

Convention

ICRA 2019 DJI RoboMaster AI Challenge AI Robot 은 RoboMaster UWB Positioning System Module 과 LiDAR, 또는 Manifold 2 와 같은 부품들을 포함하고 있지 않다. 이와 같은 부품들을 사용하기 위해서는, 각각 따로 준비해야 한다. 추가로, remote controller kit 의 DR16 수신기는 로봇의 차체 module 의 Development Board Type A 근처에 설치되어 있기 때문에 따로 제공되지 않는다.

Read Before First Use

RoboMaster AI Robot 을 사용하기 전에 아래의 문서들을 정독해라.

1. ICRA 2019 DJI RoboMaster AI Challenge AI Robot In the Box
2. ICRA 2019 DJI RoboMaster AI Challenge AI Robot User Manual
3. DJI MATRICE 100 Intelligent Flight Battery Safety Guidelines

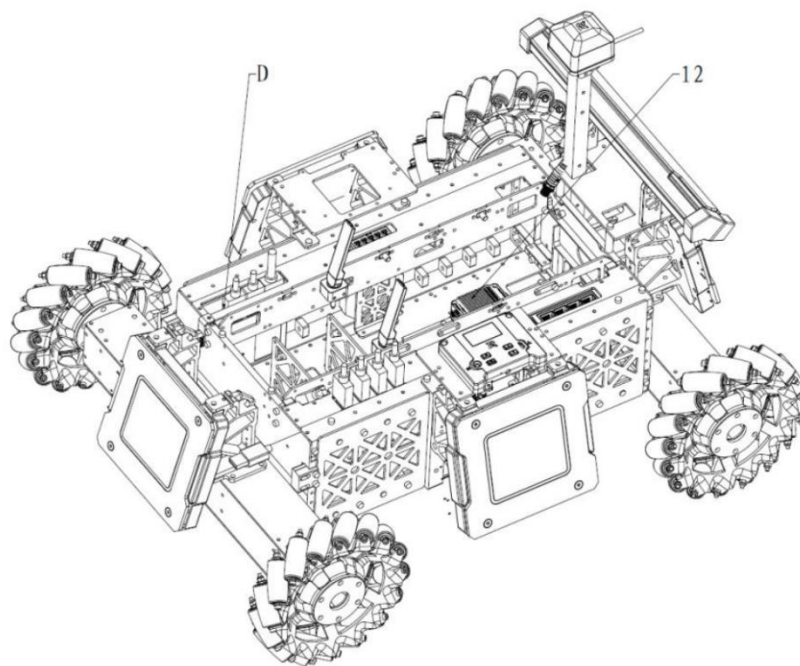
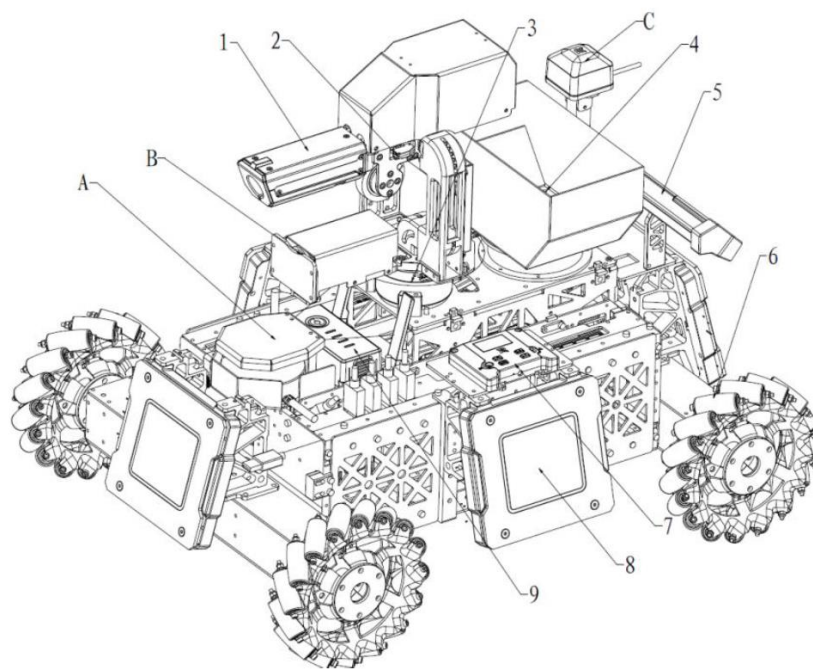
ICRA 2019 DJI RoboMaster AI Challenge AI Robot Information Kit 에 로봇의 다양한 부품들 (motor & ESC) 의 사용방법을 적어 놓았다.

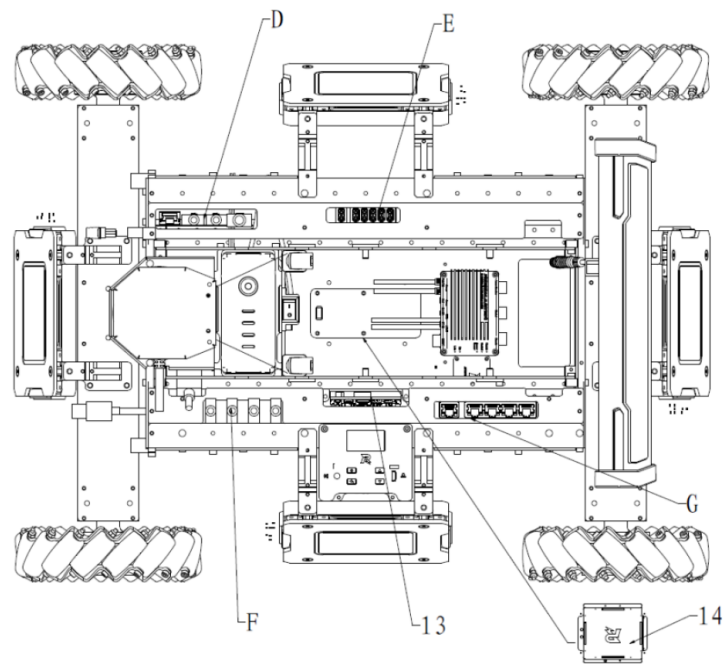
1. Introduction

ICRA 2019 DJI RoboMaster AI Challenge AI Robot (이하 Robot) 은 chassis, two-axis gimbal, Launching Mechanism, Referee System 그리고 intelligent battery 로 구성된다. 전 방향으로의 모션을 위해 Mecanum wheel 이 사용된다. Two-axis gimbal 은 완전한 2자유도 회전이 가능하며, 이는 로봇의 유연성과 저항성을 증대시킨다. Launching Mechanism 은 RoboMaster 17mm 표준 투사체를 발사할 수 있다. Referee System 은 로봇의 피해 상황을 감지하는 built-in sensor 들을 포함하고 있다. 로봇의 HP 가 0이 되었을 때, Referee System 은 자동적으로 전력을 차단하고, 로봇의 죽음을 인지한다. 다수의 로봇들은 특정 장소에서 shooting competition 을 가진다. 로봇은 Referee System 을 제외한 모든 하드웨어가 공개되어 있는 인터페이스이며, 사용자들은 독특하고 완전히 자동적인 로봇을 만들 수 있다.

