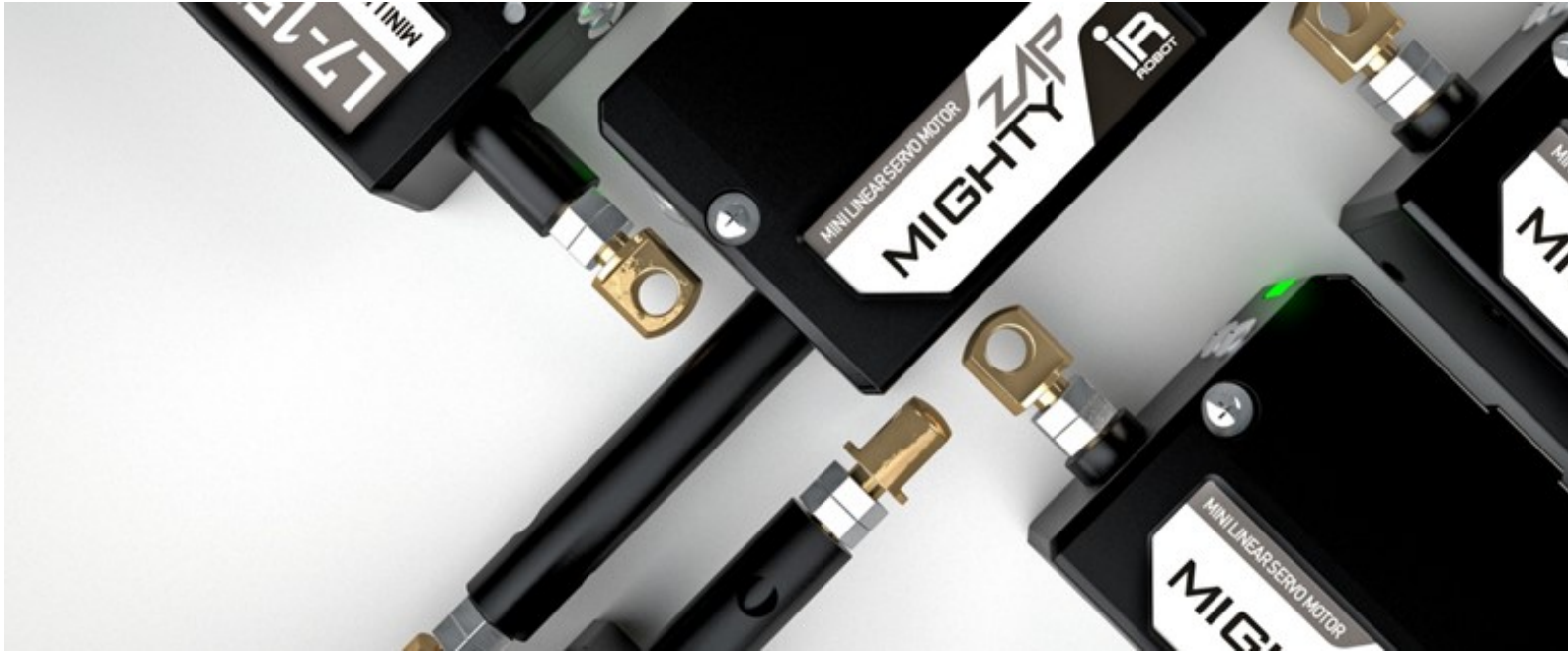


Robust Mini Linear Servo Motor —

# mightyZAP

## 사용자 매뉴얼



# 목 차

## 01 시작에 앞서 3

제품 소개  
사용시 주의사항  
적절한 보관

## 02 제품구성/제원/사양 6

구성  
제원  
사양

## 03 리니어서보 활용 8

다관절구현  
다관절링크 및 요축회전구조  
장착 방법

## 04 서보제어 10

회로연결  
통신  
    Specification  
    Packet Description  
    Data Map  
    Command 예제

## 05 보증 및 수리 27

보증 및 수리

# 1 시작에 앞서

## 1.1. 제품 소개

아이알로봇의 마이티잡 미니 리니어 서보 모터를 구매하여 주심에 감사 드립니다. 제품의 예상치 못한 파손과 인체에 발생할 수 있는 상해를 예방하기 위해 사용 전 본 매뉴얼을 숙지하여 주시기 바랍니다.

마이티잡 미니 리니어 서보는 협소한 공간에서 효율적인 선형 운동이 필요한 어플리케이션에 활용 가능한 제품이며, 산업용, 의료용, 로봇연구 분야, UAV 분야 등 다양한 방면에서 활용이 가능한 제품입니다.

### [특징]

- 위치 제어 가능(위치정밀도 100um)
- 드라이브 회로 내장으로 설비 간소화
- 4096 스텝의 고해상도
- 고출력 코어리스 모터 적용
- 기구적인 백래쉬 최소화 설계
- 위치 제어가 불가능한 기존 공압 실린더의 훌륭한 대체품
- 합리적인 비용으로 설비 단가 절감

## 1.2. 사용시 주의 사항



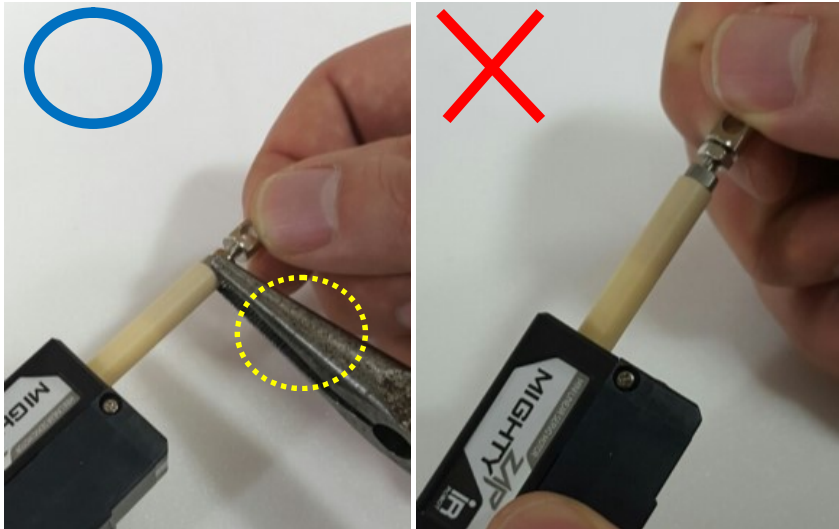
아래 주의 사항은 사용시 각별히 주의를 요하는 사항이므로, 반드시 숙지를 하여 주십시오. 아래 사항을 준수하지 못해 발생한 문제에 대해서는 보증 서비스를 받을 수 없음을 알려드립니다.

1. 로드(Rod)를 무리한 힘으로 돌리지 마십시오. 제품 파손의 원인이 됩니다.
2. 제품 동작 시 로드(Rod)를 무리한 힘으로 누르지 마십시오. 정격 로드 (Load) 범위 이상의 힘이 지속적으로 가해질 경우 모터가 소손될 수 있습니다.
3. 서보에 DC 정전압 장치를 사용하여 정격 전압에 맞게 전원인가를 하여 주십시오. 예를 들어 7.4V 인가 제품은 7.4V를, 12V 인가 제품은 12V를 인가해주셔야 합니다. 7.4V 제품에 12V를 인가하면 서보가 소손 되는 문제가 발생하며, 12V 제품에 7.4V를 인가하면 출력이 저하되는 문제가 발생합니다.
4. 서보 전원으로 배터리 사용시 완전 충전 후 전압이, 정격 전압에서 7.4V는 사용범위 6V~8.9V, 12V는 9V ~13V 내의 배터리를 사용하여 주십시오. 예를 들어 Li-polymer 배터리 기준으로 7.4V 정격 서보는 2 셀을 사용하고, 12V는 3셀 사용을 권장합니다.
5. 모터의 수명은 모터에 가해지는 부하(load)의 정도, 연속 반복동작 횟수, 동작간 cooling time 등의 요인에 의해 달라질 수 있습니다.
  - 1) 반드시 정격 부하 이하 조건에서 사용하여 주십시오. 가령, L12-20PT-3 제품의 경우 정격 부하가 20N(약 2kg)입니다. 즉, L12-20PT-3 제품의 경우 20N 이하의 부하로 사용하셔야 제품의 수명을 극대화할 수 있습니다.



