



경고

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





Hi5a 제어기 기능 설명서

SafeSpace

IEC 61508 표준에 따른 안전 관련 시스템 및 SIL2 애플리케이션 기능 안전 설명서





본 설명서에 제공되는 정보는 현대로보틱스의 자산입니다.
현대로보틱스의 사전 서면 동의 없이 전부 또는 일부를 재배포할 수 없으며
제 3 자에게 제공하거나 다른 목적에 사용할 수 없습니다.

본 설명서는 사전 예고 없이 변경될 수 있습니다.

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



목 차

1. 서론	1-1
1.1. 개요	1-2
1.2. 대상 그룹 및 안전 교육.....	1-2
1.3. 안전 관련 기호 및 용어.....	1-2
1.4. 사용 용어.....	1-3
2. 안전.....	2-1
2.1. 안전 기능 및 안전 무결성	2-2
2.2. 적용 표준.....	2-3
2.3. 안전 예방 조치.....	2-4
2.4. 응답 시간.....	2-5
3. 시스템 구성.....	3-1
3.1. System configuration	3-2
3.2. 내용년수.....	3-3
3.3. 환경 요건.....	3-4
3.4. 하드웨어	3-5
3.4.1. 치수	3-5
3.4.2. 명판 및 경고 표시	3-6
3.4.3. 하드웨어 기능	3-7
3.5. 설치	3-10
3.5.1. 설치 시 요구사항.....	3-10
3.5.2. 설치 위치.....	3-10
3.5.3. 전원 연결 및 사양.....	3-12
3.5.4. Hi5a 제어기와 SafeSpace 간의 이더넷 연결.....	3-13
3.5.5. SIO/DIO 연결 및 사양	3-17
3.5.6. 연결 유형.....	3-20
3.5.7. 마스터링 테스트 모듈.....	3-22
3.6. 동작 모드.....	3-23
3.7. 표시 및 알람.....	3-24
3.7.1. LED 표시	3-24
3.8. 보수.....	3-25



목차

4. SafeSpace 기능	4-1
4.1. 로봇 모니터링 기능	4-2
4.1.1. 글로벌 파라미터	4-2
4.1.2. 셀 영역	4-2
4.1.3. 데카르트 공간	4-4
4.1.4. 조인트 공간	4-6
4.1.5. 조인트 속도	4-8
4.1.6. SOS(Safe Operating Stop)	4-9
4.1.7. 공구	4-10
4.2. STO 기능 해제	4-12
4.3. 마스터링 테스트 기능	4-13
4.3.1. 무센서 마스터링 테스트	4-15
4.3.2. 센서 기반 마스터링 테스트	4-16
4.3.3. 마스터링 테스트 상태 모니터링	4-19
5. 안전 I/O 신호	5-1
6. HRSafeSpace 설치 및 시작	6-1
7. HRSafeSpace - 기본	7-1
7.1. 데이터 입력	7-2
7.2. 데이터 저장 및 열기	7-3
7.3. 통신 설정	7-5
7.4. Hi5a 로봇 제어기의 비밀번호 초기화	7-5
7.5. 파라미터 파일 다운로드	7-7
7.6. 파라미터 파일 업로드	7-8
7.7. HRSpace 를 통한 3D 시각화	7-9
8. HRSafeSpace - 실습	8-1
8.1. HRSpace 에서 SafeSpace 모델 생성	8-3
8.2. 파라미터 설정	8-4
8.2.1. 일반 정보	8-4
8.2.2. 글로벌	8-5
8.2.3. 셀 영역	8-5
8.2.4. 데카르트 공간	8-8
8.2.5. 공구	8-9

8.2.6. 조인트 공간.....	8-11
8.3. 설정 보고서 인쇄.....	8-12
9. 메시지.....	9-1



그림 목차

그림 3.1 SafeSpace 시스템 구성.....	3-2
그림 3.2 SafeSpace 모듈 외관	3-5
그림 3.3 SafeSpace 모듈 치수	3-5
그림 3.4 SafeSpace 모듈 명판	3-6
그림 3.5 SafeSpace 경고 표시.....	3-6
그림 3.6 SafeSpace 접지 표시	3-7
그림 3.7 SafeSpace 의 내부 메인 보드	3-7
그림 3.8 SafeSpace 의 내부 어퍼 보드	3-8
그림 3.9 SafeSpace 모듈 설치	3-11
그림 3.10 벽면 부착 방법	3-11
그림 3.11 SafeSpace 의 전원 커넥터.....	3-12
그림 3.12 R 코드 대화상자	3-13
그림 3.13 이더넷 포트 선택	3-13
그림 3.14 DIP switch of channel 1	3-14
그림 3.15 네트워크 메뉴	3-14
그림 3.16 환경 설정 메뉴	3-15
그림 3.17 IP 주소	3-15
그림 3.18 이더넷 케이블 연결 (EN2)	3-16
그림 3.19 이더넷 케이블 연결 (EN0)	3-16
그림 3.20 SafeSpace 의 SIO 커넥터	3-17
그림 3.21 SafeSpace 의 DIO 커넥터.....	3-18
그림 3.22 SafeSpace 연결(1/2).....	3-20
그림 3.23 SafeSpace 연결(2/2)	3-21
그림 3.24 마스터링 테스트 모듈 설치.....	3-22
그림 4.1 셀 영역	4-3
그림 4.2 데카르트 작업 공간	4-4
그림 4.3 데카르트 보호 공간	4-4
그림 4.4 조인트 공간	4-6
그림 4.5 조인트 속도	4-8
그림 4.6 공구 모델링	4-10
그림 4.7 로봇 플랜지 좌표계	4-11
그림 4.8 SafeSpace 상태.....	4-12
그림 4.9 SafeSpace I/O	4-12
그림 4.10 센서 기반 마스터링 테스트.....	4-13
그림 4.11 파라미터를 저장하려면 비밀번호를 입력하십시오.	4-14
그림 4.12 비밀번호 입력용 소프트 키보드	4-15
그림 4.13 SLMT 활성화 F2 키.....	4-15
그림 4.14 SLMT 활성화 F2 키.....	4-16
그림 4.15 마스터링 테스트 상태 모니터링	4-19
그림 6.1 HRSafeSpace 설치 마법사.....	6-2
그림 6.2 HRSafeSpace 아이콘.....	6-2
그림 7.1 HRSafeSpace 실행 화면.....	7-2
그림 7.2 일부 그룹은 하위 그룹이 있습니다.....	7-2
그림 7.3 Save 대화 상자	7-3

그림 7.4 Open... 대화 상자.....	7-4
그림 7.5 전체 경로/파일명	7-4
그림 7.6 IP 주소 설정 대화 상자.....	7-5
그림 7.7 Initialize Password 대화 상자.....	7-5
그림 7.8 Change Password 대화 상자.....	7-6
그림 7.9 Download 대화 상자.....	7-7
그림 7.10 'Completed' 대화 상자	7-7
그림 7.11 'Incorrect password' 대화 상자.....	7-7
그림 7.12 업로드 진행 메시지 상자.....	7-8
그림 7.13 'Completed' 대화 상자.....	7-8
그림 7.14 리본 메뉴의 Misc. - Preference	7-9
그림 7.15 HRSafeSpace 경로/파일명 지정.....	7-9
그림 8.1 로봇 스폿 용접 셀 예시	8-2
그림 8.2 로봇의 차일드로써 SafeSpace 모델 생성.....	8-3
그림 8.3 SafeSpace Properties 열기	8-3
그림 8.4 일반 정보.....	8-4
그림 8.5 글로벌 설정.....	8-5
그림 8.6 셀 영역 설정.....	8-6
그림 8.7 HRSpace 3D 보기(평면도)의 셀 영역.....	8-6
그림 8.8 HRSpace 3D 보기(높이)의 셀 영역	8-7
그림 8.9 보호 공간 - 기동.....	8-8
그림 8.10 보호 공간 - 인간 작업자.....	8-8
그림 8.11 HRSpace 3D 보기의 보호 공간.....	8-9
그림 8.12 공구 0 설정.....	8-10
그림 8.13 HRSpace 3D 보기의 공구 0 구체.....	8-10
그림 8.14 S 축 값이 +95 도(왼쪽) 및 -45 도(오른쪽)일 때 자세를 취합니다.	8-11
그림 8.15 조인트 공간 설정.....	8-11
그림 8.16 인터넷 익스플로러 11에서의 보고서.....	8-12
그림 8.17 Hrsafespace.css	8-13
그림 8.18 인터넷 익스플로러의 인쇄 메뉴	8-13

표 목차

표 1-1 안전 기호.....	1-2
표 1-2 SafeSpace 설명서의 용어.....	1-3
표 2-1 적용 표준.....	2-3
표 2-2 응답 시간의 측정 (검사시간 제외).....	2-5
표 3-1 SafeSpace 기능 시스템 요구사항.....	3-2
표 3-2 전원 포트 설명.....	3-12
표 3-3 전원 사양.....	3-12
표 3-4 SIO 포트 설명.....	3-17
표 3-5 DIO 포트 설명.....	3-18
표 3-6 마스터링 테스트 모듈 사양.....	3-22
표 3-7 LED 표시.....	3-24
표 4-1 글로벌 파라미터.....	4-2
표 4-2 SafeCell 영역 파라미터.....	4-3
표 4-3 데카르트 공간 파라미터.....	4-5
표 4-4 조인트 공간 파라미터.....	4-7
표 4-5 조인트 속도 파라미터.....	4-8
표 4-6 안전한 작동 정지 파라미터.....	4-9
표 4-7 공구 파라미터.....	4-11
표 4-8 마스터링 테스트 유형.....	4-13
표 4-9 마스터링 테스트 파라미터.....	4-14
표 4-10 마스터링 테스트 기능 및 변수.....	4-16
표 4-11 마스터링 테스트 프로그래밍.....	4-18
표 5-1 안전 I/O 파라미터.....	5-2
표 9-1 SafeSpace 오류 메시지.....	9-2



HD

HYUNDAI
ROBOTICS

1

서론



1.1. 개요

SafeSpace 는 소프트웨어 및 하드웨어 구성요소가 있는 옵션입니다.

SafeSpace 모듈은 하드웨어, 소프트웨어 및 안전 IO 모듈로 구성됩니다. 하드웨어와 소프트웨어는 로봇 제어기와 통신하고 로봇의 동작을 계산 및 감독하는 기능을 수행합니다. SafeSpace 는 안전 IO 모듈을 통해 상태와 결과를 현장 안전 제어기로 전송합니다.

SafeSpace 는 항상 로봇의 동작을 위치와 속도로 모니터링합니다. 로봇이 한계를 초과하는 경우 SafeSpace 가 로봇을 즉시 안전하게 정지시킵니다. 따라서 SafeSpace 는 안전용 펜스를 제거한 산업 현장에서 사용할 수 있습니다.

1.2. 대상 그룹 및 안전 교육

본 설명서는 다음의 지식과 기술을 갖춘 사용자를 대상으로 합니다.

- SafeSpace 교육
- 현대 로보틱스 로봇 프로그래밍 기술
- 로봇 제어 시스템에 대한 고급 지식

로봇 및 SafeSpace 를 티칭, 작동 또는 점검하려는 모든 직원은 가동 전 승인된 로봇 작동 및 안전 교육 과정을 이수해야 합니다. 안전 교육 과정에는 다음의 포함됩니다.

- SafeSpace 와 안전 장치의 목적 및 기능
- 로봇 취급 안전 절차
- 로봇 또는 로봇 시스템의 성능 및 발생 가능한 위험
- 특정 로봇 애플리케이션과 관련된 작업
- 안전 개념 등.

1.3. 안전 관련 기호 및 용어

효과적인 안전 지시를 위해 본 설명서에서 다음의 안전 기호가 사용됩니다.

표 1-1 안전 기호

기호		설명
경고		잘못된 작동 또는 취급 시 직원의 사망 또는 심각한 부상 또는 장비의 손상이 발생할 수 있는 매우 위험한 상황을 나타냅니다. 작동 및 취급에 주의해야 합니다.
의무		반드시 필요한 필수 조치를 나타냅니다

금지		수행이 금지된 행동 그리고/또는 작동을 나타냅니다.
----	---	------------------------------

1.4. 사용 용어

프로젝트 내에서 다음의 약어 및 표현이 사용됩니다.

표 1-2 SafeSpace 설명서의 용어

용어	설명
작업 영역	로봇의 엔드 이펙터에 부착되어 있는 정의된 로봇 축 또는 공구입니다. 축 또는 공구는 작업 영역의 한계 안에서 움직여야 합니다.
SLP	안전 한계 위치(Safely-Limited Position)
SLS	안전 한계 속도(Safely-Limited Speed)
SOS	안전한 작동 정지(Safe Operating Stop)
STO	안전한 토크 차단(Safe Torque Off)
OLP	오프라인 언어 프로그래밍(Offline Language Programming)
정지 거리	활성화된 STO로부터 정지 상태까지의 이동 거리. 로봇 문제해결 설명서에 설명되어 있습니다. 로봇 유형, 위치, 속도, 유상하중 등에 따라 다릅니다.
마스터링 테스트	마스터링 테스트는 로봇 및 외부 축의 캘리브레이션 상태를 평가하는 것입니다.
셀 영역	셀 영역은 일종의 세계 좌표계의 데카르트 작업 공간입니다. 셀 영역은 X-Y 평면 꼭짓점 및 Z 방향 높이로 모델링할 수 있습니다. 셀 영역은 3~10 개의 꼭짓점으로 구성되며 볼록다각형이어야 합니다
데카르트 공간	데카르트 공간은 공구 영역 모니터링을 위한 작업 공간 또는 보호 공간으로 정의할 수 있습니다
조인트 공간	조인트 공간은 조인트 움직임 모니터링을 위한 작업 공간 또는 보호 공간으로 정의할 수 있습니다 조인트 공간은 최대 4 개의 공간으로 구성할 수 있으며 각 공간은 최대 8 개의 축으로 구성됩니다.
조인트 속도	조인트 속도는 각 조인트 속도를 모니터링하는 한계값입니다
글로벌 파라미터	글로벌 파라미터는 데카르트 속도를 모니터링하는 TCP 속도 한계입니다





2

안전



2.1. 안전 기능 및 안전 무결성

SafeSpace 는 ISO 13849-1, IEC 61508 의 PL=d (SIL 2), Cat. 3 에 대한 요건을 충족합니다. 각각의 안전 기능 및 PL(또는 SIL)은 다음과 같습니다.

SF.1: SLP(Safely-Limited Position) 기능

SLP 기능은 모터 샤프트가 지정된 위치 한계를 초과하지 않도록 합니다.

SLP 는 PL=d (SIL 2)에 대한 요건을 충족합니다.

SF.1.1 셸 영역

SF.1.2 데카르트 공간

SF.1.3 축별 공간

SF.2: SLS(Safely-Limited Speed) 기능

SLS 기능은 모터가 지정된 속도 한계를 초과하지 않도록 합니다.

SLS 는 PL=d (SIL 2)에 대한 요건을 충족합니다.

SF.2.1 데카르트 TCP 속도

SF.2.2 축 속도

SF.2.3 감속 모드

SF.3: SOS(Safe Operating Stop) 기능

SOS 기능은 모터가 정지한 위치로부터 정의된 양보다 많이 벗어나지 않도록 합니다. 로봇 제어기의

PDS(SR)는 모터가 외력에 저항할 수 있도록 에너지를 제공합니다.

SOS 는 PL=d (SIL 2)에 대한 요건을 충족합니다.

참고 : 작동 정지 기능에 대한 본 설명은 외부 (기계식 등) 브레이크 없이 로봇 제어기의 PDS(SR)를 이용한 이행에 기초합니다.

SF.4: STO(Safe Torque Off) 기능

회전 또는 동작을 유발할 수 있는 전원이 모터에 적용되지 않습니다. 로봇 제어기의 PDS(SR)는 모터가 토크 또는 작용력을 생성할 수 있는 모터에 에너지를 제공하지 않습니다.

