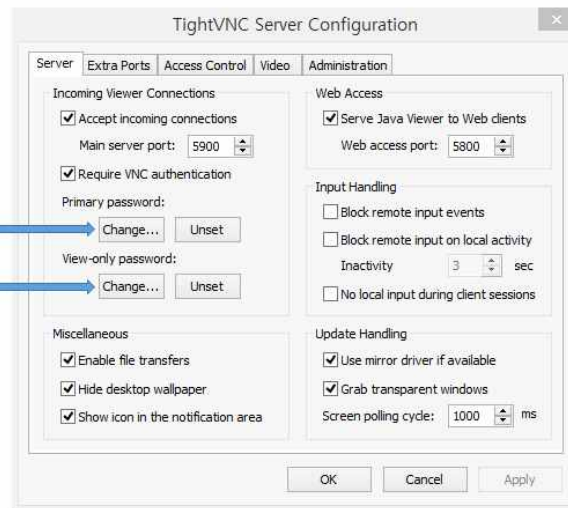
출품작 메뉴 구성

<CircleRound Server 프로그램의 메뉴 구성>



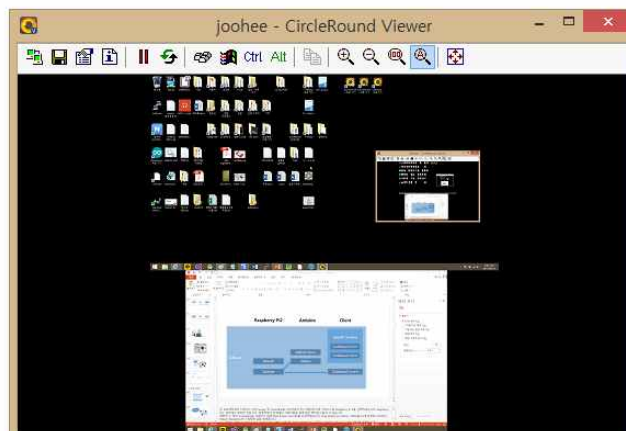
제어 모드
비밀번호 설정

관전 모드
비밀번호 설정



Server 화면 구성은 위와 같다. 제어 모드 비밀번호는 "gbaosldj", 관전 모드 비밀번호는 "pass"로 임의로 설정한다.

<CircleRound Viewer 프로그램의 메뉴 구성>

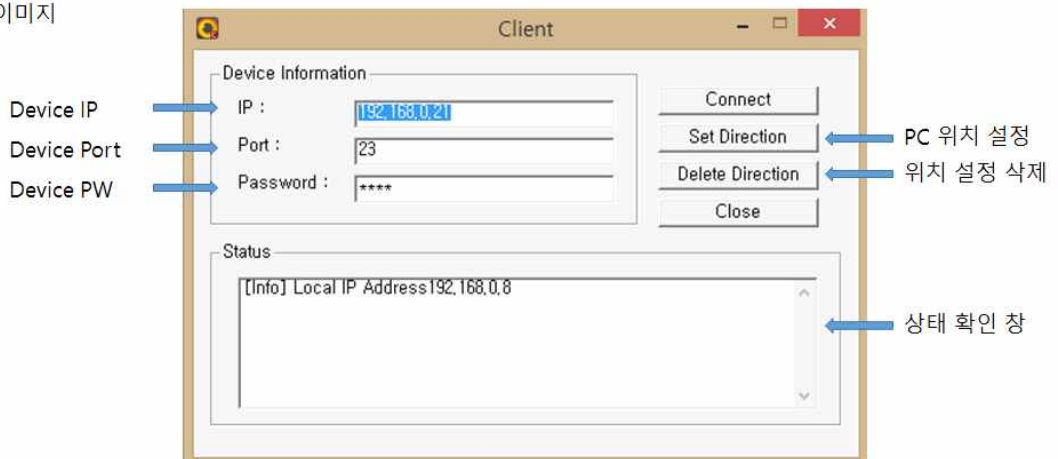


Viewer 화면은 위와 같다. 전체 화면 모드가 기본으로 설정되어 있다. 창 모드 변경 시 "Ctrl + Alt + Shift + f"를 클릭하면 된다.

