HD HYUNDAI ROBOTICS

경고

모든 설치 작업은 반드시 자격있는
설치기사에 의해 수행되어야 하며
관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.

HD
HYUNDAI
ROBOTICS

Hi5a 제어기 기능설명서

레이저 용접 기능

HD HYUNDAI ROBOTICS

HD HYUNDAI ROBOTICS

본 제품 설명서에서 제공되는 정보는 현대로보틱스의 자산입니다.
현대로보틱스의 서면에 의한 동의 없이 전부 또는 일부를 무단 전재 및 재배포할 수 없으며,
제 3 자에게 제공되거나 다른 목적에 사용할 수 없습니다.

본 설명서는 사전 예고 없이 변경될 수 있습니다.

Printed in Korea - 2023 년 6 월. 2 판
Copyright © 2023 by Hyundai Robotics Co., Ltd

목 차

1. 개요

2. 시스템 설정 2-1

2.1. 툴 파라미터 설정 2-2
2.2. 레이저 용접 환경설정 2-3
2.3. DeviceNet 설정 2-5
2.4. 디지털 신호 정의 2-7

3. 로봇 언어 작성과 작업 시나리오 3-1

3.1. 명령어 3-2
3.2. 작업 시나리오 3-3
3.3. 레코딩 파일 생성 3-5
3.4. JOB 프로그램 작성 3-6

HD HYUNDAI ROBOTICS

HD
HYUNDAI
ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

1 개요

현대 로보틱스의 레이저 용접 기능은 BlackBird 社의 레이저 제어기와 연동하여 비접촉 레이저 용접을 하기 위한 기능입니다. 레이저 용접 시스템은 로봇 제어기와 로봇, 그리고 레이저와 관련된 스캐너와 제어기 및 발진기를 포함합니다. 본 문서에서는 레이저 용접을 위해서 로봇 제어기에서 수행해야 하는 설정, 로봇언어 작성, 데이터 수집 등에 관한 내용을 설명합니다. 실제 용접 기능은 레이저 제어기에서 수행하고 로봇제어기는 용접을 위한 모션 프로그램, 로봇의 위치 및 자세값, 용접실행을 위한 트리거 신호 전송, 용접 실행 명령 등의 작업을 감당하게 됩니다.

그림 1 레이저 용접 시스템

2
시스템 설정

2.1. 툴 파라미터 설정

응용 실행을 위해서 기본적으로 수행하는 부가축 설정은 레이저 용접시에는 필요하지 않습니다. 로봇에 부착되는 레이저 스캐너는 전용 지그를 사용하여 R1 축 끝단에 장착되며 레이저가 용접 패널에 입사되는 위치를(z 축) 고려하여 아래 그림과 같이 툴 좌표를 입력하게 됩니다. 스캐너의 장착 방향에 따라서 Y 축 회전 성분을 포함할 수도 있습니다. 해당 툴 데이터는 스캐너의 사양에 따릅니다. 보다 정확한 툴 데이터 입력을 위해서 '축 원점 및 툴 길이 최적화' 기능을 사용할 수도 있습니다. 이때 툴 좌표계의 끝단을 가이드빔과 레이저초점이 만나는 교점으로 하여 특정 고정점을 4 자세 이상으로 교시하시면 됩니다.

