

설비 사용 설명서

회 사 명 : (주)에일리언로봇

대 표 자 : 이선우 연락처 : 031-426-3907

주 소 : 경기도 안양시 동안구 엘에스로116번길 25-32, 4층 413호(안양 SK V1 center)

저희 제품을 사용하여 주셔서 감사합니다.

본 문서에는 (주)에일리언로봇에서 개발한 로봇 액추에이터의 사용 방법 및 이를 이용한 해수배관로봇의 구성에 대해서 다루고 있습니다.

문서 취급 주의 사항 :

1. 본 문서는 전체 제품에 대한 품질 보증과는 관련이 없습니다.
 2. 본 문서는 (주)에일리언로봇의 사전 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 기타 용도로 사용될 수 없습니다.
 3. 본 문서의 저작권(수정, 변경, 배포 등)은 (주)에일리언로봇에게 있습니다.
-

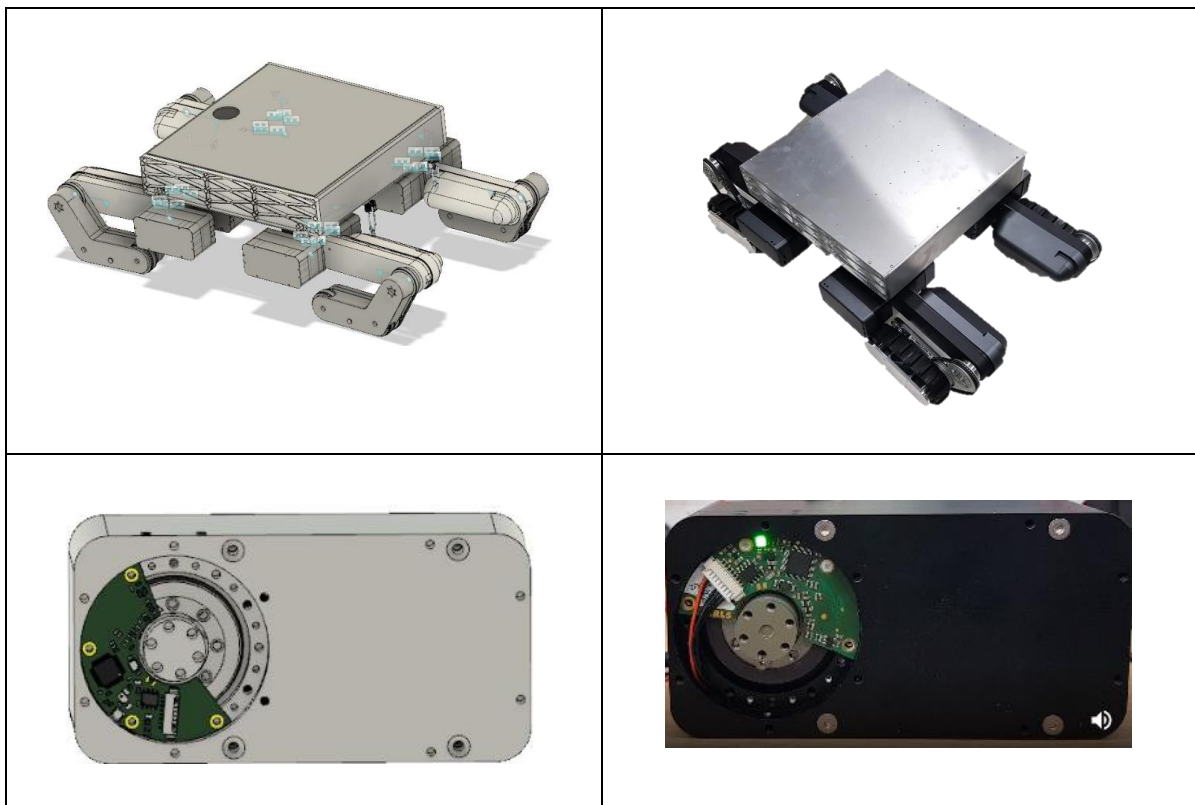
2020년 07월 02일

(주)에일리언로봇

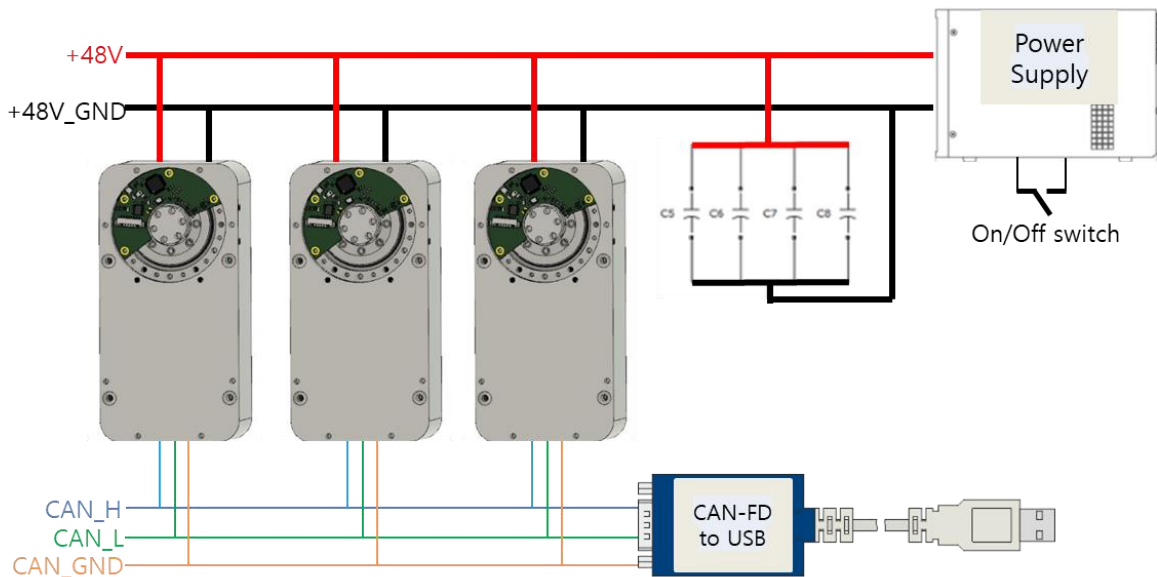