2. Introduction and Usage of Hardware Module

A. Introduction to Overall Hardware Feature





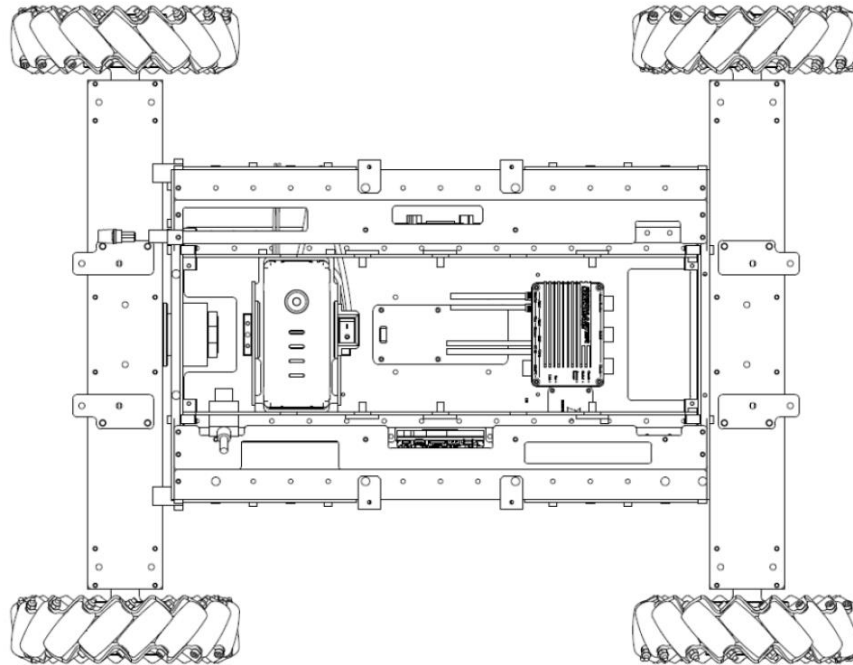
1. Referee System – Speed Monitor Module
2. Launching Mechanism
3. Two-Axis Gimbal
4. Supply System
5. Referee System – Light Indicator Module
6. Propulsion Module
7. Referee System – Main Controller Module
8. Referee System – Armor
9. Battery
10. Referee System – RFID Module
11. Referee System – Power Management Module
12. Referee System – Power Module
13. Development Board Type-A
14. Referee System – RFID

다음의 모듈들은 따로 구매해야 한다.

- A. LiDAR
- B. Camera
- C. Tag for UWB Locating System
- D. Manifold 2
- E. Manifold 2 – USB HUB
- F. Manifold 2 – Power HUB

B. Chassis

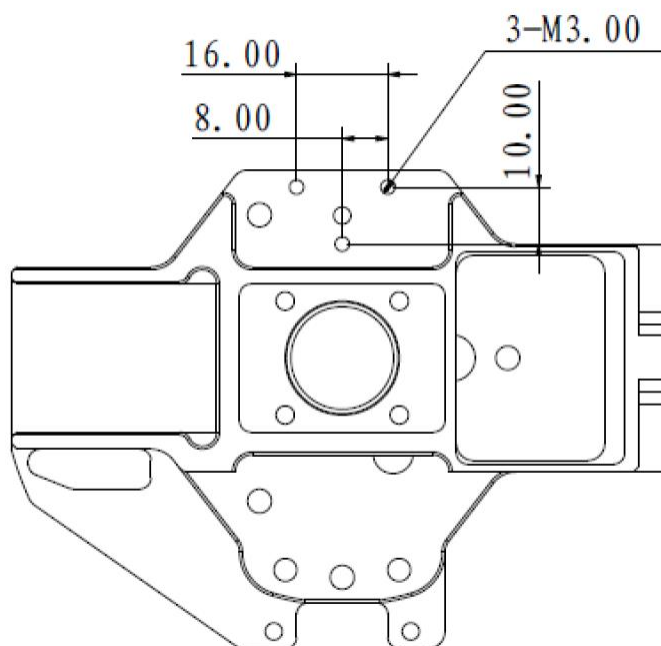
Chassis 는 omnidirectional Mecanum wheel 을 기반으로 한 motion 플랫폼이며, forward, traverse, skew, rotation 그리고 이들을 조합한 다양한 motion 을 가능하게 한다.



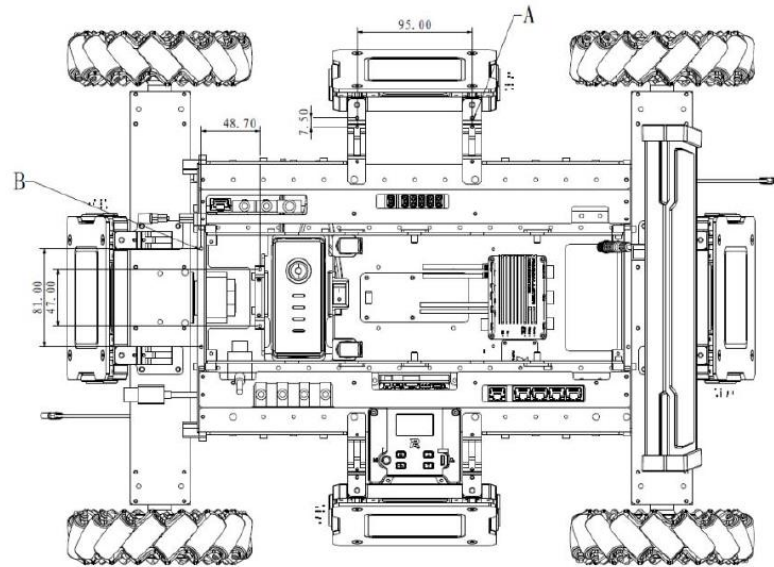
로봇은 RoboMaster 3508 Gear Motor 를 사용하며, 이는 C620 ESC 로 통합된다. Information Kit 속에 있는 Motor 와 ESC User Manual 을 참고하면 된다.

C. Sensor Installation

센서 홀더의 mounting hole 은 gimbal 의 yaw-axis 에 존재한다. 아래의 그림 속 치수를 참고하여 mounting bracket 을 디자인 할 수 있다.



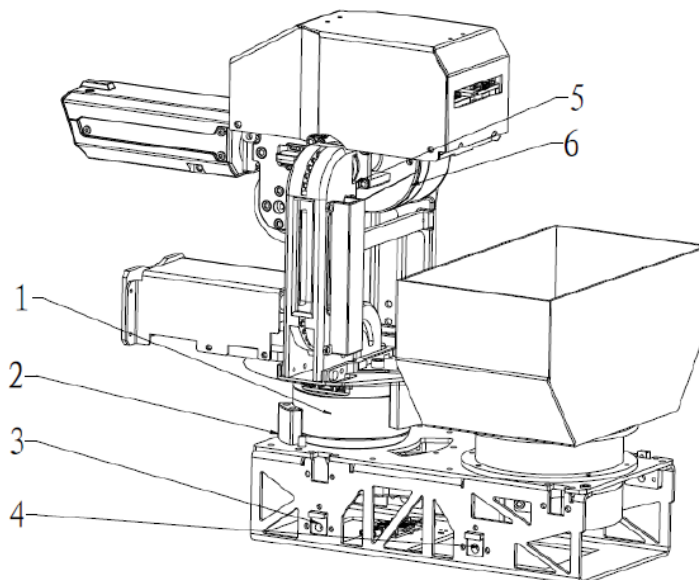
센서의 mounting hole 은 armor plate 위쪽 양쪽과 chassis 의 앞쪽에 존재한다. 아래의 그림 속 치수를 참고하여 mounting bracket 을 디자인 할 수 있다.