『[F2]: 시스템』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『1: 툴 데이터』

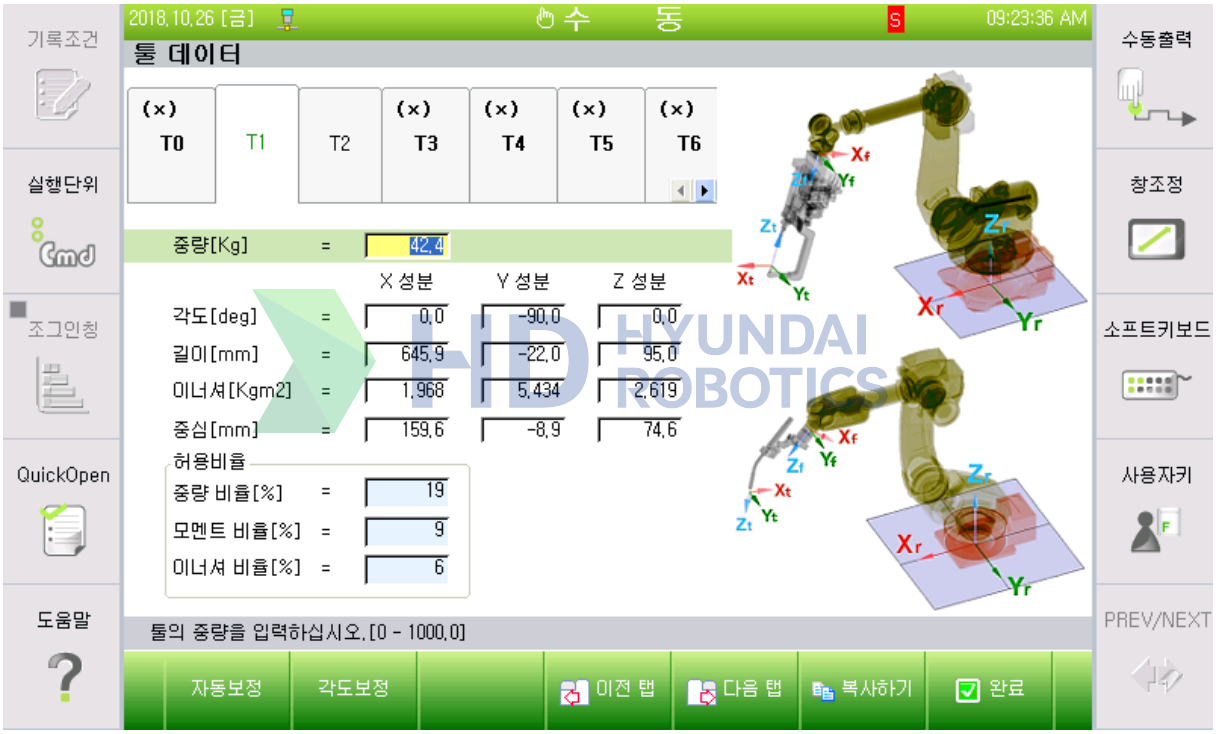

그림 2 부가축 파라미터 설정화면

2.2. 레이저 용접 환경설정

레이저 용접은 'BlackBird 레이저 용접' 화면의 설정을 통해서 시작합니다. 본 화면에서 BlackBird 제어기에 제공될 레코딩 파일 생성을 위한 서버 정보와 트리거 신호의 주소를 설정합니다.

『[F2]: 시스템』 → 『4: 응용 파라미터』 → 『27: BlackBird 레이저 용접』

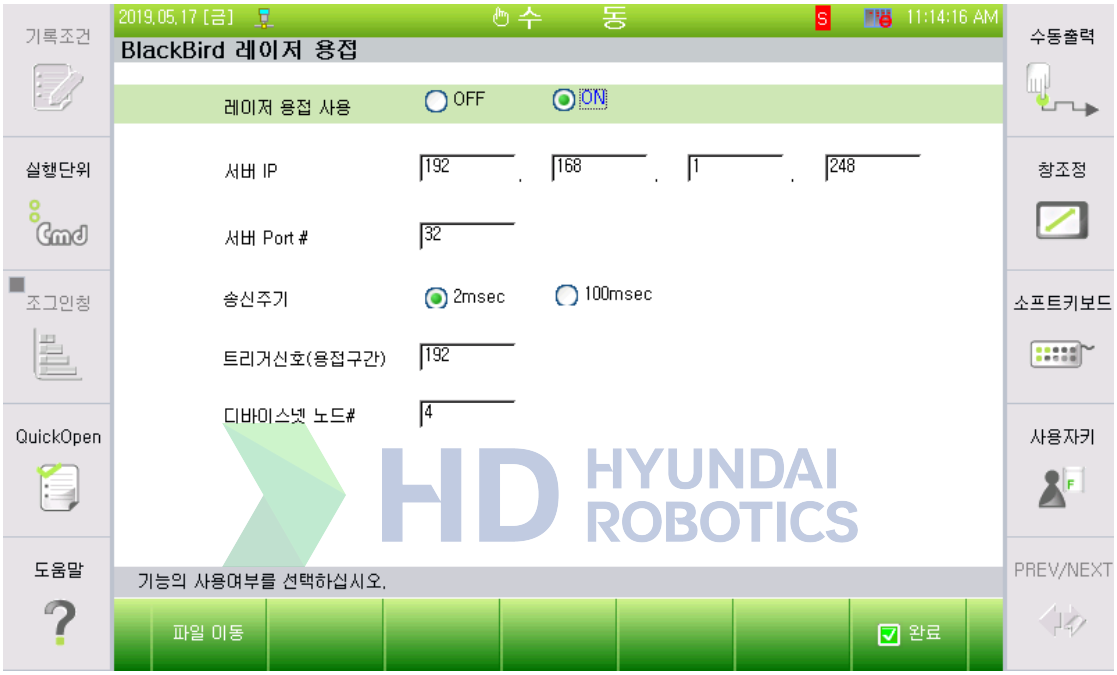

그림 3 레이저 용접 설정

(1) 레이저 용접 사용

레이저 용접 수행 전 반드시 '레이저 용접 사용' 상태를 'ON'으로 설정하여야 합니다. 해당 상태에서 이하 입력이 유효합니다.