목차

1	제품의 형태	2
2	엑추에이터의 연결 방법	3
	외부 장치	3
	사용자 취급 주의 사항	4
	사용자 연결 방법	5
	개발자 연결 방법 (공장 출하시 기본 연결 상태).....	6
3	어플리케이션 사용 방법	7
	FD-CAN 통신 사양서.....	7
	ROS 노드 사양서.....	8
4	시험 결과서	10

1 제품의 형태



2 액추에이터의 연결 방법



[그림 1. 사용자 연결 방법 : 액추에이터 데이터-체인 연결 개념도]

그림 1은 액추에이터의 연결 방법을 나타냅니다. 그림에 표기된 다음의 외부 장치들은 함께 제공되지 않습니다.

외부 장치

- 1.6kW급 이상의 전원 공급기(파워 서플라이)¹ 1EA
- 캐패시터 뱅크 1SET
- FD-CAN 통신 컨버터² 1EA

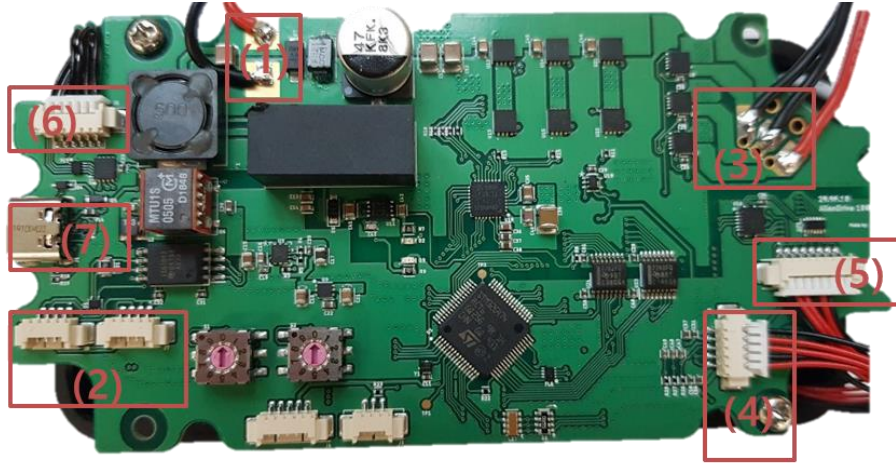
¹ 전원 공급기의 용량은 액추에이터의 최대 소모 전력 X 개수로 계산된 공칭값입니다. 부하 사용 조건에 따라서 변경이 필요합니다. 시험 결과서(4절)에 사용된 제품을 참고하십시오.