니다. 정격 부하 대비 작은 부하를 가할 수록 모터의 수명은 향상됩니다.

- 2) 설비 운용 중, 리니어 서보 모터를 사용하지 않는 상황에서는, 모터에 Force off 명령을 주어서 모터의 수명을 늘릴 수 있습니다. 단, 모터에 Force off 명령을 내리면, 외부적인 물리적 힘에 의해 로드 위치가 변경될 수 있습니다. 그러므로, force off가 되어 외부적인 힘에 의해 로드 위치가 변경되더라도 설비에서 문제가 되지 않을 경우에만 force off 기능을 사용 하여야 합니다.
6. 서보 모터 취부를 위해 별도 브라켓을 가공하여 사용할 경우, 브라켓을 취부하는 과정에서 리니어 서보 모터 케이스 파손, 천공 등을 유의하여 주십시오.
7. 리니어 서보 Rod의 움직임에 간섭을 일으킬 수 있는 물체가 없는지 확인하여 주십시오. 리니어 서보 로드 기본 동작 구간, 혹은 사용자 지정 동작 구간 내에 로드 동작에 간섭을 일으키는 물체가 없는지 확인하여 주십시오.  
  
장착될 설비 자체의 구조물에 의한 간섭뿐만 아니라, 서보 본체와 로드엔드(Rod end)를 고정하였을 경우도, 만약 고정된 로드엔드까지의 길이가 로드 운동 길이보다 짧아도 불구하고 로드를 계속 밀어내는 명령을 준다면 모터는 결국 소손될 수 있습니다. 로드의 운동 범위는 고정된 로드엔드까지의 길이 범위 이내에서 사용하여야 합니다.
8. 로드엔드 체결시 반드시 메탈너트를 롱노우즈 혹은 스패너 등으로 고정 후 체결하여 주십시오. 로드 중단에는 메탈너트가 삽입되어 있고, 너트 고정을 위해 록타이트 처리가 되어 있습니다. 동봉된 악세서리인 로드엔드를 메탈너트에 체결할 경우, 혹은 고객사에 의해 별도 가공된 로드엔드를 메탈너트에 체결할 경우, 반드시 메탈 너트를 롱노우즈 등의 도구로 고정 후 로드엔드를 체결하여 주십시오. 롱노우즈 등의 도구로 고정하지 않고 로드엔드를 체결할 경우, 과한 힘에 의해 로드(Rod)가 변형이 될 수 있으며, 로드가 변형이 되어 운동시 간섭이 생기면, 모터에는 부하로 작용하여 모터의 수명이 단축되거나 소손 될 수 있습니다. 도구를 사용하여 롱노우즈를 고정하고 적절히 로드 엔드를 체결하면 문제가 없습니다.



9. Overload protection 기능 또는 Input voltage protection 기능을 사용자 환경에 따라 적절히 사용하십시오. 출하시에는 overload보호 기능이나 과전압 보호 기능 등이 비활성화 되어 있습니다. 설비의 특성에 맞게, 필요할 경우 Overload protection 기능 또는 Input voltage protection 기능을 활용하여 overload시나 과전압이 인가될 경우 모터 전원을 cut-off하여 모터를 보호할 수 있습니다.
10. 작동 직후 서보 모터 케이스는 뜨거울 수 있습니다. 화상에 주의하십시오.
11. 서보모터를 물기, 먼지, 기름으로부터 멀리 하십시오.
12. 본 제품은 실내 용도로 설계된 제품입니다. 실외에서의 사용을 금합니다.
13. 어린이의 손이 닿지 않는 곳에 제품을 보관하십시오.

### 1.3. 적절한 보관

---

아래 극심한 환경에서 제품을 사용하거나 보관하지 마십시오. 오작동이나 제품의 파손을 불러올 수 있습니다.

- 섭씨 60 도 이상의 고온 환경 또는 섭씨 영하 20 도의 극저온 환경
- 직사광선 또는 화기 근처
- 고온다습하고 먼지가 많은 장소
- 진동이 심한 장소
- 정전기를 유발할 수 있는 장소

## 2 제품 구성/제원 및 사양

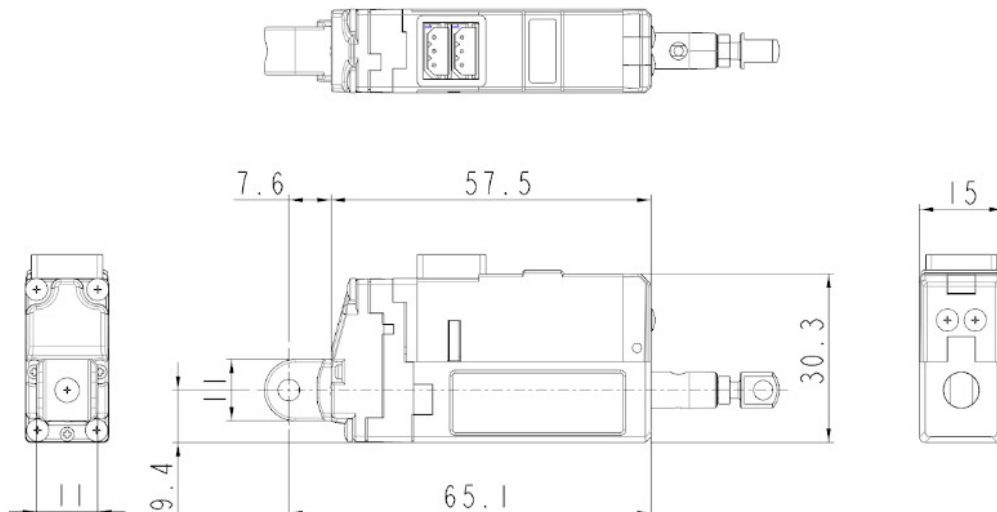
### 2.1. 구성



3번 M3 너트는 힌지 고정과 더불어 로드엔드 팁과 로드엔드 사이에 스토퍼로 체결하여 사용할 수 있습니다.

### 2.2. 제원

\*세부도면은 웹사이트의 자료실에서 3D 도면을 다운로드 받아 검토하시기 바랍니다.



## 2.3. 사양

### 프리미엄 라인업

	12V, TTL/PWM	L12-20PT-3	High Speed	12V, TTL/PWM	L12-40PT-3	High Force
	12V, RS-485	L12-20F-3		12V, RS-485	L12-40F-3	
	7.4V, TTL/PWM	L7-20PT-3		7.4V, TTL/PWM	L7-40PT-3	
Peak Power Point	40N@55mm/s			80N@16mm/s		
정격출력/속도	20N@90mm/s			40N@28mm/s		
최고 속도(무부하)	110mm/s			37mm/s		
기어 타입 / Rod타입	Super Engineering Plastic Gears / Self Lubricative Polymer Rod					

	12V, TTL/PWM	L12-13PT-3	Mega Speed	12V, TTL/PWM	L12-64PT-3	Mega Force	12V, TTL/PWM	L12-100PT-3	Ultra Force
	12V, RS-485	L12-13F-3		12V, RS-485	L12-64F-3		12V, RS-485	L12-100F-3	
	7.4V, TTL/PWM	L7-13PT-3		7.4V, TTL/PWM	L7-64PT-3		7.4V, TTL/PWM	L7-100PT-3	
Peak Power Point	26N@70mm/s			128N@6mm/s			200N@3.7mm/s		
정격출력/속도	13N@112mm/s			64N@10mm/s			100N@6mm/s		
최고 속도(무부하)	149mm/s			12.4mm/s			7.46mm/s		
기어 타입 / Rod타입	Super Engineering Plastic Gears / Self Lubricative Polymer Rod			2 Metal & 4 Super Engineering Plastic Gears / Metal Alloy Rod			4 Metal & 2 Super Engineering Plastic Gears / Metal Alloy Rod		
모터 타입	High Performance Coreless Motor								

### 보급형 라인업

	12V, TTL/PWM	D12-6PT-3	Speed	12V, TTL/PWM	D12-12PT-3	Force
	7.4V, TTL/PWM	D7-6PT-3		7.4V, TTL/PWM	D7-12PT-3	
Peak Power Point	12N@18mm/s			24N@6mm/s		
정격출력/속도	6N@30mm/s			12N@10mm/s		
최고 속도(무부하)	36mm/s			12mm/s		
기어 타입 / Rod타입	Super Engineering Plastic Gears / Super Engineering Plastic Rod					
모터 타입	Heavy Duty Cored Motor					