(2) 서버 IP

본 기능에서 서버의 정의는 BlackBird 제어기에서 요구하는 레코딩 파일을 생성하기 위해서 UDP 통신으로 [시각-로봇위치-트리거신호] 로 정의된 데이터를 전송 받아서 저장하는 PC 를 가리킵니다. 레코딩 파일의 저장 방법은 여러가지 일 수 있으나, 본 설정에서는 UDP 통신으로 전송 받은 데이터를 레코딩 파일로 저장하는 경우를 위한 것입니다. 또한 BlackBird 제어기를 구동하는 윈도우 기반의 PC 를 서버로 가정하며, 이 경우가 가장 수월한 작업이 될 것입니다.

(3) 서버 Port #

서버 IP 와 더불어 소켓 통신을 위한 서버의 포트 번호 입력항 입니다. 현재는 서버 프로그램에서 포트 번호 입력을 불필요하게 하기 위해서 "20000" 으로 고정 사용하고 있습니다.

(4) 송신주기

로봇제어기(클라이언트)에서 서버로 보내는 데이터의 송신주기는 2msec 와 100msec 중에 선택할 수 있습니다. 현재 레코딩 파일을 위해서는 2msec 를 사용하고 있으며, 추가로 모니터링 용으로 100msec 도 사용 가능합니다. (현재 미사용)

(5) 트리거신호(용접구간)

레이저 용접의 수행은 용접점들의 임의 그룹핑으로 용접 시점을 레이저 제어기가 판단하게 됩니다. 해당 시그널은 DeviceNet 데이터 정의에 포함되는 경우 "FN6.5" 와 같이 입력합니다. (".6.5" 입력) 또한 별도의 하드 와이어링을 사용하여 송신 주기를 높을 수도 있습니다. 이때는 '123' 과 같이 디지털 아웃을 위한 DO 주소를 입력합니다.

(6) 디바이스넷 노드#

해당 노드 번호는 DeviceNet 통신의 향상을 위한 슬레이브 노드 번호를 확인하기 위함입니다. '2.3 DeviceNet 설정' 에서 노드 검색 후에 확인 된 노드 번호를 입력하여야 합니다.

(7) 파일 이동 버튼

USB 메모리카드를 삽입한 후에 해당 버튼을 누르면 제어기에 저장되어 있는 최대 5 개의 레코딩 파일이 메모리카드로 이동됩니다. 이동기능이므로 옮겨진 파일은 제어기에 남아있지 않습니다.

HD HYUNDAI ROBOTICS

2.3. DeviceNet 설정

로봇 제어기와 레이저 제어기 간의 데이터 송수신은 DeviceNet 을 활용합니다. Hi5a 제어기에서 제공하는 기본 통신주기는 20msec 입니다. 레이저 용접의 품질 향상을 위해서 해당 노드의 속도를 10msec 로 향상하였습니다. 속도 향상이 가능한 노드 번호를 2.2(6) 디바이스넷 노드# 에 입력된 값에서 읽어 들입니다. 꼭 노드 번호를 먼저 입력 후에 '노드검색' 을 눌러서 스캔 리스트를 업데이트 시키고 '적용' 및 '완료' 를 입력하여야 합니다. 해당 설정내용은 DeviceNet 관련 기능설명서를 참고할 수 있습니다.
『[F2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『2: 입출력 신호 설정』 → 『12: 내장 DeviceNet Master 정보와 설정』

