

Wall Climber Car(WCC)

- 벽면이동로봇 -

목차

1. 프로젝트 배경	3
A. 프로젝트 개발의 필요성	3
B. 기술 개발 시 파급효과 및 활용방안	3
C. 프로젝트 개발 목적	3
2. 프로젝트 진행 보고	4
A. 프로젝트 개발 분야	4
B. 프로젝트 진행 일정	4
C. 사용 도구	5
D. 프로젝트 목표	6
E. 단계별 아키텍처	8
F. 프로젝트 상세 개발 내용	11
3. 프로젝트 마무리	15
A. 기대효과	15
B. 시행착오	15
C. 문제점	16
D. 개선방안	16

1. 프로젝트 배경

A. 프로젝트 개발의 필요성

우리나라의 출산율은 매해 감소하고 있으며 일할 수 있는 청년층과 장년층이 점차 줄어들고 있다. 그럼에도 불구하고 작업환경에서 안전불감증과 인명을 경시하는 풍조는 사라지지 않고 있는데, 특히 건축 분야에서 그런 경향이 심하다. 본 프로젝트에서는 드론이 비행하지 못하는 좁고 복잡한 공간이나 비행금지구역, 사람이 접근하기 힘들거나 위험한 곳에 카메라가 달린 RC카를 보내어 대신 작업하게 하거나 건축물의 균열과 같은 위험요소를 파악하여 사고를 미연에 예방하고자 한다.

또, 봄마다 하는 대청소는 평소 하던 바닥뿐만 아니라 벽, 유리창, 천장을 모두 닦는데 이것은 온 가족이 분담하더라도 굉장한 중노동이다. 본 프로젝트에서는 영상 처리 기술과 진공흡착방식을 활용하여 천장 또는 벽면을 효율적으로 쉽게 청소할 수 있는 시스템을 제공한다.

B. 기술 개발 시 파급효과 및 활용방안

대체 기술이 없어 위험한 환경에서 작업하던 사람들에게 안전한 다른 일을 맡길 수 있다. 사람이 안전해지므로 사고로 인한 인적, 경제적 피해를 방지할 수 있다.

바닥의 장애물이나 다가오는 물체를 피하고 목적지에 도달하기 위한 복잡한 알고리즘들이 많이 개발되어있다. 하지만 벽면의 경우에는 일부 장식품들을 제외하면 장애물이 거의 없으며 이동인구 또한 없다. 로봇의 활동장소를 바꿈으로써 설계는 더욱 단순해지고, 이는 생산비용 절감으로 이어질 수 있다.

C. 프로젝트 개발 목적

인간의 손이 닿지 못하는 지역이나 손에 닿지만 사람이 작업하기에 힘든 지역을 탐사하고 작업하는 로봇의 플랫폼이 될 자동차를 만든다. 이 경험을 바탕으로 하드웨어를 제어하는 소프트웨어 개발에 자신감을 얻고 하드웨어와 관련된 물리적 현상들을 이해한다.

2. 프로젝트 진행 보고

A. 프로젝트 개발 분야

가) DC모터와 BLDC모터를 이용한 RC카 제작

나) 아두이노와 안드로이드 애플리케이션 사이의 블루투스를 통한 RC카 제어

다) 오드로이드와 안드로이드 애플리케이션 사이의 motion을 통한 영상 전송

라) 영상처리를 이용한 자동 RC카 제어

B. 프로젝트 진행 일정

1) 프로젝트 기획

업무 분야	월	10월													
	일	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
프로젝트 기획	개인별 주제 발표														
	팀원 구성														
	브레인스토밍														
	주제 선정														
	팀원 역할 선정														
	일정 예측														
	기획서 작성														
	프로젝트 서버 설치														
프로젝트 분석	기능 정의														
프로젝트 설계	SW_UI HW_외부구조설계서 작성														

2) 1순위

업무 분야	월	10월													
	일	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1
1순위	RC카	아두이노 개발환경 설치	→												
		모터, 모터 드라이버 구입	→												
		모터 제어	→												
		임시 프레임 제작	→												
		바퀴 구입	→												
		전력 공급	→												
		모듈 배치	→												
		직진 제어	→												
		회전 제어	→												
		시리얼 통신 제어	→												
		블루투스 모듈 장착 및 제어	→												
		바닥주행 테스트	→												
	진공흡착	모터, 팬 구입	→												
		모터 제어	→												
		출력 조절	→												
		모터와 팬 조립	→												
		임시 프레임 제작	→												
		흡착 테스트	→												