STO 는 PL=e (SIL 3)에 대한 요건을 충족합니다.

SS1(Safe Stop 1)은 IEC 61800-5-2 의 4.2.2.3 항을 참조하십시오.

SF.5: 외부 안전 관련 제어기에 대한 물리적 안전 IO 기능

SafeSpace 는 안전 원격 IO 로써 안전 관련 장치를 통해 외부 안전 관련 제어기와 통신합니다. 속도, 영역, 정지, 공간, 속도 등의 위반 알람을 전송합니다. 또한 비상정지, 공구 선택, 데카르트 활성화, 조인트 공간 등을 수신합니다.

안전 IO 는 PL=e (SIL 3), Cat.3 에 대한 요건을 충족합니다.

2.2. 적용 표준

SafeSpace 는 기능 안전을 위한 IEC 61508 시리즈와 산업용 로봇의 안전을 위한 ISO 10218-1:2011 에 의거하여 설계되었습니다.

표 2-1 적용 표준

표준	제목
IEC 61800-5-1:2007	속도 조절식 전기 구동 시스템 -파트 5-1: 안전 요건 - 전기, 열 및 에너지
IEC 61800-5-2:2007	속도 조절식 전기 구동 시스템 -파트 5-2: 안전 요건 - 기능
IEC 60204-1:2006/A1:2009	기계 안전 - 기계의 전기 장비 - 파트 1: 일반 요건
IEC 62061:2005	기계 안전 - 안전 관련 전기, 전자 및 프로그램 가능한 전자 제어 시스템의 기능 안전성
ISO 13849-1:2015	기계 안전 - 제어 시스템의 안전 관련 부분 - 파트 1: 일반 디자인 원칙
ISO 10218-1:2011	로봇 및 로봇 장치 - 산업용 로봇의 안전 요건 - 파트 1: 로봇
IEC 61508-1:2010	전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 기능 안전성. 일반 요건
IEC 61508-2:2010	전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 기능 안전성. 전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 요건
IEC 61508-3:2010	전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 기능 안전성. 소프트웨어 요건
IEC 61508-6:2010	전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 기능 안전성. IEC 61508-2 및 IEC 61508-3 적용 지침
IEC 61508-7:2010	전기/전자/프로그램 가능한 전자 안전 관련 시스템의 기능 안전성. 기법과 조치 개요
IEC 61784-3:2010	산업용 통신 네트워크. 프로필. 기능 안전 필드버스. 일반 규칙 및 프로필 정의
IEC 61000-6-2:2005	전자파 적합성(EMC). 포괄 표준. 산업 환경의 면책

표준	제목
IEC 61000-6-4:2007/A1:2011	전자파 적합성(EMC). 포괄 표준. 산업 환경의 배기가스 표준
IEC 61326-3-1:2008	측정, 제어 및 실험실용 전기 장비. EMC 요건. 안전 관련 시스템 및 안전 관련 기능 수행용 장비의 면책(기능 안전성). 일반 산업 적용
SN 29500-1:2004 (SIEMENS 기준)	기대값, 일반

2.3. 안전 예방 조치

자동 운전 중에 로봇의 작업 영역에 들어가는 것은 매우 위험하기 때문에 작업자의 안전은 우선 고려 사항입니다. 이를 위해 적절한 안전 예방 조치를 준수해야 합니다. 작업자의 안전을 보장하기 위해서는 반드시 주의를 기울여야 합니다.

- (a) 로봇 시스템 작업자는 현대로보틱스의 로봇교육과정을 통해 훈련을 받아야 합니다.
- (b) SafeSpace 모듈 조절시에는 로봇의 전원은 반드시 끄도록 합니다.
- (c) 모듈 설치 후 로봇의 첫 번째 동작은 저속으로 제한해야 합니다. 이 후 점차적으로 속도를 높여가며 SafeSpace 모듈의 기능을 점검하도록 합니다.
- (d) 반드시 정지 동작을 확인하고 연결이 잘못되지 않도록 해야 합니다.
- (e) 작동 중에는 로봇 작업 영역에는 절대로 들어가서는 안 됩니다.
- (f) 로봇이나 SafeSpace 모듈의 전원이 켜진 상태에서는 위험한 상황이 발생할 수 있습니다. 그러므로 유지보수 작업을 위해서는 로봇이나 SafeSpace 모듈의 전원을 끄도록 합니다. 만약 전원이 켜진 상태로 유지보수 작업을 수행해야 할 경우 반드시 비상정지버튼을 눌러야 합니다.

전원이 연결된 상태에서 로봇 동작 범위 내로 들어가야 한다면 조작 패널의 또는 티치 펜던트의 비상 정지 버튼을 누른 후 동작 범위 내로 들어가야 합니다. 유지 보수 작업자는 유지 보수 작업이 진행 중임을 알려야 하며 다른 사람이 부주의로 로봇을 작동하지 않도록 주의해야 합니다.

2.4. 응답 시간

표 2-2 응답 시간의 측정 (검사시간 제외)

기능	응답 시간
STO	78.7us
SLP	149us
SLS	182us
SOS	107us
Fault	1.2ms

※ 모든 안전 기능의 스캔 시간은 5ms 입니다.







HD

HYUNDAI
ROBOTICS

3

시스템 구성



3. 시스템 구성

3.1. System configuration

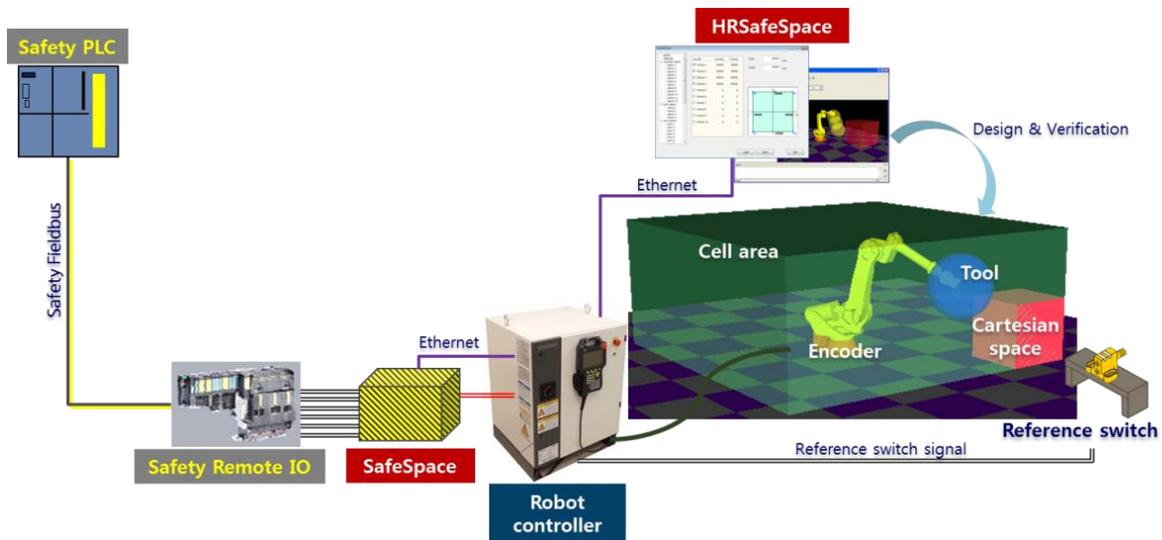


그림 3.1 SafeSpace 시스템 구성

표 3-1 SafeSpace 기능 시스템 요구사항

system	requirement	remark
Hardware	Hi5a robot controller SafeSpace	
Software	V40.13-00 (Main software) V1.00 (SafeSpace Software) V1.1.0 (HRSafeSpace)	
Consisting of Robot	Robot controller Teach Pendant Base Axis(Linear axis) Positioner (max two- axis) Jig (max two axis)	
Supported axes	Max. 8 axis	
Servo board (BD544)	1 ea. Which can be consisted with 4-7 axes robot, 1-2 add axes.	



당사의 SafeSpace 모듈은 단일 서보 드라이브 보드에 최대 8 개의 축을 지원합니다.

3.2. 내용년수

안전 관련 하드웨어 구성요소의 최대 허용 내용년수는 10 년입니다. 이 시기에 도달하면 안전 관련 하드웨어 구성요소를 교체해야 합니다.



3.3. 환경 요건

SafeSpace 는 10 년 이상의 수명 및 10,000 회의 전환 사이클에 맞추어 설계되었습니다. 이 수명, 설치 및 작동 조건은 다음의 요건을 충족해야 합니다.

- (1) SafeSpace 모듈은 현대로보틱스에서 권장하는 절차에 따라 정확하게 운송하고 설치해야 합니다. 운송 또는 설치가 잘못되면 해당 모듈이 낙하하여 충격을 받거나 흔들릴 수 있습니다.
- (2) 충격 및 흔들림이 없는 곳에 설치해야 합니다.
- (3) SafeSpace 모듈 설치 시 직사광선, 극단적인 습기, 오일 또는 화학물질에 의한 오염 및 다량의 금속 분말과 폭발성 가스에 직접 노출되는 곳을 피해야 합니다.

SafeSpace 모듈을 발열체 근처에 설치하거나 직사광선에 노출되도록 배치하는 경우 제어기의 열역학을 고려하여 특수 조치를 취해야 합니다.

- (4) SafeSpace 를 공기 중에 금속 분말 등 먼지가 많은 곳에 설치하는 경우 특수 조치를 취해야 합니다.
- (5) 감전 및 소음으로 인한 오작동을 방지하기 위해 접지가 필수적이기 때문에 다음의 지시에 따라 설치하십시오.

로봇 제어기의 패널 내부의 접지 버스 바에 접지선으로 연결해야 합니다.