A. Mounting hole for side sensor mounting bracket B. Mounting hole for front sensor mounting bracket

D. Two-Axis Gimbal

Two-axis gimbal 은 chassis 와 Launching Mechanism 사이에 설치된다. Pitching 방향 은 pitch axis 이고, yaw 방향은 yaw axis 이다. Pitch axis 의 동작 범위는 -23도 ~ +23도 (공학적 한계 각도) 이며, yaw axis 의 동작 범위는 +92.5도 (공학적 한계 각도) 이다. 아래 그림과 같다.



1. Yaw-axis Motor 2. Yaw-axis Limit 3. Gimbal Chassis Connection Fixture
4. Gimbal Chassis Connection Fixture 5. Pitch-axis Limit 6. Pitch-axis Motor

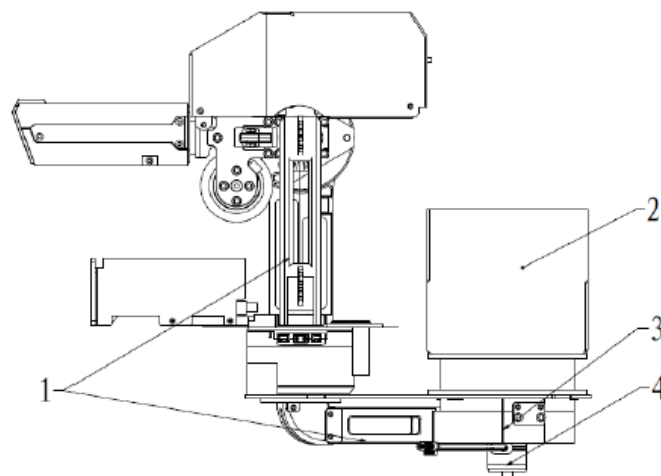
Gimbal 은 gimbal connection fixture 의 4가지 외부 부품을 제거함으로써 chassis 로 부터 분리할 수 있다.

Gimbal 과 chassis 사이에는 3개의 연결 케이블이 있다. XT30 파워 케이블 는 Referee System-Power Management Module 의 Gimbal XT30 인터페이스에 연결된다. 4-pin CAN2 케이블은 chassis 의 Development Board type-A 의 CAN2 인터페이스에 연결된다. Aerial line 은 Referee System-Power Management Module 의 aerial line 인터페이스에 연결된다.

Gimbal 은 DC power supply 로 구동된다. 모터는 RoboMaster GM6020 Brushless DC Gear Motor 이고, ESC 는 모터의 뒤쪽에 연결된다. Information Kit 의 Motor User Guide 에서 더 자세한 정보를 알 수 있다.

E. Projectile Supplying System

로봇은 아래 파트에서 발사체를 공급한다. 발사체 저장소는 발사 메커니즘과 분리되어 있으며, 이는 발사 메커니즘의 유연성과 발사체 저장량을 증가시킨다. 총 200개의 발사체를 저장할 수 있고, 이는 경기에 필요한 기준을 만족시킨다. 초기 적재 후, 장전 메커니즘이 발사체가 총신에서 발사될 수 있도록 발사체 파이프라인에 채울 때까지 기다려야 한다.

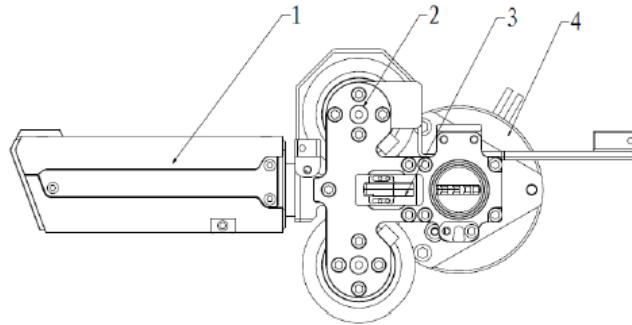


1. Projectile Pipeline 2. Projectile Depot 3. Loading Mechanism 4. Loading Motor

발사체를 적재하는 모터는 RoboMaster M2006 P36 Brushless DC Gear Motor 와 RoboMaster C610 Brushless DC Motor Speed Controller 의 결합체이다. 모터와 ESC 의 더 자세한 기계적 제원은 Information Kit 의 모터와 ESC 가이드를 참고하면 된다.

F. Launching Mechanism

발사 메커니즘은 회전하는 마찰 공을 사용하여 작동한다. 마찰 휠은 두개의 서로 반대로 회전하는 DC Brushless 모터에 의해 작동된다. 발사체는 두개의 회전하는 마찰 휠에 의해 발사에 필요한 운동 에너지를 얻는다.



- | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1. Referee System - Speed Monitor Module | 2. Snail Motor and Friction Wheel | 3. Loading Preset Switch | 4. Pitch-axis Motor |
|--|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|

⊘ DO NOT point the barrel at people or animals during firing to prevent damage caused by high-speed projectiles and lasers (if any).

마찰 휠을 작동시키는 모터는 DJI Snail 2305 Racing Motor 와 Snail 430-R Racing ESC 이다. 모터와 ESC 의 더 자세한 기계적 제원은 Information Kit 의 모터와 ESC 가이드를 참고하면 된다.

G. Referee System

Referee System 은 계산, 통신 그리고 제어를 통합한 전자 패널티 시스템이며, 로봇 경기에 사용된다. Referee System 은 로봇에 설치된 온보드 터미널과 PC 에 설치된 서버와 클라이언트 소프트웨어를 포함한다. 온보드 터미널에는 Main Controller Module, Power Management Module, Armor Module, Speed Monitor Module, RFID Interaction Module 을 포함한다. 이 시스템은 로봇의 데미지, 속도, 발사 빈도를 측정할 수 있다. 서버와 클라이언트 소프트웨어는 로봇의 실시간 상태를 기록하고, 경기 규칙에 따른 경기 결과를 자동으로 결정하며, 해당 작업을 완료하기 위해 로봇을 제어한다.

서버 (RoboMaster server) 는 전체 Referee System 의 서비스 센터이다. 서버는 경기 동안 모든 로봇, 경기장 구성품 그리고 클라이언트의 data 를 수집하며, 심판에게 이런 data 들을 시각적으로 나타내며, 경기 결과를 자동으로 결정한다.

Referee System 의 특징을 알고자 하면, Referee System Manual 을 참고하면 된다. 클라이언트 설치, 서버 세팅과 더 자세한 내용은 RoboMaster 2019 Referee System User Manual 을 참고하면 된다.