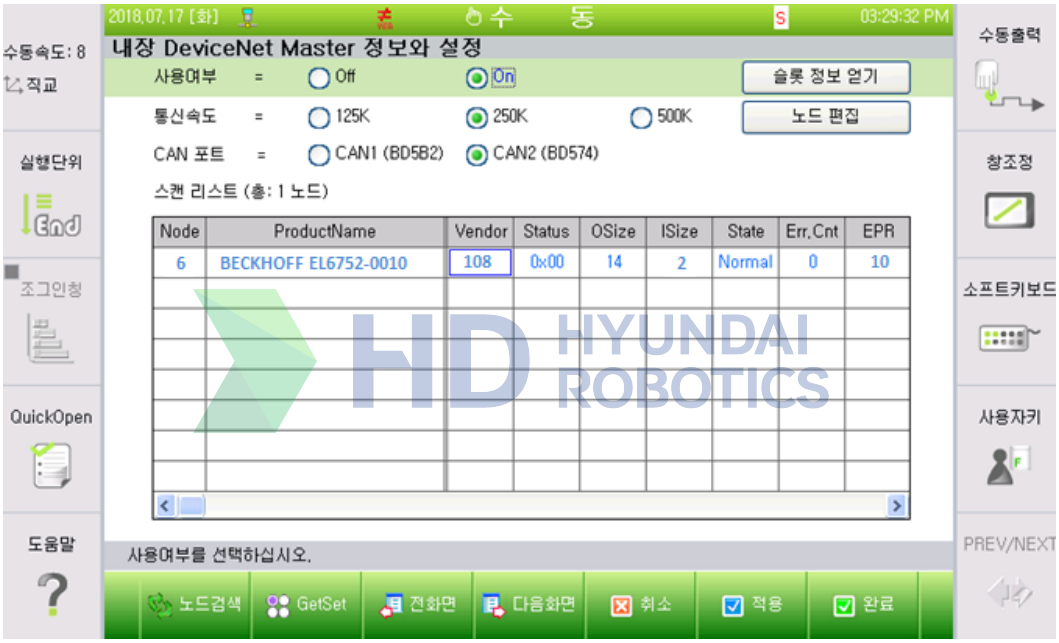

그림 4 DeviceNet 설정

(1) 사용여부
BlackBird 레이저 제어기와 DeviceNet 통신을 하기 위해서는 사용여부를 'On' 으로 설정하여야 합니다.

(2) 통신속도
10msec 의 통신 속도를 위해서는 통신속도를 500K bps 를 선택하여야 합니다.

(3) CAN 포트
DB574 보드를 추가하여 DeviceNet 을 이용하는 경우 'CAN2' 를 선택하여야 합니다.

(4) 스캔 리스트
상기 설정을 마친 후에 '노드검색' 을 수행하면 레이저 제어기가 DeviceNet 슬레이브로 노드로 검색됩니다. 노드 정보는 상품명, 데이터 송수신 크기(byte), 통신속도(msec) 등을 포함합니다. 노드 번호는 DeviceNet 슬레이브(BlackBird 레이저제어기)에서 설정할 수 있고, 로봇 제어기에서는 해당 노드 번호가 스캔되어 보여집니다.

(5) 송신 데이터 정의

Type	Address	Name
1 Byte	FNx.Y1	Selection Program
	FNx.Y2	Deselection Program
	FNx.Y3	Start Program
	FNx.Y4	Stop Program
	FNx.Y5	OTF-Trigger
	FNx.Y6	Ignore Scanner Temp
	FNx.Y7	Reset Interlock by extern
	FNx.Y8	미사용
3 Byte	FNx.YB2 ~ FNx.YB4	미사용
1 Byte	FNx.YB5	Program number
2 Byte	FNx.YB6 ~ FNx.YB7	Robot Position X
2 Byte	FNx.YB8 ~ FNx.YB9	미사용
2 Byte	FNx.YB10 ~ FNx.YB11	Robot Position Y
2 Byte	FNx.YB12 ~ FNx.YB13	미사용
2 Byte	FNx.YB14 ~ FNx.YB15	Robot Position Z
2 Byte	FNx.YB16 ~ FNx.YB17	미사용
2 Byte	FNx.YB18 ~ FNx.YB19	Robot Position RZ
2 Byte	FNx.YB20 ~ FNx.YB21	Robot Position RY
2 Byte	FNx.YB22 ~ FNx.YB23	Robot Position RX

(6) 수신 데이터 정의

Type	Address	Name
1 Word	FNx.X1	Interlock Closed
	FNx.X2	Mode Auto
	FNx.X3	Request Scanner Position
	FNx.X4	Program Selected
	FNx.X5	Program Started
	FNx.X6	Program Finished
	FNx.X7	Program Stopped
	FNx.X8	Scanner Temp OK
	FNx.X9	Pilot Laser
	FNx.X10	OTF Sequence Ready
	FNx.X11	Step Finished
	FNx.X12	Program Mode OTF

2.4. 디지털 신호 정의

로봇제어기는 레이저 발진기와 디지털 신호로 결선됩니다. 이는 BlackBird 레이저 제어기 시스템의 전체 컨피규어 사양을 따른 것이며 향후 랜 통신으로 변경되거나 이중화 될 수도 있습니다.

(1) DIO 신호의 사용

DIO 신호 입출력을 위한 TP 관련 설정은 없으나, 580, 581 보드와 PnP 타입 신호를 위한 배선을 필요로 합니다.

(2) DIO 신호의 정의

Address	Dout	Din
121	EXT_ACTIVATION	PROG_COMPLETED
122	RESET	FAULT_LASER
123	LASER_ON	LASER_READY
124	REQUEST_LASER	PROG_ACTIVE
125	에어커튼 (ROBOT -> AIR BOX)	MONITORING
126	OTF-Trigger (ROBOT -> SCU)	LASER_IS_ON
127	토네이도 블레이드 1 (ROBOT -> AIR BOX)	EXT_ACTIVATION_ACTIVE
128	토네이도 블레이드 2 (ROBOT -> AIR BOX)	LASER_ASSIGNED
129	PROGRAM_NO: BIT0	에어커튼 (AIR BOX -> ROBOT)
130	PROGRAM_NO: BIT1	토네이도 블레이드 1 (AIR BOX -> ROBOT)
131	PROGRAM_NO: BIT2	토네이도 블레이드 2 (AIR BOX -> ROBOT)
132	PROGRAM_NO: BIT4	
133	PROGRAM_NO: BIT5	
134	PROGRAM_NO: BIT6	
135	PROGRAM_NO: BIT7	
136		
137	LASER 인터락	
138	LASER 인터락	
139	SUC 인터락	
140	SUC 인터락	
141	SUC 인터락	
142	SUC 인터락	