3.4. 하드웨어

3.4.1. 치수

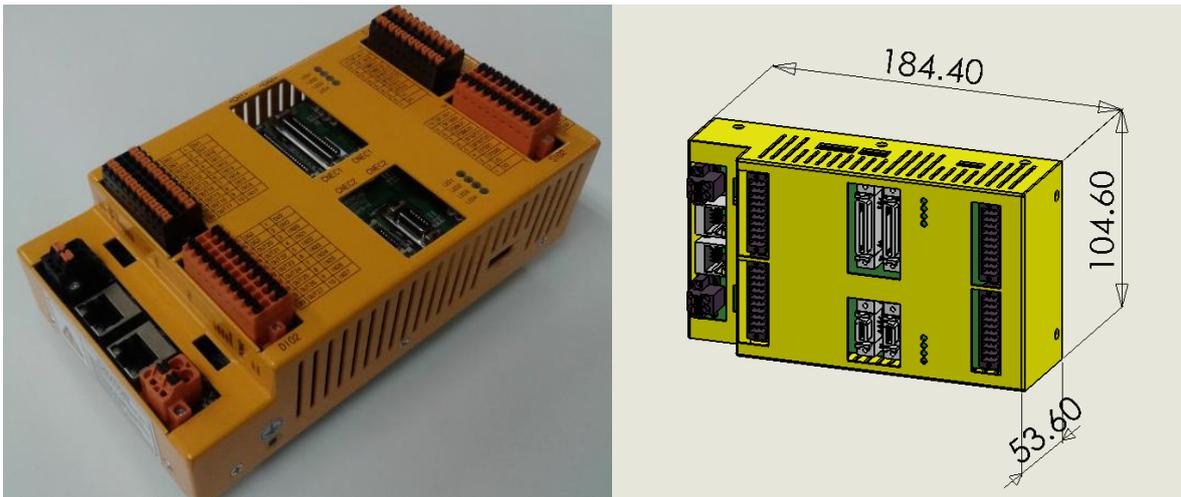


그림 3.2 SafeSpace 모듈 외관

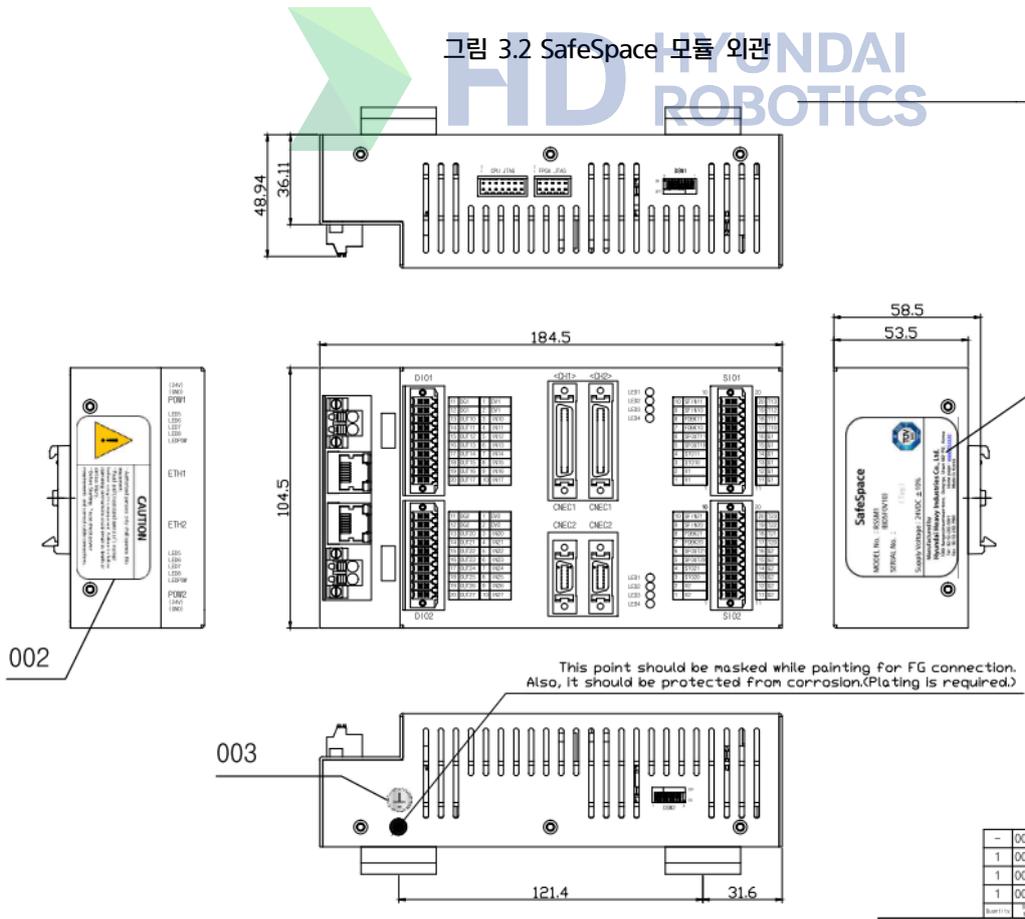


그림 3.3 SafeSpace 모듈 치수

-	004
1	003
1	002
1	001

3.4.2. 명판 및 경고 표시

(1) 명판

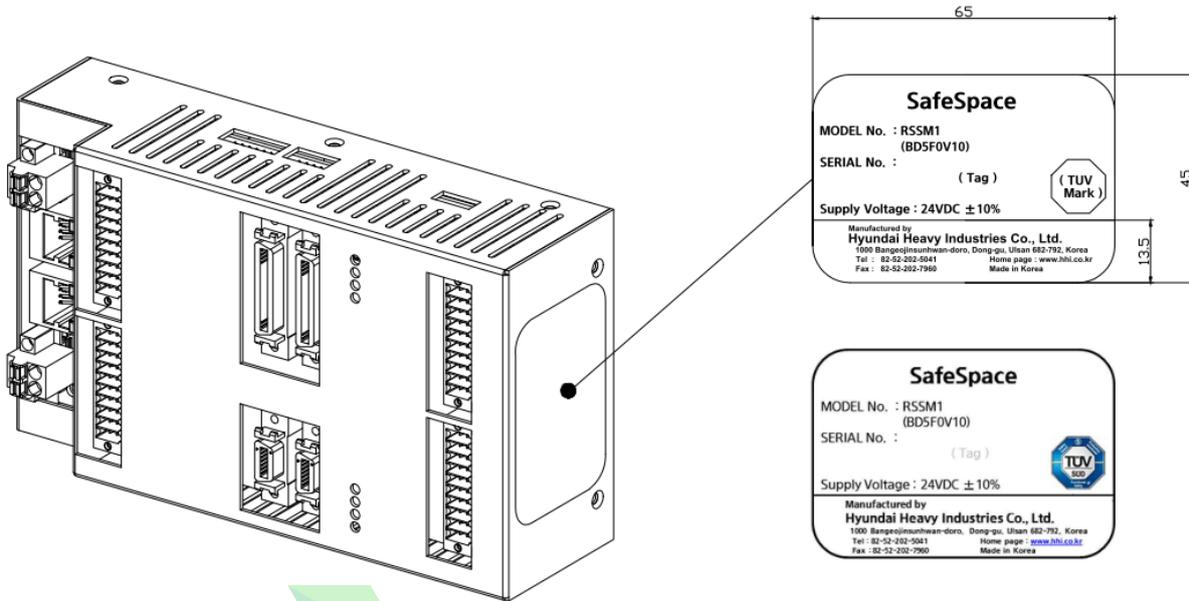


그림 3.4 SafeSpace 모듈 명판

(2) 경고 표시

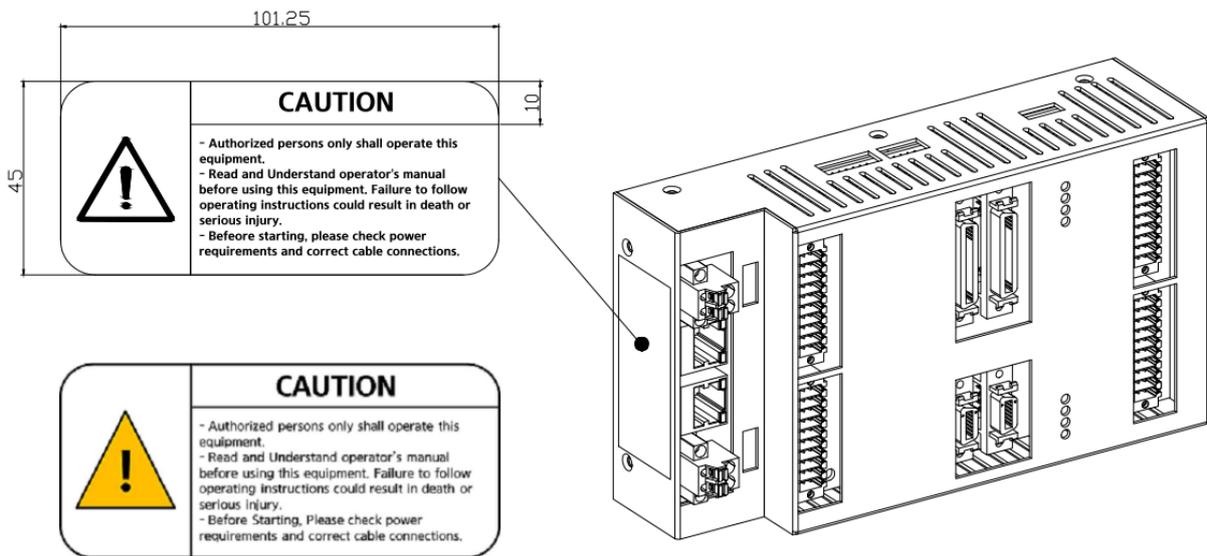


그림 3.5 SafeSpace 경고 표시

(3) 접지 표시

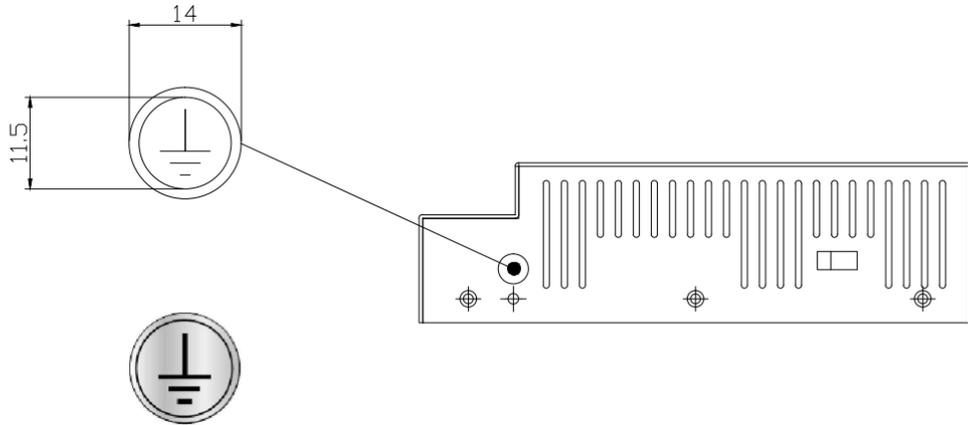


그림 3.6 SafeSpace 접지 표시

3.4.3. 하드웨어 기능

SafeSpace 는 다음의 하드웨어 기능이 있어야 합니다.

SafeSpace 의 안전 무결성은 PL=d (SIL 2), Cat. 3 이며, 예외적으로 STO 기능은 PL=e (SIL 3), Cat. 3 입니다.

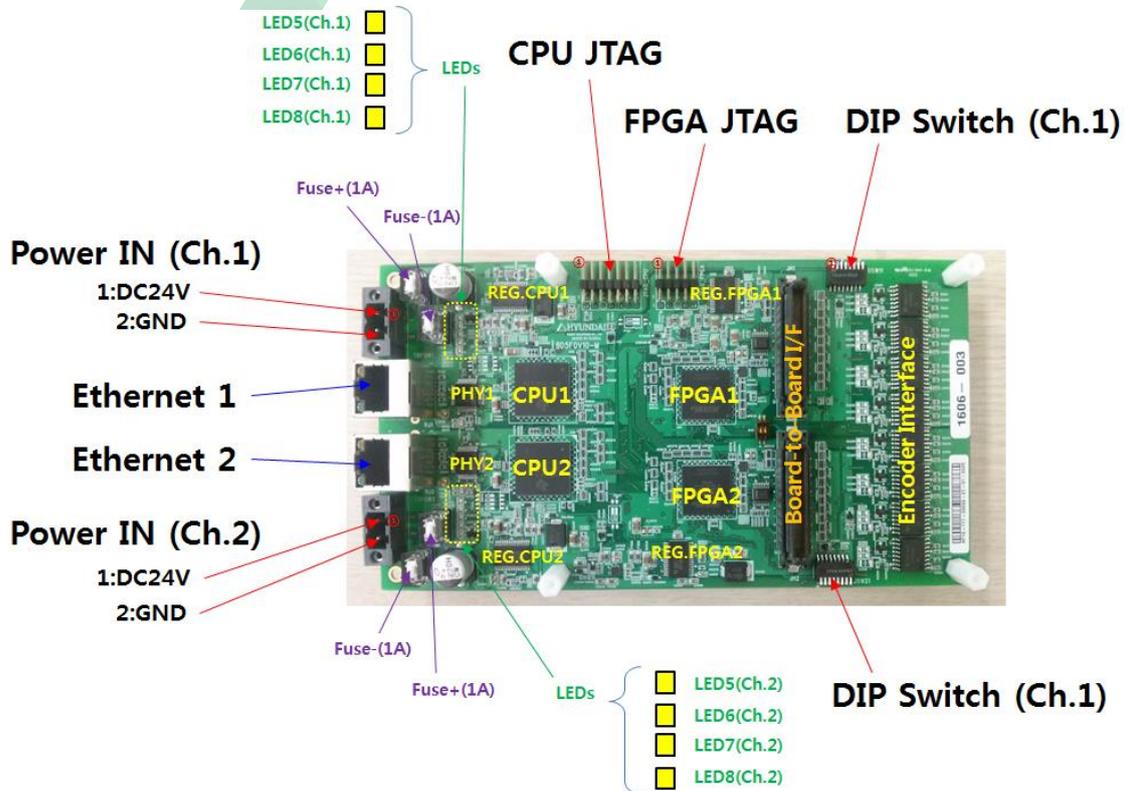


그림 3.7 SafeSpace 의 내부 메인 보드

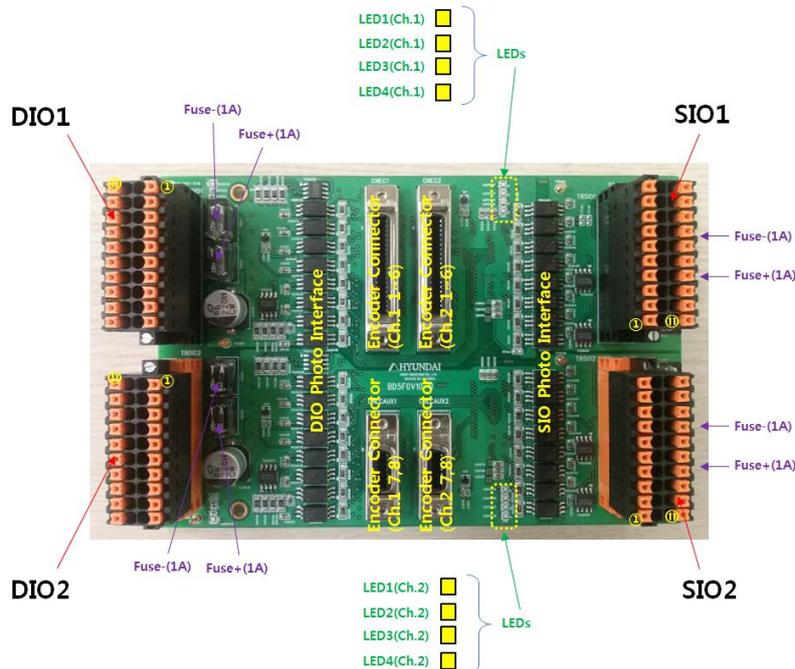


그림 3.8 SafeSpace의 내부 어퍼 보드

HF.1: 전원 공급 기능

이 기능은 SafeSpace 모듈에 제어 전원을 공급하는 것입니다.

DC24V 입력이 슈퍼바이저를 갖춘 조절기에 의해 DC5V, DC3.3V, DC1.2V, DC2.5V 로 분배됩니다.

HF.2: 워치도그 기능

이 기능은 CPU의 오작동을 감독하는 것입니다. 시간대 기반 워치도그 펄스를 사용합니다. 고장 나는 경우 CPU가 재설정되고 FPGA의 STO 출력 및 STO 버퍼가 정지됩니다.

HF.3: 시각 기능

시각은 CPU, FPGA, 이더넷 PHY의 작동에 사용됩니다. 시각 공급원은 하나의 크리스탈 발진기입니다. FPGA에서 PLL을 사용하면 이 시각 공급원이 각 구성요소에 대해 여러 시각으로 분리됩니다.

HF.4: CPU 기능

CPU는 안전 관련 기능을 수행하고 모듈을 작동시킵니다.

HF.5: FPGA 기능

FPGA는 채널 인터록을 위한 듀얼 포트 RAM, 로봇 위치 획득을 위한 직렬-병렬 데이터 변환부, 로봇 동작 정지 및 모터 전원 차단을 위한 STO 신호 출력, 외부 안전 PLC 접속을 위한 일반 디지털 입력/출력부로 구성됩니다.

HF.6: 엔코더 I/F 기능(RS485)

로봇 조작기의 위치가 각 축의 엔코더에 의해 시리얼 데이터로 전송됩니다. 이 시리얼 데이터는 RS-485 라인을 통해 로봇 제어기로 전송됩니다. 이 SafeSpace의 기능은 중간에서 이런 데이터를 획득하고 직렬-병렬 데이터 변환을 위해 FPGA로 입력합니다. RS-485 차분 신호를 언밸런스 TTL 로직 신호로 변경하는 것이 목적입니다.

HF.7: STO 기능 및 일반용 DIO

이 기능의 목적은 장애 발생 시 로봇의 동작을 정지하고 모터의 전원을 끄는 것입니다. 이 동작을 위해 CPU 또는 FPGA가 로봇 제어기로 디지털 신호를 출력합니다. 이 결과를 테스트 펄스 모니터링 신호로 모니터링합니다.

이 기능의 대상 안전 무결성은 PL=e (SIL 3), Cat. 3입니다.

또한 일반용 디지털 입력/출력이 있습니다. 이것들은 외부 안전 PLC와 IO 데이터를 교환하는데 사용됩니다. 이것들의 대상 안전 무결성은 PL=d (SIL 2), Cat. 3입니다.

HF.8: 온도 센서 기능

모듈의 온도를 모니터링하기 위해 온도 센서가 사용됩니다. 과열되는 경우 모든 기능이 정지되고 CPU에 의해 STO 신호가 로봇 제어기로 출력됩니다.

HF.9: 이더넷 기능

이 기능은 안전 기능이 아니며 로봇 제어기와 SafeSpace 사이의 접속을 위한 것입니다. SafeSpace는 일반적으로 기능을 작동하기 위해 많은 설정값이 필요합니다. 그래서 이 모듈은 로봇 제어기로부터 이런 값을 수신하고 이더넷 통신을 통해 정보를 전송합니다.

이 부분은 CPU의 EMAC 모듈, 이더넷 PHY, 이더넷 변환기 및 커넥터로 구성됩니다.



초기 가동 시 안전 신호의 배선에 대한 작동 점검 및 검증을 수행한 후 배선을 케이블 덕트 등으로 보호해야 합니다.

3.5. 설치

3.5.1. 설치 시 요구사항



접지는 노이즈에 의한 오동작 및 감전방지 등의 점에서 중요합니다.
따라서 접지선은 제어반 내부의 접지 버스바(bus bar)에 접속합니다.



전원 공급과 IO 연결은 다른 회로로부터 절연되어야 합니다. 예를 들어 외부 안전 IO 모듈 및 다른 장치의 전원공급입니다.)



시동시 안전 신호에 대한 배선의 작동 확인 및 검증을 수행해야 하며 배선도 덕트 등으로 보호해야 합니다

3.5.2. 설치 위치

SafeSpace 모듈은 아래 그림과 같이 제어기 내부에 설치되어 있습니다. 따라서 작업자는 모듈에 접근할 수 없습니다. 권한이 있는 작업자만 제어기를 열어 모듈을 보수할 수 있습니다.