² 일반적으로 시중에 판매되는 FD-CAN 통신이 지원되는 컨버터는 모두 사용 가능합니다. 예를 들어, PC와 연결하는 경우, FD-CAN to USB 컨버터를 사용하십시오.

사용자 취급 주의 사항

- 1) 역-기전력 : 본 제품과 같은 소형 일체형 액추에이터들은 공간 확보를 위해서 상-전압 차단 을 위한 회로를 구비하지 않는 것이 일반적입니다. 이 제품들은 DC-link 전원(본 제품은 +48V)이 연결되지 않은 상태에서 과도한 백-드라이브 구동으로 인한 역기전력 부하 스트레 스에 취약합니다. 본 제품의 구동 회로는 55V이상의 전압, 6Arms 이상의 상전류에서 파괴될 수 있습니다. 또한, 전원이 연결되지 않은 상태에서 발생하는 모터 자체의 브레이크 특성은 별첨된 모터 사양서를 확인하여 주십시오.
- 2) 회생-전력 : 액추에이터의 구동용 전원이 인가되는 전원 연결 패드와 작은 용량의 캐패시터 (그림 3)가 병렬로 연결되어 있습니다. 과도한 회생 전력이 발생하는 경우, 위 캐패시터가 과충전(55V 이상) 되어 고장의 원인이 됩니다. 특별히, 복수의 액추에이터를 연결하시는 경 우, 로봇 액추에이터와 최대한 가까운 위치에 수천 μF 이상의 캐패시터(그림 1, 캐패시터 뱅크)를 별도로 추가하십시오.
- 3) 통신 거리 : FD-CAN 통신 표준³ 에 의하면 케이블의 길이는 10m 이하, 당소에서는 5m 이 하를 권장합니다. 긴 거리에서 사용하시는 경우에는 별도의 게이트웨이를 사용하십시오. 또 한, 불가피한 경우가 아니라면 그림 1의 데이지-체인 연결 방식을 권장합니다.
- 4) 고장/수리의 개념 : 본 제품(해수배관 로봇)과 같이 일체형 액추에이터로 구성되는 제품의 수리는 회로 부품 단위로는 불가하며, 고장이 발생한 액추에이터의 완전 교체를 의미합니다.

³ ISO11898-2-2015, Road vehicles — Controller area network (CAN) — Part 1: Data link layer and physical signaling



[그림 2. 사용자 연결 방법 : 액추에이터 커넥터 연결 방법]

일반 사용자는 그림 2와 함께 **[사용자 연결 방법⁴]**을 참고하여 주십시오. 안전 상, 모든 케이블 연결 작업은 전원이 인가되지 않은 상태에서 진행해야 합니다.

사용자 연결 방법

- **전원 케이블 연결 패드(1)** : 모터의 구동 전원과 제어 전원을 공급하기 위한 케이블을 PCB 패드에 연결하여 주십시오. 패드 연결을 위한 납땜이 필요합니다.



[그림 3. 전원 케이블 연결 방법]

본 제품은 역-극성 연결⁵에 대해서 보호되지 않으므로 주의하여 연결하십시오.

