

Robust Mini Linear Servo Actuators —

mightyZAP

사용자 매뉴얼



iR
ROBOT

목 차

01 시작에 앞서 3

제품 소개	3
사용시 주의사항	3
적절한 보관	4
지속적 부하/과부하	
방지/포스오프 기능	5

02 제품구성/제원/사양 8

구성	8
제원	8
사양	10

03 리니어서보 활용처 11

04 서보제어 12

회로연결	12
통신	13
Specification	13
Packet Description	15
Data Map	18
Data Description	20
Command 예제	25

05 악세서리 31

06 보증 및 수리 33

1 시작에 앞서

1.1. 제품 소개

아이알로봇의 마이티잡 미니 리니어 서보 액추에이터를 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 50~90um : 모델별 사양서 참고)
- 드라이브 회로 내장으로 설비 간소화
- 4096 스텝의 고해상도 (27mm stroke 기준)
- 고풍력 코어리스 모터 적용
- 기구적인 백래쉬 최소화 설계 (30um)
- 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 4.0~7.4V를, 12V 인가 제품은 7.0~12V를 인가해주셔야 합니다.(정격전압에서 최고힘/최고속도 출력) 7.4V 제품에 12V를 인가하면 서보가 소손 되는 문제가 발생합니다.
4. 액추에이터의 수명은 모터에 가해지는 부하(load)의 정도, 연속 반복동작 횟수 및 동작간 cooling time(Duty Cycle) 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. 정격 부하 대비 작은 부하를 가할 수록 액추에이터의 수명은 향상됩니다.
- 2) Duty Cycle은 50% 이하로 설정하여 주십시오. DC모터 특성상, 조금도 쉬지 않고 지속적으로 움직이는 작업을 수행하면, 모터는 결국 과부하가 걸리고, 모터를 보호하기 위해 Overload 보호 기능이 작동되어 모터 전원이 꺼지게 됩니다. 그러므로 모터 동작시간 대비 일정 시간 쉴 수 있도록 하는 Duty Cycle을 설정해 주어야 합니다. Duty Cycle이란 DC모터가 동작하는 시간 대비 쉬어주는 시간의 주기입니다. 즉, 듀티 사이클 50%라 함은 액추

에이터가 50%의 시간을 동작하면 50%의 시간은 쉬어주어야 액추에이터의 효율적인 수명 관리가 가능합니다. 최적의 수명관리를 위해, 적용 시 최대 듀티 사이클은 50%를 넘지 않도록 해 주십시오. 듀티 사이클이 적어질수록 액추에이터의 수명은 연장됩니다.

- 3) 설비 운용 중, 리니어 서보 액추에이터를 사용하지 않는 상황에서는, **액추에이터에 Force off 명령을 주어서 액추에이터의 수명을 늘릴 수 있습니다.** (7페이지 참조)
5. 제품 고정을 위해 브라켓이 필요한 경우 가급적 당사의 **정품 브라켓**을 사용하십시오. 필요에 따라 별도 브라켓을 가공하여 사용할 경우, **브라켓을 취부하는 과정에서 리니어 서보 액추에이터 케이스 파손, 천공 등을 유의**하여 주십시오. 제품 파손 방지를 위해 반드시 동봉된 스크류를 사용하여 체결하여 주십시오.
6. **기구적인 limit설정과 위치이동 명령범위를 일치시켜 주세요.** 서보액추에이터의 기구적인 설치 시, 서보액추에이터가 움직일 수 있는 기구적인 한계치를 설정하게 됩니다. 기구적인 limit 설정 후, 서보의 위치 명령은 반드시 이 한계 내에서 이루어져야 하며, 그렇지 않을 경우 액추에이터에 큰 부하를 주어서 Overload 보호 기능이 작동되고, 이것이 지속적으로 반복될 경우 액추에이터수명에 영향을 주게 되며, 인위적으로 Overload 보호 기능을 사용자가 해제한 경우 액추에이터가 소손 될 수도 있습니다. 정밀한 위치제어 특성상 기구적인 리미트 내에서 위치명령을 주도록 설계가 되었는지 반드시 재점검 및 주의를 하여 주시기 바랍니다.
7. **두 개의 액추에이터로 하나의 대상체를 동기 제어하지 마십시오.** 동일 모델이라 할지라도 두개 액추에이터 사이에는 미세한 속도 차이가 존재하며, 동일한 대상체에 대해 모션 동기화를 시켰을 때 도달하는 위치값은 동일하더라도 속도 차이로 인해 한쪽 액추에이터가 과부하될 수 있습니다.
8. **로드엔드 체결시 반드시 메탈너트를 롱노우즈 혹은 스페너 등으로 고정 후 체결하여 주십시오.** 로드 중단에는 메탈너트가 삽입되어 있고, 너트 고정을 위해 록타이트 처리가 되어 있습니다. 동봉된 약세서리인 로드엔드를 메탈 너트에 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 변형될 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. 작동 직후 서보 액추에이터 케이스는 뜨거울 수 있습니다. **화상에 주의하십시오.**
10. 서보액추에이터를 **물기, 먼지, 기름으로부터 멀리** 하십시오.
11. 본 제품은 실내 용도로 설계된 제품입니다. **실외에서의 사용을 금합니다.**
12. 어린이의 손이 닿지 않는 곳에 제품을 보관하십시오. 성인이 사용시에도 모터의 동작 시 발생할 수 있는 신체 상해에 유의하십시오.

1.3. 적절한 보관

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

- 섭씨 70도 이상의 고온 환경 또는 섭씨 영하 20도의 저온 환경
- 직사광선 또는 화기 근처 / 고온다습하고 먼지가 많은 장소
- 진동이 심한 장소 정전기를 유발할 수 있는 장소

중요 : 과부하 조건 / 과부하 (Overload) 보호 기능 / Force Off 기능

과부하 보호(Overload Protection/Overload shutdown)기능은, 서보 액츄에이터 구동 시 구동모터에 과부하가 걸려 수명에 지대한 영향을 미치거나, 나아가서는 모터 소손을 방지하기 위한 것입니다. 적절한 보호기능을 위해 아래 사항을 잘 읽어보시고 조건에 맞게 사용을 해주시기 바랍니다.

과부하 보호 기능(Overload shutdown)의 메커니즘 / 용어 정의

- 당사 제품의 과부하 보호기능 메커니즘은, 구동모터가 Duty cycle 50%를 넘는 상태로 작동이 되어, 심없이 동작한 누적 시간이 30초 이상 경과 되면 shutdown 이 일어납니다.
- Duty cycle 이라 함은, 서보 액츄에이터에 전원이 들어가 있는 시간대비 실제 모터가 구동하는 시간의 비율이며, Duty cycle 50%라 함은 모터가 50% 시간을 일하면 50% 시간은 쉬어주어야 함을 뜻합니다.
- 구동 모터의 작동이라 함은 모터가 회전하여 정상적으로 stroke 이동이 일어나는 경우와, 장애물에 의해 위치이동이 제약되어 모터가 회전하지 않더라도 전류를 소모하는 경우도 포함합니다.

과부하 조건 및 shutdown 사례

좀더 쉬운 이해를 위해, 과부하 조건 및 shutdown의 사례를 명시해보았습니다.

- 쉬는 구간 없이 30초 이상 지속적으로 서보 액츄에이터가 작동될 때 / 30초 후 shutdown
- 위치이동 명령이 application의 기구적인 limit 범위 밖으로 내려지는 경우 / 30초 후 shutdown
- Stroke 이동 중 장애물이 걸리는 작동시간과 움직이지 못한 시간의 합이 30초 / 30초 후 shutdown
- Duty cycle 50% 이상으로 작동한 경우 shutdown이 작동합니다. Duty cycle 사용조건을 가혹하게 사용하면 할수록 빨리 shutdown이 되고, 50퍼센트 이하로 내려갈 수록 늦게 shutdown이 됩니다.

Overload shutdown 해제 기능

Overload shutdown 기능이란 과부하 상황에서 서보 액츄에이터를 보호하기 위한 기능입니다. 어플리케이션에 따라서는, 서보 액츄에이터 보다는 전체 메커니즘의 보호가 중요한 경우나, 혹은 서보 액츄에이터의 수명을 좀 단축시키더라도 가혹한 조건으로 운용이 필요한 어플리케이션이 존재 합니다. 이때는 shutdown이 작동하지 않도록 mightZAP 서보 매니저를 통해서 shutdown 기능을 해제 할 수 있습니다.

Overload shutdown 후 복구

Shutdown된 후에도 통신라인은 여전히 기능을 하고 있으므로, Restart 명령을 통해 복구를 하거나, 전원을 다시 연결하면 초기 상태로 복구가 됩니다. 복구 전 반드시 과부하 요인을 제거하여 주십시오.