HD
HYUNDAI
ROBOTICS

3

로봇 언어 작성과 작업 시나리오

3.1. 명령어

■ UDPsnd ON

프로그램 재생 시에 데이터 전송 여부를 설정합니다. 준비자세에서 용접 시작점 도달 전에 ON 되고, 용접 완료 후 OFF 되도록 명령어를 삽입합니다.

UDPsnd ON/OFF

	내용
ON	로봇제어기에서 서버로 데이터를 송신합니다.
OFF	로봇제어기에서 서버로 데이터 송신을 중지합니다.

```
S1    MOVE P,S=60%,A=3,T=1
      DELAY 0.5
      UDPsnd ON
S2    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
      FN6.Y5=0
S3    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
      TRIGGOUT FN6.Y5=1,OT=0
S4    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
S5    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
S6    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
S7    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
S8    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
S9    MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
      FN6.Y5=0
S10   MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
      FN6.Y5=1
S11   MOVE L,S=100mm/s,A=3,T=1
      DELAY 0.5
      UDPsnd OFF
S12   MOVE P,S=60%,A=3,T=1
      END
```

[명령어 사용 예제]

3.2. 작업 시나리오

레이저 용접은 두 가지 모드로 수행 가능합니다. STATIC 모드는 로봇이 정지된 상태에서 레이저를 출사하는 방식이므로 용접점들이 스캐너의 출사 범위에 있는 경우에만 사용 가능합니다. 따라서 실제 자동차의 패널 용접을 위해서는 잘 사용되지 않습니다.

두 번째로 OTF(On-The-Fly) 모드는 로봇의 이동 중에 기 저장된 용접점들을 용접하는 기능으로, BlackBird 레이저 용접기의 주 사용 용도가 됩니다. OTF 모드는 용접점들을 임의의 그룹으로 묶고, 그 그룹의 시종을 트리거 신호로 저장한 레코딩 파일을 가지고 있습니다. 실제 용접시에는 레코딩 파일의 트리거 신호와 실제 입력되고 있는 트리거 신호를 비교하여 용접 시점과 위치를 결정합니다. OTF 모드 용접을 위해서는 먼저, 로봇이 용접점들을 하나 하나 이동해 가면서 레이저 제어기가 용접점을 저장 할 수 있도록 해 주어야 합니다. DeviceNet 통신으로 로봇의 위치값을 송신하고 있으므로 저장을 위한 특별한 조작은 필요하지 않습니다.

다음으로 실제 용접 시에 로봇이 움직이기 위한 모션 프로그램을 수행합니다. 이때는 티칭된 모든 용접점들을 이동하는 것이 아니라 레이저 스캐너의 출사 범위 내에서 근사적으로 연속모션으로 이동하면 됩니다. 주의할 점은 이 모션 프로그램 안에는 용접 구간을 표시하는 트리거 신호와 데이터 전송을 위한 명령어(UDPsnd)가 포함되어야 합니다. 실제 용접 프로그램 수행 시에는 레이저 용접기의 상태를 확인하고 이전에 작성한 용접점에 근사적으로 연속 모션하는 JOB 프로그램을 재 수행하게 됩니다. 레코딩 파일을 작성했을 때와 실제 용접할 때의 로봇 모션과 트리거 신호의 일치 여부가 용접 품질을 향상시키는 중요한 요소가 됩니다. 아래 그림은 새로운 작업 패널에 대해서 로봇제어기와 레이저 제어기가 수행해야 할 작업에 대한 시나리오입니다.