Referee System installation package (version 2019) 다운로드 링크

<https://www.robomaster.com/zh-CN/products/components/judge?index=1&position=58>

Referee System 에 관련된 문서 다운로드 링크

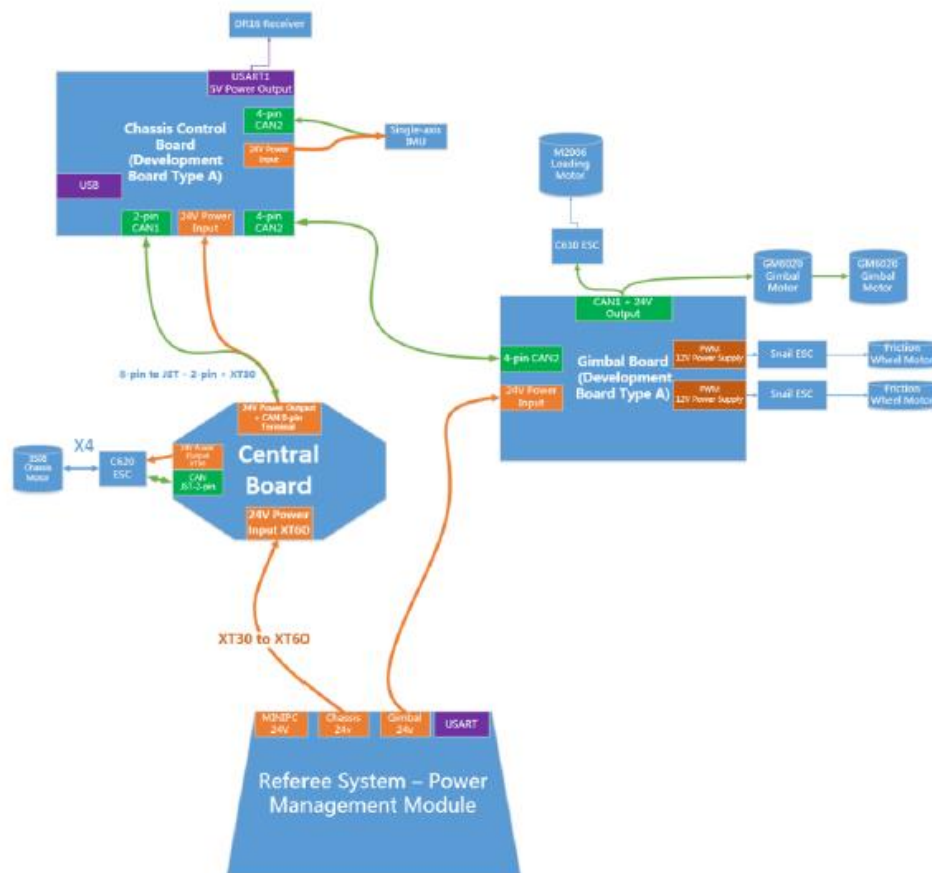
<https://www.robomaster.com/en-US/resource/download>

Speed Monitor Module 관련 내용은 Referee System Specification Manual 내에 포함되어 있다.

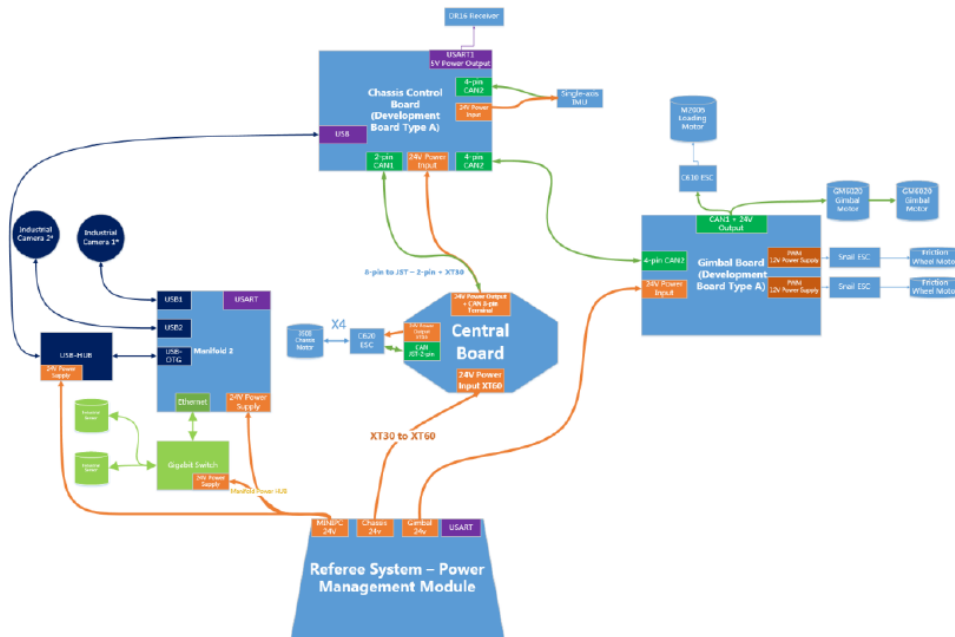
서버 설치 패키지는 2019년 3월 RoboMaster 공식 웹사이트에 업로드 될 것이다.

H. Hardware Circuit System

하드웨어 회로 시스템은 통신을 위해 Robot 의 CAN bus 를 사용한다. 메인 컨트롤러 보드와 전체 회로의 자원 할당 다이어그램은 아래와 같다.



아래 그림은 wiring scheme 이다.



RoboMaster Main Controller Development Board 는 RoboMaster Robot 을 위해 디자인된 오픈소스 main controller 이다. 이것은 전체 로봇의 제어에 필요한 조건을 충족시키며, 로봇 시스템의 개조와 다른 기능 향상을 위한 오픈 인터페이스를 제공한다. RoboMaster Development Board 에 대한 기술적인 정보를 더 얻고자 하면, Information Kit 의 가이드를 참고하면 된다.