- ① SafeSpace 모듈
- ② SMPS

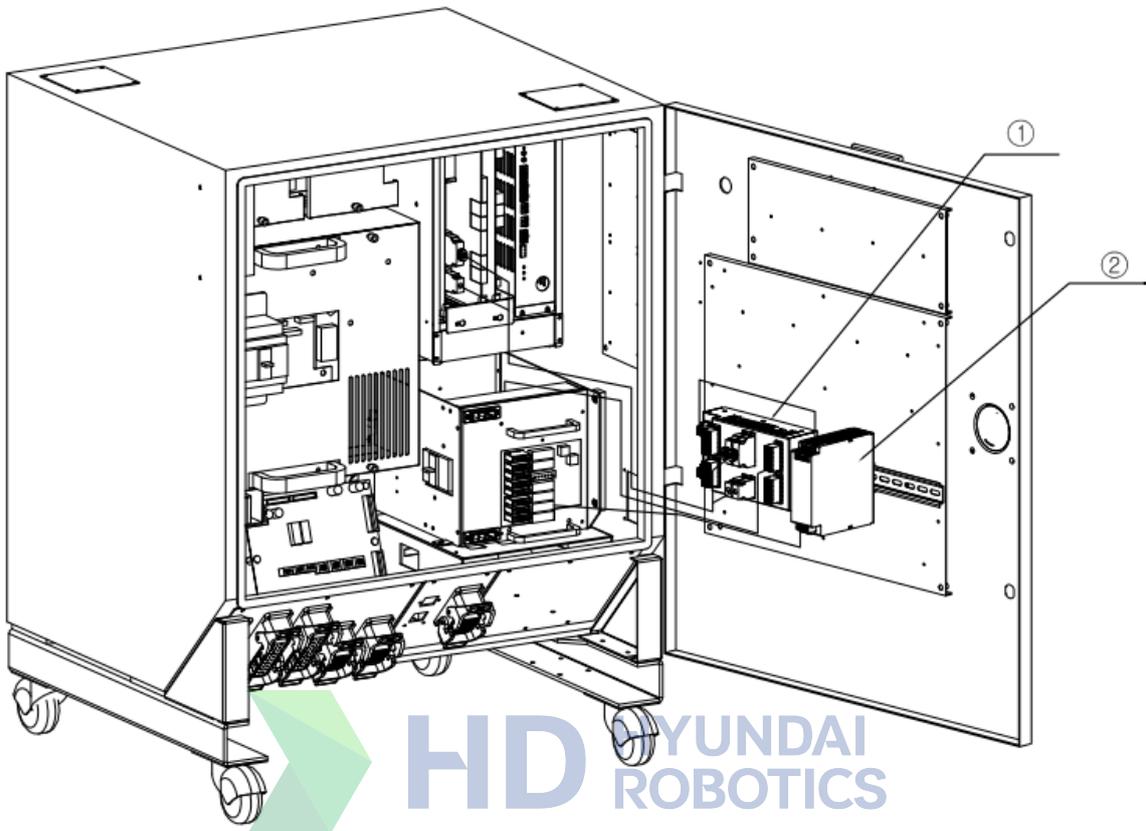


그림 3.9 SafeSpace 모듈 설치

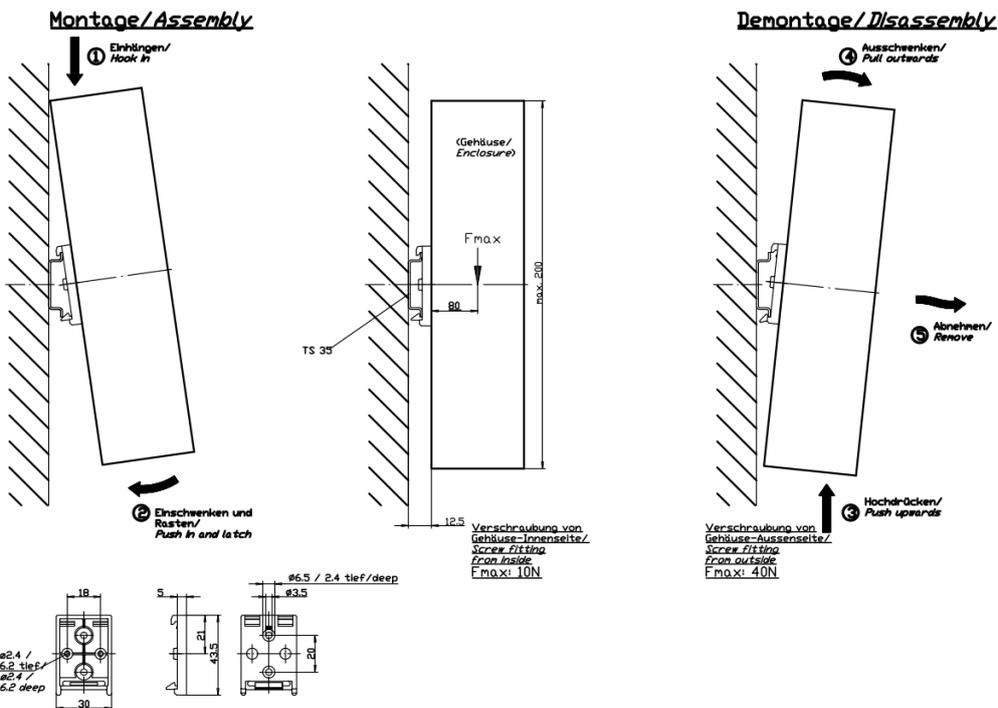


그림 3.10 벽면 부착 방법

3.5.3. 전원 연결 및 사양



그림 3.11 SafeSpace의 전원 커넥터

표 3-2 전원 포트 설명

용도	터미널 블록	핀 번호	명칭	설명	동작
전원 입력 (채널 1)	TBPOW1	1	POW1(+)	SafeSpace 의 전원 전압 입력(ch.1)	DC24V
		2	POW1(-)	SafeSpace 의 전원 접지 입력(ch.1)	DC24V GND
전원 입력 (채널 2)	TBPOW2	1	POW2(+)	SafeSpace 의 전원 전압 입력(ch.2)	DC24V
		2	POW2(-)	SafeSpace 의 전원 접지 입력(ch.2)	DC24V GND

입력 전원은 아래 표와 같은 일반 사양인 DC24V / 40W 를 사용합니다.

표 3-3 전원 사양

항목	사양	비고
주위 온도	-40 ~ 85° C	
공칭 출력 전압	24V DC ± 5%	
공칭 출력 전류	1.7A 초과	
잔류 리플	< 100mV _{pp} (공칭값 적용)	
출력 전원	40W 초과	
MTBF	> 1,000,000h(40° C)	
표준	IEC 60950-1(SELV)	

3.5.4. Hi5a 제어기와 SafeSpace 간의 이더넷 연결

SafeSpace 를 사용하기 위해서는 아래 절차에 따라 SafeSpace 의 이더넷 1 을 BD511 보드의 CNETN1 이나 CNETN2 커넥터에 연결해야 합니다.

1. SafeSpace 모듈 연결을 위해 Hi5a의 이더넷 포트를 선택합니다

- ① R 버튼을 누른 후 '257'을 입력합니다

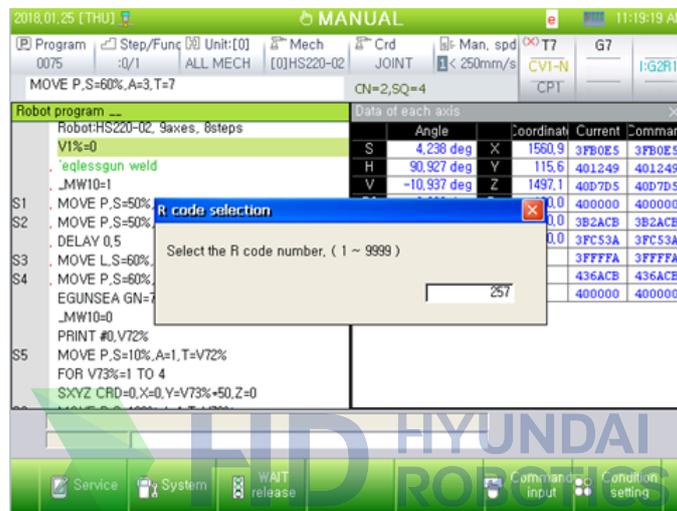


그림 3.12 R 코드 대화상자

- ② Hi5a 제어기의 EN0 나 EN2 를 선택합니다

- EN0 은 BD511 보드의 CNETN1 커넥터에 해당합니다.
- EN2 은 BD511 보드의 CNETN3 커넥터에 해당합니다.

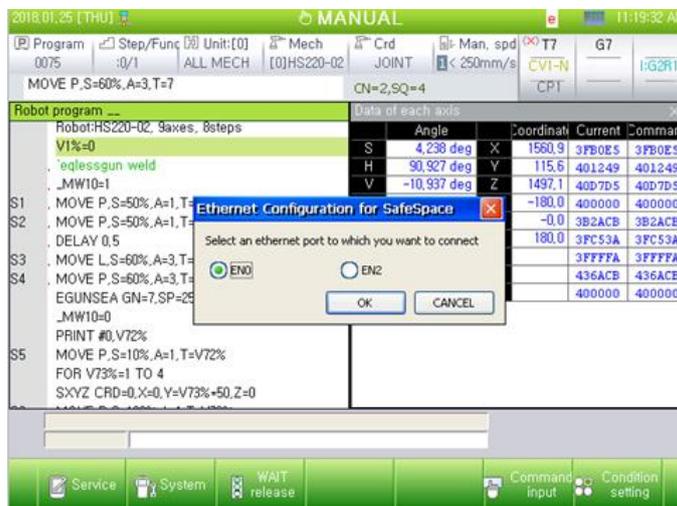


그림 3.13 이더넷 포트 선택

2. SafeSpace 모듈 내부에 있는 Hi5a 제어기의 IP 주소를 선택합니다

- ① 채널 1의 DIP 스위치 값이 0이면, 초기 IP 주소인 192.168.1.251이 Hi5a 제어기에 사용됩니다. (DIP 스위치의 모든 핀들은 OFF)

채널 1의 DIP 스위치 값이 0이 아니면, IP 주소 192.168.1.xxx가 Hi5a 제어기에 사용됩니다. (xxx는 DIP 스위치의 값)

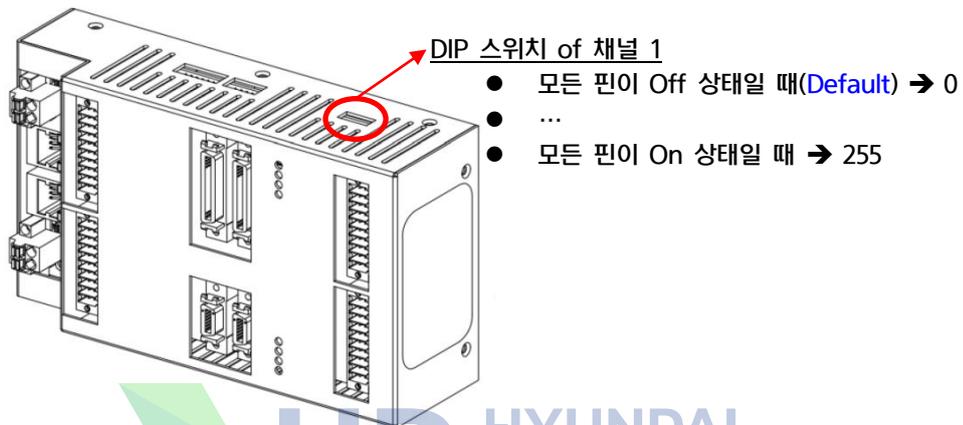


그림 3.14 DIP switch of channel 1

※ SafeSpace 모듈의 고정 IP 주소는 192.168.1.45입니다
Hi5a 제어기에 이 IP 주소를 쓰지 마십시오

3. Set the IP address of Hi5a controller side. Hi5a 제어기의 IP 주소를 설정합니다.

- ① 『 [F2] 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『9: 네트워크』 → 『1: 환경설정』 순으로 선택합니다.

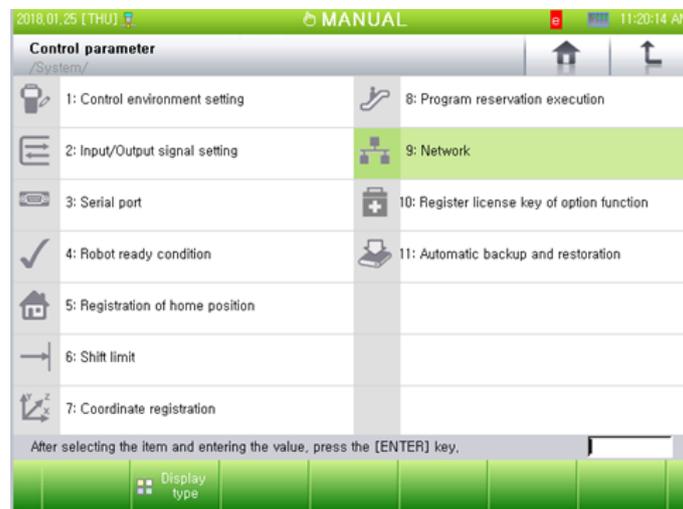


그림 3.15 네트워크 메뉴

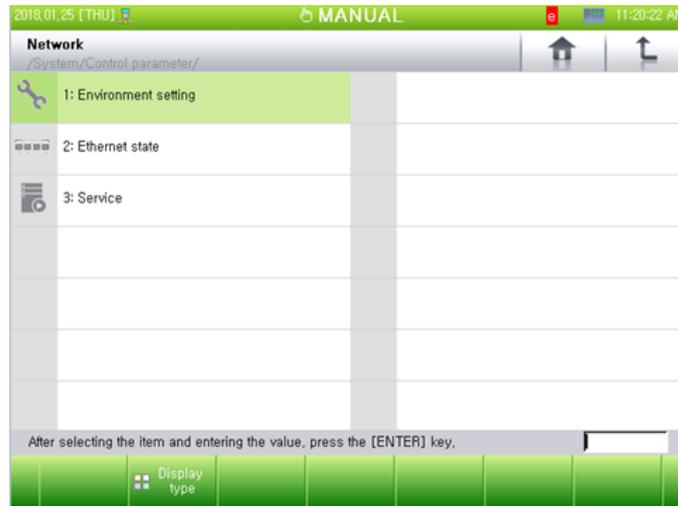


그림 3.16 환경 설정 메뉴

- ② EN2 나 EN0.의 IP 주소를 설정합니다.

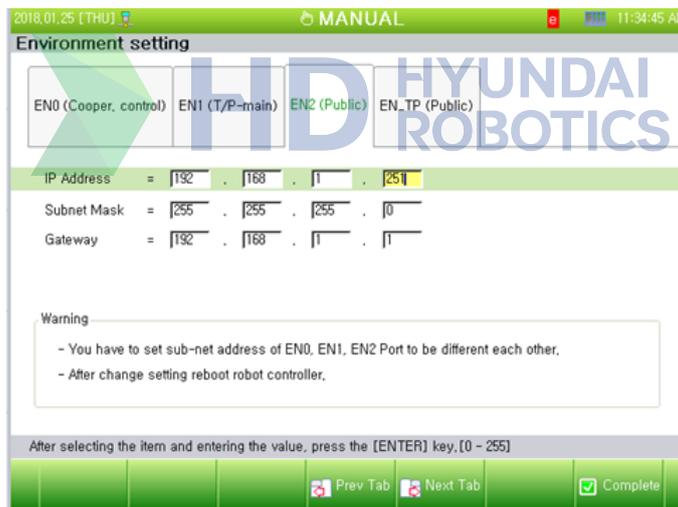


그림 3.17 IP 주소

4. SafeSpace 모듈의 이더넷 1과 BD511 메인보드의 CNETN3(EN2)이나 CNETN1(EN0)에 이더넷 케이블을 연결 하십시오. 노이즈 내성을 높이기 위해 STP 케이블을 사용하는 것이 좋습니다.

① SafeSpace 인터페이스에 EN2 가 사용되는 경우

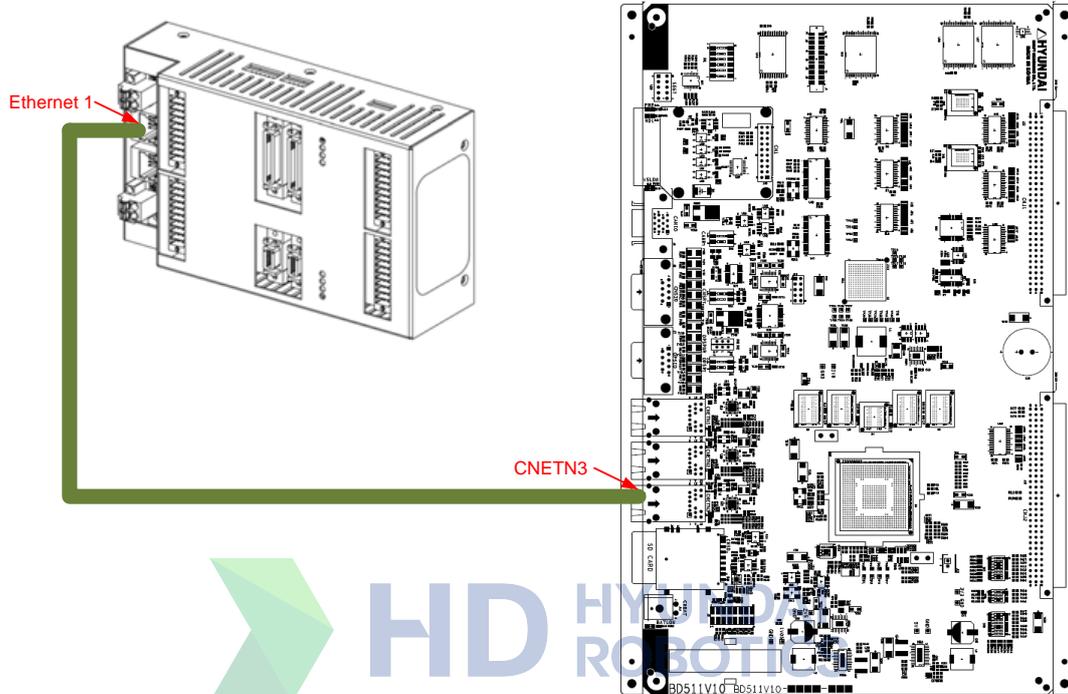


그림 3.18 이더넷 케이블 연결 (EN2)