### 공통사양서

스트로크	30mm	마이크로컨트롤러	32bit ARM Core, 4096 해상도 (A/D converter)
위치정밀도	0.1mm이하 (100μm)	펄스 범위	900μs(수축)~1500μs(센터)~2100μs(확장)
기구 백래쉬	0.05mm (50μm)	파라미터 셋팅	프로그램 가능 (운용 파라미터 및 셋팅 파라미터 50여가지)
위치인식센서	10kΩ +/-1% linearity	Ingress Protection	IP-54 (Dust & Water Tight)
인가전압	7.4V 또는 12.1V (정격)	크기 / 무게	57.5(L)x29.9(W)x15(H)mm (로드앤드/힌지제외) / 45~65g
Stall Current	프리미엄 : 3.4A at 7.4V / 2.3A at 12.1V 보급형 : 0.46A at 7.4V / 0.33A at 12.1V	동작온도조건	-10°C ~ 50°C
통신프로토콜	프리미엄 : RS-485 또는 TTL/PWM 보급형 : TTL/PWM	표준 액세서리	1 Mounting Bracket, 2 types Rod end (Detachable linkage and Metal nut(M2.5) type), Wire Harnesses
LED 표시	7 가지 에러 표시 (Overload, Checksum, Range, Overheat, Stroke Limit, Input voltage, Instruction Error)	와이어 하네스	PWM/TTL(PT version) : Molex to S-02 and Molex to Molex Type (Molex 50-37-5033, 3pins) / 200mm length, 0.08x60(22AWG) 또는 RS485(F version) : Molex to Molex Type(Molex 051065-0400, 4pins) / 200mm length, 0.08x60(22AWG)



## 주의

## 정격에서의 사용!

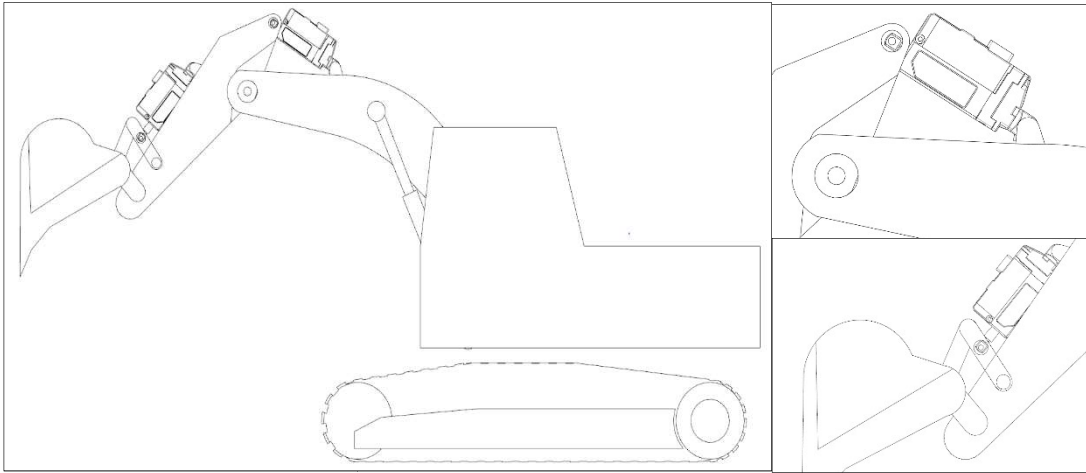
리니어 서보 적용 시 표기된 정격 출력 내에서 사용해야 안정적인 동작을 구현하고 제품의 수명을 적절히 관리할 수 있습니다.



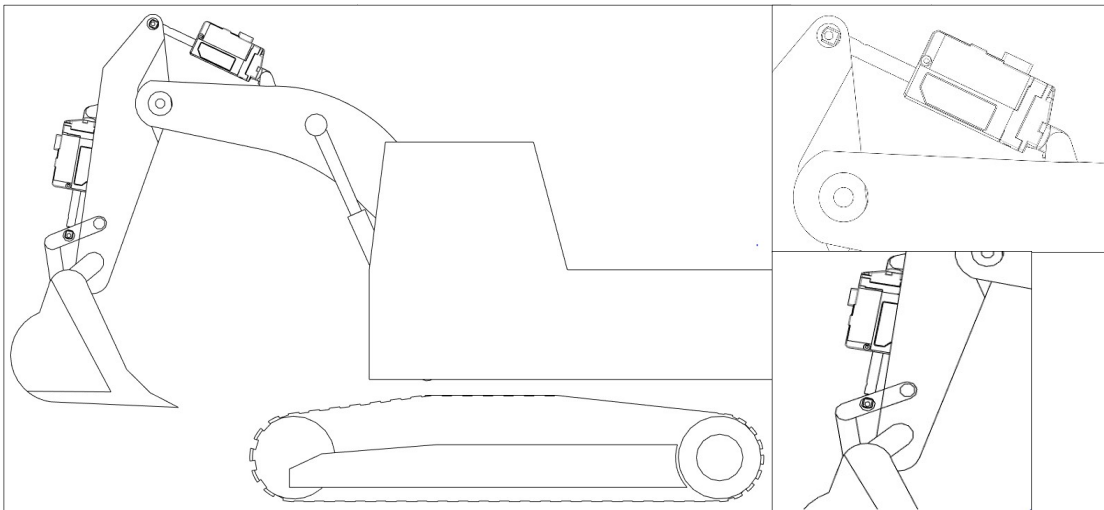
# 3 리니어 서보의 활용

## 3.1. 다관절 구현

아래의 그림은 마이티잡을 적용하여 굴삭기의 동작을 구현한 예입니다. 4절 링크 구조와, 2절 링크 구조를 단순화 하였습니다. 기본적인 링크 구조를 기반으로 회전 운동을 구현 할 때 아래의 그림을 참고 하여 설계하면 됩니다.



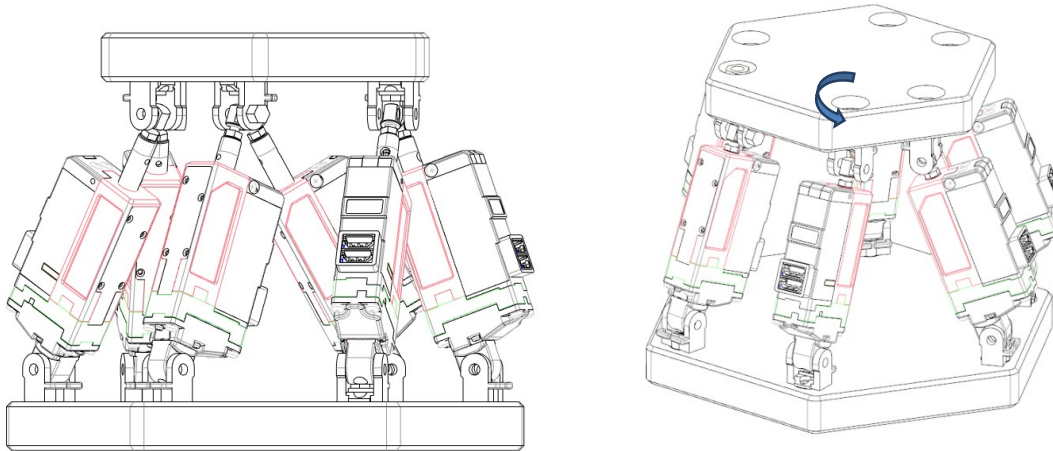
[서보의 위치가 0에 있을 때]



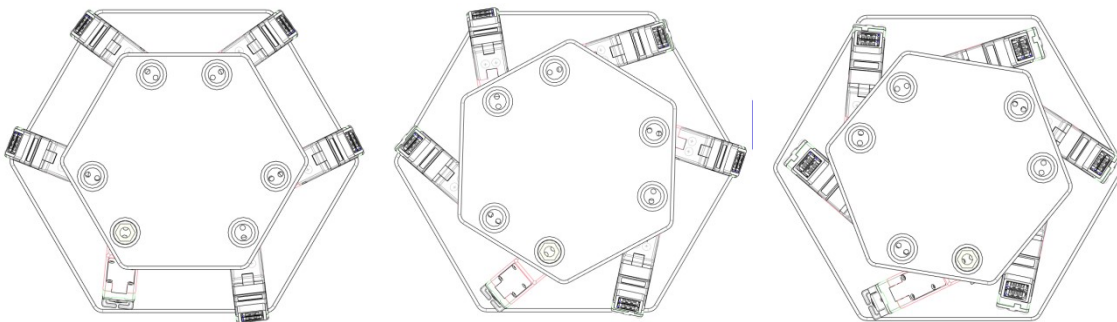
[서보의 위치가 30mm 에 있을 때]