예외 혹은 주의 사항

예외) 정격 힘보다 실제 하중이 더 무거운 경우 모터에 무리를 주는 Overload 환경이지만 Overload shutdown이 작동을 하지 않습니다. 하지만 제품수명 관리를 위해, 정격로드 이상의 부하가 제품에 걸리지 않도록 유의하여 주시기 바랍니다.

주의 1) Application과 액츄에이터 사이에 스프링이 장착되었을 때나, 중력 방향으로 설치가 되어 있어 로드 중력에 따른 외력이 영향을 줄 경우 로드 위치 변화는 없지만, 서보 액츄에이터는 위치 유지를 위해서 모터를 가동시키는 상태가 될 수 있습니다. 이 상황이 지속될 경우 Overload shutdown을 불러올 수 있으며, 이를 방지하기 위해 외력이 발생하는 동안에는 Force Off 명령을 적절히 이용해주면 됩니다.

주의 2) Overload shutdown이 한번 실행될 때마다, 크지는 않지만 모터에 손상을 입히는 것이므로 자주 shutdown이 일어나지 않도록 첫 번째 Overload shutdown 후, 과부하 조건을 해소해야 합니다.

과부하 보호 기능(Overload Protection)

과부하 보호 기능을 활성화하여 모터의 과부하를 방지할 수 있습니다.

과부하 보호기능은 기본적으로 활성화 되어 출하되며, 해당 기능이 필요 없을 경우 servo manager software를 이용하여 보호 기능을 비활성화 시켜주면 됩니다(단, Overload 보호기능 비활성화는 추천하지 않습니다). 과부하 보호기능을 활성화 시키면, 특정 시간 이상 동일한 위치에서 부하 환경이 지속될 경우, 이를 인식하여 모터의 전원을 차단, 모터를 보호합니다.

과부하 보호기능 설정/해제 방법은, 서보매니저 프로그램을 이용하면 가장 간편하게 설정할 수 있습니다. 서보 연결 후 소프트웨어 상에서 Shutdown Alarm 설정을 선택하여 Overload Error항목을 활성화/비활성화 시켜줌으로써 설정이 가능합니다.

명령 패킷을 통한 설정 방법은, Alarm Shutdown 기능에 해당하는 주소(0x12)에 다음과 같이 Error 발생 중에 Overload Error에 해당하는 bit 5를 '1'로 SET하여 리니어 서보로 Store Data 명령을 보냅니다.

Overload Error가 발생 했을 때, 해당 bit가 '1'로 설정되어 있으면 Force를 OFF하게 됩니다. (1=활성 / 0=비활성)

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

Store Data 명령을 보낼 때 아래 예제를 참고합니다.

Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Data	
0xFFFFF	0x00	0x04	0xF3	0x12	0x20	0xD6

- 서보의 ID 를 '0'(0x00)으로 지정하는 명령 패킷



주의

정격에서의 사용!

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

Force Off 기능

서보액츄에이터가 위치 이동 후 특정 위치에 정지하여 있다고 해도, 액츄에이터는 위치 고수를 위해 내부적으로 끊임없이 작동을 하고 있습니다. Force Off 기능을 적절히 활용하게 되면 모터전원을 해제하여 모터를 쉬게 하면서도 기구적인 마찰력으로 위치를 고수하게 할 수 있습니다. (Self Lock 기능) 즉, 특정 위치에 도달 후 특정 시간 위치를 계속 유지한 상태로 있어야 할 때, Force off 파라미터를 활용하여 모터의 전원을 차단해 주시기 바랍니다.

모터의 전원은 차단되더라도 통신은 여전히 유지되며, 다음 명령(Force On)을 내릴 때까지 모터는 힘을 받지 않고 그 자리를 기구적으로 유지하게 되어, 고정 시간이 긴 경우 모터의 수명 관리에 많은 도움이 됩니다.

전원 차단시 위치를 고수하는 기구적인 Self lock force는 아래와 같고, 아래 조건 내에서 Force Off기능을 사용하면 됩니다. (아래 조건은 27mm stroke기준으로, 41mm와 56mm, 96mm stroke제품은 사양서를 참고하십시오)

정격 Force	Self-Lock Force
20N 계열	7N
40N 계열	40N
64N 계열	64N
100N 계열	100N

명령 패킷을 통한 설정 방법은, Force ON/OFF 기능에 해당하는 주소(0x80)에 0x00을 리니어서보로 Store Data 명령을 보냅니다. (Force를 ON하고자 할 때는 0x01을 보낸다.)

Store Data 명령을 보낼 때 아래 예제를 참고합니다.

Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1 Address	Factor #2 Data	Checksum
0xFFFFFFFF	0x00	0x04	0xF3	0x80	0x00	0x88

- 서보의 ID 를 '0'(0x00)으로 지정하는 명령 패킷

TIP

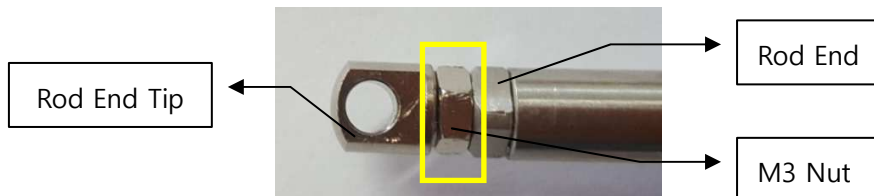
Force Off 상태에서 위치 이동(Goal Position) 명령을 내리는 경우는 별도의 Force ON 패킷 명령을 주지 않아도 됩니다. 모든 위치 이동 명령에는 이미 Force ON 명령이 포함되어 있기 때문입니다.

2 제품 구성/제원 및 사양

2.1. 구성



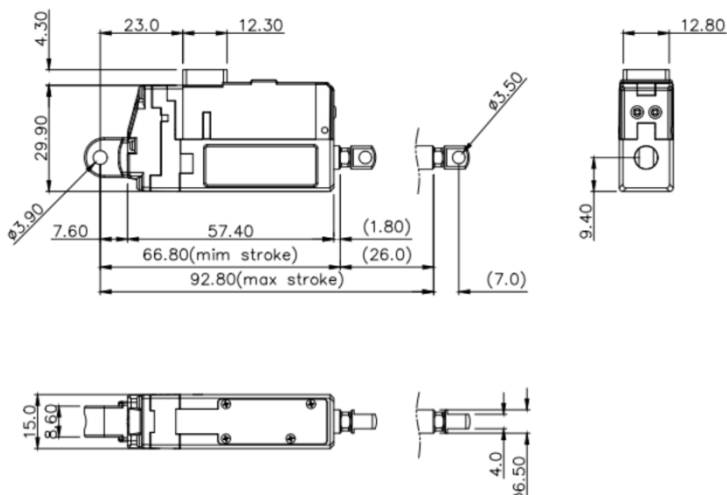
*3번 M3 너트는 Hinge Shaft 고정과 더불어, 로드엔드 팁과 로드엔드 사이에 스토퍼로 체결하여 사용하시기 바랍니다.



2.2. 제원

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

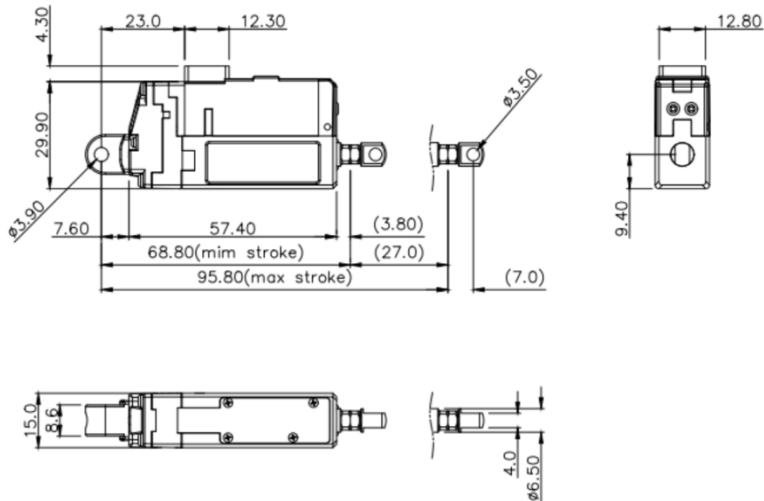
[26mm Stroke 제품군 - 보급형]