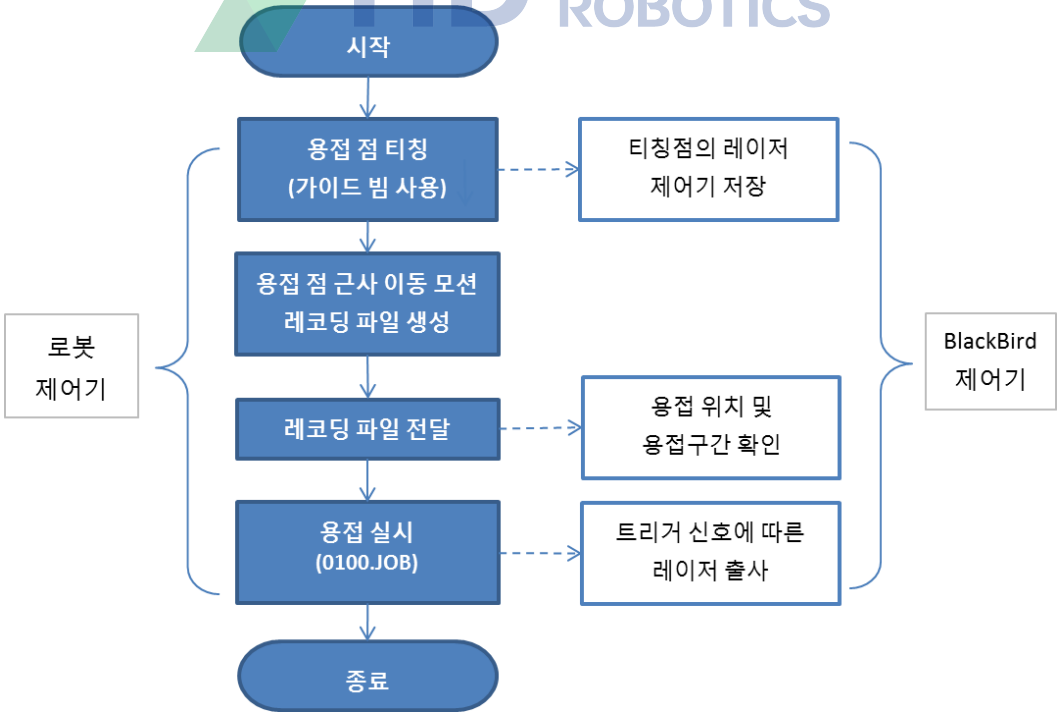

그림 5 작업 시나리오

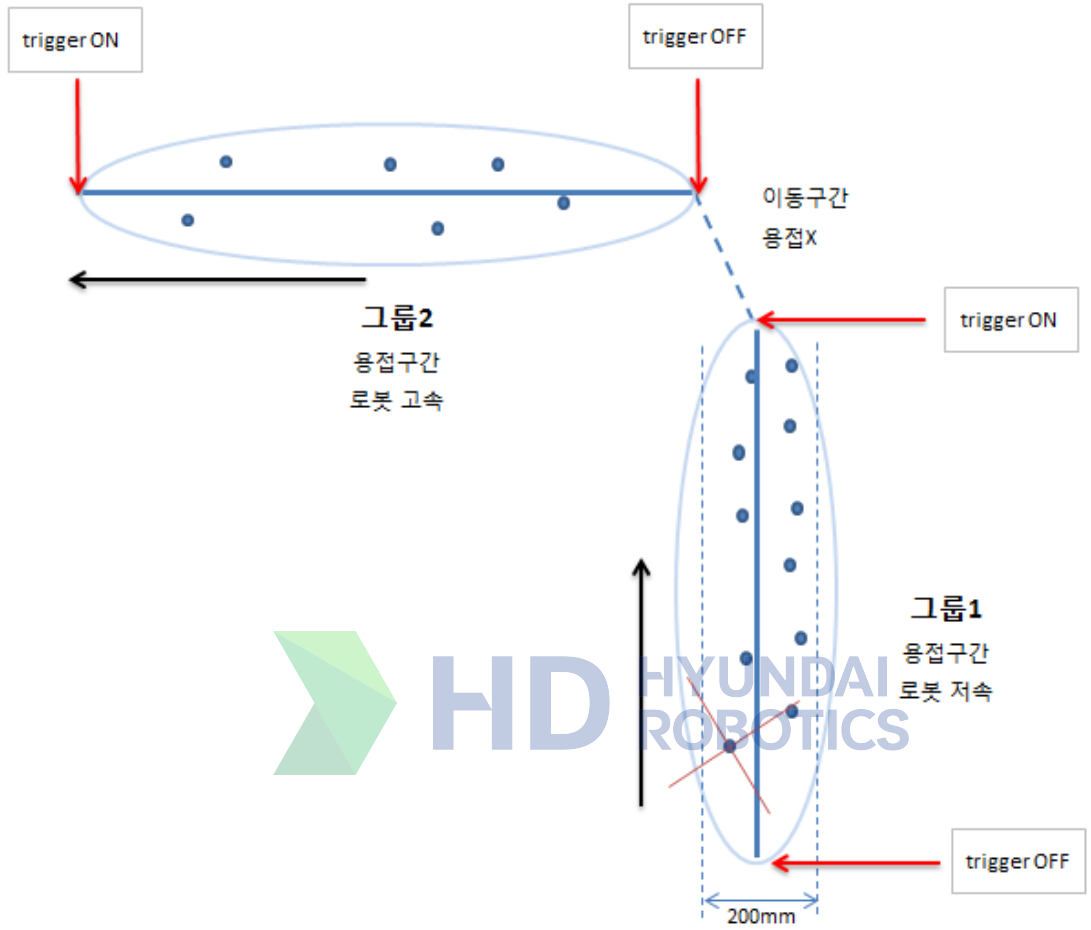

그림 6 용접점과 로봇의 이동경로

- 용접점의 티칭은 십자모양 가이드 빔의 교점으로 함
- 레이저 스캐너의 작업영업은 220X220X140mm 를 가짐
- 용접 모션의 속도는 100~200mm/sec 이나 작업 시간 단축을 위해 점차 빨라지고 있음
- 용접 구간에서는 직선모션으로 이동하고 용접 미실시 구간에서는 조인트 모션도 가능함
- 용접 그룹의 설정은 사용자 임의로 가능하고 트리거 신호로 구별함
- 트리거 신호는 기본 active LOW 이므로 OFF 구간에서만 용접을 수행함
  (모션 프로그램 작성시에도 용접 구간에 대한 시그널을 OFF 로 해야함)
- 레코딩 파일은 반드시 트리거 신호가 ON 에서 시작하여 ON 으로 끝나야 레이저 제어기에서 파일을 정상적으로 로딩 가능함

3.3. 레코딩 파일 생성

상기 작업 시나리오에서 보는 것처럼, 실제 용접을 수행하기 전에 레이저용접 제어기는 시간 정보 및 용접 모션 경로와 용접 구간에 대한 트리거 신호를 저장한 파일을 미리 가지고 있어야 합니다. 이 파일을 '레코딩 파일'이라고 부르고, 로봇 제어기가 생성해서 제공해야 하는 부분입니다. 본 파일 생성 기능을 로봇 제어기는 두 가지 방법으로 제공하며, 현장 환경에 맞게 선택하시면 됩니다.

```
Time;X;Y;Z;RX;RY;RZ;Scan
0.000000;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.001981;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.003981;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.006007;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.007992;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.009995;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.011996;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.013994;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.016018;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