3) 2순위

업무 분야		월	11월																
		일	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
2순위	RC카	진공흡착모터랑 RC카와 결합																	
		바닥주행 테스트																	
		바닥에서 벽으로 올라가기																	
		벽면주행 테스트																	
		전장주행 테스트																	
		최종 프레임 디자인																	
		최종 프레임 제작																	
	오드로이드	OS(Ubuntu) 설치																	
		프로그램 개발환경 설정																	
		블루투스 모듈 장착																	
		캠을 통해서 영상촬영																	
		블루투스로 영상 송신																	
	영상처리	PC에 영상 저장																	
		MeanShift으로 트랙킹																	
		Back Projection																	

4) 3순위

업무 분야		월	11월															12월										
		일	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3순위	영상처리	CamShift으로 트랙킹																										
		손 추적																										
	통신	PC로 영상 전송																										
		시리얼 통신을 통한 바퀴 제어																										
		PC에 영상 저장																										
마무리		Merging 작업																										
		발표 준비																										
		PPT 제작																										

C. 사용 도구

i. 기술

#	이름	사용처
1	C / C++	프로젝트 표준 언어 ① 임베디드 제어 기능 개발 ② OpenCV 라이브러리 응용
2	안드로이드 애플리케이션	제어용 클라이언트 제작 ① 웹캠으로 촬영한 영상을 전송 받고 화면에 출력 ② 아두이노를 블루투스 통신으로 제어
3	OpenCV	영상 처리 기능 개발

ii. 개발 S/W

#	이름	사용처
1	Window7	프로젝트 표준 작동 OS 환경
2	Linux(Lubuntu)	서버 개발 및 동작 환경

3	Visual Studio 2010	통신 및 영상처리 개발 도구
---	--------------------	-----------------

iii. 장비

#	이름	사용처
1	Arduino nano	디바이스 제작 기반 보드(나노 구입시 이름 수정)
2	Odroid	웹캠으로 촬영한 영상을 저장, 송신하는 보드
3	Webcam	오드로이드에 부착할 카메라
4	Bluetooth Module	아두이노와 무선통신 기능 제공
5	Wi-Fi dongle	오드로이드와 무선통신 기능 제공
6	Motor	바퀴, 진공흡착을 제어하는 기능 제공
7	Motor Driver	모터 4개를 제어하는 기능 제공
8	PC	윈도우PC: 5대 개인 개발 및 테스트 환경 제공

D. 프로젝트 목표

- 1단계 : 벽면이동을 위해 BLDC 모터를 제어해서 벽면을 이동할 수 있도록 만든다.

업무 분야	기능
임베디드	① 디바이스 조립: RC카와 진공흡착을 위한 프레임을 만드는 것이 목적이다. A. 기본 보드: Arduino Uno B. Module: DC Motor, Camera ② 모듈 제어: DC Motor , A. DC Motor: Motor 4개로 바퀴 4개를 제어한다. B. Camera: 영상을 받아와서 PC에 전송한다 ③ 디바이스 제어: Keyboard A. 키보드를 통해서 디바이스를 제어한다.
진공흡착	① 진공흡착 제어: BLDC Motor A. BLDC Motor: Motor 1개로 진공흡착을 제어한다.

- 2단계: RC카에 붙은 웹캠으로 촬영한 영상에서 물체를 인식을 하여 RC 카가 물체를 따라 이동하게 한다.