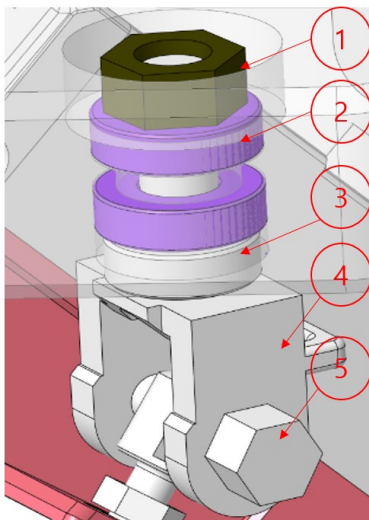
## 3.2. 다관절 링크 및 요축 회전 구조(스튜어트 플랫폼)



상,하 각 6 개의 회전 축을 리니어 서보로 연결한 스튜어트 플랫폼 입니다. 상하 링크를 연결한 다관절 구조에 Z 축 회전을 더하여 X,Y,Z 축 이동과, Z 축 회전 운동구현이 가능한 구조체 입니다.



상판의 회전을 구현하는 예입니다.



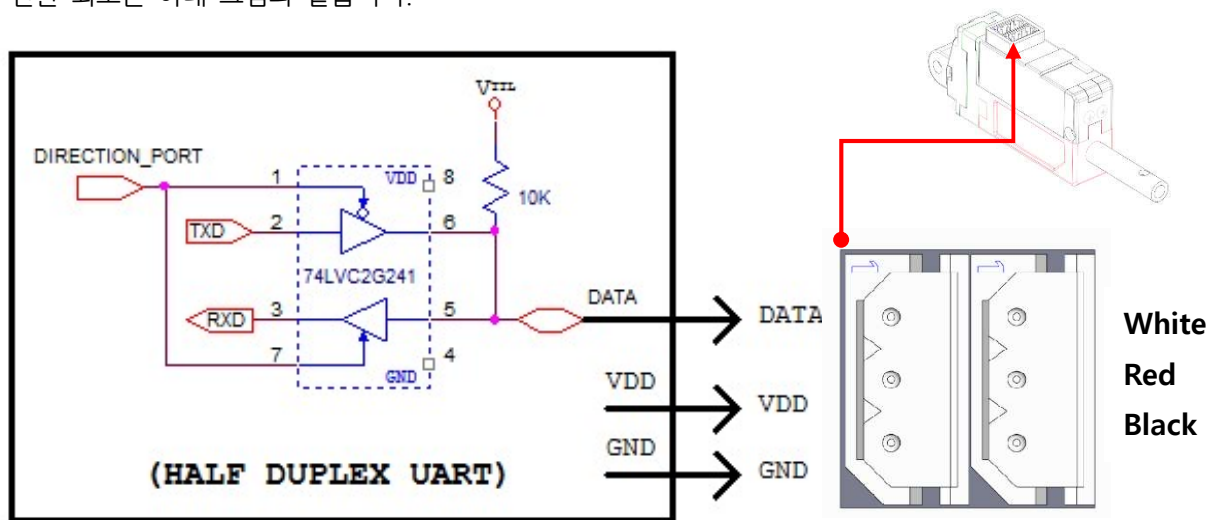
- ①너트
- ②베어링
- ③회전 샤프트
- ④링키지 베이스
- ⑤링키지 샤프트

# 4 서보 제어

## 4.1. 서보 회로 연결

### ■ TTL/PWM(3핀 커넥터-모델명 L(D)xx-xxPT-x 계열)

마이티잡(PT)을 TTL레벨로 제어 하기 위해서 제어기의 UART 신호를 Half Duplex type로 변환 시켜야 합니다. 이때 변환 회로는 아래 그림과 같습니다.



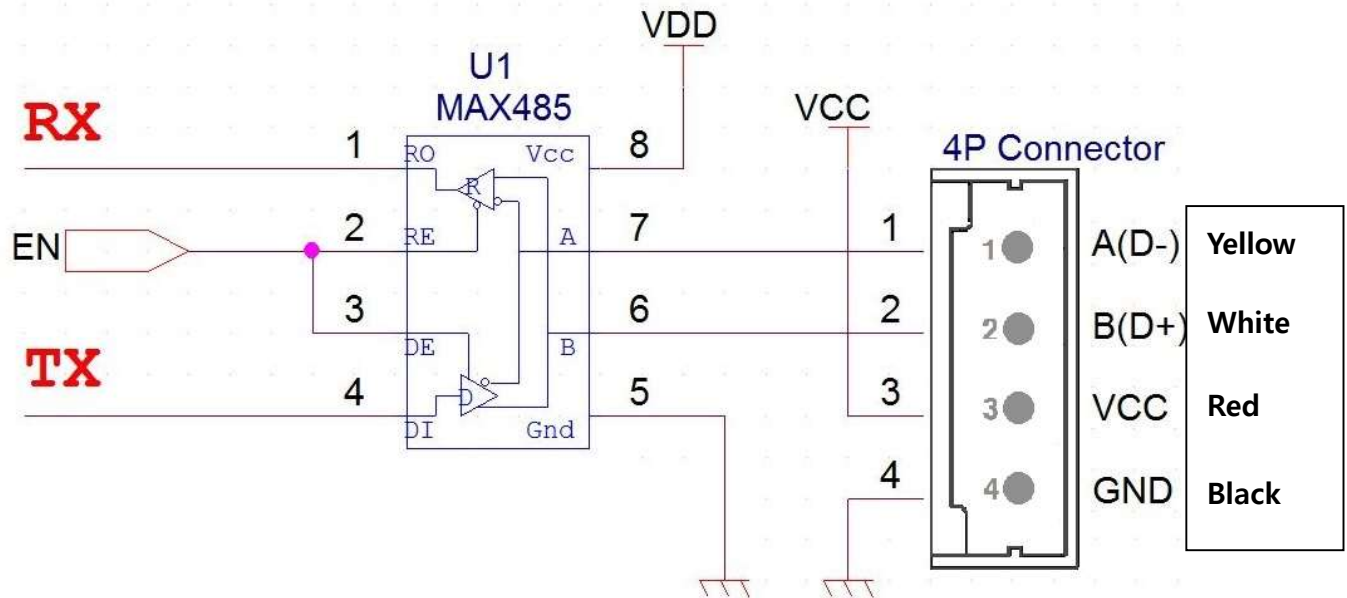
위의 회로도에서 TTL Level의 TxD와 RxD는 DIRECTION\_PORT의 Level에 따라 다음과 같이 Data 신호의 방향이 결정됩니다.

- DIRECTION\_PORT의 Level이 LOW인 경우 : TxD의 신호가 Data로 출력
- DIRECTION\_PORT의 Level이 HIGH인 경우 : Data의 신호가 RxD로 입력

### ■ RS-485 (4 핀 커넥터- 모델명 Lxx-xxF-x 계열)

mightyZAP (PF)을 제어 하기 위해 RS485 통신방식을 사용 합니다. 이때 핀맵과 변환회로는 다음 페이지의 그림과 같습니다.

PIN NUMBER(COLOR)	PIN NAME	FUNCTION(RS485)
1(황색)	D-	RS485 -
2(백색)	D+	RS485 +
3(적색)	VCC	전원 +
4(흑색)	GND	전원 -



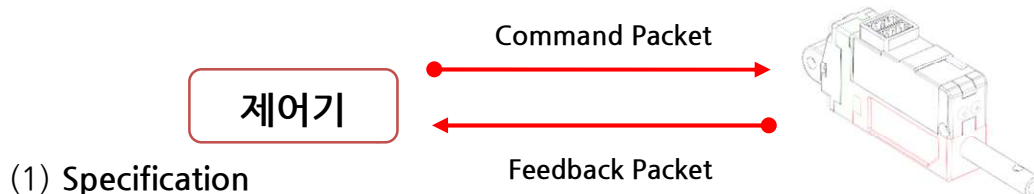
※전원이 별도로 외부에서 공급되는 경우에는, 485 D+, 485 D-만 연결해도 동작에 문제가 없습니다.