0.018032;938.855;198.218;861.881;23.542;-1.386;153.193;True
```

그림 7 레코딩 파일 저장 내용

(1) UDP 전송 방식

'2.2 레이저 용접 환경설정' 에서 UDP 전송에 관한 설정을 모두 마친 후에 모션을 위한 JOB 프로그램을 실행하면 해당 주기마다 서버 컴퓨터로 파일저장 내용을 전송합니다. 모션을 마친 후에 서버 컴퓨터에는 레코딩 파일이 저장되어 있게 됩니다.

- 통신 방법 : 랜케이블 이용한 UDP 통신
- 서버 컴퓨터 : BlackBird 레이저 제어기 또는 기타 컴퓨터 (윈도우 OS)
- 서버 통신 프로그램 : 기 작성 및 테스트된 프로그램 제공(by 현대로보틱스)

(2) USB 이동 방식

'2.2 레이저 용접 환경설정' 에서 레어저 용접 사용을 ON 으로 설정한 후에 모션을 위한 JOB 프로그램을 실행하면 제어기 내부에 레코딩 파일이 생성됩니다. 저장된 파일은 최대 5 개이며 이후 실행부터는 오래된 파일부터 삭제됩니다. 레이저 제어기에 제공하기 위해 '파일 이동' 버튼을 누르면 제어기의 메인보드에 저장된 파일이 USB 저장장치로 일괄 이동합니다.

- 파일명 : BlackBird 시간분초.arf (ex. BlackBird093325.arf)
- 최대 파일 저장 수 : 5 개
- 저장 위치 : M/B (파일관리에서 확인 가능)

3.4. JOB 프로그램 작성

작업 시나리오를 수행하기 위해서 사용자는 레이저 용접을 위한 설정 이외에 JOB 프로그램을 작성하여야 합니다. 그러나, 기본적인 내용들은 이미 작성되어 있으므로 참고하시면 되고, 특정 작업을 위해 변경되어야 하는 부분만 (특히, 신호 주소 및 티칭 부분) 수정하시면 됩니다. 프로그램 구성은 크게 OTF 와 STATIC 으로 나누어져 있습니다. JOB 프로그램 마다 개별 목적을 가지고 있으며, 전체 용접을 수행하기 위해 main( )부터 필요한 프로그램을 호출하도록 구성되어 있습니다. 향후 성능 개선과 에러 처리 등을 위해 변경 될 수 있습니다.