② SafeSpace 인터페이스에 EN0 가 사용되는 경우

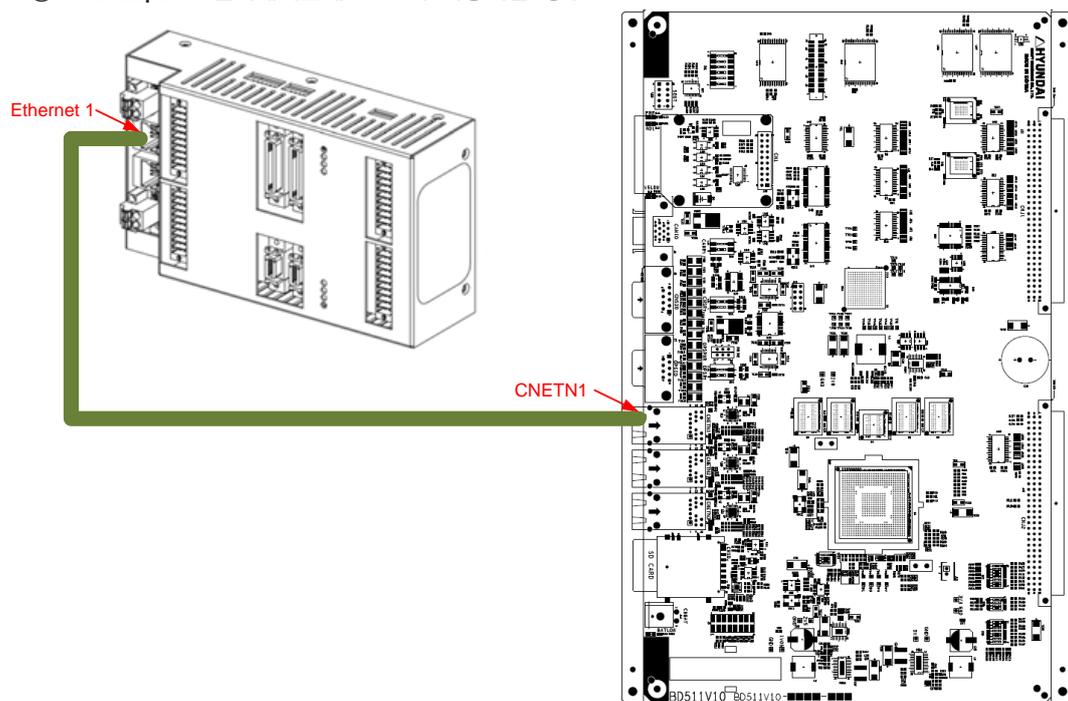


그림 3.19 이더넷 케이블 연결 (EN0)

3.5.5. SIO/DIO 연결 및 사양

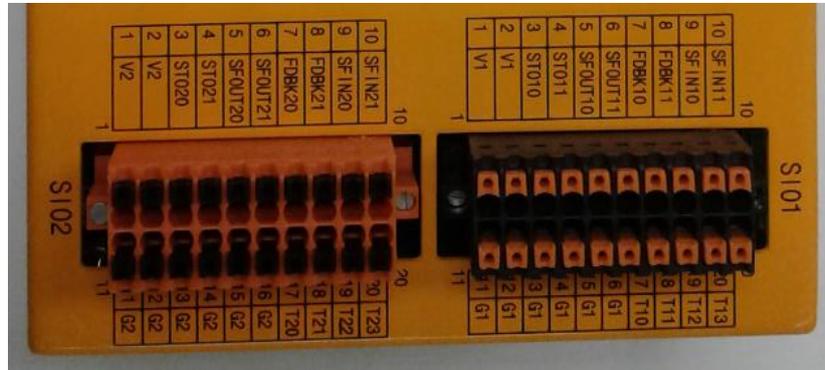


그림 3.20 SafeSpace 의 SIO 커넥터

표 3-4 SIO 포트 설명

용도	터미널 블록	핀 번호	명칭	설명	동작	
안전 기능 (채널 1)	TBSIO1	1	V1	SIO 의 출력 전압	DC24V	
		2	V1	SIO 의 출력 전압	DC24V	
		3	STO10	STO 출력 0(ch.1)	(+) 침강 입력 유형 ON : 24V, 10mA OFF : 플로팅 (+) 소상 출력 ON : 24V, 120mA OFF : 플로팅 <전류 한계> 800mA/전체 포트	
		4	STO11	STO 출력 1(ch.1)		
		5	SFOUT10	안전 기능 출력 0(ch.1)		
		6	SFOUT11	안전 기능 출력 1(ch.1)		
		7	FDBK10	STO 피드백 입력 0(ch.1)		
		8	FDBK11	STO 피드백 입력 1(ch.1)		
		9	SFIN10	안전 기능 입력 0(ch.1)		
		10	SFIN11	안전 기능 입력 1(ch.1)		
		11	G1	SIO 의 출력 접지		DC24V GND
		12	G1	SIO 의 출력 접지		DC24V GDN
		13	G1	SIO 의 출력 접지	DC24V GND	
14	G1	SIO 의 출력 접지	DC24V GDN			
안전 기능 (채널 2)	TBSIO2	15	G1	SIO 의 출력 접지	DC24V GND	
		16	G1	SIO 의 출력 접지	DC24V GDN	
		17	T10	테스트 펄스 출력 0(ch.1)	(+) 소상 펄스 출력 ON : 24V, 120mA OFF : 플로팅	
		18	T11	테스트 펄스 출력 1(ch.1)		
		19	T12	테스트 펄스 출력 2(ch.1)		
		20	T13	테스트 펄스 출력 3(ch.1)		
		1	V2	SIO 의 출력 전압	DC24V	
2	V2	SIO 의 출력 전압	DC24V			
3	STO20	STO 출력 0(ch.2)	(+) 침강 입력 유형 ON : 24V, 10mA OFF : 플로팅 (+) 소상 출력 ON : 24V,			
4	STO21	STO 출력 1(ch.2)				
5	SFOUT20	안전 기능 출력 0(ch.2)				
6	SFOUT21	안전 기능 출력 1(ch.2)				
7	FDBK20	STO 피드백 입력 0(ch.2)	ON : 24V,			

용도	터미널 블록	핀 번호	명칭	설명	동작
		8	FDBK21	STO 피드백 입력 1(ch.2)	120mA OFF : 플로팅 <전류 한계> 800mA/전체 포트
		9	SFIN20	안전 기능 입력 0(ch.2)	
		10	SFIN21	안전 기능 입력 1(ch.2)	
		11	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GND
		12	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GDN
		13	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GND
		14	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GDN
		15	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GND
		16	G2	SIO 의 출력 접지	DC24V GDN
		17	T20	테스트 펄스 출력 0(ch.2)	(+) 소싱 펄스 출력 ON : 24V, 120mA OFF : 플로팅
		18	T21	테스트 펄스 출력 1(ch.2)	
		19	T22	테스트 펄스 출력 2(ch.2)	
		20	T23	테스트 펄스 출력 3(ch.2)	



그림 3.21 SafeSpace 의 DIO 커넥터

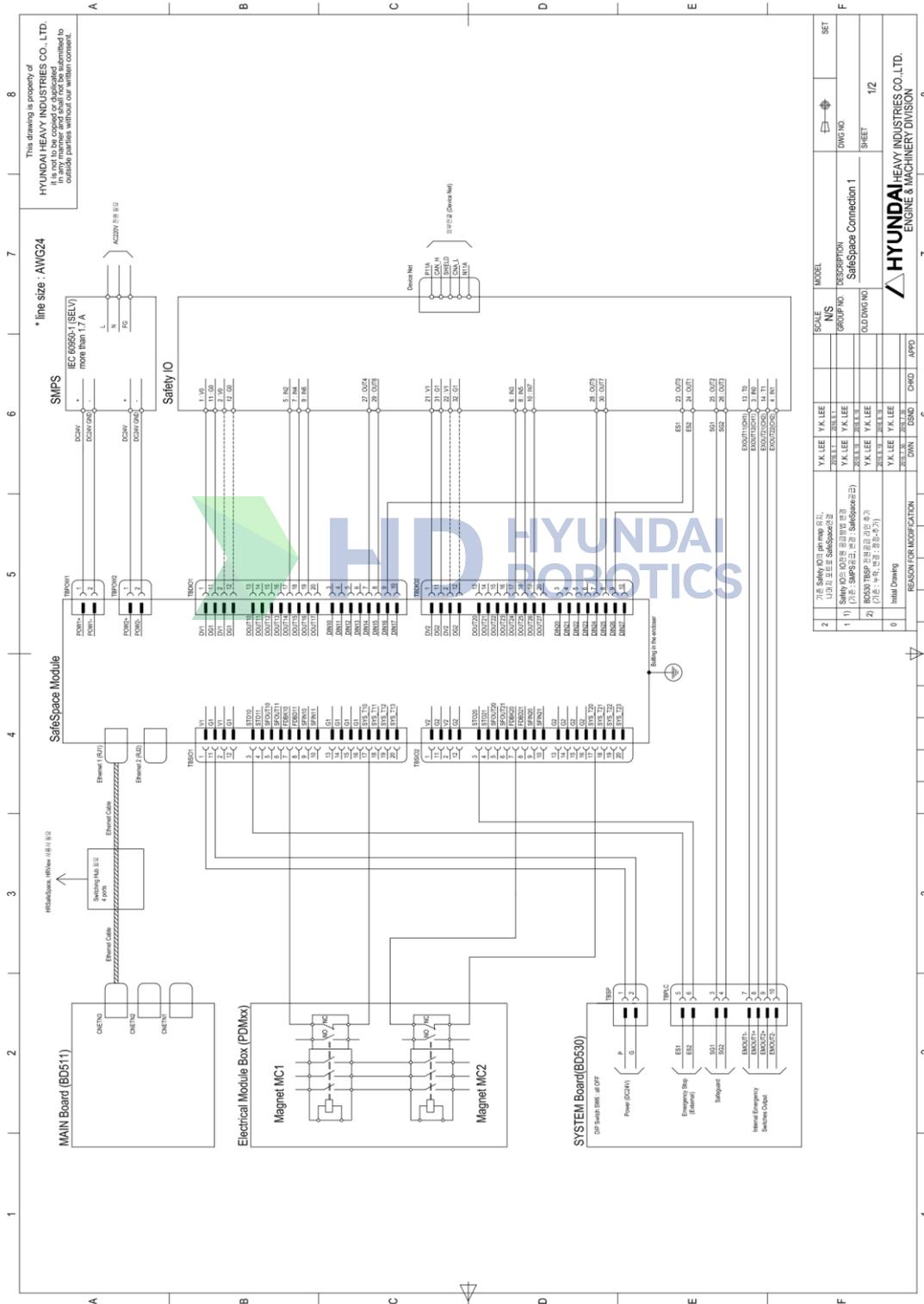
표 3-5 DIO 포트 설명

용도	터미널 블록	핀 번호	명칭	설명	동작
원격 IO 연결 (채널 1)	TBDIO1	1	DV1	DIO 의 출력 전압	DC24V
		2	DV1	DIO 의 출력 전압	DC24V
		3	DIN10	디지털 입력 0(ch.1)	(+) 침강 입력 유형 ON : 24V, 10mA OFF : 플로팅
		4	DIN11	디지털 입력 1(ch.1)	
		5	DIN12	디지털 입력 2(ch.1)	
		6	DIN13	디지털 입력 3(ch.1)	
		7	DIN14	디지털 입력 4(ch.1)	
		8	DIN15	디지털 입력 5(ch.1)	
		9	DIN16	디지털 입력 6(ch.1)	
		10	DIN17	디지털 입력 7(ch.1)	
		11	DG1	DIO 의 출력 접지	DC24V GND
		12	DG1	DIO 의 출력 접지	DC24V GDN

용도	터미널 블록	핀 번호	명칭	설명	동작
		13	DOUT10	디지털 출력 0(ch.1)	(+) 소상 출력 유형 ON : 24V, 120mA OFF : 플로팅 <전류 한계> 800mA/전체 포트
		14	DOUT11	디지털 출력 1(ch.1)	
		15	DOUT12	디지털 출력 2(ch.1)	
		16	DOUT13	디지털 출력 3(ch.1)	
		17	DOUT14	디지털 출력 4(ch.1)	
		18	DOUT15	디지털 출력 5(ch.1)	
		19	DOUT16	디지털 출력 6(ch.1)	
		20	DOUT17	디지털 출력 7(ch.1)	
원격 IO 연결 (채널 2)	TBDIO2	1	DV2	DIO의 출력 전압	DC24V
		2	DV2	DIO의 출력 전압	DC24V
		3	DIN20	디지털 입력 0(ch.2)	(+) 침강 입력 유형 ON : 24V, 10mA OFF : 플로팅
		4	DIN21	디지털 입력 1(ch.2)	
		5	DIN22	디지털 입력 2(ch.2)	
		6	DIN23	디지털 입력 3(ch.2)	
		7	DIN24	디지털 입력 4(ch.2)	
		8	DIN25	디지털 입력 5(ch.2)	
		9	DIN26	디지털 입력 6(ch.2)	
		10	DIN27	디지털 입력 7(ch.2)	
		11	DG2	DIO의 출력 접지	DC24V GND
		12	DG2	DIO의 출력 접지	DC24V GDN
		13	DOUT20	디지털 출력 0(ch.2)	(+) 소상 출력 유형 ON : 24V, 120mA OFF : 플로팅 <전류 한계> 800mA/전체 포트
		14	DOUT21	디지털 출력 1(ch.2)	
		15	DOUT22	디지털 출력 2(ch.2)	
		16	DOUT23	디지털 출력 3(ch.2)	
		17	DOUT24	디지털 출력 4(ch.2)	
		18	DOUT25	디지털 출력 5(ch.2)	
		19	DOUT26	디지털 출력 6(ch.2)	
		20	DOUT27	디지털 출력 7(ch.2)	

3.5.6. 연결 유형

다음 그림은 SafeSpace 연결의 예를 나타냅니다.