3. Software System

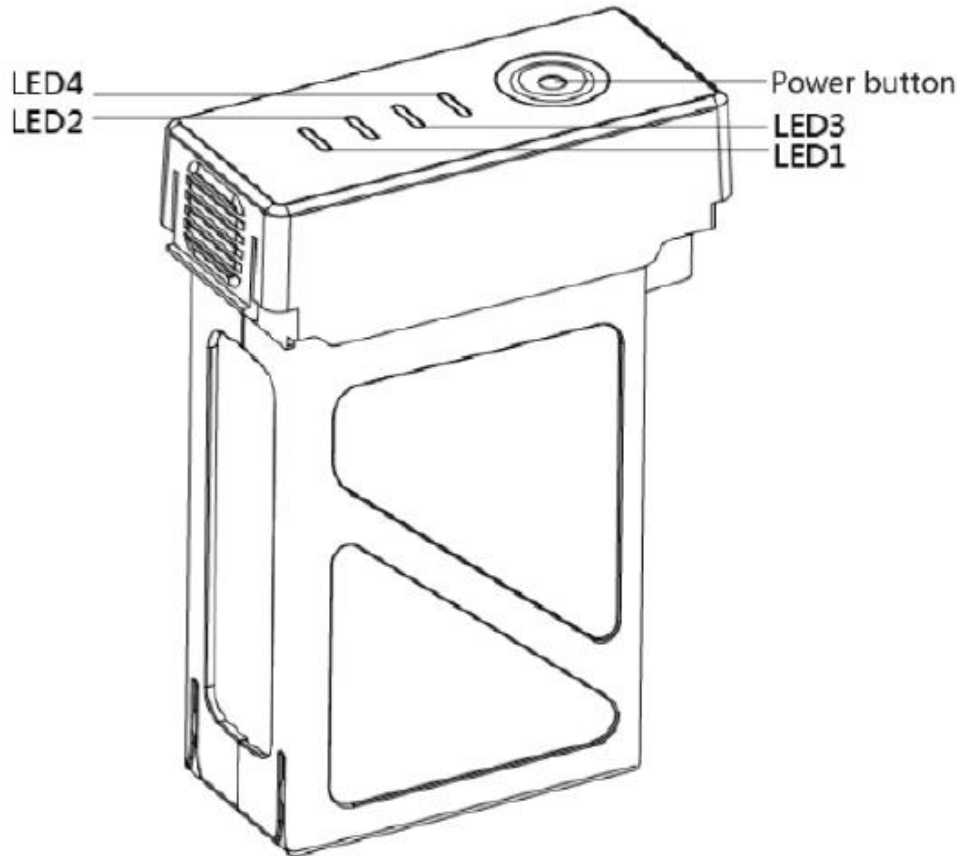
로봇의 소프트웨어 시스템에 관련된 자료를 다운받기 위해서는 아래 사이트에 방문할 것.

<https://github.com/RoboMaster/RoboRTS-Firmware>

<https://github.com/RoboMaster?RoboRTS>

4. Intelligent Flight Battery

Intelligent Flight Battery (모델명: TB48D, TB47D 는 DJI MATRICE 100 으로 사용된다. 5700 mAh (TB48D) 와 4500 mAh (TB47D) 의 용량을 가지고 있으며, 22.2V 의 출력과 내부 smart charge-discharge 기능을 가지고 있다. 이것은 정식 RoboMaster approved charger 에 의해서만 충전할 수 있다. 사용하기 전에 안전수칙을 읽어보아야 한다.



A. Powering On/Off

Powering On: 전원 버튼을 한 번 누르고, 다시 누른 상태로 2초를 기다리면 전원이 켜진다. Battery Level Indicator 가 현재 배터리 충전 상태를 표시한다.

Powering Off: 전원 버튼을 한 번 누르고, 다시 누른 상태로 2초를 기다리면 전원이 꺼진다.

B. Checking the Battery Level

Battery Level Indicator 가 배터리 용량이 얼마나 남았는지 보여준다. 배터리가 꺼졌을 경우, 전원 버튼을 한 번 누르게 되면 Battery Level Indicator 가 현재 배터리 상태를 표시할 것이다. 자세한 내용은 아래와 같다.

☞ The Battery Level Indicator will show the current battery level during charging and discharging. Its LEDs can exhibit the following behavior.



LED is on.



LED is blinking.



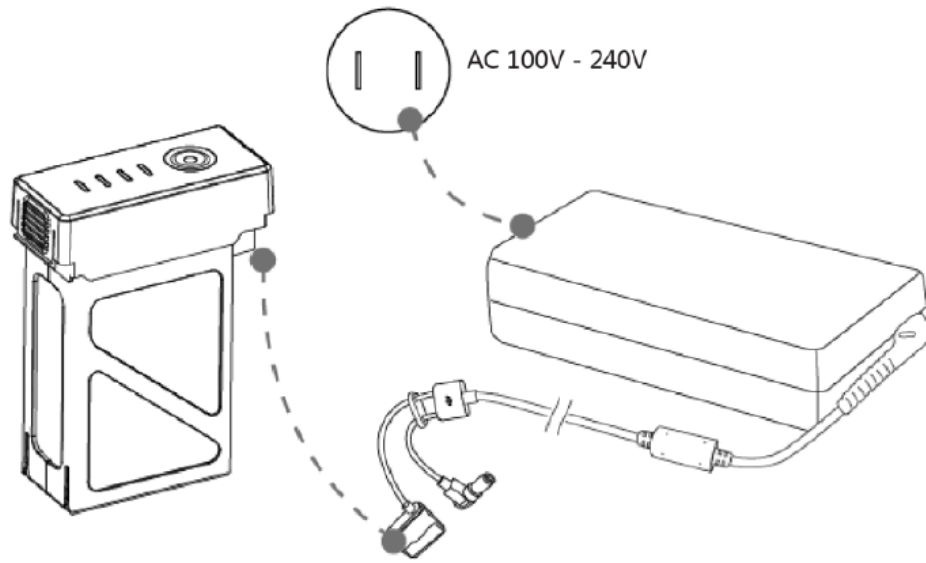
LED is off.

| Battery Level Indicator | | | | |
|-------------------------|------|------|------|---------------|
| LED1 | LED2 | LED3 | LED4 | Battery Level |
| | | | | 87.5%~100% |
| | | | | 75%~87.5% |
| | | | | 62.5%~75% |
| | | | | 50%~62.5% |
| | | | | 37.5%~50% |
| | | | | 25%~37.5% |
| | | | | 12.5%~25% |
| | | | | 0%~12.5% |
| | | | | = 0% |

C. Charging the Intelligent Flight Battery

Intelligent Flight Battery 는 처음 사용하기 전 반드시 완충 되어야 한다.

1. 배터리 충전기를 정격 파워 서플라이 (100-240V, 50/60 Hz) 에 연결한다.
2. 보호 캡을 열고, Intelligent Flight Battery 를 충전기에 연결한다. 배터리 충전량이 95% 이상이라면, 충전하기 전에 배터리를 켜 놓아라.
3. Battery Level Indicator 가 충전하는 동안 현재 배터리 상태를 표시할 것이다.
4. Battery Level Indicator 가 꺼진다면 배터리가 완충된 것이다. 배터리를 배터리 충전기부터 분리해라.



Charging Time: approx. 1.5 hours

배터리는 반드시 RoboMaster 공식 approved charger 에 의해서만 충전된다. (모델명: A14-100P1A)

배터리 사용 직후 식혀야 한다. 충전하기 전에 배터리의 온도가 상온까지 내려가도록 해라.

충전 온도는 0 ~ 40도 이다. 배터리 셀의 온도가 적정범위 밖이라면 battery management system 이 충전을 종료할 것이다.

D. Charging Protection LED Display

The table below describes the battery protection mechanisms and their corresponding LED patterns.

| Battery Level Indicator While Charging | | | | | |
|--|------|------|------|------------------------------------|--|
| LED1 | LED2 | LED3 | LED4 | Indicators Pattern | Battery Protection Item |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED2 blinks twice per second | Overcurrent detected |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED2 blinks three times per second | Short circuit detected |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED3 blinks twice per second | Overcharge detected |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED3 blinks three times per second | Charger overvoltage detected |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED4 blinks twice per second | Charging temperature is too low (<0°C) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | LED4 blinks three times per second | Charging temperature is too high (>40°C) |

위 표 내용의 어떤 문제라도 해결이 된다면, Battery Level Indicator 를 끄기 위해 전원 버튼을 눌러라. 충전기로부터 배터리를 분리하고, 다시 연결하여 충전을 재개한다. Room temperature error 의 경우, 충전기를 뺐다 꽂을 필요가 없다. 온도가 안정 범위로 내려간다면 충전기가 자동적으로 충전을 재개할 것이기 때문이다.