위의 회로도에서 EN핀을 제어하여 RS485의 TX및 RX 모드를 변환할 수 있습니다.

- EN(DIRECTION\_PORT)핀 HIGH : TX 모드
- EN(DIRECTION\_PORT)핀 LOW : RX 모드

## 4.2. 통신

Controller 와 마이티잡은 packet 을 주고 받으며 통신합니다. Packet 의 종류로는 Main Controller 에서 마이티잡으로 전송되는 Command Packet 과 마이티잡에서 제어기로 전송되는 Feedback Packet 이 있습니다.



### (1) Specification

#### ① Communication specification

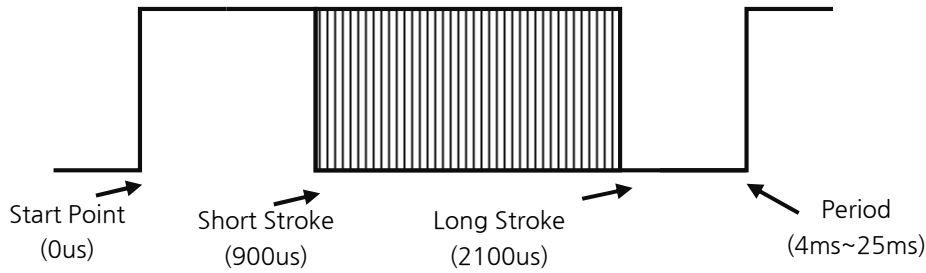
- 2 Mode in One (Pulse / Data Mode Auto-Switching)  
입력 신호에 따라 자동적으로 데이터 모드와 펄스 모드의 전환이 이루어집니다.

- Data Mode

마이티잡은 8 bit, 1 Stop bit, None Parity 의 Asynchronous Serial 통신을 합니다

Item	Spec
Structure	Half-duplex UART
Baud Rate	57600bps(default)
Data Size	8bit
Parity	non-parity
Stop Bit	One bit

- Pulse Mode



## ② Data specification

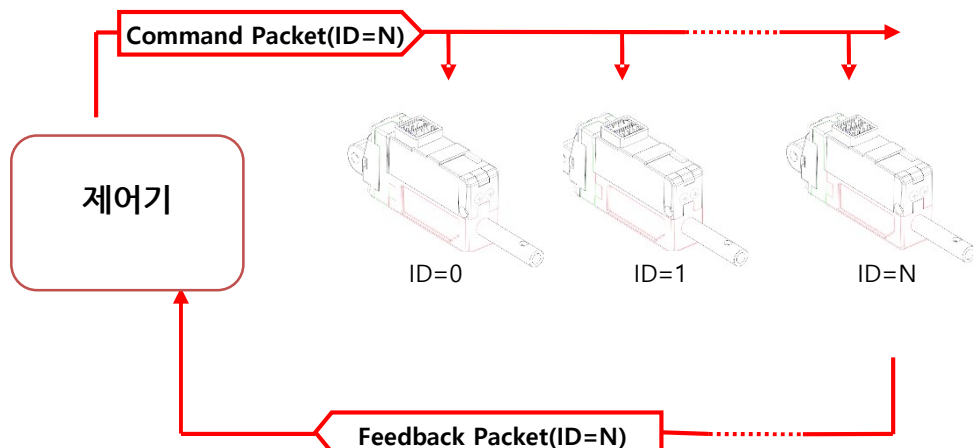
데이터 모드와 펄스 모드에서 아래와 같은 데이터 범위로 기본지정 되어 있으며 모든 요소가 변경 가능합니다. (All Programmable)

Rod Stroke	Data Mode	Pulse Mode **
Short Stroke	0	900us
Half Stroke	2047	1500us
Long Stroke	4095	2100us

\*\*펄스범위 변경 : 2016 년 9 월 28 일부터 펌웨어 변경

## Daisy-Chain Connection

Command Packet을 전송할 경우 여러 개의 MIGHTY ZAP중 ID가 N인 마이티잡만이 Feedback Packet을 return하고 그 Command을 수행합니다.



**주의**

Unique ID

여러 개의 마이티잡이 동시에 Packet을 전송하면 Packet 충돌이 일어나서 통신에 문제를 일으킵니다.

그러므로 Network Node 안에 ID가 같은 마이티잡이 존재하지 않도록 ID 설정을 해야 합니다.

출하 시 ID가 0으로 되어 있으므로 0이 아닌 ID로 변경하고 서보를 한 개씩 Daisy-Chain 연결망에 연결하면서 ID를 변경하면 편리합니다.

## (2) Packet Description

### ① Command Packet

서보에 동작을 수행할 수 있는 명령 Packet 으로 다음과 같은 구조와 요소로 이루어져 있습니다.

#### ■ Structure



#### ■ Element

Index	Data	설명
0	Start Byte 1	시작 바이트 1 (0xFF)
1	Start Byte 2	시작 바이트 2 (0xFF)
2	Start Byte 3	시작 바이트 3 (0xFF)
3	ID	Servo ID (범위: 1 ~ 253, Broadcast ID: 254, Stand-alone ID: 0)
4	SIZE	Packet Size (COMMAND+FACTOR+CHECKSUM)
5	COMMAND	Instruction
5+1	FACTOR #1	첫 번째 Parameter
5+m	FACTOR #m	m번째 Parameter
5+N	FACTOR #N	마지막 Parameter
5+N+1	Check Sum	Check Sum = BinaryInvert( LOWER_BYTE( ID + SIZE + COMMAND + FACTOR#1 + ... + FACTOR#N ) )

#### ■ Element Description

##### 1. HEADER (3Byte)

- Packet 시작을 인식하는 코드로 0xFFFFF
- Packet중 유일한 조합

##### 2. ID (1Byte)

- MightyZAP의 다중연결 방식으로 Daisy Chain연결을 지원하기 위한 식별자
- ID = 0 일 때, 단독 연결로 간주하고 ID와 상관없이 통신 (Echo, Load Data 제외)
- ID = 1 ~ 253 일 때, 미리 저장된 ID와 비교하여 선별적으로 동작함
- ID = 254 (0xFE) 일 때, Broadcasting Mode로 동작하며 Feedback Packet은 동작하지 않음

##### 3. SIZE (1Byte)

- Packet의 Byte단위로 계산된 길이.
- SIZE 데이터 이후에 발송할 데이터의 크기 (COMMAND+FACTOR+CHECKSUM)
- 즉, FACTOR의 Byte수에 2를 더한 수

#### 4. COMMAND (1Byte)

- Packet의 발송 목적을 정의하는 명령 코드

Function	CODE	Description
Echo	0xF1	Feedback Packet 수신
Load Data	0xF2	Address를 보내고 Data를 Feedback 받음
Store Data	0xF3	Address와 Data를 보내고 저장
Send Data	0xF4	Address와 Data를 발송하여 임시 보관시킴
Execution	0xF5	Send Data를 통한 임시보관 정보를 실행시킴
Factory Reset	0xF6	공장 출하 상태인 기본 파라미터로 리셋
Restart	0xF8	서보 시스템 재시작
Symmetric Store	0x73	다수 서보의 동일한 Address에 Data를 저장

#### 5. FACTOR

- COMMAND에 따른 추가 Packet 요소

#### 6. CHECKSUM

Packet의 데이터 누락 및 변조가 생겼는지 확인 하기 위한 검증 데이터이며 다음과 같은 관계식으로 생성 됩니다.

- $\text{Checksum} = \text{BinaryInvert}(\text{LOWER\_BYTE}(\text{ID} + \text{SIZE} + \text{COMMAND} + \text{FACTOR\#1} + \dots + \text{FACTOR\#N}))$

### ② Feedback Packet

Command Packet을 수신한 서보가 요청 정보를 포함한 회신을 하는 Packet으로 다음과 같은 구조와 요소로 이루어져 있습니다.