<CircleRound Client 프로그램의 메뉴 구성>

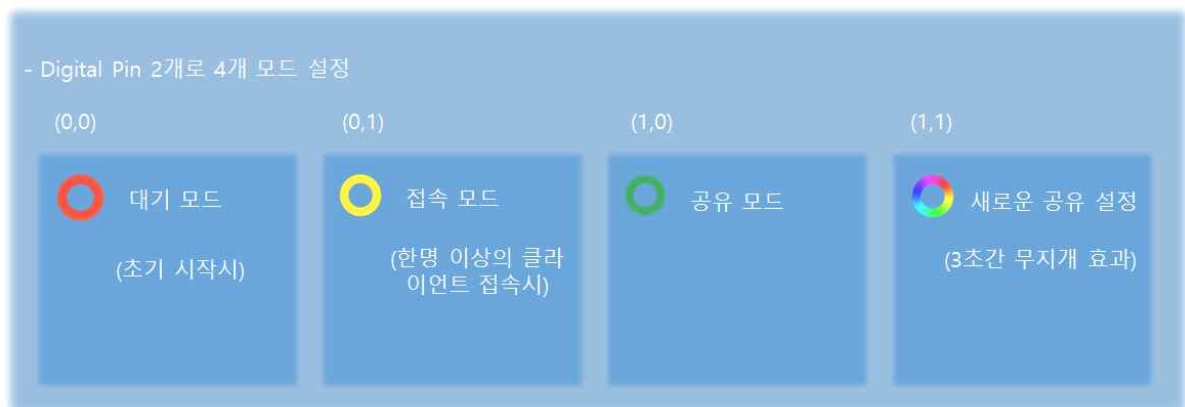


아이콘 이미지



Client 화면 구성은 위와 같다. Raspberry의 IP, Port, Password를 입력하고 "Connect" 한다. 소켓 연결한 후에 Device의 View Point를 해당 PC 쪽으로 설정하고 "Set Direction"한다. "Delete Direction" 클릭하면 관전모드로만 동작가능하다. Client 동작은 상태 확인 리스트를 통해 확인 가능하다.

<LED 모드>



LED는 Device 안쪽에 위치하여 표시된다.

대기 모드는 프로그램 시작 시 초기 모드이다. 또한 Reset시 대기 모드로 돌아온다.

접속 모드는 Raspberry에 사용자가 접속하기 시작하면 설정된다.

공유 모드는 사용자 접속 후에 버튼을 클릭하면 Encoder 설정 위치에 따라 공유가 시작된다.

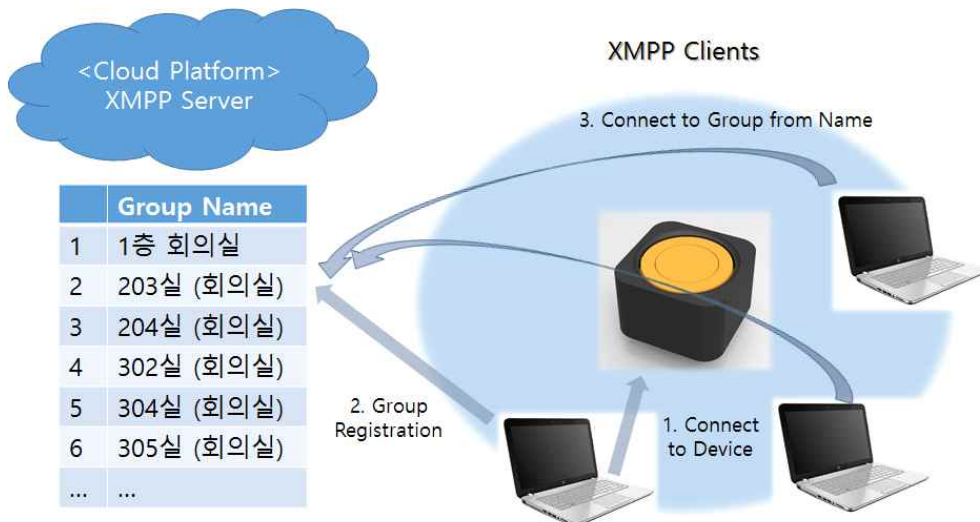
새로운 공유 설정은 버튼을 클릭했을 때 3초 동안 무지개 효과가 나타난다.

출품작 활용분야 및 향후 발전 방안

<향후 프로그램 발전 방향>

현재 PC에서 Device의 IP, Port를 입력하여 접속하게 된다. 사용자가 Device의 IP를 설정하고 확인하는데 있어 편의성을 갖기 위한 방법을 모색하였다.