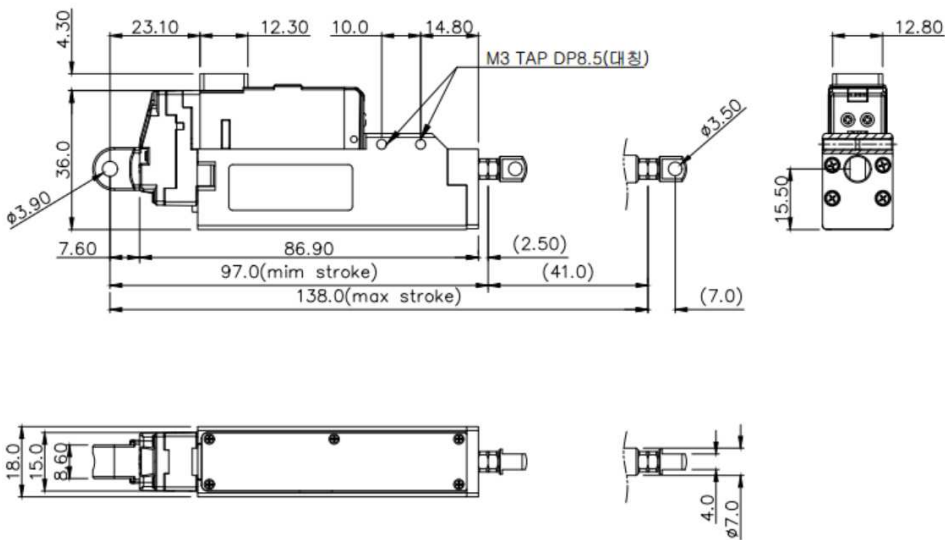
****공장 출하 시 30mm stroke 제품은 27mm로 셋팅 되어 출하. 30mm를 모두 사용해야 하는 경우 사용자가 서보 매니저 프로그램을 통해 설정 가능.**

****Overload 보호 기능은 공장에서 활성화 되어 출하. 나머지 자동 shutdown 기능은 공장 출하 시 비활성화되어 출하. 서보 매니저 프로그램을 통해 활성화 가능.**

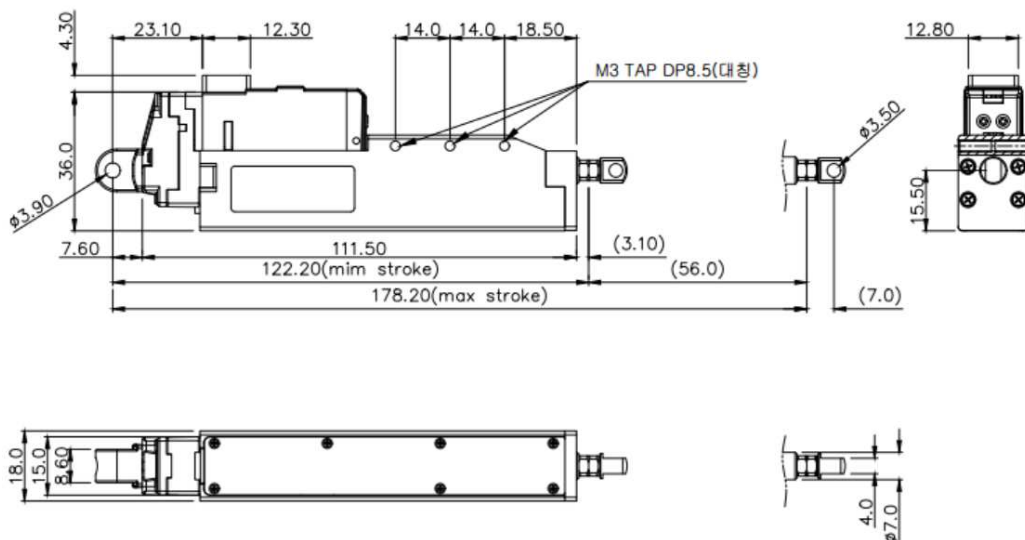
[27mm Stroke 제품군 - Premium]



[41mm Stroke 제품군]



[56mm Stroke 제품군]



2.3. 사양

Input Voltage	Communi- cation	Force 20N / Stroke	Force 20N / Stroke				Force 30~40N / Stroke			
		27mm	27mm	41mm	56mm	96mm	27mm	41mm	56mm	96mm
12V	RS-485	L12-12F-3	L12-20F-3	L12-20F-4	L12-20F-6	L12-20F-10	L12-40F-3	L12-30F-4	L12-30F-6	L12-30F-10
	TTL/PWM	L12-12PT-3	L12-20PT-3	L12-20PT-4	L12-20PT-6	L12-20PT-10	L12-40PT-3	L12-30PT-4	L12-30PT-6	L12-30PT-10
7.4V			-	L7-20PT-3	-	-	-	L7-40PT-3	-	-
Rated Force / Max. Speed (No Load)		12N /120.0mm/s	20N /80.0mm/s	17N /80.0mm/s			40N /28.0mm/s	31N/ 28.0mm/s		
Self Lock Force / Z Axis Force		N/A	7N/7N				40N/30N	31N/23N		
Gear Ratio / Gear Type / Rod Type		10:1 / Engineering Plastic Gears / Metal Alloy Rod								
Motor Type / Watt / Duty Cycle		Coreless Motor / 26W / 50%								

Input Voltage	Communication	Force 50N~60N / Stroke			Force 80N~100N / Stroke		
		27mm	41mm	56mm	27mm	41mm	56mm
12V	RS-485	L12-64F-3	L12-50F-4	L12-50F-6	L12-100F-3	L12-80F-4	L12-80F-6
	TTL/PWM	L12-64PT-3	L12-50PT-4	L12-50PT-6	L12-100PT-3	L12-80PT-4	L12-80PT-6
7.4V		L7-64PT-3	-	-	L7-100PT-3	-	-
Rated Force / Max. Speed(No Load)		64N / 10.5mm/s	50N / 10.5mm/s		100N / 7.7mm/s	78N / 7.7mm/s	
Self Lock Force / Z Axis Force		64N / 48N	50N / 37.5N		100N / 75N	78N / 58.5N	
Gear Ratio		30:1			50:1		
Gear Type / Rod Type		4 Metal & 2 Engineering Plastic Gears / Metal Alloy Rod					
Motor Type / Watt / Duty Cycle		Coreless Motor / 26W / 50%					

Positional Accuracy	27mm /41mm Stroke : 0.05mm (50μm)				Micro Controller	32bit ARM Core, 4096 Resolution (A/D converter)				
	56mm Stroke : 0.07mm (70μm)									
	96mm Stroke : 0.09mm (90μm)									
Mechanical Backlash	0.03mm (30μm)				Pulse Range	900μs(Retracted)-1500 μs(Center)-2100μs (Extended)				
Position Sensor	10KΩ linear Potentiometer				Parameter Setting	Programmable via PC Software				
Input Voltage	7.4V or 12.1V (Rated)				Ingress Protection	IP-54 (Dust & Water Tight)				
Current Consumption		7.4V			12V		Size / Weight (Excluding rod-end & hinge)	27m m	57.5(L)x29.9(W)x15(H)mm /49~52g	
		Idle	Rated	Stall	Idle	Rated		Stall	41m m	86.9(L)x36(W)x18(H)mm / 96~99g
	Economical	30mA	250mA	0.48A	30mA	140mA		0.3A	56m m	111.5(L)x36(W)x18(H)mm / 124~127g
	Premium	30mA	280mA	2.4A	20mA	380mA		1.5A	96m m	151.5(L)x36(W)x18(H)mm / 177g
Audible Noise		Approx. 50db at 1m				Operating Temp.		-10℃ ~ 60℃		
Communication		Economical	RS-485 or TTL/PWM				Standard Accessory	1 Mounting Bracket, 2 types Rod end (Detachable linkage and Metal nut(M2.5) type), Wire Harnesses		
		Premium	RS-485 or TTL/PWM							
LED Indication		7 Error Indications (Overload, Checksum, Data Range, Overheat, Stroke Limit, Input voltage, Instruction Error)				Wire Harness (Molex to S-02 PWM wire to be packed in Economical version only)		PWM/TTL(PT version) : Molex to S-02 and Molex to Molex Type (Molex 50-37-5033, 3pins) / 200mm length, 0.08×60(22AWG) or RS485(F version) : Molex to Molex Type (Molex 0510650400, 4pins) / 200mm length, 0.08×60(22AWG)		

3 리니어 서보의 활용



공장자동화

- 위치제어가 쉽지 않은 공압실린더의 훌륭한 대체품
- 실시간 자동 폭 조정 장치
- 실시간 자동 얼라인먼트 시스템 (상/하 또는 좌/우)
- 자동 밸브 컨트롤
- 자동 디스펜싱 시스템
- 클램핑 구동부
- 고정 또는 거리 조정
- Pick & Place
- In & Out / 확장 & 수축
- Pull & Pushing
- Open & Closing (On-Off)
- 방향 전환
- Hexapod /Tripod 운동