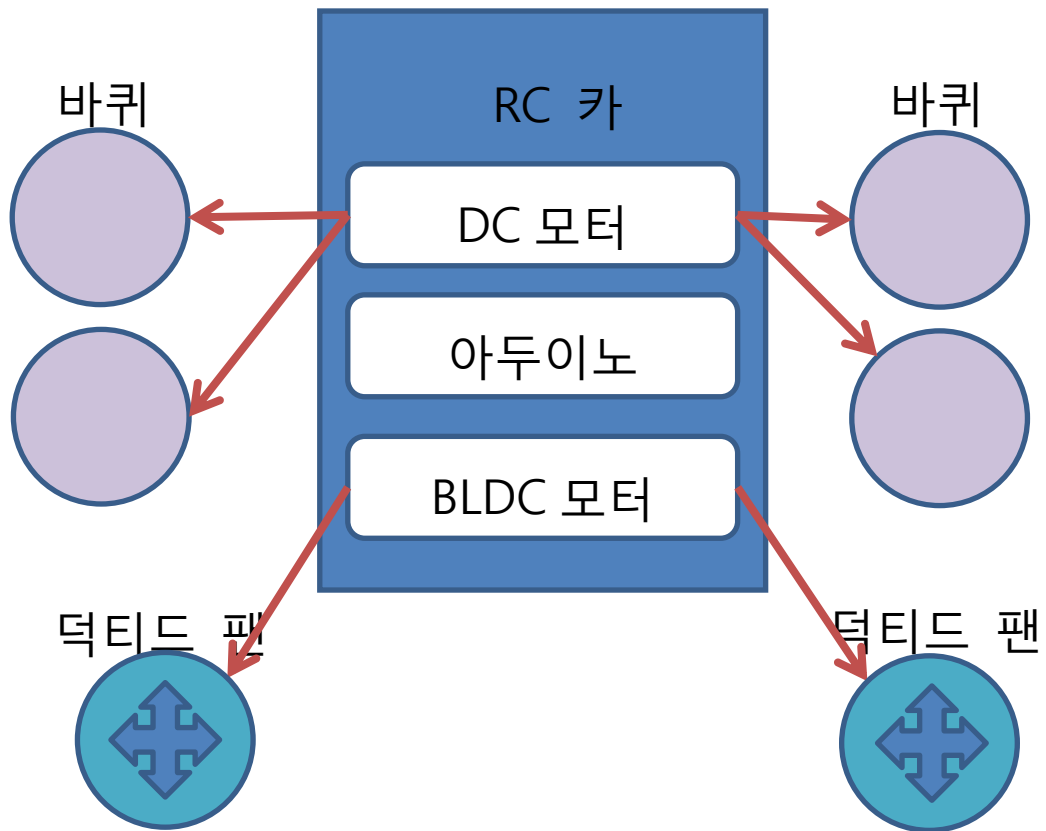
업무 분야	기능
1단계까지 개발된 기능은 기본적으로 포함된다.	
임베디드	① 1단계에서 개발된 기능을 고도화 A. 디바이스 제어 i. 안드로이드 애플리케이션을 통해서 RC카를 제어한다. B. 영상 촬영 i. 오드로이드에 웹캠 부착하여 영상을 촬영한다.

- 3단계 : 오드로이드에서 촬영된 영상을 PC와 통신하여 영상을 전송하고
아두이노와 시리얼 통신하여 바퀴모터를 제어한다.

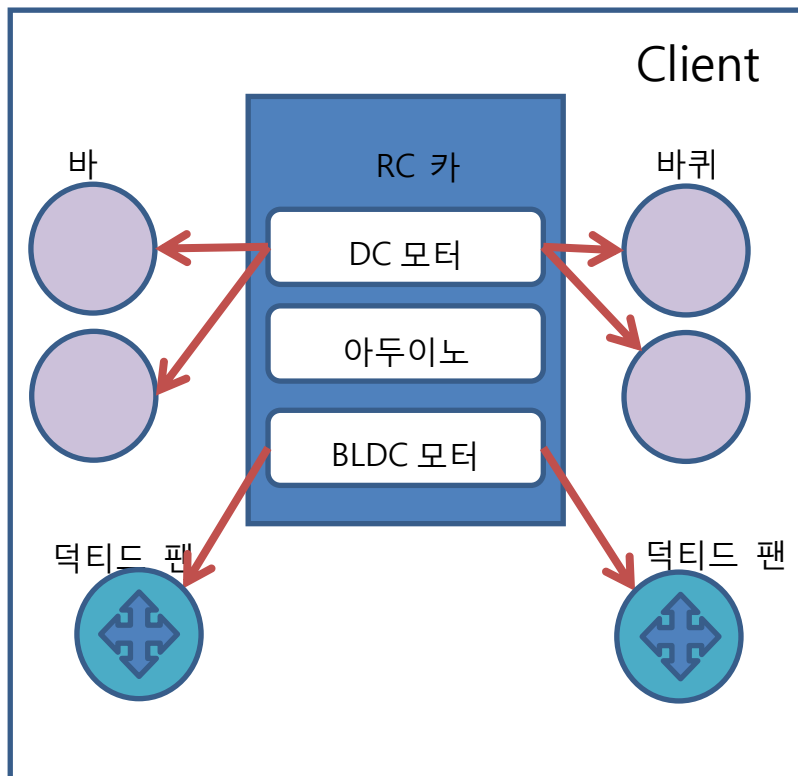