(1) OTF 용접 모드

하기 JOB 프로그램의 번호는 현재 작성되어 있는 숫자입니다. 프로그램을 추가하거나 수정은 가능하지만 새로운 작업 패널에 대해서는 WeldingMot( ) 에 관한 티칭 부분만 수정하면 됩니다. 해당 프로그램은 레코딩 파일의 저장 뿐만 아니라 실제 용접 모션을 위한 로봇의 구동을 위해서도 사용됩니다. 따라서, 일차적으로 개별 실행하여 레코딩 파일을 저장한 후에, 0100.JOB 파일을 실행하여 용접을 수행할 때에도 호출되게 됩니다.

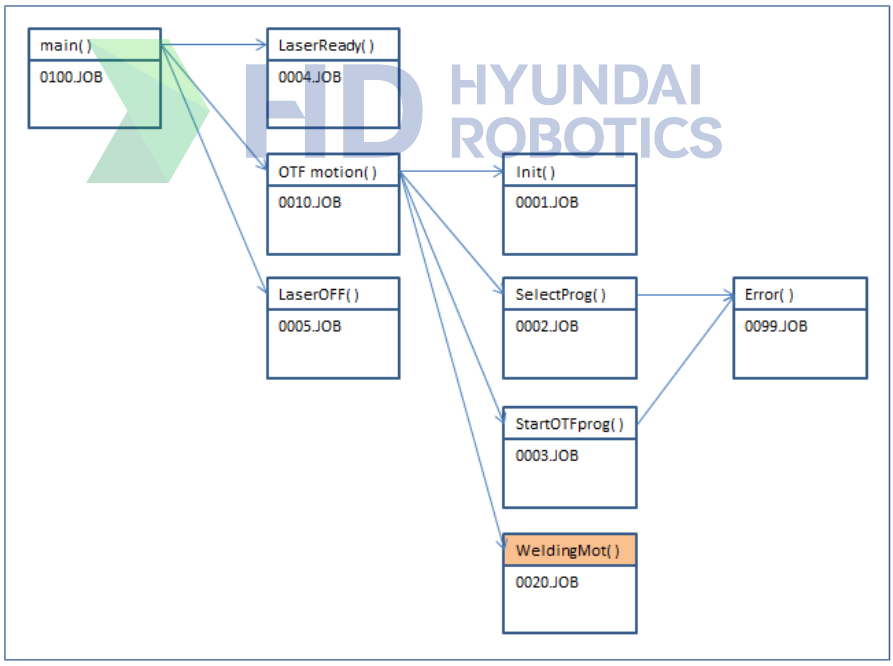

그림 8 OTF 모드 JOB 프로그램 개요

(2) STATIC 용접 모드

STATIC 모드를 위해서 아래 그림에 표시된 세 개의 프로그램이 추가됩니다. 사용자는 파일 내에 있는 로봇 위치만 수정하여 사용하면 됩니다.

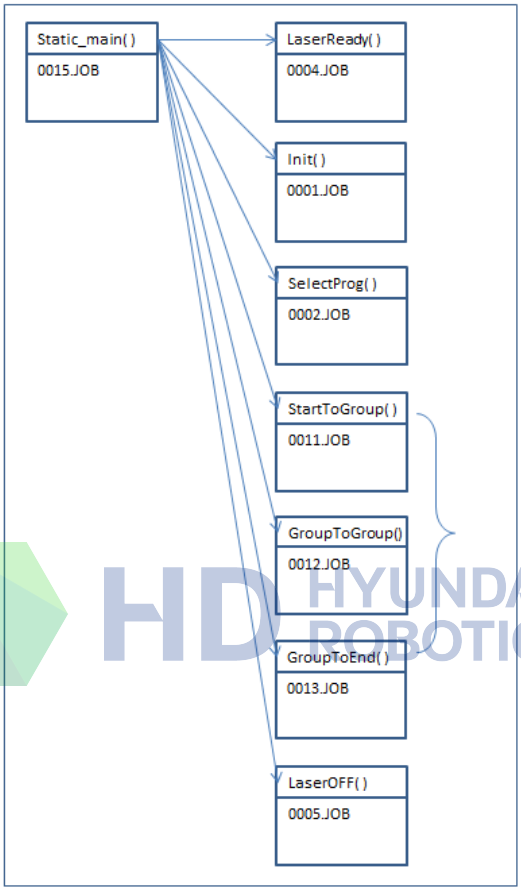

그림 9 STATIC 모드 JOB 프로그램 개요

GRC: 경기도 성남시 분당구 분당수서로 477
대구: 대구광역시 달성군 유가읍 테크노순환로 3 길 50
울산: 울산광역시 북구 매곡산업로 21 자동차조선기술관 201-5 호
중부: 충남 아산시 염치읍 송곡길 161
광주: 광주광역시 광산구 평동산단로 170-3 B 동 101 호
ARS 1588-9997 | 1 로봇영업 2 서비스영업 3 구매상담 4 고객지원 5 투자문의 6 채용 및 일반 문의
www.hyundai-robotics.com