생산 및 검사 지그

- 홀 펀칭 지그
- 홀 검사 지그
- 버튼 / 스위치 검사 지그
- 터치 패널 검사 지그
- PCB 테스트 지그



로보틱스 연구분야

- 로봇의 구동 관절
- 로봇 그리퍼
- 로봇의 선형 구동부



UAV / 전문 Drone

- 고정익 항공기의 타각/스로틀 조정
- 회전익 항공기의 Swash Plate Control / Rudder Control
- 드론의 리트렉터, 물건 투하 장치, 카메라 팬틸트
- 기타 방산 장비의 타각 조정용 부품



의료기/실험실 장비

- 의료장비의 선형위치제어
- 카메라 또는 레이저 장비의 포커스 조절
- 실험분석 장비



교육 / 취미

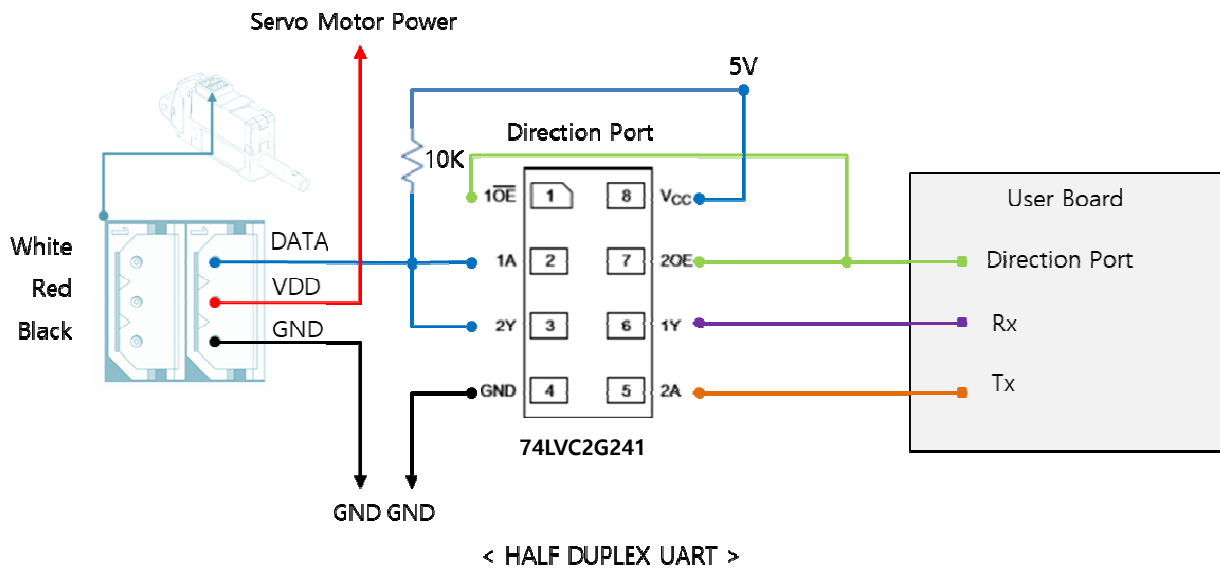
- 3D 프린터
- 아두이노나 라즈베리 파이 제어 / Maker's DIY

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 Tx와 Rx는 DIRECTION_PORT의 Level에 따라 다음과 같이 Data 신호의 방향이 결정됩니다.

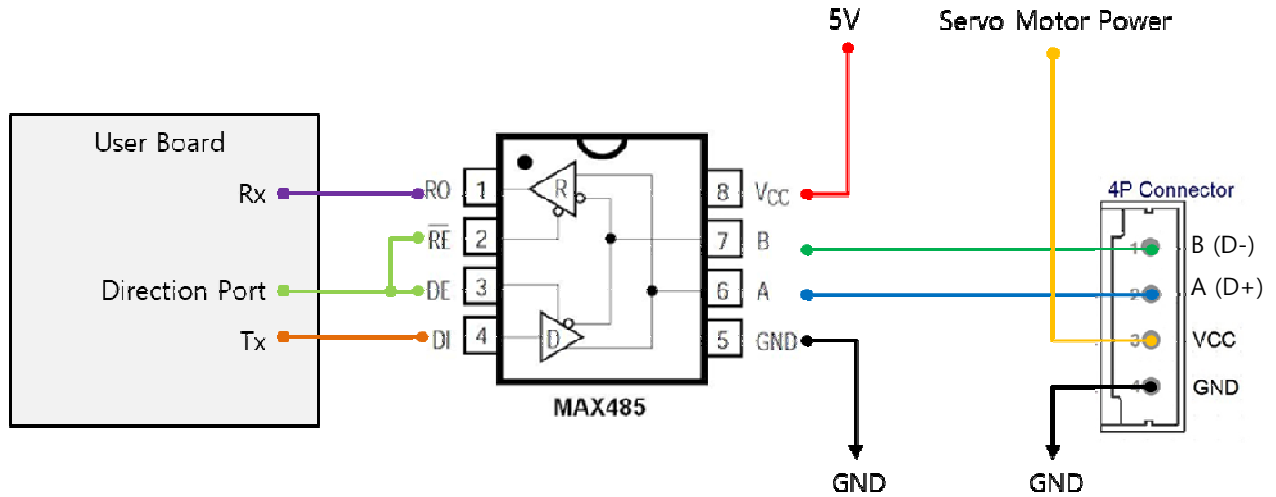
- DIRECTION_PORT의 신호 Level이 LOW인 경우 : Data의 신호가 Rx로 입력
- DIRECTION_PORT의 신호 Level이 HIGH인 경우 : Tx 의 신호가 Data로 출력

■ RS-485 (4 핀 커넥터- 모델명 Lxx-xxF-x 계열)

mightyZAP (F)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 -



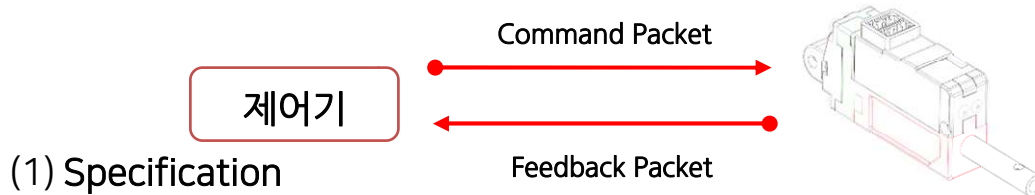
※전원이 별도로 외부에서 공급되는 경우에는, 485 D+, 485 D-만 연결해도 동작에 문제가 없습니다.

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

- DIRECTION_PORT의 신호 Level이 LOW인 경우 :Data의 신호가 Rx로 입력
- DIRECTION_PORT의 신호 Level이 HIGH인 경우 :Tx의 신호가 Data로 출력

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



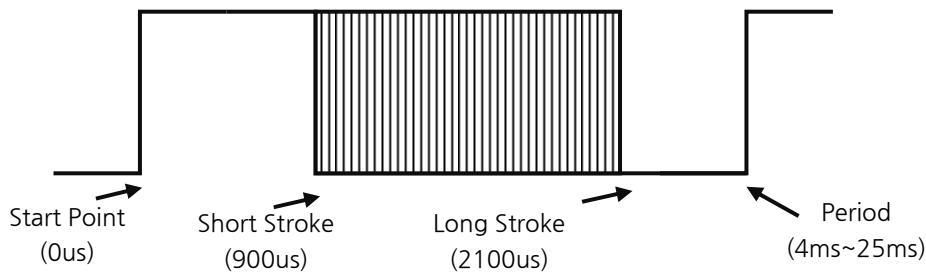
주의

안정적인 통신을 위한 지연시간

MightyZap 은 반이중 통신 방식으로, 데이터 읽고 쓰기 중 데이터 충돌이 나지 않도록, 데이터 쓰기 중에는 5msec, 데이터 읽어오기 중에는 10msec 정도의 지연 시간을 주어야 안정적으로 통신을 할 수 있습니다. 해당 지연시간을 지키지 않을 경우 통신 충돌로 인한 서보액츄에이터의 이상동작이 발생할 수 있습니다. 위의 지연시간은 최소 지연시간이 아닌 안전을 고려한 적정 지연 시간입니다

▪ Pulse Mode

PPM(Pulse Position Modulation) Compatible [Radio-Control Servo Pulse Mode]
흔히, RC용 서보에 사용하는 Pulse 규격을 사용합니다.