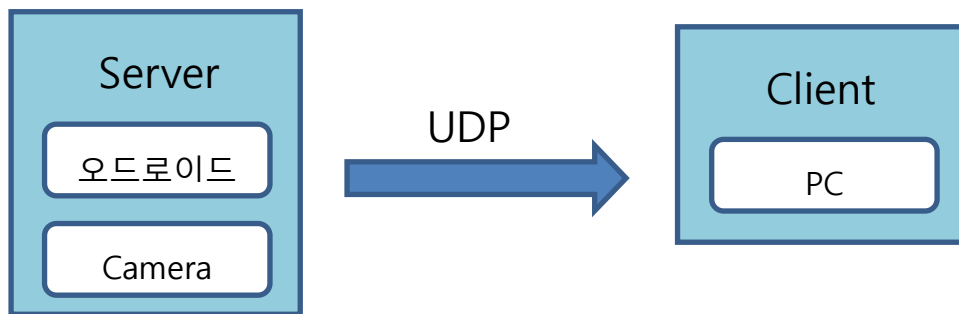
업무 분야	기능
2단계까지 개발된 기능은 기본적으로 포함된다.	
영상처리	① 물체 인식: 오드로이드에서 전송 받은 영상에서 원하는 물체인지 판별한다.
통신	① 오드로이드에 연결된 웹캠을 활용하여 영상 처리된 이미지를 PC로 전송한다. ② 영상처리를 통해 얻은 물체의 좌, 우 위치를 판단하여 아두이노와 시리얼 통신을 하여 바퀴 모터를 제어한다. ③ 촬영된 영상을 저장하고 PC에 전송하여 저장된 영상을 확인한다.