3. 시스템 구성

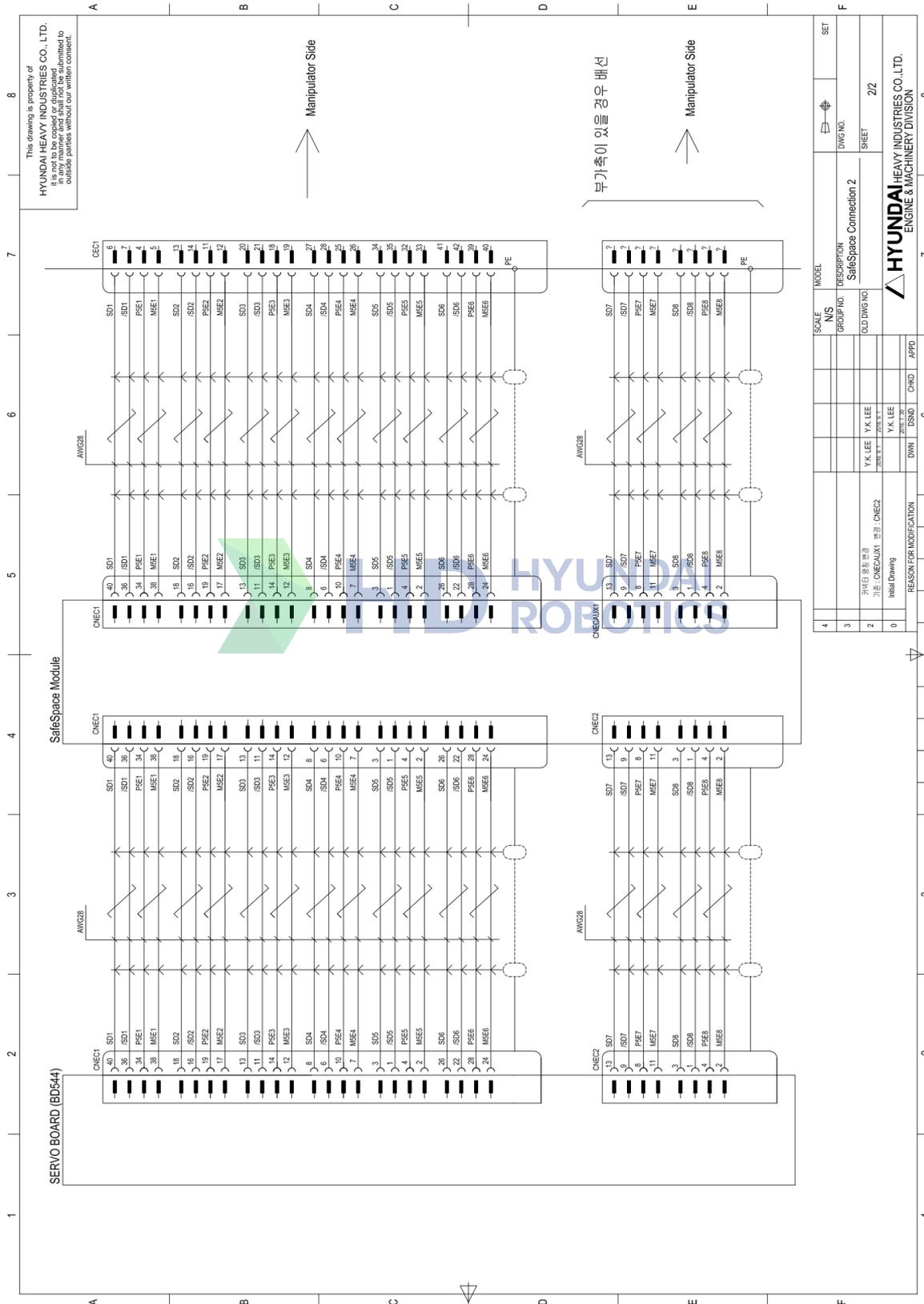


그림 3.23 SafeSpace 연결(2/2)

3.5.7. 마스터링 테스트 모듈

센서 기반 마스터링 테스트에는 마스터링 테스트 모듈이 필요합니다. 마스터링 테스트 모듈은 기존 스위치와 활성화 도구로 이루어져 있습니다.

기존 스위치는 유도형 센서이며 로봇 플랜지 또는 작업 도구에 부착된 활성화 도구로 작동시킬 수 있습니다. 센서는 움직이지 않는 구조물에 장착해야 합니다. 마스터링 테스트 모듈은 작업 장비와 간섭이 없어야 합니다.

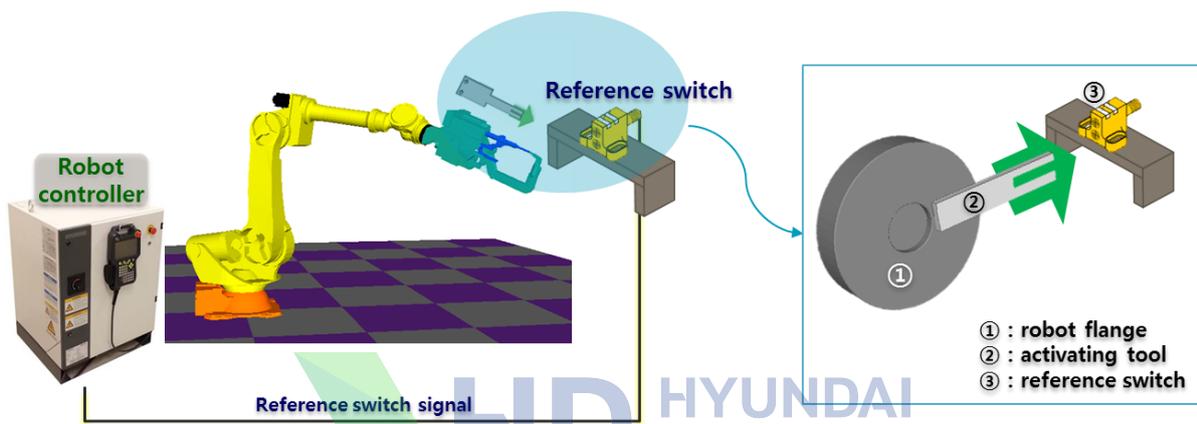
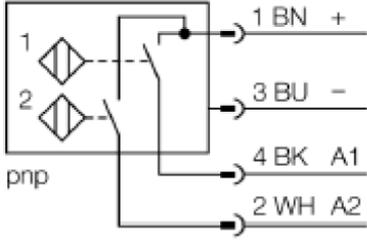
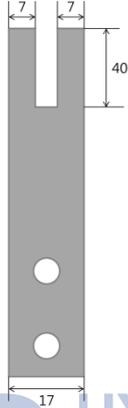


그림 3.24 마스터링 테스트 모듈 설치

표 3-6 마스터링 테스트 모듈 사양

Reference switch	
타입	유도형 센서
작동 전압 [V]	10 ~ 30 DC
정격 스위칭 거리	4 mm
주위 온도 [°C]	-25 ~ +70
출력	PNP, 듀얼 센서
스위칭 주파수	0.05kHz

<p>배선</p>	
<p>Activating tool</p>	
	
<p>두께</p>	<p>7 mm</p>
<p>소재</p>	<p>mild steel</p>

3.6. 동작 모드

시작 또는 전원 켜기 - 전원을 켜는 동안 모든 안전 관련 출력 및 통신 인터페이스가 작동되지 않습니다.

정상 작동 - 정상 작동 시에는 안전 기능과 무결성 보호 조치들이 주기적으로 실행됩니다.

오류 모드 - 고장이 감지된 후에는 무결성 보호 조치가 안전 상태로 전환됩니다.

스위치 끄기 또는 전원 끄기 - 전원을 끄는 동안 모든 안전 관련 출력 및 통신 인터페이스가 작동되지 않습니다.

구성 또는 수정 모드 - 구성 또는 수정 작업 중에는 모든 안전 관련 출력 및 통신 인터페이스가 작동되지 않습니다.

3.7. 표시 및 알람

3.7.1. LED 표시

(1) 부팅 모드 (Power on self-test)

LED1~8 LEDs are blink in sequential order. (Two cycle)

(2) 동작 모드

표 3-7 LED 표시

LED 번호	상태	의미
LED1 (MOD)	녹색 On	- SafeSpace 모듈이 초기화 상태입니다.
	녹색 깜빡임	- SafeSpace 모듈이 작동 상태입니다 (안전 기능이 활성화되었습니다) .
	적색 On	- SafeSpace 모듈이 고장 상태입니다.
	Off	- 전원 Off
LED2 (PARAM)	녹색 On	- 안전 파라미터가 성공적으로 초기화되었습니다.
	녹색 깜빡임	- 안전 파라미터가 아직 초기화되지 않았습니다. - SafeSpace 모듈 Off
	Off	- SafeSpace 모듈이 아직 초기화되지 않았습니다. - 고장 상태
LED3 (CONFIG)	녹색 On	- 로봇 정보가 성공적으로 초기화 되었습니다.
	녹색 깜빡임	- 로봇 정보가 아직 초기화되지 않았습니다 (Hi5a 로봇 제어기로부터 로봇 정보를 기다리십시오).
	Off	- SafeSpace 모듈 Off - SafeSpace 모듈이 아직 초기화되지 않았습니다. - 안전 파라미터가 아직 초기화되지 않았습니다. - 고장 상태
LED4 (COMM)	녹색 On	- 엔코더 통신이 열려 있습니다. - Hi5a 제어기와의 주기적통신이 열려 있습니다.
	녹색 깜빡임	- 엔코더 통신이 열려 있지 않습니다. - Hi5a 컨트롤러와의 주기적 통신이 열려 있지 않습니다..
	Off	- SafeSpace 모듈 Off - SafeSpace 모듈이 아직 초기화되지 않았습니다. - 안전 파라미터가 아직 초기화되지 않았습니다. - 로봇 정보가 아직 초기화되지 않았습니다. - 고장 상태
LED5 (VIOLATION)	녹색 깜빡임	- 안전 파라미터 위반사항이 없습니다.
	적색 깜빡임	- SafeSpace 모듈이 안전 파라미터 위반사항을 검출하였습니다.

LED 번호	상태	의미
	Off	- 안전 기능 (SLS, SLP, SOS)이 활성화되지 않습니다.
LED6 (Ethernet)	녹색 On	- 이더넷 통신이 열려 있습니다.
	Red On	- 이더넷 통신이 열려 있지 않습니다.
LED7 (STO)	녹색 On	- 비상 정지가 활성화되지 않습니다.
	Red On	- 비상 정지가 활성화되었습니다 (STO 가 활성화되었습니다).
LED8 (WD)	녹색 On	- SafeSpace 모듈의 주요 감시 장치는 정상입니다.
	Red On	- SafeSpace 모듈의 주요 감시 장치 타이머가 종료되었습니다.

3.8. 보수

유지 보수 작업자의 안전을 위해 다음 사항에 주의하십시오.

- (1) 로봇이나 SafeSpace 모듈의 전원이 켜진 상태에서는 위험한 상황이 발생할 수 있습니다. 그러므로 유지보수작업을 위해서는 로봇이나 SafeSpace 모듈의 전원을 끄도록 합니다. 만약 전원이 켜진 상태에서 유지보수 작업을 수행해야 하는 경우에는 반드시 비상 정지 버튼을 눌러야 합니다.
- (2) 전원이 연결된 상태에서 로봇 동작 범위 내로 들어가야 한다면 조작 패널의 또는 티치 펜던트의 비상 정지 버튼을 누른 후 동작 범위 내로 들어가야 합니다. 유지 보수 작업자는 유지 보수 작업이 진행 중임을 알려야 하며 다른 사람이 부주의로 로봇을 작동하지 않도록 주의해야 합니다.



현장에서의 하드웨어 또는 소프트웨어 버전 상승은 자격을 갖춘 사람이 수행해야 합니다.



현장에서 안전 제품의 문제가 발생하는 경우 고객은 현대 로보틱스의 로봇 글로벌 서비스 부서로 문의하고 현대 로보틱스가 SafeSpace 모듈을 교체합니다.

- SafeSpace 의 내부 기능은 유지보수 활동이 필요 없습니다. 모든 내부 기능은 자체적으로 테스트됩니다.
- 로봇 제어기의 비상정지 테스트를 6 개월마다 수행하십시오.
 - ① SafeSpace 의 전원을 끄십시오. 로봇 제어기가 비상정지하게 됩니다.
 - ② 로봇이 정지되었는지 확인하십시오.
- 도어 스위치, 비상정지 장치 등 외부 안전 관련 구성요소와 배선을 6 개월마다 테스트하십시오.

- 모터의 엔코더 배터리를 정기적으로 교체해야 합니다.
 - ① 제어기 보수 설명서의 “배터리 교체”항을 참조하십시오. 본 설명서에서는 배터리 유형, 제조사 및 교체 기간과 절차 등에 대해 설명합니다.
 - ② 경고 메시지 : “W0104 (0 축) 엔코더 배터리 전압 강하”





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

5

SafeSpace 기능



4.1. 로봇 모니터링 기능

4.1.1. 글로벌 파라미터

글로벌 파라미터는 데카르트 속도를 모니터링 하기 위한 TCP 속도 한계입니다. 이 파라미터들은 SafeSpace 기능이 활성화 되어 있을 때 항상 모니터링합니다. 세계 좌표계의 TCP 속도가 한계값을 초과하는 경우에는 STO가 활성화 됩니다. 글로벌 파라미터는 감속모드가 활성화 되어 있을 때 최대 TCP 속도와 감속도를 포함합니다.

표 4-1 글로벌 파라미터

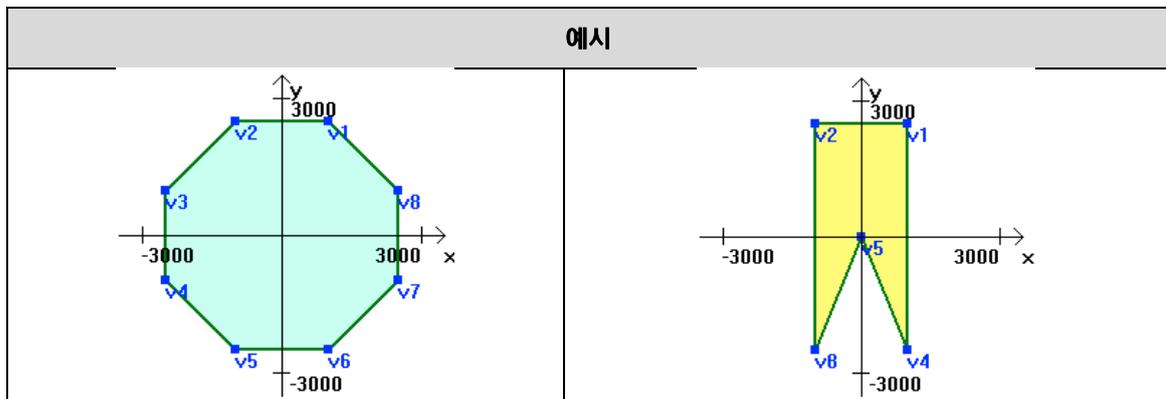
글로벌 파라미터		
파라미터 이름	값	설명
SafeSpace	On/Off	On=SafeSpace가 비활성화됩니다 Off=SafeSpace가 활성화됩니다 기본값: off
Max. Global TCP speed	1~30,000 (mm/s)	데카르트 속도의 글로벌 한계 기본값: 10,000 mm/s
Reduced TCP speed (원격/자동 모드)	1~30,000 (mm/s)	원격/자동 모드의 감속도. 외부 안전 PLC에 의해 활성화됨 기본값: 30,000 mm/s
Reduced TCP speed (수동 모드)	1~250 (mm/s)	수동 모드의 안전 감속도. 외부 안전 PLC에 의해 활성화됨 기본값: 250 mm/s



STO 반응 시간을 고려하여 속도 한계를 구성하는 것이 중요합니다. 커버로 덮지 않으면 충돌 및 부상을 유발할 수 있습니다.

4.1.2. 셀 영역

셀 영역은 일종의 세계 좌표계의 데카르트 작업 공간입니다. 셀 영역은 X-Y 평면 꼭짓점 및 Z 방향 높이로 모델링 될 수 있습니다. 이 영역은 3~10 개의 꼭짓점으로 구성되며 볼록다각형이고 정지 거리를 고려해야 합니다.



블록다각형	오목다각형
-------	-------



로봇 모니터링 기능은 구성된 공간 및 모델링된 공구에 기초하여 수행합니다. 모델링된 공간과 공구에 각 구성요소 전체가 포함되어 있어야 하며 정지 거리도 포함되어야 합니다. 커버로 덮지 않으면 충돌 및 부상을 유발할 수 있습니다.