5. Remote Controller Kit

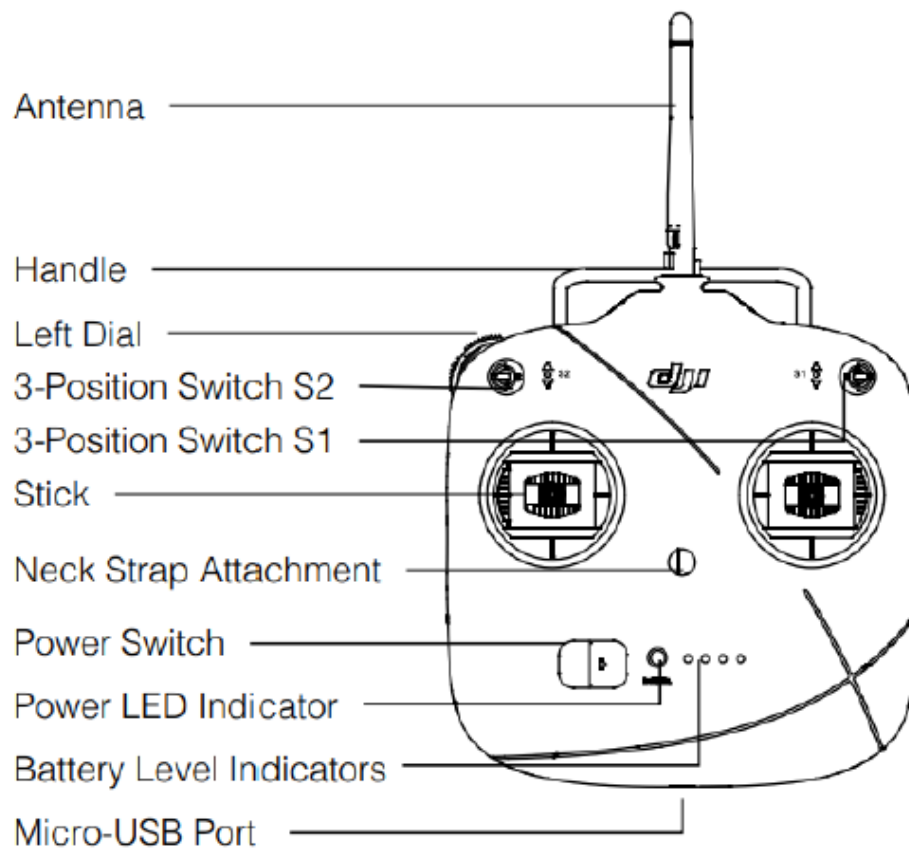
A. Overview

Kit에는 리모트 컨트롤러와 수신기가 포함되어 있다. 수신기는 로봇 새시의 Development Board Type A 근처에 마운트 되어 있다. DT7 remote controller 와 DR16 수신기 사이의 링크는 이미 연결되어 있다.



B. Remote Controller

로봇은 DJI Flight Remote Controller DT7 을 사용한다. DT7 remote controller 는 2.4 GHz 주파수 밴드를 사용하는 무선 통신 장치이다. 이것은 DR16 수신기와만 호환된다. 연속 12시간 작동 가능한 내장 LiPo 배터리가 있으며, 열린 공간에서 최대 1000 m 까지 통신이 가능하다. (지상에서는 최대 100m 이내까지 로봇 제어가 가능하다.)



i. Powering On/Off the Remote Controller

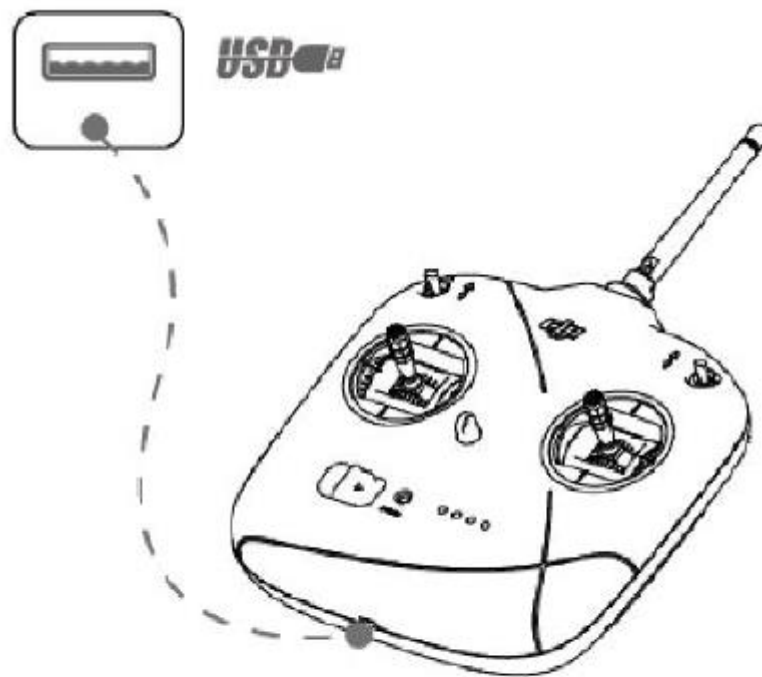
Powering On:

1. 스위치 S1 을 제일 위쪽 위치로 움직이고, 스틱 두 개는 모두 중간 위치에 있도록 한다.
2. Power Switch 를 오른쪽으로 민다.
3. Power LED Indicator 가 초록색으로 바뀔 것이며 부저가 'beep' 소리를 낼 것이다.

Powering OFF: Power Switch 를 왼쪽으로 민다.

ii. Charging the Remote Controller

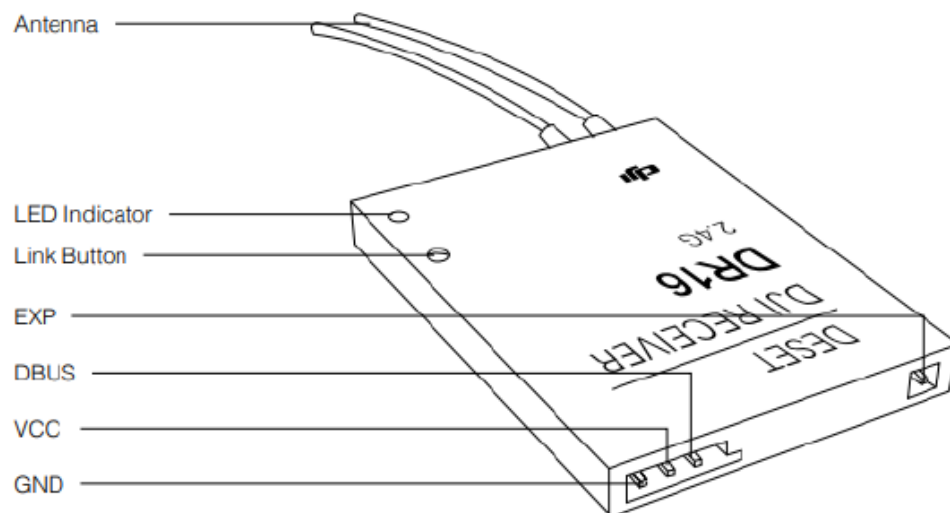
동봉된 micro-USB 케이블 (1.5A 충전 전류) 을 사용하여 remote controller 의 배터리를 충전해야 한다. 충전 중에는 Power LED Indicator 가 빨간색으로 바뀔 것이며 Battery Level Indicator 가 초록색으로 깜빡일 것이다. 완충 되면 Power LED Indicator 와 Battery Level Indicator 가 모두 초록색으로 바뀔 것이다.