E. 단계별 아키텍처

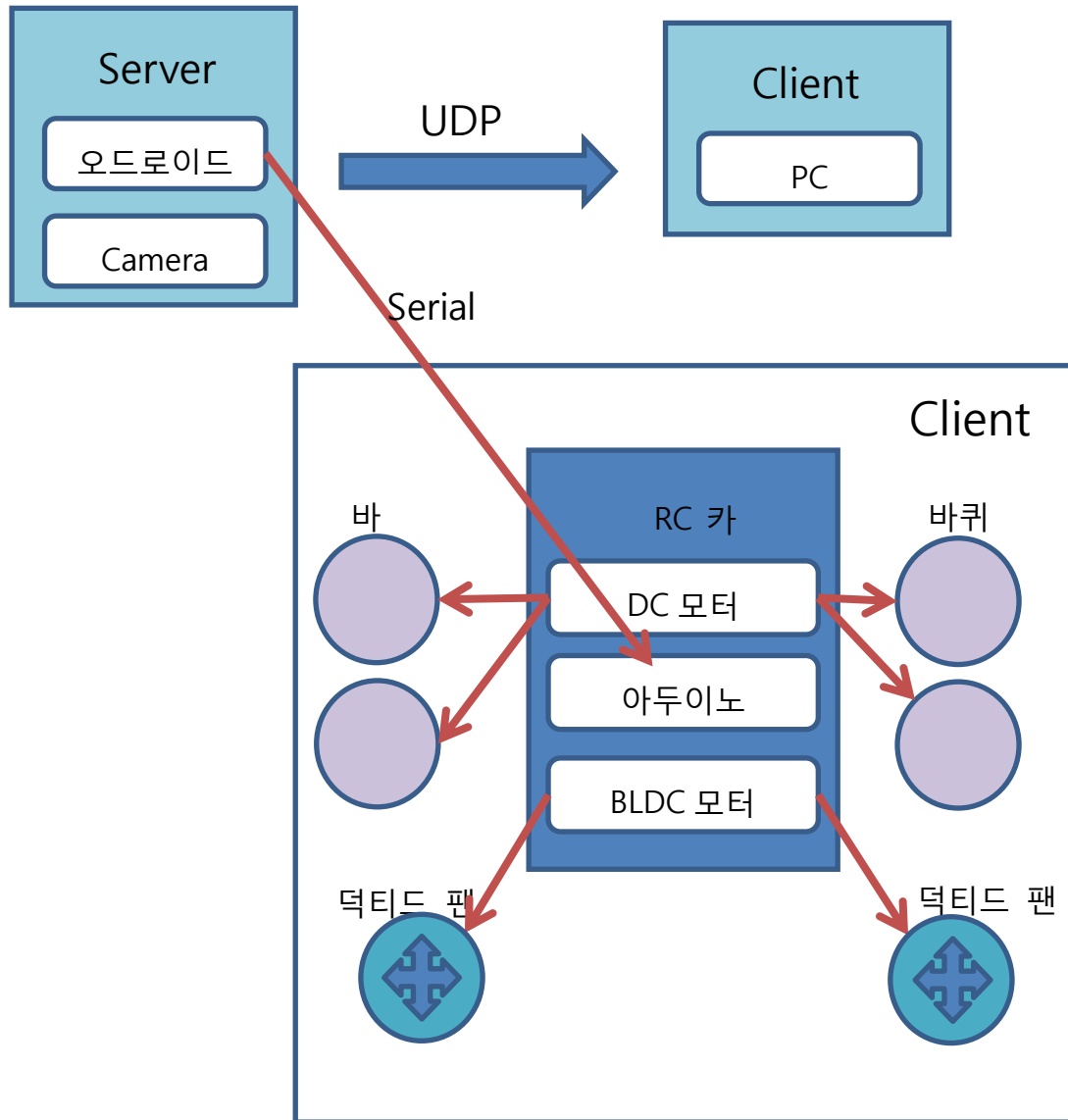
- 1차 아키텍처



● 2차 아키텍처



● 3차 아키텍처



F. 프로젝트 상세 개발 내용

I. 기능정의 리스트

● 임베디드

대분류	중간항목	상세항목	항목번호	설명	담당자	순위
RC 카	부품	모듈 배치	Rc-Md-01	제작한 프레임 위에 부품들을 연결, 배치한다.	김용진	1
		전력 공급	Rc-Md-02	건전지와 리튬폴리머 배터리, 휴대폰 보조배터리로 모터와 아두이노, 라즈베리 파이에 적합한 전력을 공급한다.	김용진	1
	아두이노	설치	Rc-Ad-01	아두이노 개발환경을 PC에 조성한다.	김용진	1
		모터 제어	Rc-Ad-02	아두이노에 모터 드라이버를 연결하여 모터를 제어한다.	김용진	1
		블루투스 모듈	Rc-Ad-02	아두이노에 블루투스 모듈을 장착하고 애플리케이션으로 신호를 보내 제어한다.	김태섭	1
	통신	시리얼	Rc-Co-01	PC의 키보드를 통해 아두이노에게 명령을 내린다.	김용진	1
		블루투스	Rc-Co-02	휴대폰의 블루투스 애플리케이션을 이용하여 아두이노에게 명령을 내린다.	김태섭	1
	이동	바닥주행	Rc-Ts-01	바닥에서 주행한다.	김용진	1
		벽면	Rc-Ts-02	벽면에서 주행한다.	김용진	1

● 진공흡착

대분류	중간항목	상세항목	항목번호	설명	담당자	순위
진공흡착	제어	출력 조절	Va-Cn-01	BLDC모터의 출력을 조절하여 RC카가 벽에 흡착된 상태로 이동할 수 있도록 한다.	김용진	1
	조립	연결	Va-As-01	리튬폴리머 배터리, 변속기를 모터와 연결한다.	김용진	1
		장착	Va-As-02	RC카 프레임에 장착한다.	이형석	1

● 오드로이드

대분류	중간 항목	상세항목	항목번호	설명	담당자	순 위
오드로 이드	설치	OS	Od-St-01	오드로이드에 Lubuntu 를 설치한다.	한차웅	2
		Opencv	Od -St-02	오드로이드에 영상처리를 위한 Opencv 라이브러리를 설치한다.	한차웅	2
		카메라	Od -St-03	오드로이드에 웹캠을 연결한다.	한차웅	2
		Wi-Fi 동글	Od -St-04	오드로이드에 Wi-Fi 동글을 연결한다.	한차웅	2
	카메라	촬영	Od-Cm-0 1	연결한 카메라로 촬영한다.	한차웅	2
	영상처리	영상처리	Od-Im-01	촬영한 영상에서 객체를 추적한다.	이형석 한차웅	2
	통신	저장	Od -Co-01	촬영한 영상을 저장한다.	한차웅	2
		시리얼통 신	Od -Co-02	추적한 객체를 쫓아 이동하도록 아두이 노에 신호를 보낸다.	한차웅	2
		영상 송신	Od -Co-03	영상을 UDP 를 통해 PC 로 송신한다.	한차웅	3