공구의 구체 모델이 셀 영역을 초과하는 경우 STO가 활성화됩니다. 공구 영역 구성은 3.2.7에서 참조하십시오.

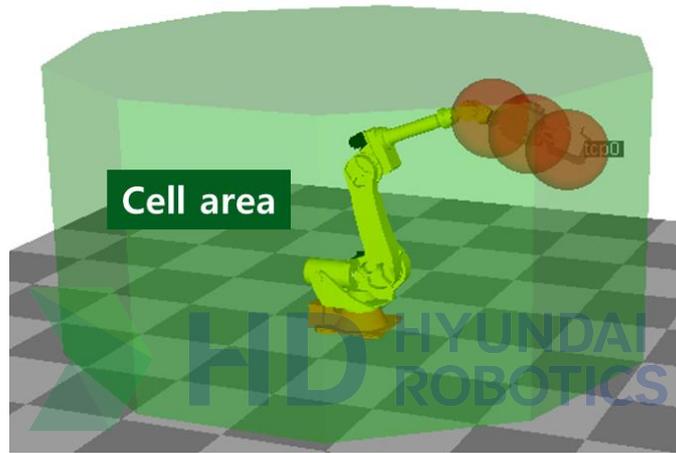


그림 4.1 셀 영역

표 4-2 SafeCell 영역 파라미터

셀 영역 파라미터(1개 셀, 세계 좌표계)		
파라미터 이름	값	설명
Zmin	-30,000~ 30,000(mm)	하단의 Z 좌표값 기본값: -2,000
Zmax	-30,000~ 30,000(mm)	상단의 Z 좌표값 기본값: 5,000
속성: 블록다각형의 모서리 1~10		
On/Off	On/Off	Off=이 모서리가 활성화되지 않습니다 On=이 모서리가 활성화됩니다 기본값: On(모서리 1~4), Off(모서리 5~10)
좌표값	X	모서리의 X/Y 좌표값 기본값: 5,000(모서리 1,4), -5,000(모서리 2,3), 0(모서리 5~10)
	Y	

4.1.3. 데카르트 공간

데카르트 공간은 공구 영역 모니터링을 위한 작업 공간 또는 보호 공간으로 정의할 수 있습니다. 작업 공간은 공구가 자유롭게 움직일 수 있지만 떠날 수는 없는 제한된 공간을 의미합니다. 이와 달리, 보호 공간은 공구가 진입하여 움직일 수 없는 제한된 공간입니다.

데카르트 공간은 원점의 위치와 길이가 세계 좌표계에 있는 최대 12 개의 공간으로 구성할 수 있습니다. 각 공간은 정지 거리를 포함하여 구성해야 합니다. 각 공간은 파라미터 설정 또는 안전 I/O 에 의해 활성화될 수 있습니다.



그림 4.2 데카르트 작업 공간

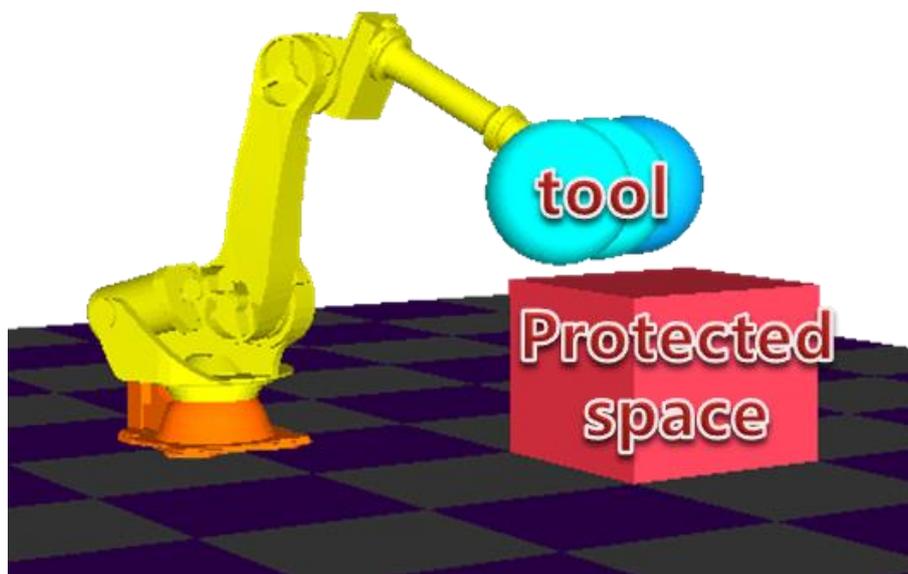


그림 4.3 데카르트 보호 공간

데카르트 공간에 구성된 TCP 속도도 모니터링해야 합니다. TCP 속도가 활성화된 공간의 한계값을 초과하는 경우 STO가 활성화됩니다.

공구의 구체가 데카르트 공간을 위반하면 경계선에서의 정지 구성에 따라 반응합니다. 경계선에서 정지가 커지면 STO가 활성화되고 로봇이 정지합니다. 그렇지 않으면 로봇이 정지하지 않고 안전 PLC로 알람을 전송합니다.

표 4-3 데카르트 공간 파라미터

데카르트 공간 파라미터: 12 개 공간			
파라미터 이름	값	크기 설명	
Name	명칭 문자열	최대 24 글자 기본값="Cartesian Space n" ※ HRSafeSpace에서만 사용됨. 명칭은 로봇 제어기로부터 SafeSpace로 전달되지 않습니다.	
Type	0,1	0=작업 공간(기본값) 1=보호 공간	
Activation	0~2	0=항상 꺼짐(기본값) 1=항상 켜짐 2=안전 I/O	
TCP speed max.	1~30,000 (mm/s)	데카르트 TCP 속도의 한계 기본값: 30,000	
TCP speed monitoring	0,1	공구가 다음과 같을 때 TCP 속도 모니터링 0= 공간 안 1= 공간 밖	
Stop at bound	On/Off	Off=정지하지 않음 On =정지(기본값)	
속성			
Origin	X	-30,000~ 300,000 (mm)	공간의 원점 기본값: 0
	Y		
	Z		
Length	RX	RX,RZ: -180~180(°) RY:-90~90(°)	원점의 방향 기본값: 0
	RY		
	RZ		
Length	LX	60,000 (mm)	X, Y, Z 방향의 길이 기본값: 0
	LY		
	LZ		



로봇 모니터링 기능은 구성된 공간 및 모델링된 공구에 기초하여 수행합니다. 모델링된 공간과 공구에 각 구성요소 전체가 포함되어 있어야 하며 정지 거리도 포함되어야 합니다. 커버로 덮지 않으면 충돌 및 부상을 유발할 수 있습니다.

4.1.4. 조인트 공간

조인트 공간은 조인트 움직임 모니터링을 위한 작업 공간 또는 보호 공간으로 정의할 수 있습니다. 작업 공간은 조인트가 제한된 공간에서만 자유로울 수 있는 곳을 의미합니다. 그 외에, 보호 공간은 조인트가 진입하여 움직일 수 없는 제한된 공간입니다.

조인트 공간은 최대 4 개의 공간으로 구성할 수 있으며 각 공간은 최대 8 개의 축으로 구성됩니다. 각 공간은 정지 거리를 포함하여 구성해야 합니다. 각 공간은 파라미터 설정 또는 안전 I/O 에 의해 활성화될 수 있습니다.



로봇 모니터링 기능은 구성된 공간 및 모델링된 공구에 기초하여 수행합니다. 모델링된 공간과 공구에 각 구성요소 전체가 포함되어 있어야 하며 정지 거리도 포함되어야 합니다. 커버로 덮지 않으면 충돌 및 부상을 유발할 수 있습니다.

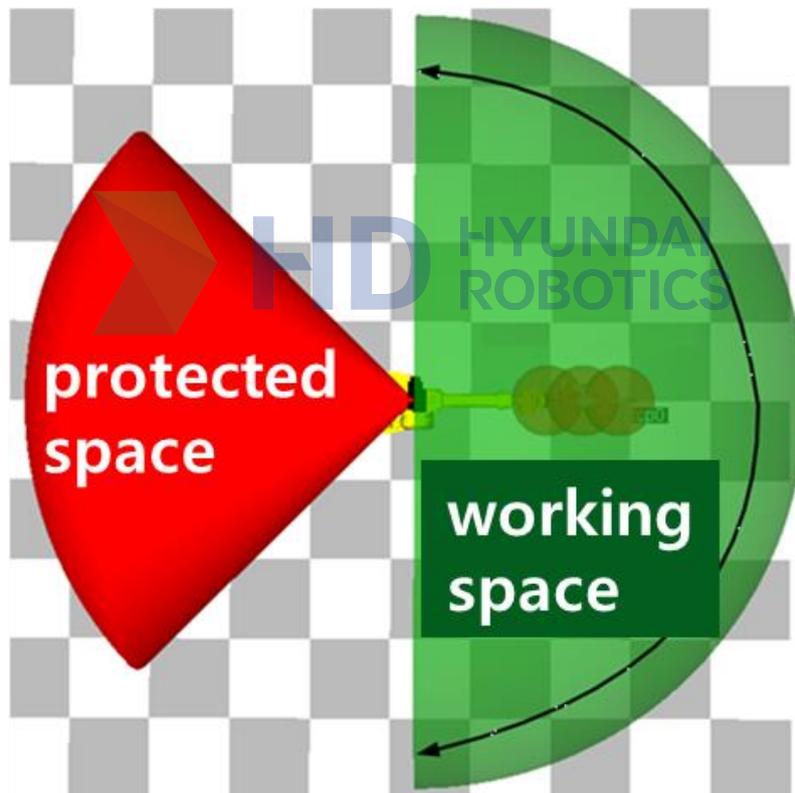


그림 4.4 조인트 공간

조인트 공간에 구성된 TCP 속도도 모니터링해야 합니다. TCP 속도가 활성화된 공간의 한계값을 초과하는 경우 STO가 활성화됩니다.

조인트가 데카르트 공간을 위반하면 경계선에서의 정지 구성에 따라 반응합니다. 경계선에서 정지가 켜지면 STO가 활성화되고 로봇이 정지합니다. 그렇지 않으면 로봇이 정지하지 않고 안전 PLC로 알람을 전송합니다.

표 4-4 조인트 공간 파라미터

조인트 공간 파라미터: 4 개 공간		
파라미터 이름	값	설명
명칭	명칭 문자열	최대 24 글자 기본값="Joint Space n" ※ HRSafeSpace 에서만 사용됨. 명칭은 로봇 제어기로부터 SafeSpace 로 전달되지 않습니다.
Type	0,1	0=작업 공간(기본값) 1=보호 공간
Activation	0~3	0=항상 꺼짐(기본값) 1=항상 켜짐 2=안전 IO 3=안전 필드버스
Max. TCP speed	1~30,000 (mm/s)	데카르트 TCP 속도의 한계 기본값: 30,000
TCP speed monitoring	0,1	공구가 다음과 같을 때 TCP 속도 모니터링 0= 공간 안 1= 공간 밖
Stop at bound	0,1	0=정지하지 않음 1=정지(기본값)
속성: 조인트 1~8		
Monitoring On/Off	On/Off	모니터링 활성화 Off=이 조인트는 모니터링되지 않음(기본값) On=이 조인트는 모니터링됨
Min	-360~360(°) 또는 -30,000~ 30,000(mm)	조인트 공간의 하부 경계 기본값: -360
Max	-360~360(°) 또는 -30,000~ 30,000(mm)	조인트 공간의 상부 경계 기본값: 360

조인트 공간의 범위는 로봇 제어기에서 설정된 소프트 한계로 간주해야 합니다. 작업 공간의 범위가 소프트 한계보다 큰 경우 조인트 위치가 소프트 한계 범위를 벗어날 때 로봇이 작업 공간 안에서 정지할 수 있습니다.

4.1.5. 조인트 속도

조인트 속도는 각 조인트 속도를 모니터링하는 한계값입니다. 모니터링이 활성화되어 있는 경우 이런 파라미터를 모니터링합니다. 조인트 속도가 한계값을 초과하는 경우 STO가 활성화됩니다. 조인트 속도 파라미터는 감속 모드가 활성화 되어있을 때 최대 TCP 속도와 감속도를 포함합니다.

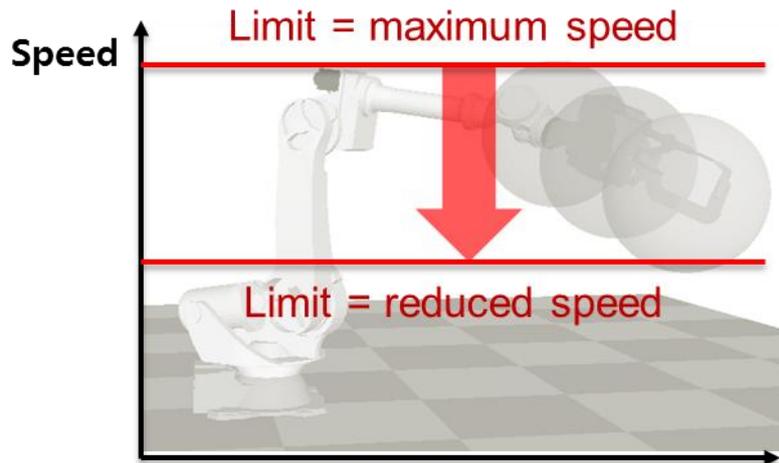


그림 4.5 조인트 속도

표 4-5 조인트 속도 파라미터

조인트 속도 파라미터: 8 개 조인트		
파라미터 이름	값	설명
Monitoring	On/Off	Off=조인트 속도 모니터링이 비활성화됩니다 On= 조인트 속도 모니터링이 활성화됩니다 기본값: Off
Reduced speed (원격/자동 모드)	1~5,000(° /s) 또는 1~10,000(mm/s)	원격/자동 모드의 안전 감속도. 기본값: 5,000(° /s) 또는 10,000 mm/s
Reduced speed (수동 모드)	1~100(° /s) 또는 1~250(mm/s)	수동 모드의 안전 감속도 기본값: 100(° /s) 또는 250 mm/s
Maximum speed of rotation joint	1~5,000(° /s)	최대 조인트 속도 기본값: 1,000
Maximum speed of translation joint	1~30,000(mm/s)	최대 조인트 속도 기본값: 5,000



STO 반응 시간을 고려하여 속도 한계를 구성하는 것이 중요합니다. 커버로 덮지 않으면 충돌 및 부상을 유발할 수 있습니다.

4.1.6. SOS(Safe Operating Stop)

정지 상태를 모니터링하기 위해 SOS 파라미터를 2 개의 조인트 그룹에 의해 구성할 수 있습니다. 각 조인트는 활성화를 선택할 수 있고 조인트 각도 또는 거리의 허용오차를 설정할 수 있습니다.

SOS 가 활성화되면 조인트가 움직이는지 여부에 상관없이 각 축을 모니터링합니다. 조인트 움직임이 구성된 허용오차를 초과하는 경우 STO 가 활성화됩니다.

표 4-6 안전한 작동 정지 파라미터

SOS 파라미터: 8 개 축		
파라미터 이름	값	설명
Monitoring in joint group1	On/Off	Off=이 축은 그룹 1에 포함되어 있습니다 On=이 축은 그룹 1에 포함되어 있지 않습니다 기본값: Off
Monitoring in joint group2	On/Off	Off=이 축은 그룹 2에 포함되어 있습니다 On=이 축은 그룹 2에 포함되어 있지 않습니다 기본값: Off
Joint tolerance	0.001~1(°) 0.003~3(mm)	SOS의 허용된 조인트 허용오차. 기본값: 0.01

4.1.7. 공구

공구는 최대 16 개를 구성할 수 있으며 여러 구체에 의해 모델링됩니다. 각 공구 모델은 최대 6 개의 구체로 구성됩니다. 셀 영역 및 데카르트 공간 모니터링에 공구 모델이 사용됩니다. TCP 는 TCP 속도 한계에 따라 모니터링됩니다. 안전 I/O 신호를 통해 1 개의 공구만 활성화할 수 있습니다.