Charging Time: approx. 2.5 hours

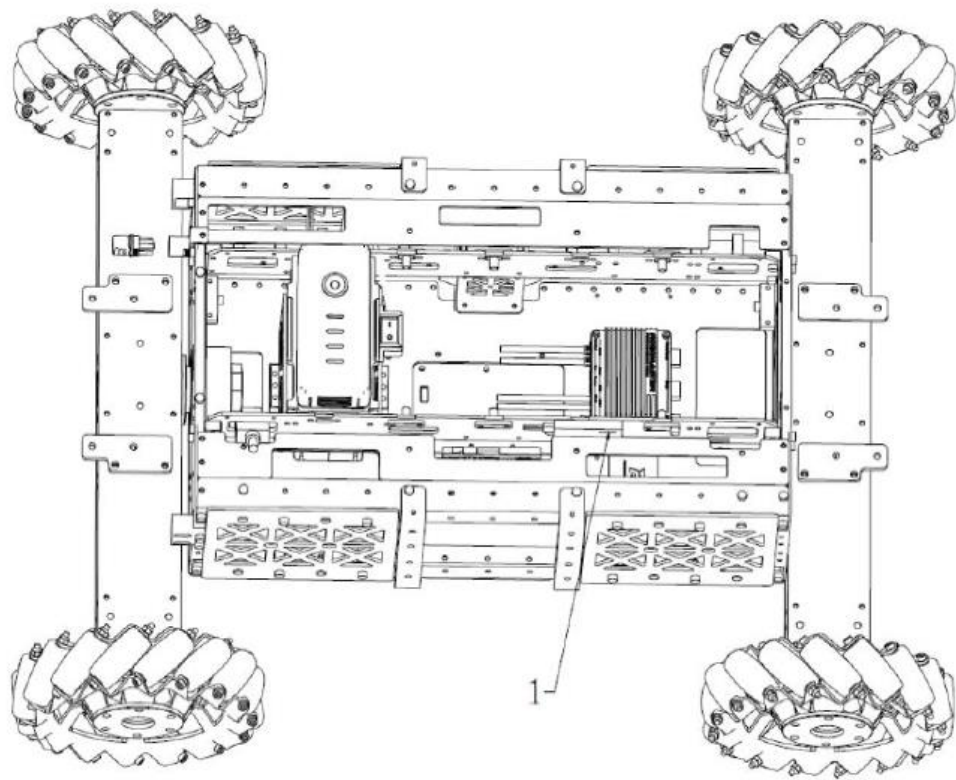
C. Receiver

DR16 수신기는 2.4 GHz 주파수 밴드를 사용하는 16채널 수신기 이다. 이것은 DT7 remote controller 와 호환된다.



i. Linking the Remote Controller and Receiver

수신기는 로봇 새시의 Development Board Type A 근처에 장착되어 있다. Remote controller 는 DR16 수신기에 연결되어 있다. 다음 단계를 따라서 remote controller 와 수신기를 연결해라.



1. Link Hole

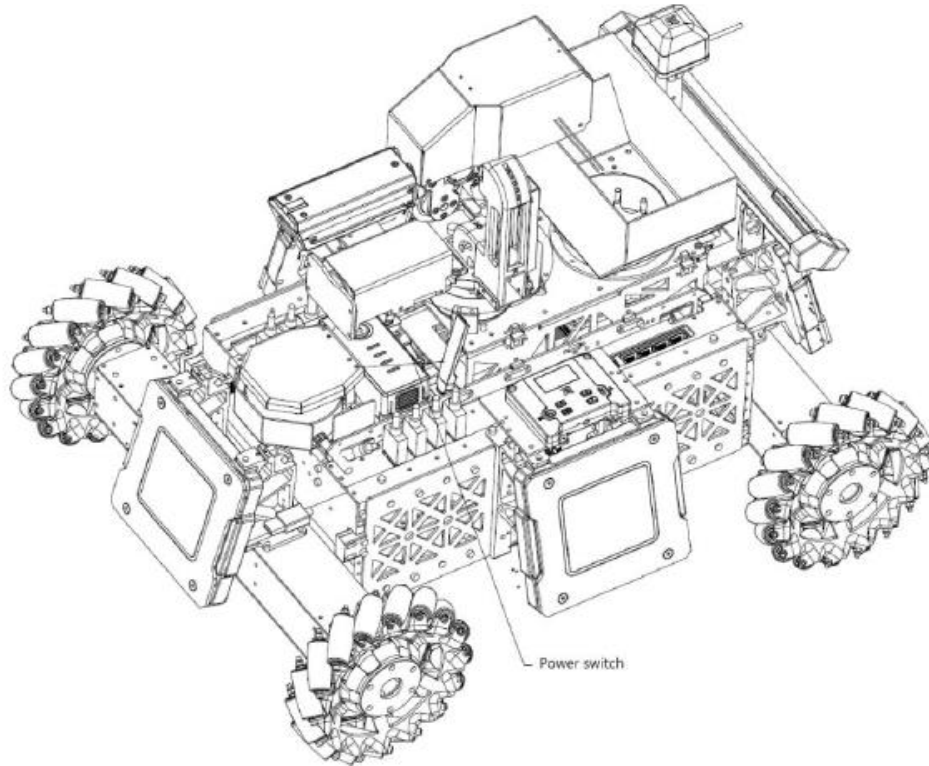
1. 새시 위의 Development Board Type A 의 오른쪽 Link Hole 을 확인해라, 이곳에 수신기의 Link 버튼이 있다.
2. 수신기의 전원을 켜 상태로 로봇의 전원을 켜다. 근처에 전원이 켜진 다른 컨트롤러가 없다면, 수신기의 Power LED Indicator 는 빨간색일 것이다.
3. Remote controller 전원을 켜고, 수신기의 LED Indicator 가 초록색으로 변할 때 까지 수신기 근처로 들고 와라.
4. Link 버튼을 2초동안 누르고 있어라. 연결 동안에는 수신기의 LED Indicator 가 빨간색으로 변할 것이다.
5. Link 버튼을 놓아라. 수신기가 remote controller 와 성공적으로 연결되었다면 수신기의 Led Indicator 가 초록색으로 한 번 깜빡일 것이다.

송신기와 수신기 연결 과정에서는 주변에 전원이 켜진 컨트롤러가 없어야 한다. DT47 remote controller 와 DR16 수신기 사이의 통신 프로토콜은 Information Kit 에 있는 User Manual 을 참고해라.