● 안드로이드 애플리케이션

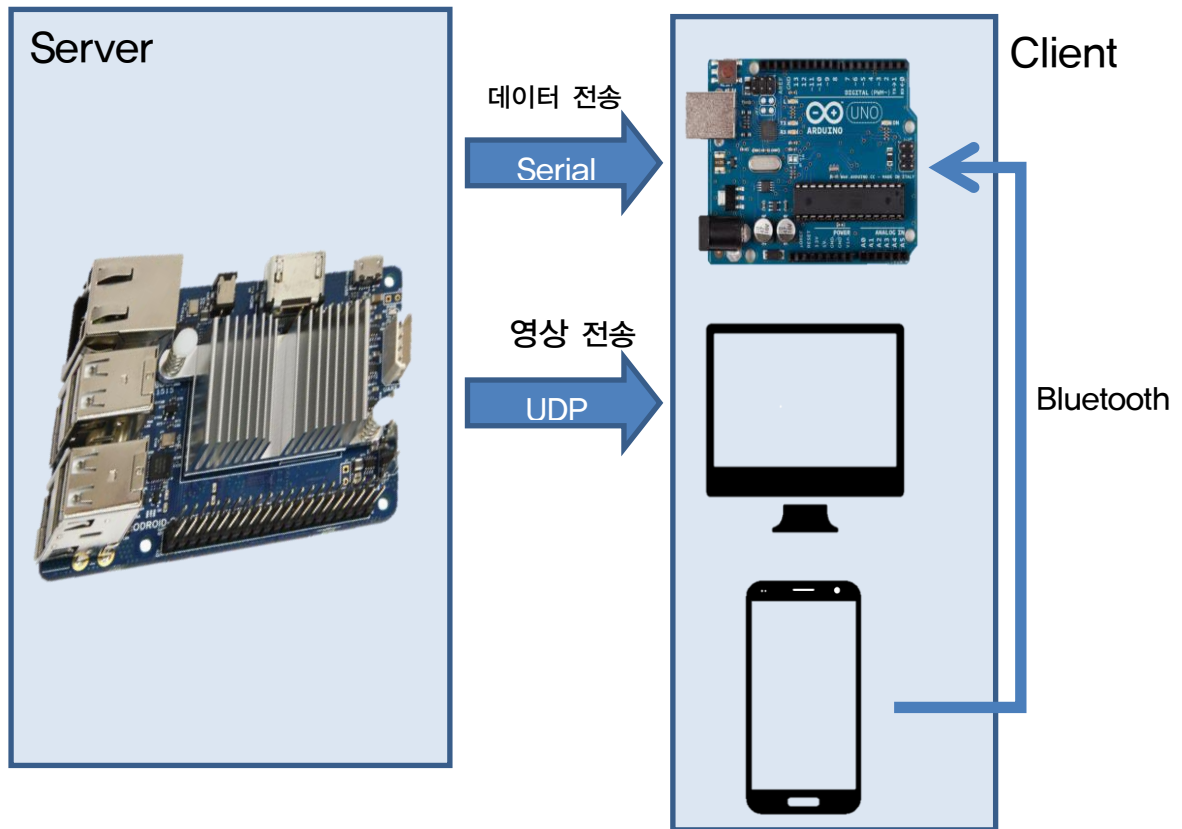
대분류	중간항 목	상세항목	항목번호	설명	담당자	순 위
안드로 이드 애플리 케이션	설치	IDE	Ap-St-01	안드로이드 애플리케이션을 개발하기 위해 이클립스를 설치한다.	이고우나	2
		환경구축	Ap-St-02	안드로이드 애플리케이션을 개발하기 위해 필요한 플러그인 들을 이클립스에 설치한다.	이고우나	2
	제작	UI	Ap-Mk-01	사용자의 조작 편의성을 고려한 UI를 제 작한다.	김태섭	1
		Apk파일 생성	Ap-Mk-02	휴대폰에서 사용할 수 있도록 Apk 파일 로 생성한다.	김태섭	
	통신	시리얼통 신	Ap-Ts-01	원하는 방향으로 아두이노가 이동하도록 시리얼 신호를 보낸다.	김태섭	2

● 영상처리

대분류	중간 항목	상세항목	항목번호	설명	담당자	순 위
영상처리	트랙 킹	CamShift	Im-Tr-01	CamShift 로 특정 객체를 트랙킹한다.	이형석 한차웅	3
	알고리 즘	인식	Im-AI-01	특정 객체가 촬영한 화면의 어디에 있는 지 인식한다.	이형석 한차웅	3