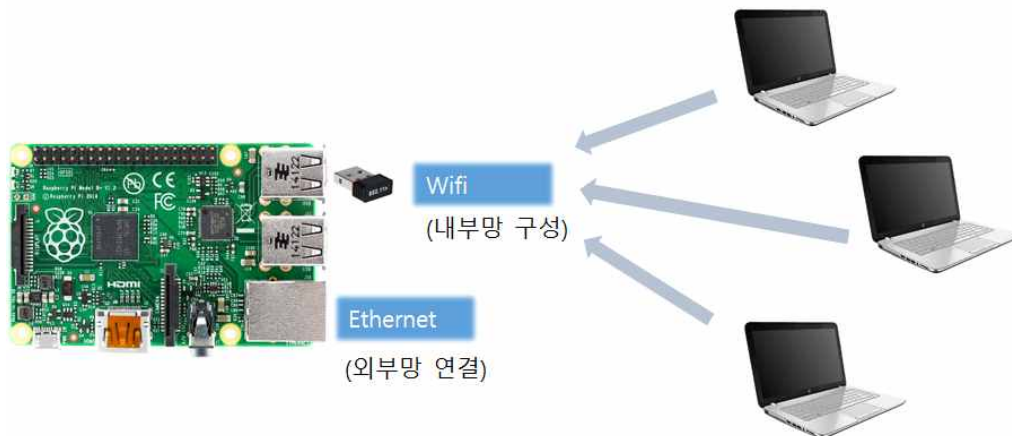
- XMPP 플랫폼 적용



클라우드 상에 XMPP 서버를 구성하고, Device 및 PC에 XMPP 클라이언트를 구성하는 구조다. 메신저와 같이 단체방을 구성할 수 있다. 각 방에는 Device가 한대씩 포함되고, 회의실에 참석한 PC가 해당 방에 접속한다. 메신저 기능과 유사하기 때문에 사용자가

쉽게 적응할 수 있을 것이다.

- Raspberry AP 구성



Raspberry 상의 Ethernet으로 외부 망을 연결하고 Wifi를 AP로 사용한다. PC는 Raspberry에서 구성한 AP에 접속하고 Gateway 주소가 라즈베리파이의 주소가 된다. PC의 Gateway Address가 Raspberry의 주소가 되므로 이를 이용하여 Connect 할 수 있다.

- PnP(Plug & Play) 방식

동일한 네트워크 망에 있는 해당 Device에 접속하는 방식에 있어서 PnP 방식으로 구현하면 IP로 접속하지 않고 Device를 검색하고 접속할 수 있다.

종류는 Upnp, bonjour, miniupnp, avahi 등이 있다.

<활용 분야>

- 교육자에게

기존의 일방적인(단방향) 정보 전달 방식의 교육환경에서 벗어나 학생과 교육자 간의 실시간 의사소통의 활성화를 도울 것이라 기대한다. 특히 수학처럼 이전 공식의 이해 없이 다음 공식을 적용할 수 없는 과목의 경우 학생과의 의사소통의 중요성이 더 강해진다. 이때 우리가 제시하는 디자인을 이용한다면 학생의 수업에 대한 이해도를 바로 확인할 수 있으며 이를 통해 학생 수업의 형태를 유연하게 조정할 수 있다.

- 개발자에게

보통 회의에서 한 사람이 다른 사람들에게 내용을 전파하는 형태를 지닌다. 회의에서 활용되는 문서를 발표하는 사람이 제어하게 된다. 발표하는 사람의 컴퓨터를 다른 사람이 제어하며 발언권을 가져가게 된다면 훨씬 소통하는 회의가 될 것이다. 예를 들어 개발자의 경우 UML을 그리거나 알고리즘을 설계할 때 개발 툴을 사용한다. 이 툴을 하나의 PC에 작성하고 이를 여러 사람이 제어하는 형태가 가능할 것이다.

- 디자이너에게

현재 진행방식은 각자 갖고 있는 회의 자료에서 같은 레퍼런스를 보고 보완할 점을 설명을 할 때, 모두 다 다른 방식으로 이해를 하게 되어 어려움이 있다. 이러한 어려움을 보완하기 위해 디자이너에게 이 디바이스를 이용한 회의를 진행한다면, 하나의 화면을 각자의 모니터로 확인하며, 회의주최자가 원하는 디자인과 다른 회의 참석자의 디자인을 함께 드로잉하고 각자의 생각을 공유하여 회의 진행 및 시간이 단축될 수 있을 것이다.

기타

< [좌] Prototype, [우] 현재 모델 - 3D 프린터 제작 >