6. Powering On and Operating the Robot

A. Installing and Removing the Battery

배터리 고정장치는 gimbal 앞쪽, 로봇 새시의 중앙에 있다. 로봇을 사용할 때 배터리를 배터리 고정장치에 수직으로 설치해라. 아래 그림은 설치 위치를 나타낸다.



B. Powering On/Off the Robot

배터리 고정장치에 배터리를 설치한 후, 배터리의 전원을 켜고 로봇의 전원을 켜라. 전원 버튼은 배터리 고정장치와 후면 Armor 사이의 배터리 고정장치 위에 위치한다. 전원을 켜 후, 로봇은 Referee System 의 Main Controller 의 Light Indicator 에 HP 를 0 ~90 으로 올리며 초기화를 실시한다. 초기화가 완료되면, HP 는 100 으로 오른다. 초기화 중에는 remote controller 를 사용할 수 없다.

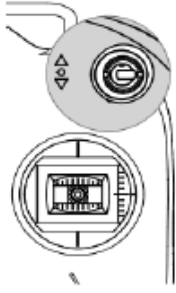



C. Operation Mode




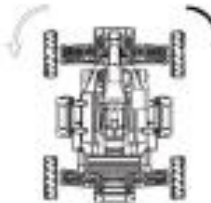

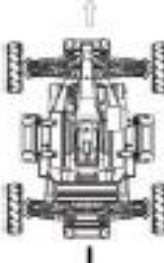

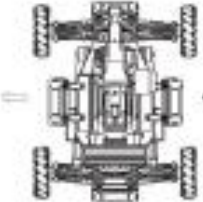
로봇은 두가지의 user operation mode 를 지원한다.

1. Manual: 로봇을 remote controller 로 작동시킨다. 이 모드는 실제 작동과 디버깅에 간단하고, 편리하다.
2. Automatic: 온보드 PC 가 data 를 받고, Development Board Type A 와 USB HUB 를 통해 로봇을 작동시킨다.

ii. Operating the Remote Controller

로봇을 작동시키기 위해 remote controller 를 켜라. Remote controller 가 꺼지면, 로봇은 잠기게 된다. 다음과 같은 방법으로 로봇의 기능을 작동시킨다.

| Remote Controller | Robot | Function |
|--|---|--|
|  <p>A diagram of a remote controller with a circular switch labeled S1. The switch has three positions: Position-1 (indicated by a triangle), Position-2 (indicated by a circle), and Position-3 (indicated by a square). Below the switch is a small rectangular display screen showing a grid pattern.</p> |  <p>Position -1 Position -2 Position -3</p> <p>Three circular diagrams showing the robot's orientation for each position. Position-1 shows the robot's chassis rotating with the gimbal's yaw-axis. Position-2 shows the gimbal's yaw-axis rotating with the chassis. Position-3 shows the robot in a different orientation.</p> | <p>Switch S1 is a mode control switch. When S1 is in Position-3, it is in the automatic operation mode. When S1 is in Position-1 or Position-2, it is in the manual operation mode. Position-1 means the chassis rotates along with the Yaw-axis of the gimbal. Position-2 means the Yaw-axis of the gimbal rotates along with the chassis.</p> |
|  <p>A diagram of a remote controller with a circular switch labeled S2. The switch has three positions: Position-1 (indicated by a triangle), Position-2 (indicated by a circle), and Position-3 (indicated by a square). Below the switch is a small rectangular display screen showing a grid pattern.</p> |  <p>Position -1 Position -2 Position -3</p> <p>Three circular diagrams showing the robot's orientation for each position. Position-1 shows the robot's chassis rotating with the gimbal's yaw-axis. Position-2 shows the gimbal's yaw-axis rotating with the chassis. Position-3 shows the robot in a different orientation.</p> | <p>Switch S2 changes the control state through the stick. When toggle S2 from Position-2 to Position-1, the friction wheel of the Launching Mechanism is enabled or disabled.</p> <p>When the friction wheel is enabled, if you toggle S2 from Position-2 to Position-3 and quickly back to Position-2, Robot will launch a projectile. When S2 stays in Position-3, Robot will continuously launch projectiles.</p> <p>Remote controller can be used in any mode.</p> |

| Remote Controller | Robot | Function |
|---|---|--|
|  |  | <p>Push the stick up to tilt the gimbal up (+), and down to tilt the gimbal down (-). The rotation range of gimbal is -20° to $+20^{\circ}$.</p> |
|  |  | <p>Use S1 to decide whether the chassis rotates along with the Yaw-axis of the gimbal or the Yaw-axis of the gimbal rotates along with the chassis. Push the stick left to rotate the gimbal counter-clockwise and right to rotate the gimbal clockwise. The more the stick is pushed away from the center position, the faster the robot will rotate.</p> |
|  |  | <p>Push the stick up to move forward and down to move backwards; The more the stick is pushed away from the center position, the faster the robot will move.</p> |
|  |  | <p>Push the stick left to move left and right to move right. The more the stick is pushed away from the center position, the faster the robot will move.</p> |

위 표의 작동 방법은 공식적으로 지정된 것이며, 사용자들에 의해 개조될 수 있다.

7. Appendix

| Structure | |
|---------------------------|--|
| 전체 치수 | 600 * 450 * 460 mm |
| 무게 (배터리 포함) | 16.6 kg |
| Performance | |
| 최대 전진 속도 | 3 m/s |
| 최대 병진 속도 | 2 m/s |
| Gimbal Pitch 축 회전 각도 | -20도 ~ 20도 |
| Gimbal Yaw 축 회전 각도 | -90도 ~ 90도 |
| 발사체 발사 주기 | 10 발/sec |
| 발사체 발사 속도 | 25 m/s |
| 발사체 저장량 | 200 발 |
| Propulsion System | |
| Chassis Power Motor Model | RoboMaster M3508 P19 Brushless DC Gear Motor |
| Gimbal Power Motor Model | RoboMaster GM6020 Gimbal Motor |
| Launch Power Motor Model | DJI Snail 2305 Racing Motor |
| Launch Power Motor ESC | DJI Snail 430-R Racing ESC |
| Load Power Motor Model | RoboMaster 2006 P36 Brushless Gear Motor |
| Load Power Motor ESC | RoboMaster C610 Brushless Motor ESC |
| Battery | |
| 모델명 | TB47D |
| 타입 | LiPo 6S |
| 정격 출력 전압 | 22.8 V |
| 용량 | 5700 mAh for TB48D, 4500 mAh for TB47D |
| Remote Controller | |
| 모델명 | DT7 |
| 작동 주파수 | 2.4 GHz |
| 통신 거리 | 1000 m |
| 파워 공급 | 내장 리튬 배터리 |
| 충전 포트 | 마이크로 USB |
| 배터리 용량 | 2600 mAh |
| Charger | |
| 모델명 | A14-100P1A |
| Input | 100-240 V, 50-60 Hz |
| Output | 26.3 V |
| Projectile | |
| 모델명 | RoboMaster 17 mm Standard Projectile |
| 색상 | 하얀색 |

| | |
|----|-------|
| 크기 | 17 mm |
| 무게 | 3.4 g |