② Data specification

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

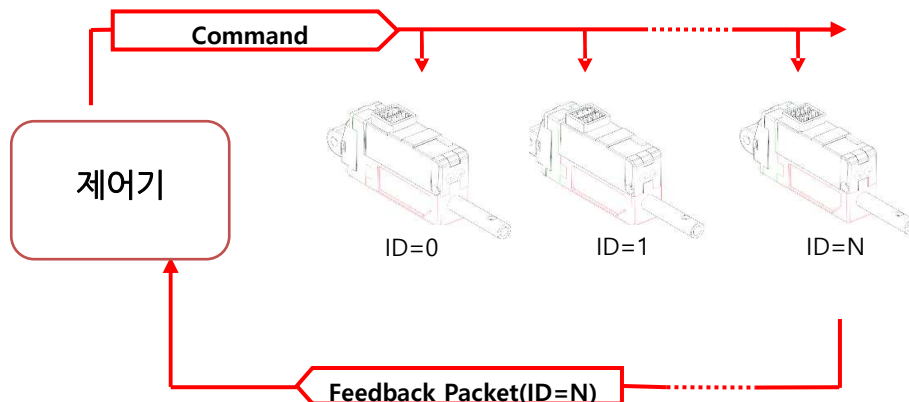
Rod Stroke	Data Mode	Pulse Mode
Short Stroke	0	900us
Half Stroke	2047	1500us
Long Stroke (27mm사용시)	3686 **	2100us
Long Stroke (30mm사용시)	4095	2100us

TIP

****30mm 스트로크 제품은 공장 출하 시 27mm 로 셋팅 되어 출하. 30mm 를 모두 사용해야 하는 경우 사용자가 설정 가능.(형부하 관련 기구적인 안정성을 위해 가급적 27mm 사용을 권장합니다)**

③ 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 Packet 을 전송하면 Packet 충돌이 일어나서 통신에 문제를 일으킵니다.
그러므로 Network Node 안에 ID 가 같은 마이티잡이 존재하지 않도록 ID 설정을 해야 합니다.

TTL 통신의 경우 이론적으로 253 개의 ID 를 설정하고 연결할 수 있으며, RS-485 통신의 경우 253 개의 ID 설정은 가능하지만 표준 규정상 노드 제한으로 인해 연결가능 한 서보 액츄에이터는 32 개입니다.

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 생성됩니다.

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

② Feedback Packet

Command Packet 을 수신한 서보가 요청 정보를 포함한 회신을 하는 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	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 0xFFFFFFF
- 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
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 생성됩니다.

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

(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	102 (0x66)
9 (0x09)	Long Stroke Limit(H)	확장 방향 한계 위치 값의 상위 바이트	RW	14 (0x0E)
13 (0x0D)	the Highest Limit Voltage	상한 전압	RW	개별 SPEC
14 (0x0E)	Motor Operating Rate(L)	최대 기동력의 하위 바이트	RW	255 (0xFF)
15 (0x0F)	Motor Operating Rate (H)	최대 기동력의 상위 바이트	RW	3 (0x03)
16 (0x10)	Feedback Return Mode	응답 회신 모드	RW	1 (0x01)
17 (0x11)	Alarm LED	알람용 LED 기능	RW	36 (0x24)
18 (0x12)	Alarm Shutdown	알람용 셧 다운(Shut down) 기능	RW	36 (0x24)
19 (0x13)	Temperature	서보 액츄에이터 내부 온도	R	
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)
33 (0x21)	Acceleration Ratio	이동 가속도 율	RW	개별 SPEC
34 (0x22)	Deceleration Ratio	이동 감속도 율	RW	개별 SPEC
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)	Start Compliance(Short stroke) Margin	시작점 Compliance margin (수축 방향)	RW	7 (0x07)
3 (0x83)	Start Compliance (Long Stroke) Margin	시작점 Compliance margin (확장 방향)	RW	7 (0x07)
6 (0x86)	Goal Position(L)	목표 위치 값의 하위 바이트	RW	-
7 (0x87)	Goal Position(H)	목표 위치 값의 상위 바이트	RW	-
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 Motor Operating Rate (L)	현재 모터가동률의 하위 바이트	R	-
17 (0x91)	Present Motor Operating Rate (H)	현재 모터가동률의 상위 바이트	R	-
18 (0x92)	Present Voltage	현재 전압	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)
26 (0x9A)	End Compliance Margin	종료 Compliance margin	RW	모델별 SPEC

(4) 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]

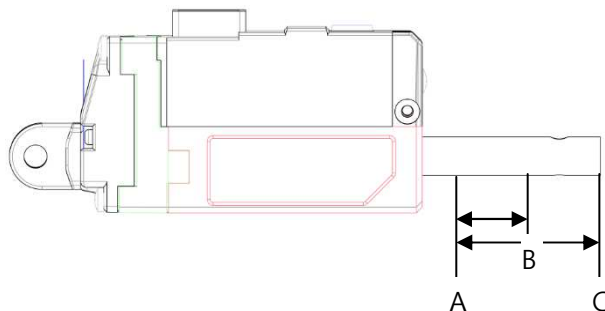
설정값	통신속도(bps)
16 (0x10)	115200
32 (0x20)	57600
64 (0x40)	19200
128 (0x80)	9600

5) Return Delay Time

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

6) stroke Limit

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



7) The Highest / Lowest Limit Voltage

입력 전원의 전압에 상한 / 하한 (단위 : 0.1V)

사용전압이 7.4V 인 제품군, 4V ~ 8.6V

사용전압이 12V 인 제품군, 7V ~ 13V

8) Motor Operating Rate (Old "Max Force")

최대 기동력제한 값입니다. [400~1023]

0일 때 기동력 OFF 상태이고 1023일 때 모터의 최대력을 냅니다. (400미만 값은 400으로 치환됩니다.)

Motor operating rate를 변경하면 속도와 Stall Force가 변경됩니다. (정격포스는 변하지 않습니다)

전원을 재인가 후 또는 Restart명령으로 변경된 값이 적용 됩니다.

9) 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

10) 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
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.

11) 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
Stroke Limit Error	1
Input Voltage Error	0

TIP

Overload 보호 자동 shutdown 기능은 공장 출하 시 활성화 되어 출하되며, 나머지 기능도 사용자 필요에 따라 서보 매니저 프로그램을 통해 활성화 / 비활성화가 가능합니다.

12) Resolution Factor

모터 해상도를 변경

Factor	Resolution	Long Stroke (30mm 사용시)	Long Stroke (27mm 사용시)
1	4096	4095	3686
2	2048	2047	1843
3	1024	1023	922
4	512	511	461

13) 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

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.

TIP

당사 리니어 서보는 모터의 전원이 해제되어도 기구적인 설계 특성상 위치를 고수하려는 특성이 있습니다. 31N/40N 이상 힘의 제품은 전원 차단시에도 기구적인 마찰력으로 위치를 고수합니다. 따라서, 설비에서 서보 모터가 특정 위치를 지속적으로 고수하고 있어야 하는 경우 Force Off 명령으로 모터 전원을 차단하여 모터의 수명을 연장시킬 수 있습니다. 이 경우 통신은 여전히 유지되며, 모터의 전원만 차단됩니다. 다시 위치 이동 명령을 내리게 되면 자동으로 Force ON 되어 다음 명령을 수행하게 됩니다.

17) LED

Error 표시가 되지 않을 때 사용자가 임의로 LED 제어하여 디스플레이 효과를 낼 수 있음. (LED에러 표시가 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

Compliance Margin이란 이동명령을 통해 액츄에이터를 구동 시작 시키거나 혹은 명령 수행을 완료시키기 위한 최소값의 크기입니다. 일반적인 경우 한가지의 컴플라이언스 마진 값을 통해, 구동 시작이나 구동 완료를 시키는 것이 보통이지만 당사 액츄에이터는 시작 시와 완료 시의 컴플라이언스 마진을 각각 개별로 설정해서, 우수한 반복 위치 정밀도를 가지면서도, 안정적인 동작이 가능하게 설계가 되었습니다. 일반적으로 컴플라이언스 마진을 조종하는 경우는 디폴트 값보다 크게 해서 정밀도를 일부 희생하더라도 외압이나 노이즈등이 발생하는 불안정된 환경에서도 안정적으로 동작이 될 수 있도록 하는 경우가 대부분입니다. 반대로 컴플라이언스 마진을 디폴트값보다 더 줄여서 사용하는 경우는 정밀도는 좋아지는 대신에 동작 안정성을 해칠 수 있으므로 특별한 주의를 요합니다.