#### ■ Structure



#### ■ Element

Index	Data	설명
0	Start Byte 1	시작 바이트 1 (0xFF)
1	Start Byte 2	시작 바이트 2 (0xFF)
2	Start Byte 3	시작 바이트 3 (0xFF)
3	ID	Servo ID (범위: 1 ~ 253, Broadcast ID: 254, Stand-alone ID: 0)
4	SIZE	Packet Size (COMMAND+FACTOR+CHECKSUM)
5	ERROR	Error Code
5+1	FACTOR #1	첫 번째 Parameter
5+m	FACTOR #m	m번째 Parameter
5+N	FACTOR #N	마지막 Parameter
5+N+1	Check Sum	Check Sum = BinaryInvert( LOWER_BYTE( ID + SIZE + ERROR + FACTOR#1 + ... + FACTOR#N ) )

## ■ Element Description

### 1. HEADER (3Byte)

- Packet 시작을 인식하는 코드로 0xFFFFF
- Packet중 유일한 조합

### 2. ID (1Byte)

- 서보의 개별로 저장된 ID (1 ~253)

### 3. SIZE (1Byte)

- Packet의 Byte단위로 계산된 길이.
- SIZE 데이터 이후에 발송할 데이터의 크기 (ERROR+FACTOR+CHECKSUM)
- 즉, FACTOR의 Byte수에 2를 더한 수

### 4. ERROR (1Byte)

- bit별로 동작 중에 발생한 오류 상태 표시

Error	bit	Description	LED 표시
RESERVED	7	TBD	LED Off
Instruction Error	6	정의되지 않은 Instruction이 전송된 경우 또는 Send Data 명령 없이 Execution 명령이 전달된 경우 1로 설정됨	White
Overload Error	5	지정된 최대 Force로 현재의 하중을 제어할 수 없을 때 1로 설정됨	Cyan
Checksum Error	4	전송된 Command Packet의 Checksum이 맞지 않을 때 1로 설정됨	Magenta
Range Error	3	Data Map 주소범위를 벗어난 명령일 경우 1로 설정됨.	Blue
Overheating Error	2	내부 온도가 Control Table에 설정된 동작 온도범위를 벗어났을 때 1로 설정됨	Yellow
Stroke Limit Error	1	목표 위치가 PULL Stroke Limit에서 PUSH Stroke Limit 까지의 범위 밖의 값으로 Writing 되었을 때 1로 설정됨	Green
Input Voltage Error	0	인가된 전압이 Control Table에 설정된 동작 전압 범위를 벗어났을 경우 1로 설정됨	Red

### 5. FACTOR

- Feedback Data에 따른 추가 Packet 요소

### 6. CHECKSUM

Packet의 데이터 누락 및 변조가 생겼는지 확인 하기 위한 검증 데이터이며 다음과 같은 관계식으로 생성 됩니다.

- $\text{Checksum} = \text{BinaryInvert}(\text{LOWER\_BYTE}(\text{ID} + \text{SIZE} + \text{ERROR} + \text{FACTOR\#1} + \dots + \text{FACTOR\#N}))$



### (3) Data Map

#### ① Data Memory Map

##### ■ Memory 사용 데이터 (Non-volatile)

- 전원OFF시에도 데이터를 유지하는 메모리 영역에 저장합니다.
- Factory Reset 명령 수행 시 모든 데이터는 Default값으로 설정되게 됩니다.

Address	Name	Description	Access	Default
0 (0x00)	Model Number(L)	모델 번호의 하위 바이트	R	
1 (0x01)	Model Number(H)	모델 번호의 상위 바이트	R	
2 (0x02)	Version of Firmware	펌웨어 버전 정보	R	-
3 (0x03)	ID	서보 ID	RW	0 (0x00)
4 (0x04)	Baud Rate	서보 통신 속도	RW	32 (0x20)
5 (0x05)	Return Delay Time	응답 지연 시간	RW	250 (0xFA)
6 (0x06)	Short Stroke Limit(L)	수축 방향 한계 위치 값의 하위 바이트	RW	0 (0x00)
7 (0x07)	Short Stroke Limit(H)	수축 방향 한계 위치 값의 상위 바이트	RW	0 (0x00)
8 (0x08)	Long Stroke Limit(L)	확장 방향 한계 위치 값의 하위 바이트	RW	255 (0xFF)
9 (0x09)	Long Stroke Limit(H)	확장 방향 한계 위치 값의 상위 바이트	RW	15 (0x0F)
11 (0x0B)	the Highest Limit Temperature	한계 고온	RW	80 (0x50)
12 (0x0C)	the Lowest Limit Voltage	하한 전압	RW	개별 SPEC
13 (0x0D)	the Highest Limit Voltage	상한 전압	RW	개별 SPEC
14 (0x0E)	Max Force(L)	최대 기동력의 하위 바이트	RW	255 (0xFF)
15 (0x0F)	Max Force(H)	최대 기동력의 상위 바이트	RW	3 (0x03)
16 (0x10)	Feedback Return Mode	응답 회신 모드	RW	2 (0x02)
17 (0x11)	Alarm LED	알람용 LED 기능	RW	36 (0x24)
18 (0x12)	Alarm Shutdown	알람용 셧 다운(Shut down) 기능	RW	36 (0x24)
22 (0x16)	Resolution Factor	해상도 설정 요소	RW	1 (0x01)
24 (0x18)	Calibration Short Stroke (L)	최단 조정 값의 하위 바이트	R	0 (0x00)
25 (0x19)	Calibration Short Stroke (H)	최단 조정 값의 상위 바이트	R	0 (0x00)
26 (0x1A)	Calibration Long Stroke (L)	최장 조정 값의 하위 바이트	R	255 (0xFF)
27 (0x1B)	Calibration Long Stroke (H)	최장 조정 값의 상위 바이트	R	15 (0x0F)
28 (0x1C)	Calibration Center Stroke (L)	중앙 조정 값의 하위 바이트	RW	255 (0xFF)
29 (0x1D)	Calibration Center Stroke (H)	중앙 조정 값의 상위 바이트	RW	7 (0x07)
30 (0x1E)	Third-party Program Interface (L)	외부 프로그램 호환 인터페이스의 하위 바이트	RW	54 (0x36)
31 (0x1F)	Third-party Program Interface (H)	외부 프로그램 호환 인터페이스의 상위 바이트	RW	1 (0x01)

32 (0x20)	Third-party Program Firmware Version	외부 프로그램 호환 펌웨어 버전	RW	37(0x25)
37 (0x25)	D Gain	Derivative Gain	RW	개별 SPEC
38 (0x26)	I Gain	Integral Gain	RW	개별 SPEC
39 (0x27)	P Gain	Proportional Gain	RW	개별 SPEC
40 (0x28)	Short Stroke Pulse Width (L)	수축 방향 펄스 폭의 하위 바이트	RW	132 (0x84)
41 (0x29)	Short Stroke Pulse Width (H)	수축 방향 펄스 폭의 상위 바이트	RW	3 (0x03)
42 (0x2A)	Long Stroke Pulse Width (L)	확장 방향 펄스 폭의 하위 바이트	RW	52 (0x34)
43 (0x2B)	Long Stroke Pulse Width (H)	확장 방향 펄스 폭의 상위 바이트	RW	8 (0x08)
44 (0x2C)	Middle Stroke Pulse Width (L)	중앙위치 펄스 폭의 하위 바이트	RW	220 (0xDC)
45 (0x2D)	Middle Stroke Pulse Width (H)	중앙위치 펄스 폭의 상위 바이트	RW	5 (0x05)
50 (0x32)	Center Difference (L)	영점 조정 값의 하위 바이트	RW	255 (0xFF)
51 (0x33)	Center Difference (H)	영점 조정 값의 상위 바이트	RW	7 (0x07)
52 (0x34)	Punch Initial Value(L)	Punch 초기값의 하위 바이트	RW	개별 SPEC
53 (0x35)	Punch Initial Value(H)	Punch 초기값의 상위 바이트	RW	개별 SPEC

## ② Parameter Map

### ■ Parameter 사용 데이터(Volatile)

- 전원인가시 매번 Default 값으로 초기화합니다.