⁴ 해수배관 로봇은 기본적으로 모든 케이블과 하드웨어가 조립이 완료된 상태로 출하됩니다. 케이블 교체나 점검을 희망하시는 경우에만 **[사용자 연결방법]**을 참고하십시오.

⁵ 역-극성 연결 : +극성과 -극성을 서로 반대로 연결하는 것을 의미합니다. 역-극성 연결되는 경우, 액추에이터의 구동 회로는 즉시 파손됩니다.

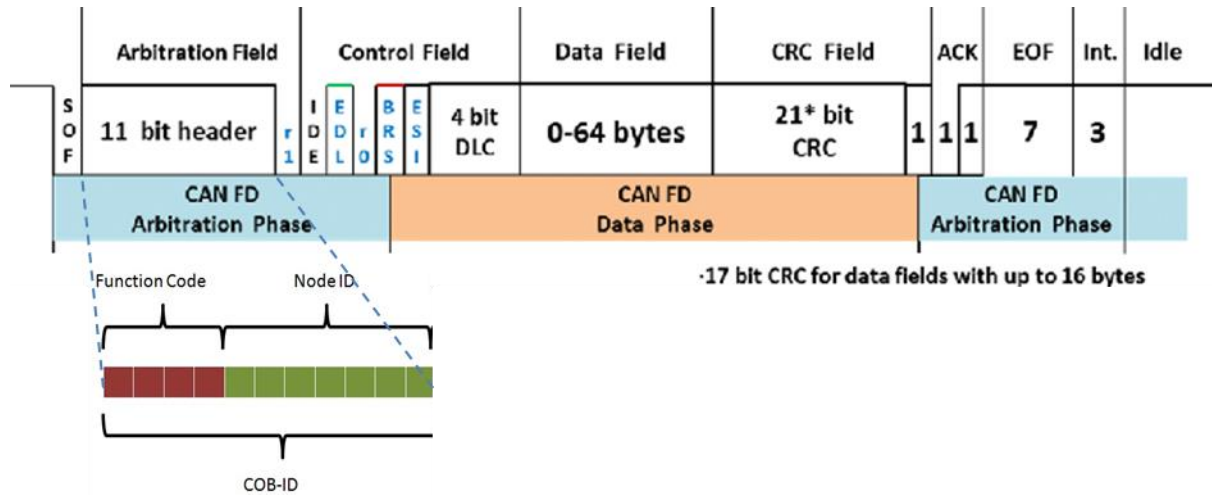
- **FD-CAN통신 케이블 커넥터(2)** : 2쌍의 FD-CAN 커넥터는 병렬 연결되어 있으므로 어디에 연결하든 상관이 없습니다. 데이지-체인(그림 1) 구성 시, 두개의 커넥터로 연결이 용이합니다.

개발자 연결 방법 (공장 출하시 기본 연결 상태)

하기의 커넥터들은 공장 출하시 기본 연결 상태로 출하됩니다. 다만, 예기치 못한 외부 충격, 혹은 오동작이 발생하였다면 하기 커넥터에 연결된 케이블의 느슨함, 빠짐에 대해서 육안 점검 후 당소에 문의하여 주십시오.

- **모터용 케이블 연결 패드(3)** : 3상 모터 전력 케이블 연결
- **모터용 홀-센서 연결 커넥터(4)** : 제품 내부의 모터부와 연결
- **모터용 인크리멘탈 엔코더 연결 커넥터(5)** : 제품 내부의 모터부와 연결
- **출력축 절대 엔코더용 연결 커넥터(6)** : 출력축 엔코더와 연결
- **USB 보조 전원 커넥터(7)** : 미-연결

3 어플리케이션 사용 방법



[그림 4. FD-CAN Message frame]

FD-CAN 통신에 익숙하시다면 통신 프로토콜을 참조하여 직접 제어할 수 있습니다. 뒤에서 설명하겠지만 ROS 노드와 예제 프로그램이 함께 제공되므로 FD-CAN 통신이 익숙하지 않으시더라도 사용에 문제가 없습니다.