Start Compliance Margin(Long/Short) / 시작점 컴플라이언스 마진 (권장 Margin 값 : 7 ~ 15)

- 서보 액추에이터가 위치이동을 시작하기 위한 최소한의 마진 값입니다.
- 예를 들어 컴플라이언스 마진 값이 7이고, 현재 위치값이 400이라면 7을 더한 407 이상의 값, 혹은 7을 뺀 393 이하의 위치값이 입력되어야 구동을 시작합니다.
- 이와 마찬가지로 물리적인 외압이나 노이즈 등에 의해서 현재 입력된 위치값에서 7이상 떨어진 407 이상이나 393이하로 위치 변화가 일어나면 위치 보정을 위해 모터가 구동을 시작합니다.
- 그런 이유 때문에 이 값이 클수록 외압이나 노이즈의 발생 혹은 유격이 늘어나는 환경에서도 흔들리지 않고 깨끗한 동작을 하게 되지만, 원하는 위치로 정확한 구동을 하기 위한 민감성이 떨어집니다. 즉, 일반적으로 이 값을 키우면, 내구성이 증가하고, 줄이면 정밀도가 올라간다고 할 수 있습니다.
- 아래 항목의 “종료 컴플라이언스 마진 값”보다는 반드시 그 값이 같거나 커야 합니다. 이 보다 낮게 설정이 되면 에러를 일으킬 수 있습니다.

End Compliance Margin / 종료점 컴플라이언스 마진 (권장 Margin 값 : 4)

- 위치 이동 명령에 대해서 수행을 완수했다고 인정하는 오차의 크기 값입니다.
- 예를 들어 액추에이터가 위치값 400이라는 위치로 이동하라는 명령을 받았을 경우, 서보의 기구적인 오차나 회로적인 오차, 가속도 등으로 인해서 물리적으로 정확히 400 이라는 위치 값에 멈출 수가 없다고 가정할 때, 어느 정도의 오차 범위내에서 명령 수행이 되었다고 인정을 하는 값이 종료 컴플라이언스 마진입니다. 이 값을 4라고 입력하고 위치 명령값을 400으로 주었을 때, 실제 위치 값 396 부터 404내에 들어오면 완료되었다고 인정하고 구동을 멈추게 됩니다.
- 안정된 동작을 위해 이 값을 늘리는 경우, 위에서 설명한대로 “시작 컴플라이언스 마진 값” 이상으로 늘려서는 안되고, 정밀도를 높이려고 이 값을 줄이는 경우, 이 액추에이터가 받아들일 수 있는 성능 이상으로 값을 줄이는 경우, 오히려 역효과가 나게 됩니다.
- End Compliance Margin이 작을수록 위치정밀도가 민감하고 좋아지나, 일정 값 이하로 줄일 경우 효과가 미비하거나 End Compliance Margin 값이 너무 클 경우 반대로 정밀도가 나빠질 수 있습니다.

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) Present Position

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

21) Present Motor Operating Rate (Old “Present Force”)

- Motor operating rate를 통해 조정된 모터의 현재 가동률 값입니다.
- 0~2047의 범위로 표시 됩니다.
- 0~1023 범위의 값은 Short Stroke(수축) 방향으로의 모터 가동률 상태이고, 1024~2047 범위의 값은 Long Stroke(확장) 방향으로의 모터 가동률 상태입니다.

22) Present Voltage

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

23) Present Temperature

- 현재 내부 온도이며 단위는 섭씨 1도입니다. 예를 들어, 85이면 85℃입니다.
- 단, 온도정보는 편차가 있을 수 있으므로 참고용으로만 사용하여 주십시오.

24) Received Data

Execution COMMAND를 위한 Send Data 명령어 수신 여부

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

25) Moving

움직임 유무

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

26) Lock

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

27) Punch

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

(5) Command 예제 Packet

1) Echo Feedback Packet 수신

Command Packet

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

- 연결 상에 서보 존재를 인식하고자 보내는 명령 패킷

Feedback Packet

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

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

2) Factory Reset 공장 출하 상태인 기본 파라미터로 리셋

Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor Option	Checksum
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

Feedback Packet

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

- 공장 기본파라미터 적용 명령을 수신함을 알리는 회신 패킷

3) Restart 서보 시스템 재시작

Command Packet

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

- 서보를 파워 리사이클 한 것과 같이 재 부팅하는 명령 패킷

Feedback Packet

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

- 서보 시스템 재시작 명령을 받음을 확인하는 회신 패킷

4) Store Data ID변경, 위치이동, Force limit, Stroke limit, Speed, Force On/Off 등 설정을 위해 Address와 Data를 보내고 저장

- ID 변경 : ID '0'번의 서보모터를 ID '1'(0x01)으로 지정하는 명령 패킷

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

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
--------	----	------	---------	-----------	-----------	----------

Address				Data		
0xFFFFF	0x00	0x04	0xF3	0x03	0x01	0x04

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 ID 가 저장되는 Address
- Data : 변경하고 싶은 Servo ID (address 0x03 에 0x01)

● **목표 위치 지정1:** 서보의 목표 위치 값을 2047(0x07FF)으로 지정하는 명령 패킷

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

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 목표 위치값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 위치값의 하위 byte (address 0x86 에 0xFF)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 위치 값의 상위 byte (address 0x87 에 0x07)
- ※목표 위치값 Hex 변환(10 진수→16 진수) : 2047→0x07FF

● **목표 위치 지정2:** 서보의 목표 위치 값을 1000(0x03E8)으로 지정하는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x86	0xE8	0x03	0x95

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 목표 위치값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 위치값의 하위 byte (address 0x86 에 0xE8)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 위치값의 상위 byte (address 0x87 에 0x03)
- ※목표 위치값 Hex 변환(10 진수→16 진수) : 1000 → 0x03E8

● **Motor Operating Rate 1:** 서보의 가동률을 512(0x0200)로 지정하는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x0E	0x00	0x02	0xF6

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 Motor Operating Rate 값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 Motor Operating Rate 값의 하위 byte (address 0x0E 에 0x00)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 Motor Operating Rate 값의 상위 byte (address 0x0F 에 0x02)
- ※목표 Motor Operating Rate 값 Hex 변환(10진수→16진수) : 512→0x0200

● **Motor Operating Rate 2:** 서보의 가동률을 400(0x0190)으로 지정하는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x0E	0x90	0x01	0x67

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 Motor Operating Rate 값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 Motor Operating Rate 값의 하위 byte (address 0x0E 에 0x90)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 Motor Operating Rate 값의 상위 byte (address 0x0F 에 0x01)
- ※목표 Motor Operating Rate 값 Hex 변환(10진수→16진수) : 400 →0x0190

- **Stroke Limit 1** : 서보액츄에이터의 수축방향 한계위치 값을 100(0x0064)으로 지정하는 명령패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x06	0x64	0x00	0x9C

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 수축방향 한계 위치 값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 수축방향 한계 위치 값의 하위 byte (address 0x06 에 0x64)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 수축방향 한계 위치 값의 상위 byte (address 0x07 에 0x00)
- ※목표 스트로크 리미트 값 Hex 변환(10 진수→16 진수) : 100 → 0x0064

- **Stroke Limit 2**: 서보액츄에이터의 확장방향 한계위치 값을 3800(0x0ED8)으로 지정하는 명령패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Factor #3	Checksum
				Address	Data #1	Data #2	
0xFFFFFFFF	0x01	0x05	0xF3	0x08	0xD8	0x0E	0x18

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 확장방향 한계 위치 값이 저장되는 Address
- Data #1 : 변경하고 싶은 목표 확장방향 한계 위치 값의 하위 byte (address 0x08 에 0xD8)
- Data #2 : 변경하고 싶은 목표 확장방향 한계 위치 값의 상위 byte (address 0x09 에 0x0E)
- ※목표 스트로크 리미트 값 Hex 변환(10 진수→16 진수) : 3800 → 0x0ED8

- **Force On/Off** : 통신은 살린 상태에서, 서보액츄에이터의 기동력을 끄는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Data #1	
0xFFFFFFFF	0x01	0x04	0xF3	0x80	0x00	0x87

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 Force 를 On/Off 하는 값이 저장되는 Address
- Data : Servo Motor 의 Force 를 On/Off 할 Data byte (address 0x86 에 0x00(Off) / 0x01(On))
- Force off 후 다음 위치 명령을 내리면 자동으로 Force on 됩니다.