Address	Name	Description	Access	Default
0 (0x80)	Force ON/OFF	기동력 켜기	RW	0 (0x00)
1 (0x81)	LED	LED On/Off	RW	0 (0x00)
2 (0x82)	Short Stroke Compliance Margin	수축 방향 Compliance margin	RW	4 (0x04)
3 (0x83)	Long Stroke Compliance Margin	확장 방향 Compliance margin	RW	4 (0x04)
6 (0x86)	Goal Position(L)	목표 위치 값의 하위 바이트	RW	-
7 (0x87)	Goal Position(H)	목표 위치 값의 상위 바이트	RW	-
8 (0x88)	Moving Speed(L)	목표 속도 값의 하위 바이트	RW	-
9 (0x89)	Moving Speed(H)	목표 속도 값의 상위 바이트	RW	-
10 (0x8A)	Force Limit(L)	최대 기동력 상한치의 하위 바이트	RW	Max Force(L)
11 (0x8B)	Force Limit(H)	최대 기동력 상한치의 상위 바이트	RW	Max Force(H)
12 (0x8C)	Present Position(L)	현재 위치 값의 하위 바이트	R	-
13 (0x8D)	Present Position(H)	현재 위치 값의 상위 바이트	R	-
14 (0x8E)	Present Speed(L)	현재 속도 값의 하위 바이트	R	-
15 (0x8F)	Present Speed(H)	현재 속도 값의 상위 바이트	R	-
16 (0x90)	Present Load(L)	현재 부하 값의 하위 바이트	R	-

17 (0x91)	Present Load(H)	현재 부하 값의 상위 바이트	R	-
18 (0x92)	Present Voltage	현재 전압	R	-
19 (0x93)	Present Temperature	현재 온도	R	-
20 (0x94)	Received Data	Send Data 의 수신 여부	R	0 (0x00)
22 (0x96)	Moving	움직임 유무	R	0 (0x00)
23 (0x97)	Lock	Non-volatile Memory 잠금	RW	0 (0x00)
24 (0x98)	Punch(L)	Punch 값의 하위 바이트	RW	Punch Initial Value(L)
25 (0x99)	Punch(H)	Punch 값의 상위 바이트	RW	Punch Initial Value(H)

## (4) Command 예제 Packet

### 1) Echo Feedback Packet 수신

#### Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Checksum
0xFFFFF	0x00	0x02	0xF1	0x0C

- 연결 상에 서보 존재를 인식하고자 보내는 명령 패킷

#### Feedback Packet

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFF	0x00	0x02	0x00	0xFD

- 연결 상에 서보 존재를 알리고자 보내는 회신 패킷 (Error 정보 포함)

### 2) Load Data Address를 보내고 Data를 Feedback 받음

#### Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Length	
0xFFFFF	0x00	0x04	0xF2	0x8C	0x02	0x7B

- 서보의 현재 위치 값을 읽기 위한 명령 패킷

#### Feedback Packet

HEADER	ID	Size	Error	Factor #1	Factor #2	Checksum
0xFFFFF	0x00	0x04	0x00	0xFF	0x07	0xF5

- 서보의 현재 위치 값 2047(0x07FF)을 반환하는 회신 패킷

### 3) Store Data Address와 Data를 보내고 저장

#### Command Packet ( ID 변경 )

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Data	
0xFFFFF	0x00	0x04	0xF3	0x03	0x01	0x04

- 서보의 ID 를 '1'(0x01)으로 지정하는 명령 패킷

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFC

- 서보의 ID가 변경됨을 알리는 회신 패킷

**Command Packet ( 목표 위치 지정 )**

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x86	0xFF	0x07	0x7A

- 서보의 목표 위치 값을 2047(0x07FF)을 지정하는 명령 패킷

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFC

- 서보의 목표 위치 값을 수신함을 알리는 회신 패킷

**4) Send Data** Address와 Data를 발송하여 임시 보관시킴**Command Packet**

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFFFFF	0x01	0x05	0xF4	0x86	0xFF	0x07	0x79

- 서보의 목표 위치 값을 2047(0x07FF)을 임시 보관하는 명령 패킷

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFC

- 서보의 목표 위치 값의 임시 보관 명령을 수신함을 알리는 회신 패킷

**5) Execution** Send Data를 통한 임시보관 정보를 실행시킴**Command Packet**

HEADER	ID	Size	Command	Checksum
0xFFFFFFFF	0x01	0x02	0xF5	0x07

- 임시 보관된 모든 정보를 동시에 실행시키는 명령 패킷

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFC

- 임시보관 정보를 실행시키는 명령을 수신함을 알리는 회신 패킷

**6) Factory Reset** 공장 출하 상태인 기본 파라미터로 리셋**Command Packet**

HEADER	ID	Size	Command	Factor	Checksum
				Option	
0xFFFFFFFF	0x01	0x03	0xF6	0x01	0x04

- 기본 파라미터(Memory 및 Parameter)를 기본값(Default)으로 변경하고 Option 에 따라 추가로 리셋여부를 결정하여 초기화 수행
- Servo ID 는 0(ID Default)으로 초기화하고 Baud Rate 는 현재 상태 유지하여 초기화 수행
- 해당 bit 가 '1'이면 Reset, '0'이면 Hold

Servo ID	0	서보 ID를 0으로 초기화
Baud Rate	1	통신속도를 32 (57600 bps)로 설정

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFD

- 공장 기본파라미터 적용 명령을 수신함을 알리는 회신 패킷

**7) Restart** 서보 시스템 재시작**Command Packet**

HEADER	ID	Size	Command	Checksum
0xFFFFF	0x00	0x02	0xF8	0x05

- 서보를 파워 리사이클 한 것과 같이 재 부팅하는 명령 패킷

**Feedback Packet**

HEADER	ID	Size	Error	Checksum
0xFFFFF	0x00	0x02	0x00	0xFD

- 서보 시스템 재시작 명령을 받음을 확인하는 회신 패킷

**8) Symmetric Store** 다수 서보의 동일한 Address에 Data를 저장**Command Packet ( 목표 위치 지정 )**

ID	목표 위치 값
1 (0x01)	1023 (0x03FF)
2 (0x02)	2047 (0x07FF)

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2
				Address	Length
0xFFFFF	0xFE	0x0A	0x73	0x86	0x02

Factor #3	Factor #4	Factor #5	Factor #6	Factor #7	Factor #8	Checksum
1> ID	1> Data #1	1> Data #2	2> ID	2> Data #1	2> Data #2	
0x01	0xFF	0x03	0x02	0xFF	0x07	0xF1

- 다수의 서보를 각각 아래와 표와 같이 목표 위치 값을 동시 지정하는 명령 패킷
- 개별적으로 서보마다 목표 위치 명령을 주었을 때 보다 지연없이 동시에 동기화하여 움직임.
- Length (L)는 서보별 Factor 의 data 수(서보별 ID 제외)임.
- Size 는 (Factor+2) 또는 4+(L+1) X N (N:서보의 개수)임.
- Feedback Packet : 회신하지 않음

## (5) Data Description

### 1) Model Number

MightyZAP의 모델 번호입니다.

모델을 구별하고 인지하기 위하여 읽기 전용으로 사용합니다.

### 2) Version of Firmware

펌웨어 버전 정보가 저장되어 현재 마이티잡의 펌웨어 버전이 최신인지 확인하여 최신 펌웨어로 유지하도록 합니다.

### 3) ID

서보를 식별 하기 위한 고유 번호, Daisy-Chain 방식으로 연결된 서보들은 서로 다른 ID가 할당되어야 합니다.

- ID = 0 일 때, 단독 연결로 간주하고 ID와 상관없이 통신한다. (단, Echo, Load Data 제외.)
- ID = 1 ~253 일 때, 미리 저장된 ID와 비교하여 선별적으로 동작함
- ID = 254 (0xFE) 일 때, Broadcasting Mode로 동작하며 Feedback Packet은 동작하지 않음

### 4) Baud Rate

통신 속도를 결정, Default 통신속도는 57600bps

설정값으로 통신 속도 변경하고자 할 때는 서보의 시스템을 재시작 하여야 합니다.

[설정값 변환표]

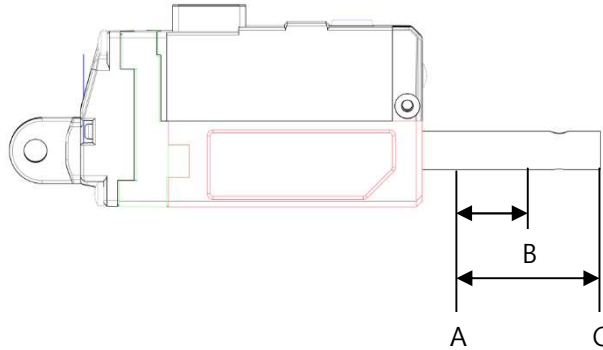
설정값	통신속도(bps)
2 (0x02)	400000
4 (0x04)	250000
8 (0x08)	200000
16 (0x10)	115200
32 (0x20)	57600
64 (0x40)	19200
128 (0x80)	9600

#### ■ Return Delay Time

COMMAND Packet전송 후 Feedback Packet이 회신되기 까지 걸리는 지연시간입니다. (단위 : us)

## 5) Stroke Limit

Short Stroke (A) 또는 Long Stroke (C) 상태의 한계 위치 값으로 Goal Position의 최대/최소 값이 됩니다.  
( 범위 : 0 ~ 4095 )



## 6) The Highest Limit Temperature

서보 내부의 한계 고온 (Micom에 실장된 온도 센서 기준)

### ■ The Highest / Lowest Limit Voltage

입력 전원의 전압에 상한 / 하한 (단위 : 0.1V)

사용전압이 7.4V 인 제품군, 6V ~ 8.6V

사용전압이 12V 인 제품군, 9V ~ 13V

## 7) Max Force

최대 기동력제한 값입니다.