FD-CAN 통신 사양서

- 통신 속도⁶
 - Arbitration Phase : 1Mbit/s
 - Data Phase : 3Mbit/s
- NMT 프로토콜 : 각 액추에이터의 동작(Operational)/중지(Stop) 상태 전환
 - Function Code : 0x00
 - COB-ID : 0x00
 - DLC : 2 (2bytes)
 - DATA
 - ◆ Byte 0(커맨드) : 0x01(switch to operational state), 0x02(switch to stop state)
 - ◆ Byte 1: Node-ID⁷

⁶ 공장 초기화 값으로 사전 협의를 통해서 변경 할 수 있습니다.

⁷ 각 액추에이터에 할당되어 있는 노드 번호(1~16) + offset(default:0)

- **수신 프로토콜⁸** : 각 액추에이터의 지령값 수신 방법
 - Function Code : 0x04
 - DLC : 15 (64bytes)
 - DATA : 4byte씩 각 액추에이터의 위치(혹은 속도) 지령값 (64bytes=4byteX16(액추에이터 개수))
- **SYNC 프로토콜** : 각 액추에이터는 SYNC 신호를 수신하는 경우, 하기의 송신 프로토콜을 사용하여 각 액추에이터의 위치(혹은 속도) 측정값을 송신
 - Function Code : 0x80
 - DLC : 0 (0 byte)
- **송신 프로토콜⁹** : 각 액추에이터의 측정값 송신 방법
 - Function Code : 0x03
 - DLC : 8 (8bytes)
 - DATA : 각 액추에이터의 위치(혹은 속도) 측정값

ROS 노드 사양서

- **ROS 액추에이터 제어 노드** : 소스코드 별도 제공
 - Subscribed Topic : /pcan/totalwmt_raw는 각 액추에이터로부터 현재 위치(혹은 속도)를 수신
 - Published Topic : /actuator_msg는 액추에이터에게 목표 위치(혹은 목표 속도)를 송신

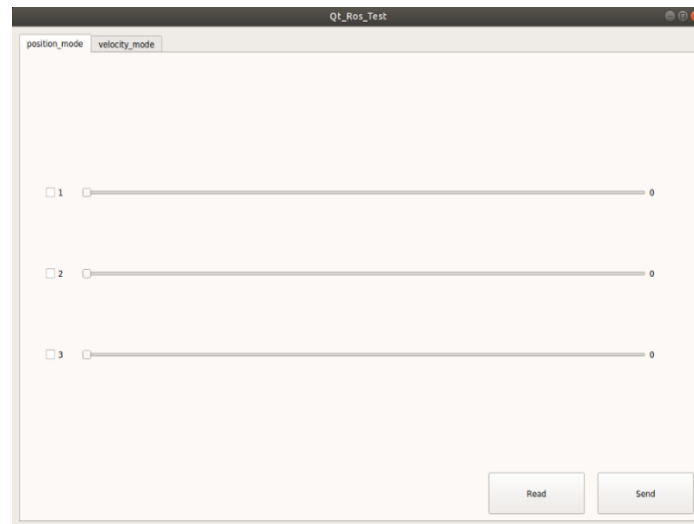


[그림 5. 액추에이터용 ROS 노드 : rqt_graph]

⁸ CiA-301, CANOPEN Receive PDO 1 (extended for 64bytes data frame)

⁹ CiA-301, CANOPEN Transmit PDO 1

- **ROS 액추에이터 제어 노드 사용 예제 프로그램** : 그림 6의 예제 코드는 Read 버튼 클릭 시 PCANParserFD 노드로부터 액추에이터의 현재 위치를 받아오고, Send 버튼 클릭 시 위치 값을 PCANParserFD 노드로 목표 위치 또는 목표 속도를 전송



[그림 6. 3개의 액추에이터 위치를 제어하는 UI 예제 코드]