- **Feedback Return Mode 1**: Load Data 명령에만 Feedback Packet을 전송하게 하는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Data #1	
0xFFFFFFFF	0x01	0x04	0xF3	0x10	0x01	0xF6

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 Feedback Return Mode 를 설정하는 값이 저장되는 Address
- Data : Feedback Return Mode Data (address 0x10 에 0x01)
- (1: Load Data(0xF3) Command 에만 Feedback Packet 을 전송)

- **Feedback Return Mode 2**: 모든 명령에 대해 Feedback Packet을 전송하게 하는 명령 패킷

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Data #1	
0xFFFFFFFF	0x01	0x04	0xF3	0x10	0x02	0xF5

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : 시작 Address 부터 Data 를 차례대로 각각의 address 에 저장

- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 Feedback Return Mode 를 설정하는 값이 저장되는 Address
- Data : Feedback Return Mode Data (address 0x10 에 0x02)
(2: 모든 Command 에 대해 Feedback Packet 을 전송)

5) Load Data Address 를 보내고 Data 를 Feedback 받음

- Present Position : 서보액츄에이터의 현재 위치값을 읽어 오는 명령 패킷

Command Packet

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

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : Address 주소로부터 Length 수 만큼의 byte 를 읽어 옴
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 현재 위치 값이 저장된 Address
- Length: Address 로부터 읽어올 Byte 의 수(서보액츄에이터의 위치 값은 2byte 로 이루어져있습니다.)

Feedback Packet

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

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Error : 동작 중에 발생한 오류 상태 표시
- Factor 1 : 현재 위치 값 하위 byte (ex> 0xff)
- Factor 2 : 현재 위치 값 상위 byte (ex> 0x07)
- ※ 현재 위치값 Hex 변환(16 진수→10 진수) : 0x07ff 2047

- Present Load: 서보액츄에이터의 현재 Load값을 읽어 오는 명령 패킷

Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Length	
0xFFFFFFFF	0x00	0x04	0xF2	0x90	0x02	0x77

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Command : Address 주소로부터 Length 수 만큼의 byte 를 읽어 옴
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 현재 Load 값이 저장된 Address
- Length: Address 로부터 읽어올 Byte 의 수(서보액츄에이터의 Load 값은 2byte 로 이루어져있습니다.)

Feedback Packet

HEADER	ID	Size	Error	Factor #1	Factor #2	Checksum
0xFFFFFFFF	0x00	0x04	0x00	0xFF	0x03	0xF9

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Error : 동작 중에 발생한 오류 상태 표시
- Factor 1 : 현재 Load 값 하위 byte (ex> 0xff)
- Factor 2 : 현재 Load 값 상위 byte (ex> 0x03)
- ※ 현재 Load 값 Hex 변환(16 진수→10 진수) : 0x03ff 1023

- Present Volt: 서보액츄에이터의 현재 Voltage값을 읽어 오는 명령 패킷

Command Packet

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2	Checksum
				Address	Length	
0xFFFFFFFF	0x00	0x04	0xF2	0x92	0x01	0x76

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID

- Command : Address 주소로부터 Length 수 만큼의 byte 를 읽어 옴
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 현재 Voltage 값이 저장된 Address
- Length: Address 로부터 읽어올 Byte 의 수(서보액츄에이터의 Voltage 값은 1byte 로 이루어져있습니다.)

Feedback Packet

HEADER	ID	Size	Error	Factor #1	Checksum
0xFFFFFFF	0x00	0x03	0x00	0x7B	0x81

- ID : 대상 서보액츄에이터의 ID
- Error : 동작 중에 발생한 오류 상태 표시
- Factor 1 : 현재 Voltage 치 값 byte (ex> 0x7B)
- ※ 현재 Load 값 Hex 변환(16 진수→10 진수) : 0x7B 123(12.3V)

6) 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	
0xFFFFFFF	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
0xFFFFFFF	0x01	0x02	0x00	0xFC

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

7) Execution Send Data를 통한 임시보관 정보를 실행시킴

Command Packet

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

- 임시 보관된 모든 정보를 동시에 실행시키는 명령 패킷

Feedback Packet

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

- 임시보관 정보를 실행시키는 명령을 수신함을 알리는 회신 패킷

8) Symmetric Store 다수 서보의 동일한 Address 에 Data 저장

- Goal Position : 서보액츄에이터의 목표위치 값을 지정하는 명령 패킷
- Servo ID 1 : 1023(0x03FF), Servo ID 2 : 2047(0x07FF)

HEADER	ID	Size	Command	Factor #1	Factor #2
				Address	Length
0xFFFFFFF	0xFE	0x05	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 서보액츄에이터에 각각의 목표 위치 값을 동시에 지정하는 명령 패킷

- 개별적으로 서보마다 목표 위치 명령을 주었을 때 보다 지연없이 동시에 동기화되어 움직임
- ID : Broadcast ID(모든 ID 의 서보액츄에이터에 명령을 전달)
- Command : Factor 에 명시된 ID 를(1>ID, 2>ID ...) 가진 서보액츄에이터들에 동시에 데이터 전송
- Address : (3)Data Map 에 명시된 Servo 액츄에이터의 현재 위치 값이 저장된 Address
- Length: Address 로부터 읽어올 Byte 의 수(서보 액츄에이터의 위치 값은 2byte 로 이루어져있습니다.)
- feedback Packet 은 회신되지 않습니다.




주의

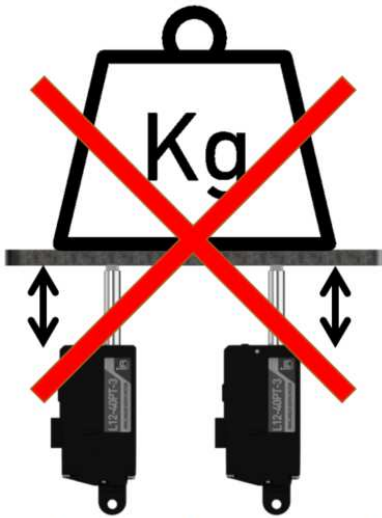
두 개 이상의 액츄에이터 동기화 제어

두 개의 액츄에이터로 하나의 대상체를 동기 제어하지 마십시오. 동일 모델이라 할지라도 두개 액츄에이터 사이에는 미세한 속도 차이가 존재하며, 동일한 대상체에 대해 모션 동기화를 시켰을 때 도달하는 위치값은 동일하더라도 미세한 속도 차이로 인해 한쪽 액츄에이터가 과부하될 수 있습니다.

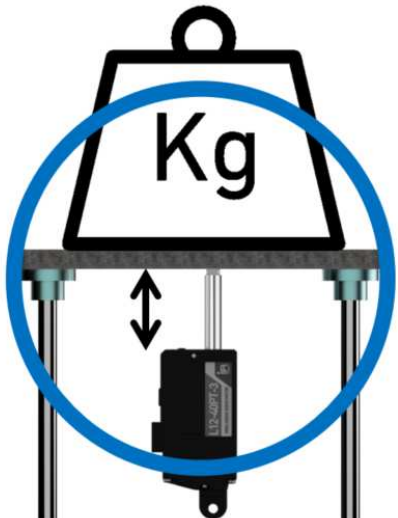
Caution – Motion Sync

복수의 액츄에이터에 각각 ID를 부여 제어 위치는 동기화되나, 속도는 동기화 되지 않습니다.





DC모터의 특성상 복수의 액츄에이터의 속도가 완벽하게 동일하지 않으므로, 위와 같이 하나의 대상체를 2개 이상의 액츄에이터로 제어하면 절대로 안됩니다.

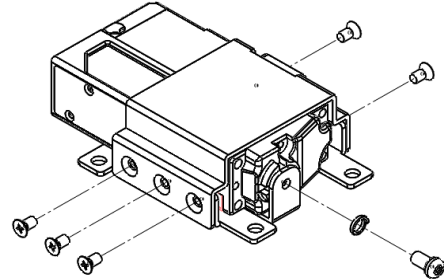


위와 같이 리니어 부시나 혹은 리니어 가이드를 이용하여 한 개의 액츄에이터로 한 개의 대상체를 제어 하십시오.

6 별매 악세서리

메탈 브라켓 (IR-MB02/IR-MB03)

IR-MB02 는 27mm 스트로크 제품 전용 고정용 브라켓입니다. 41/56/96mm 스트로크 제품은 케이스에 내부 장착된 마운팅 홀을 통해 취부가능하지만, 전용 IR-MB03 을 통해 보다 유연한 설치가 가능합니다. 도면을 공개하고 있어, 고객사에서 직접 제작도 가능합니다.