II. 시스템 아키텍처

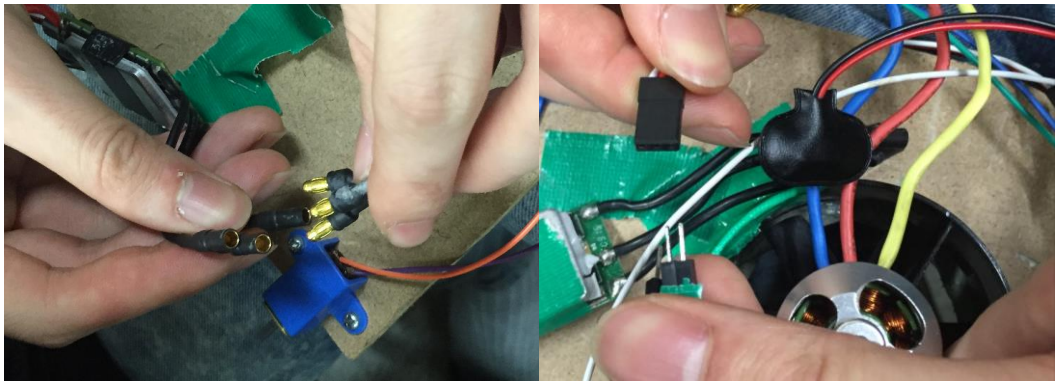
- Server - Client



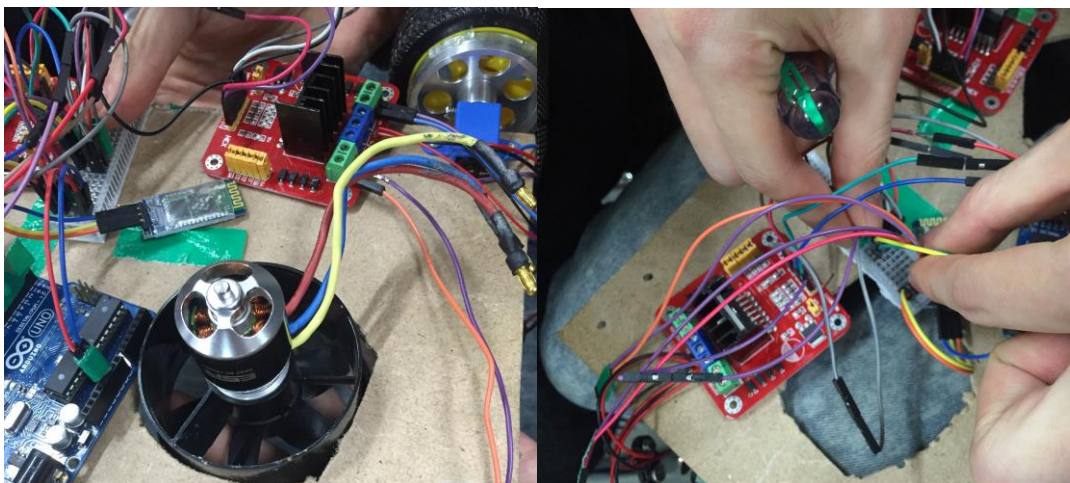
III. 하드웨어 조립



① 프레임으로 쓸 화판을 자르고 만능기판에 아두이노 나노를 납땀한다.

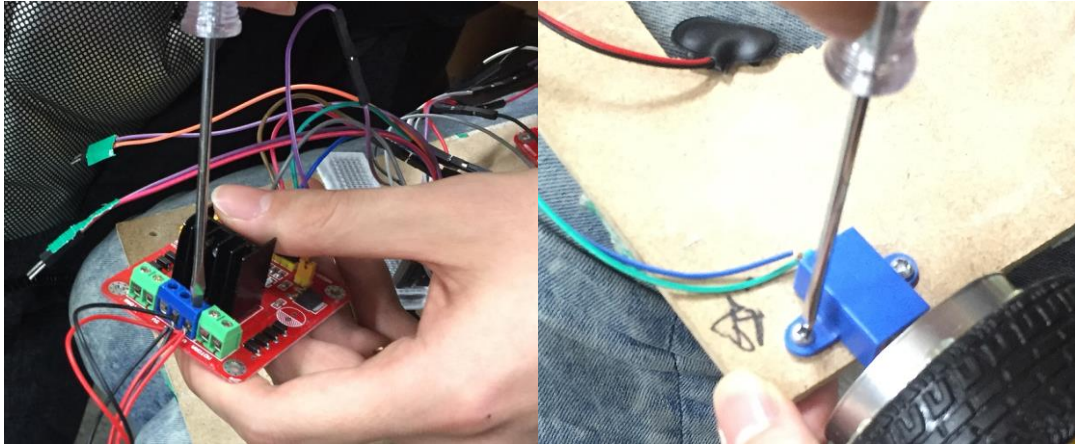


② 덕티드팬과 변속기, 변속기와 아두이노를 연결한다.