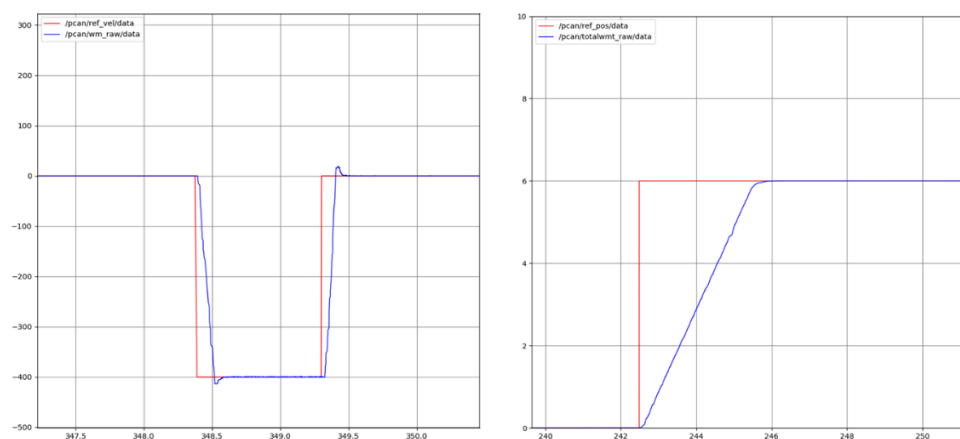
4 시험 결과서

본 절은 엑추에이터 1기의 시험 결과를 나타냅니다¹⁰. 연결 방법은 2절과 동일하며, 3절의 ROS 노드가 시험에 사용되었습니다.



[그림 7. 시험 장비]

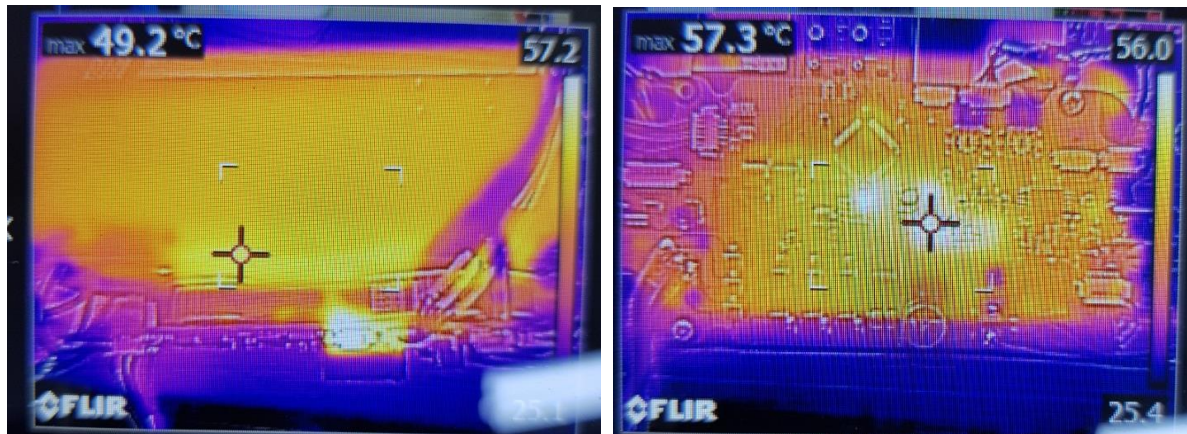
- 시험 장비
 - 전원 공급기 : RST-10000-48, MEAN WELL사
 - 오실로스코프 : Wavesurfer, LeCroy사
 - 열 화상 카메라 : E5, FLIR사
- 속도/위치 스텝 응답 시험 : ROS 노드(3절)와 rqtplot 기능을 사용한 스텝응답 시험 결과



[그림 8. ROS를 이용한 속도/위치 스텝응답 시험 : 속도[rad/s](좌), 위치[rad](우)]

¹⁰ 본 시험 결과는 특정 엑추에이터 샘플에 대해서 측정된 참고용 자료입니다. 공인된 시험 결과가 아니며, 출하되는 제품의 품질 보장과 관련이 없습니다.

- 동작 온도 시험 : 최고 회전 속도(4000RPM)로 20분간 연속 동작한 상태에서 측정



[그림 9. 동작 온도 시험 : 케이스(좌) / 구동 회로부(우)]