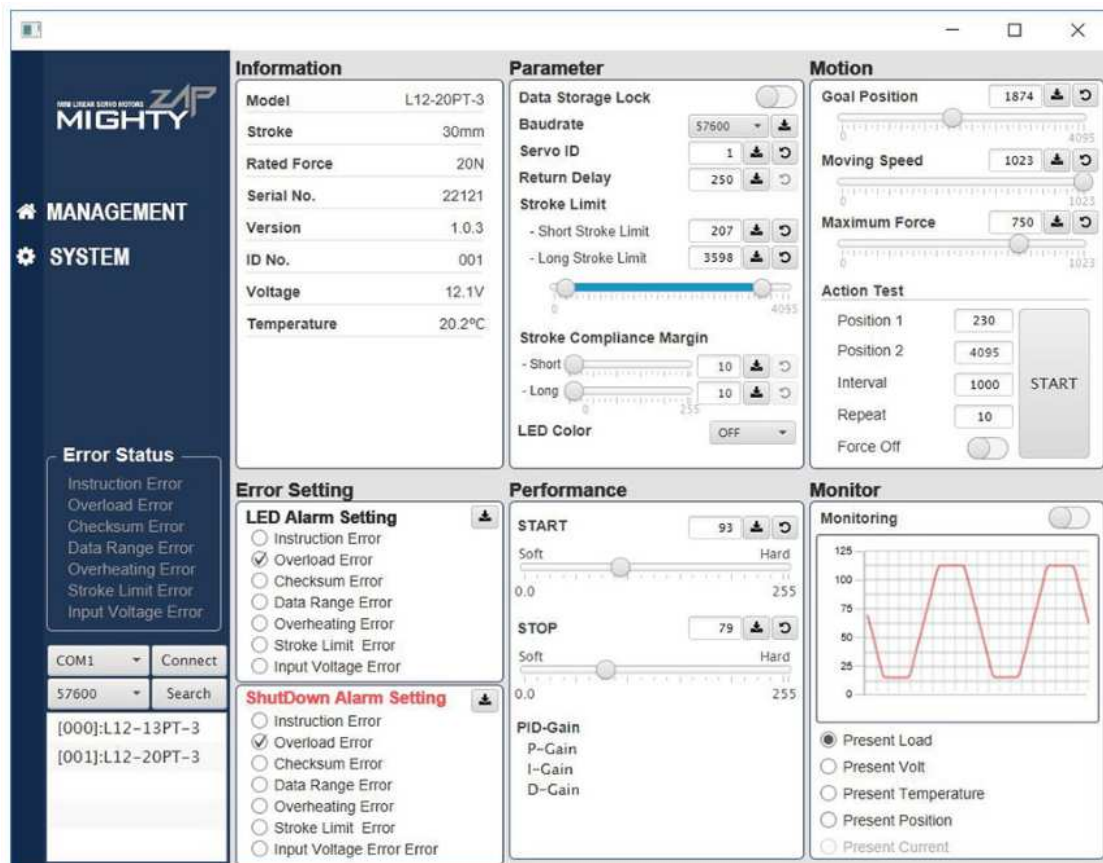


PC USB Interface (IR-USB01)

IR-USB01 을 사용하면 PC 를 통하여 아래와 같은 제어를 할 수 있습니다.

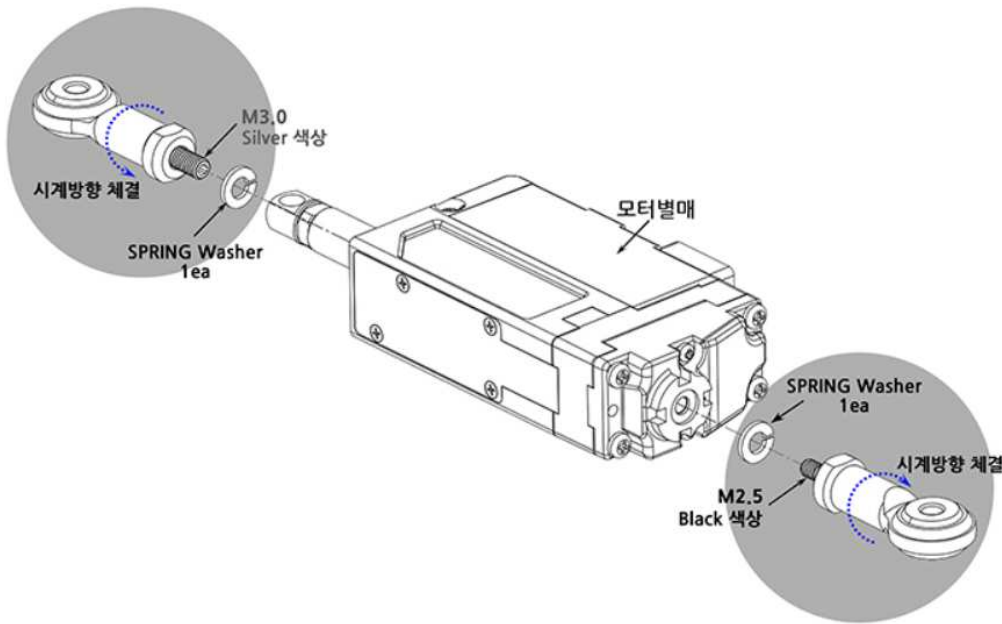
전용 PC 소프트웨어가 제공됩니다.

- 운용 파라미터 및 저장 메모리 셋팅
- 모션 테스트
- 전압, 온도, 현재 위치, 모터 가동력 모니터링
- 시스템 초기화 및 펌웨어 업데이트



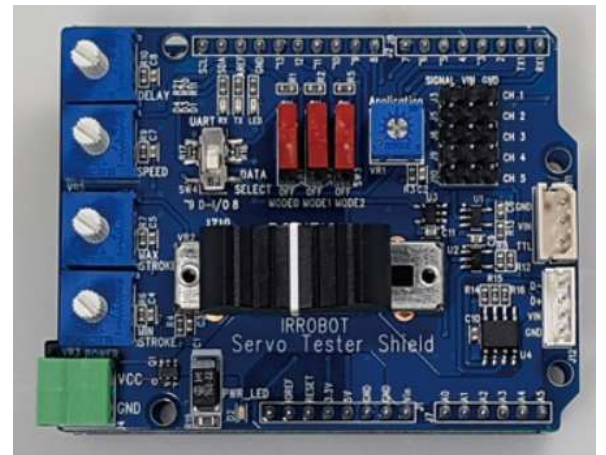
엔드베어링 (IR-EB01)

브라켓을 통한 고정이 아닌, 로드엔드와 힌지부에 베어링을 장착하여 최적의 설치 및 운용이 가능하도록 합니다. M2.5와 M3규격의 엔드베어링 1셋트를 구성합니다.



아두이노 서보테스터 쉴드 (IR-STS01)

아두이노 레오나르도와 자체 제작한 서보 제어 쉴드보드로 구성되어, PC소프트웨어 없이 서보 동작 테스트를 할 수 있으며, 당사가 제공하는 아두이노 라이브러리를 활용하여 서보액추에이터 제어를 할 수 있습니다. 파라미터 셋팅을 위해서는 IR-USB01이 필요합니다.

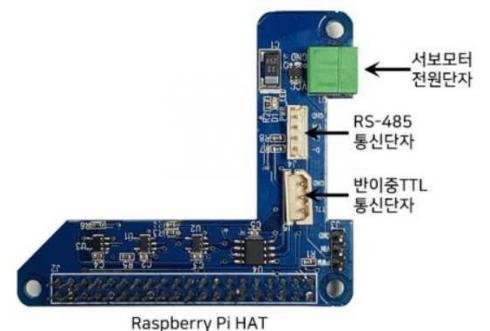


라즈베리파이 HAT (IR-STS02)

Raspberry Pi B3 또는 Raspberry Pi Zero에 호환되는 HAT(Hardware Attached on Top) 보드입니다.

mightyZAP Raspberry Pi HAT 제품은 40 GPIO 핀을 통해서 라즈베리파이의 위에 바로 결합할 수 있는 제품입니다.

TTL, RS-485, PWM 통신 인터페이스와 GPIO핀을 내장하고 있어 Raspberry Pi를 통한 mightyZAP 제어가 가능합니다.



별매 익스텐션 와이어 (IR-EW01~04)

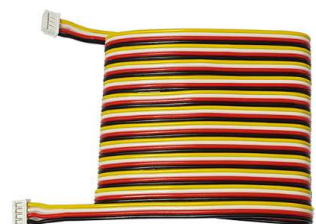
산업현장에서 필요에 따라 사용할 수 있는 확장된 길이의 익스텐션 와이어입니다.

IR-EW01 : Extension wire - 3pin TTL 1000mm

IR-EW02 : Extension wire - 3pin TTL 2000mm

IR-EW03 : Extension wire - 4pin RS-485 2000mm

IR-EW04 : Extension wire - 4pin RS-485 4000mm



6 보증 및 수리

6.1. 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 고객센터 070-7600-9466 / 경기도 부천시 원미구 평천로 655 부천테크노파크 401동 1303호 /

이메일 :cs@irrobot.com