0일 때 기동력 OFF 상태이고 1023일 때 최대력을 냅니다.

전원 인가 시 Force Limit(ADDR: 0x8A|0x8B)에 복사되어 초기 값으로 사용합니다.

## 8) Feedback Return Mode

COMMAND Packet이 전송된 이후 Feedback Packet을 회신 결정 모드

Mode	Feedback Packet Return 여부
0	모든 COMMAND에 대해 Feedback Packet을 전송하지 않음. (단, Echo명령 패킷은 제외)
1	Load Data 명령에만 Feedback Packet을 전송
2	모든 COMMAND에 대해 Feedback Packet을 전송

Broadcast ID(0xFE) 일 때, Feedback Return Mode와 상관없이 Feedback Packet을 전송하지 않음



## 9) Alarm LED

Error가 발생 했을 때, 해당 bit가 1로 설정되어 있으면 LED표시를 수행한다. (1=활성 / 0=비활성)

Error	bit	LED Indicate
RESERVED	7	LED Off
Instruction Error	6	White
Overload Error	5	Cyan
Checksum Error	4	Magenta
Range Error	3	Blue
Overheating Error	2	Yellow
Stroke Limit Error	1	Green
Input Voltage Error	0	Red

깜빡이는 동작을 하며 동시 Error 발생시 bit수가 작을수록 우선순위가 높다.

Error가 해결되면 2초후 Alarm이 해제되어 이전상태로 돌아감.

## 10) Alarm Shutdown

Error가 발생 했을 때, 해당 bit가 1로 설정되어 있으면 Force를 OFF (1=활성 / 0=비활성)

Error	bit
RESERVED	7
Instruction Error	6
Overload Error	5
Checksum Error	4
Range Error	3
Overheating Error	2
Stroke Limit Error	1
Input Voltage Error	0

## 11) Resolution Factor

모터 해상도를 변경

Factor	Resolution
1	4096
2	2048
3	1024
4	512

## 12) Calibration Stroke

- Calibration Short Stroke : Short Stroke 위치 보정 값, 공장에서 설정된 Short Stroke Calibration 값을 저장
- Calibration Long Stroke : Long Stroke 위치 보정 값, 공장에서 설정된 Long Stroke Calibration 값을 저장
- Calibration Center Stroke : Half Stroke 위치 보정 값, 공장에서 설정된 Half Stroke Calibration 값을 저장

### 13) Third-party Program Interface / Firmware Version

타사의 프로그램 이용 시 유저 인터페이스 포맷 설정 인자 / 해당 펌웨어 버전  
Resolution Factor 설정에 따라 아래와 같이 설정

Resolution	Resolution Factor	Program Interface	Firmware Version
4096	1	310	37이상
1024	3	12	25이상

### 14) Short / Long Stroke Pulse Width

수축 / 확장 위치 펄스 폭 설정. (단위 : us) 설정 범위는 900us ~ 2100us.

Rod Stroke	Goal Position (Resolution 4096기준)	Default 설정
Short Stroke	0	900us
Half Stroke	2047	1500us
Long Stroke	4095	2100us

### 15) Center Difference

중심점의 영점 조정 값. 설정 범위는 Stroke Limit 내 설정

### 16) Force ON/OFF

기동력 활성화 여부 설정 ( 0일 때 OFF, 1일 때 ON)

value	동작상태
0	모터의 전원을 차단하여서 기동력이 발생 되지 않도록 합니다.
1	모터의 전원을 인가하여서 기동력이 발생하도록 합니다.

### 17) LED

Error 표시가 되지 않을 때 사용자가 임의로 LED 제어하여 디스플레이 효과를 낼 수 있음. (LED에  
러표시가 우선)

bit	동작상태
0	LED Disable (1일 때 모두 꺼짐)
1	RED LED 제어
2	GREEN LED 제어
3	BLUE LED 제어

### 18) Stroke Compliance Margin

모터 제어의 유연성 설정, 목표 위치와 현재 위치 오차이며  
지나치게 크게 설정하면 Dead Band가 커진다.

### 19) Goal Position

목표 위치의 값. 이동 시키고자 하는 위치 값입니다.

Rod Stroke	Resolution		
	4096	2048	1024
Short Stroke	0	0	0
Half Stroke	2047	1023	511
Long Stroke	4095	2047	1023

Resolution Factor 설정에 따라 Resolution을 조정 할 수 있습니다.

## 20) Moving Speed

- 이동하는 속도 설정합니다.
- 0~1023으로 설정하며 값이 클수록 빠르게 동작합니다.  
(단, 0일때는 최대 속도로 동작 합니다.)
- 전원인가 시에는 0으로 초기화 됩니다.

## 21) Force Limit

- 기동력 한계치 설정 합니다.
- 0~1023으로 설정하며 값이 클수록 높은 Force로 동작합니다.
- 전원인가 시에 Max Force(ADDR: 0x0E|0x0F)의 값으로 초기화 됩니다.

## 22) Present Position

- 현재 Stroke 위치 값을 나타냅니다.
- 0~4095의 범위로 표시되며 Resolution Factor 설정에 따라 값이 달라집니다.

## 23) Present Speed

- 현재 이동하는 비례속도 값입니다.
- 0~2047의 범위로 표시됩니다..
- 0~1023 범위의 값이면 Short Stroke 방향으로 진행하는 상태이고  
1024~2047 범위의 값이면 Long Stroke 방향으로 진행하는 상태입니다.

## 24) Present Load

- 현재 부하 값입니다.
- 0~2047의 범위로 표시 됩니다.
- 0~1023 범위의 값은 Short Stroke 방향으로 하중이 작용하는 상태이고  
1024~2047 범위의 값은 Long Stroke 방향으로 하중이 작용하는 상태입니다.

## 25) Present Voltage

- 현재 입력 전압이며 단위는 0.1V입니다.
- 예를 들어, 74이면 7.4V입니다.

## 26) Present Temperature

- 현재 내부 온도이며 단위는 섭씨 1도입니다.
- 예를 들어, 85이면 85℃입니다.

## 27) Received Data

Execution COMMAND를 위한 Send Data 명령어 수신 여부

Value	Description
0	Send Data 명령어를 수신하지 않음.
1	Send Data 명령어를 수신하였음.

## 28) Moving

움직임 유무

Value	Description
0	Goal Position 명령어 수행 완료
1	Goal Position 명령어 수행 중

## 29) Lock

Value	Description
0	Non-volatile Memory 수정 가능
1	Non-volatile Memory 수정 불가

## 30) Punch

- 구동 시 모터에 공급되는 최소 전류량.
- 이 값이 크면 정지토크는 상승하지만 지나치면 떨림 현상이 생깁니다.

# 5 보증 및 수리

## 5.1. 보증 및 수리

---

마이티잡의 보증기간은 구매일로부터 1년입니다. 보증 수리를 받기 위해서는 제품 구매일을 증명할 수 있는 영수증 등을 지참하시어 구매처 또는 본사 고객센터로 문의를 하여 주시기 바랍니다. 단, 정상적인 기어의 마모, 와이어 피복의 벗겨짐, 모터의 소손 등 사용자의 오용과 과실에 따르는 문제는 보증에서 제외됩니다. 또한, 임의 분해 및 임의 수리에 따르는 고장 또한 보증 대상에서 제외되오니, 모든 수리는 지정된 업체에 의해 진행되어야 함을 양지하여 주시기 바랍니다.,

(주) 아이알로봇 고객센터실 070-7600-9466 / 경기도 부천시 원미구 평천로 655 부천테크노파크 401동 1303호 /

이메일 : [enigma@irrobot.com](mailto:enigma@irrobot.com)