③ 아두이노와 블루투스 모듈, 모터 드라이버를 연결한다.

④ 모터 드라이버와 모터를 연결한다.



⑤ 모터 드라이버에 건전지를 연결하고 모터를 브라켓에 넣어 고정한다.

3. 프로젝트 마무리

A. 기대효과

- i. 자동차는 지면에서만 달릴 수 있다는 기존의 고정관념을 눈 앞에서 깨는 장난감으로 활용하여 보는 이로 하여금 새로운 사고방식과 신기함을 갖게 할 수 있다. 또한 이것이 어떻게 가능한 건지 추측을 유도하여 물리세계의 힘들이 어떻게 작용하는지 자연스럽게 학습할 계기도 줄 수 있다.
- ii. 위험한 장소에서 사람 대신 작업하므로 혹시나 있을 인명피해를 줄일 수 있다.

B. 시행착오

- i. 기본적으로 제공되는 모터와 바퀴를 사용하려 했으나 벽면에서 계속 미끄러져서 지금의 모터와 맞는 새로운 바퀴를 샀다. 하지만 바퀴가 작고 얇으니 벽면에 닿는 면적이 훨씬 적어져 마찰력이 감소, 벽면에 전혀 붙지 않아서 새로 산 바퀴에 커다란 바퀴에 글루건으로 부착하여 사용했다.
- ii. 진공모터를 BLDC 모터와 그 모터에 맞는 드론용 프로펠러를 샀다. 하지만 프로펠러의 길이가 너무 길어 프레임을 만들기 어려웠다. 대신 좁은 곳에서도 같은 효과를 낼 수 있는 덕티드 팬을 구매했다.
- iii. 덕티드 팬을 구매했지만 모터 하나로는 RC카 무게를 지탱할 수 없었다. 같은 모터를 하나 더 샀다.
- iv. 계속해서 벽면에서 미끄러지는 것이 진공모터의 출력부족 때문이 아니라고 판단, 줄고무를 사다가 바닥에 붙는 면을 늘리기 위한 프레임에 고무를 붙여 마찰력을 증가시켰지만 그 때문에 벽면에서 움직일 수 없었다.
- v. 라즈베리파이로 영상처리를 하려 했으나 웹캠스트리밍을 할 정도의 성능은 아니어서

오드로이드 C1+를 구매하여 사용하였다.

- vi. tcp/ip를 이용해 영상을 전송하려 했으나 Wi-Fi로 연결했을 때 속도가 너무 느렸기 때문에 일반적으로 영상 전송에 쓰이는 UDP를 사용하였다.
- vii. 무료 3D 프린터를 적극 활용하여 튼튼하고 기능적인 프레임을 설계하고 많은 시간을 들여 출력하였으나 아무것도 올리지 않은 프레임의 무게만 1.5kg이 되어 포기, 대신 잘 휘지 않는 화방용 합판을 프레임으로 사용했다.

C. 문제점

- i. 덕디트팬이 2대 필요하기 때문에 엄청난 소음이 발생한다.
- ii. 서버와 클라이언트로 이미지 스트리밍 시 와이파이를 사용하게 되면 속도가 저하되고
오드로이드에서의 손을 인식하여 아두이노로 시리얼통신 또한 느려지게 된다.
- iii. 벽면 주행 시 배터리의 상태확인이 중요하다. 리튬건전기가 부족하게 되면 벽면에 흡착이 되지 않고 9v전지가 부족하게 되면 바퀴의 힘이 부족하게 되어 벽면에서 주행이 힘들어진다.
또한 벽면주행 시 좌회전과 우회전이 느리고 한번 좌회전이 되어 차체가 한쪽으로 쏠리게 되면 우회전이 힘들다.

D. 개선방안

- i. 사용시 귀마개 착용을 권장하여 소음에 대비한다.
- ii. 무선 와이파이 대신 랜선을 이용하거나 좀더 빠른 LTE 네트워크를 사용하여 속도문제를 개선한다.
- iii. 배터리의 충전 상태를 상시 확인하고 충전하여 사용한다. 모터드라이브를 사용하면 좌우 회전 문제를 해결할 수 있을 것이다.