로봇 플랜지 좌표계에 기초하여 TCP 위치를 구성해야 합니다(그림 3-7 의 X_f , Y_f , Z_f). 로봇 모니터링 기능은 SafeSpace 의 공구 번호 및 TCP 위치가 로봇 제어기의 그것들과 같은지 확인하기 때문에 각 공구의 TCP 위치는 로봇 제어기의 공구 데이터와 일치해야 합니다.

공구 모델링용 구체는 중심과 반지름으로 구성됩니다. 구체의 중심은 로봇 플랜지 좌표계에 기초하여 설정해야 합니다. 이런 파라미터는 로봇 제어기에 설정된 공구 데이터와 독립적입니다. 반지름은 현재 공구 크기 및 최대 TCP 속도에서의 정지 거리를 포함할 만큼 커야 합니다.

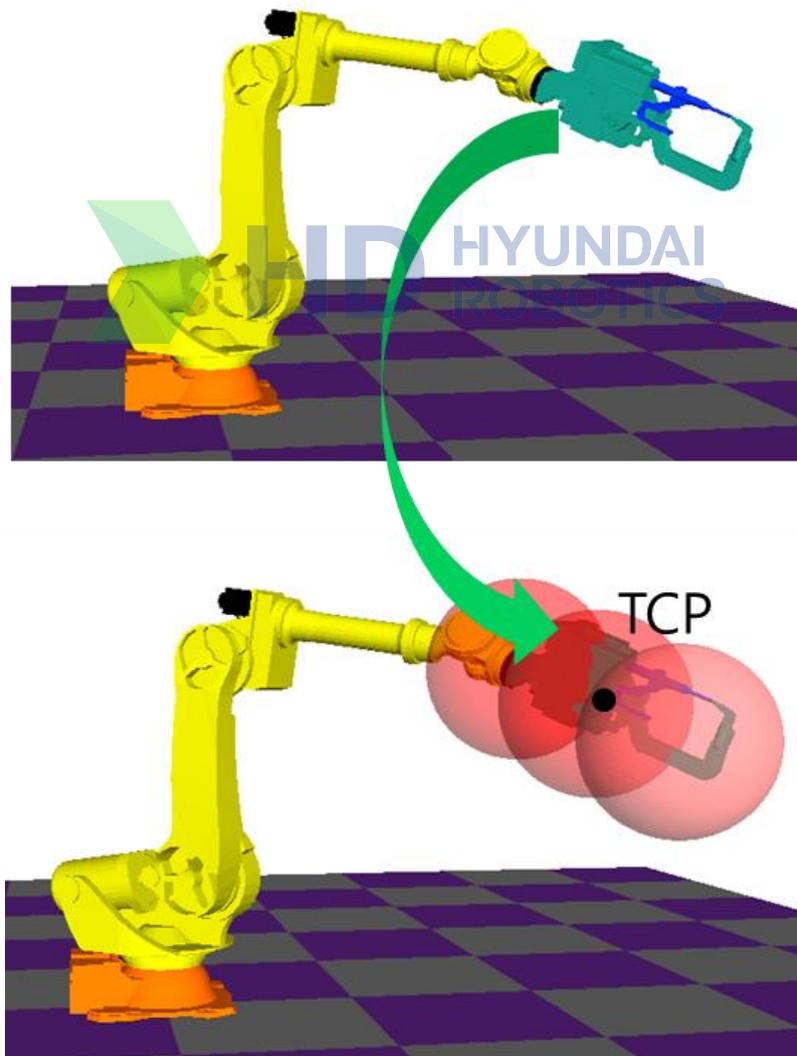


그림 4.6 공구 모델링

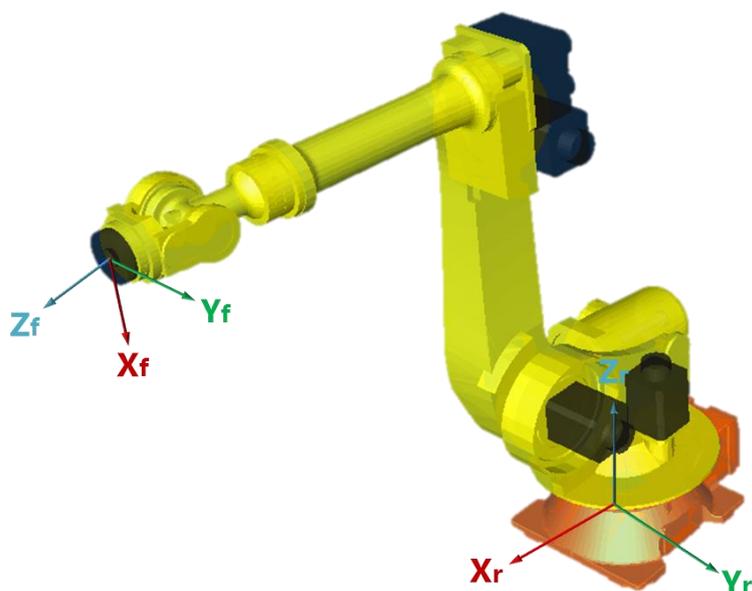


그림 4.7 로봇 플랜지 좌표계

표 4-7 공구 파라미터

공구 파라미터: 공구 1~16			
파라미터 이름	값	설명	
Name	명칭 문자열	최대 24 글자 기본값="Joint Space n" ※ HRSafeSpace 에서만 사용됨. 명칭은 로봇 제어기로부터 SafeSpace 로 전달되지 않습니다.	
TCP	X	-10,000~ 10,000(mm)	TCP 의 XYZ 좌표값 기본값: 0
	Y		
	Z		
속성: 구체 1~6			
On/Off	On/Off	Off=이 구체는 모니터링되지 않음 On=이 구체는 모니터링됨 기본값: On(구체 1), Off(구체 2~6)	
Center	X	-10,000~ 10,000(mm)	플랜지 좌표계에서 구체의 중심의 XYZ 좌표값. 기본값: 0
	Y		
	Z		
Radius	0~10,000 (mm)	구체의 반지름 기본값: 1,000(mm)	

4.2. STO 기능 해제

로봇이 안전 파라미터를 위반하는 경우 SafeSpace 가 STO 를 활성화하고 로봇이 정지합니다. 조작자는 로봇과 안전 파라미터를 확인해야 합니다. 그리고 나서 조작자는 STO 기능을 해제하고 로봇을 안전한 영역으로 이동해야 합니다.

SafeSpace 모니터링 메뉴에서는 구성된 공간의 위반을 모니터링할 수 있습니다. 또한 위반에 의해 발생한 STO 를 해제하고 수동 모드로 로봇을 안전한 영역으로 이동할 수 있습니다. 상태가 실시간으로 업데이트됩니다.

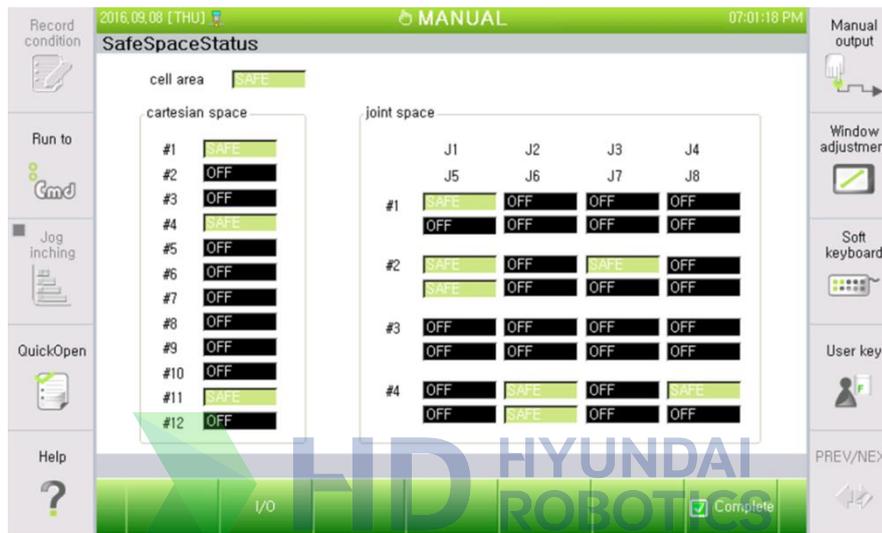


그림 4.8 SafeSpace 상태

STO 가 활성화되면 각 펜던트에서 오류 메시지가 발생하고 SafeSpace 모니터링 메뉴의 I/O 페이지에 표현됩니다. STO 의 원인을 확인하고 로봇을 유지보수할 수 있습니다. I/O 페이지에는 입력/출력 신호의 상태 및 할당이 있습니다.



그림 4.9 SafeSpace I/O

4.3. 마스터링 테스트 기능

신뢰할 수 있는 로봇 모니터링을 위해 로봇의 위치는 타당해야 합니다. 마스터링 테스트 기능은 로봇 및 외부 축의 상태를 평가하는 데 도움이 됩니다. 기준 위치와 현재 위치의 편차가 너무 크면 로봇 제어가 오류를 발생시키고 로봇이 정지됩니다. 조작자는 로봇을 유지보수하고 캘리브레이션해야 합니다.

2 가지 유형의 마스터링 테스트가 존재합니다.

표 4-8 마스터링 테스트 유형

	무센서 마스터링 테스트 (SLMT)	센서 기반 마스터링 테스트 (SBMT)
기준 위치	날카로운 물체 또는 표시된 장비의 위치	전도성 센서의 위치
방법	조작자가 수동으로 수행함	프로그램이 자동으로 수행함
확인	안전 사용자	센서 신호

마스터링 테스트 메뉴에서 사용자는 테스트 유형, 시간 및 위치를 선택해야 합니다. SBMT 및 SLMT 구성 시의 공통 사항입니다.

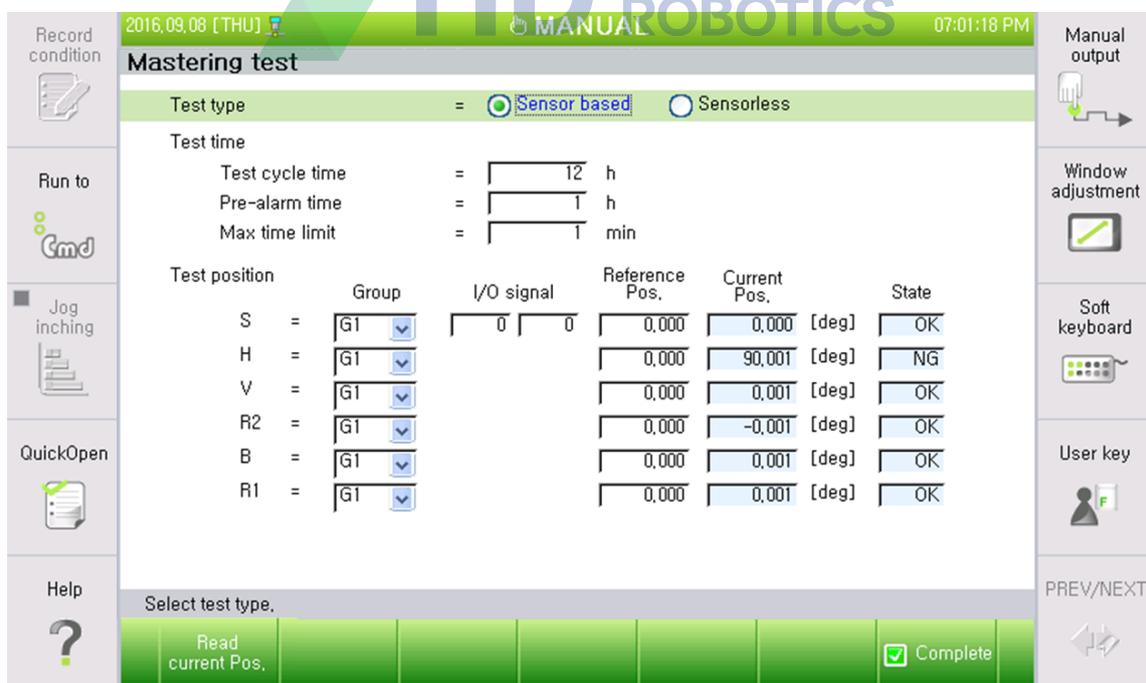


그림 4.10 센서 기반 마스터링 테스트

표 4-9 마스터링 테스트 파라미터

마스터링 테스트	마스터링 테스트 선택	
테스트 유형	테스트 유형 중 하나 선택	
테스트 시간	테스트 사이클 시간 [h]	테스트 사이클 기간 (12h ~720h) 기본값: 12h
	사전 알람 시간 [h]	테스트 시작 전 알람 시간 (1h~11h) 기본값: 1h
	최대 시간 한계 [min]	로봇이 시간 초과로 정지한 경우 모터가 켜진 후 로봇을 이동하는 최대 시간(1분~60 분) 기본값: 1min
테스트 위치	그룹	마스터링 테스트 그룹 번호(1~3)
	I/O 신호	- 입력/출력 신호 - SBMT 를 사용하는 경우만 해당
	기준 위치 [deg], [mm]	- 편차 확인 기준 위치 - 조강하고 F1 키를 누르며 현재 기준 위치 판독
	현재 위치 [deg],[mm] 상태	현재 위치 또는 각 축 - 준비 상태만 해당 현재 위치와 기준 위치 사이의 편차 표현 -OK: 조인트의 위치가 범위 안에 있음 -NG: 조인트의 위치가 범위 밖에 있음

구성된 파라미터를 저장하려면 SafeSpace 비밀번호가 필요합니다. 파라미터 설정 또는 변경 및 SLMT 수행은 비밀번호로 보호해야 합니다. 비밀번호는 HRSafeSpace 로 설정됩니다.

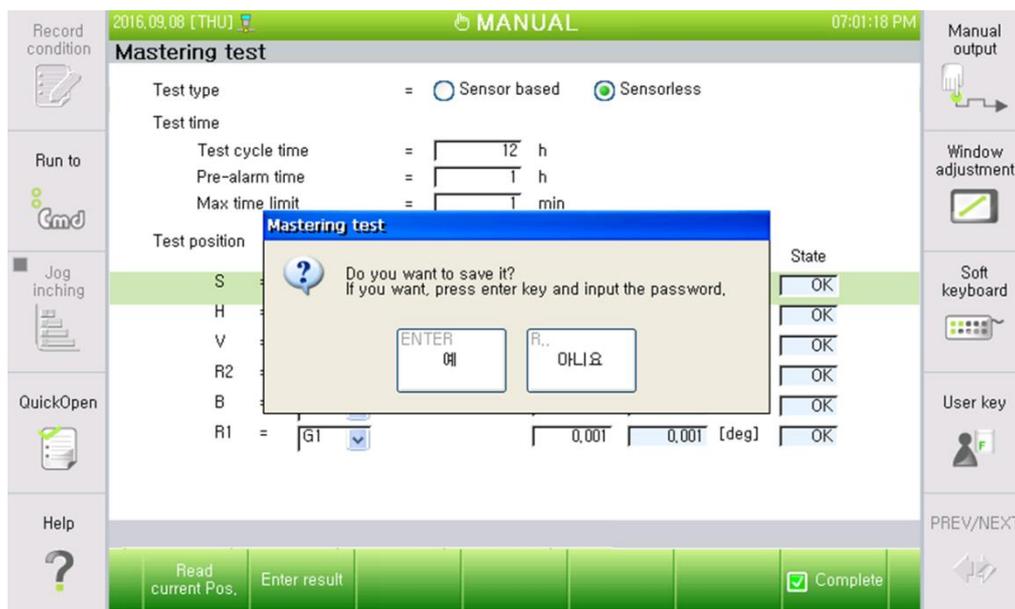


그림 4.11 파라미터를 저장하려면 비밀번호를 입력하십시오.

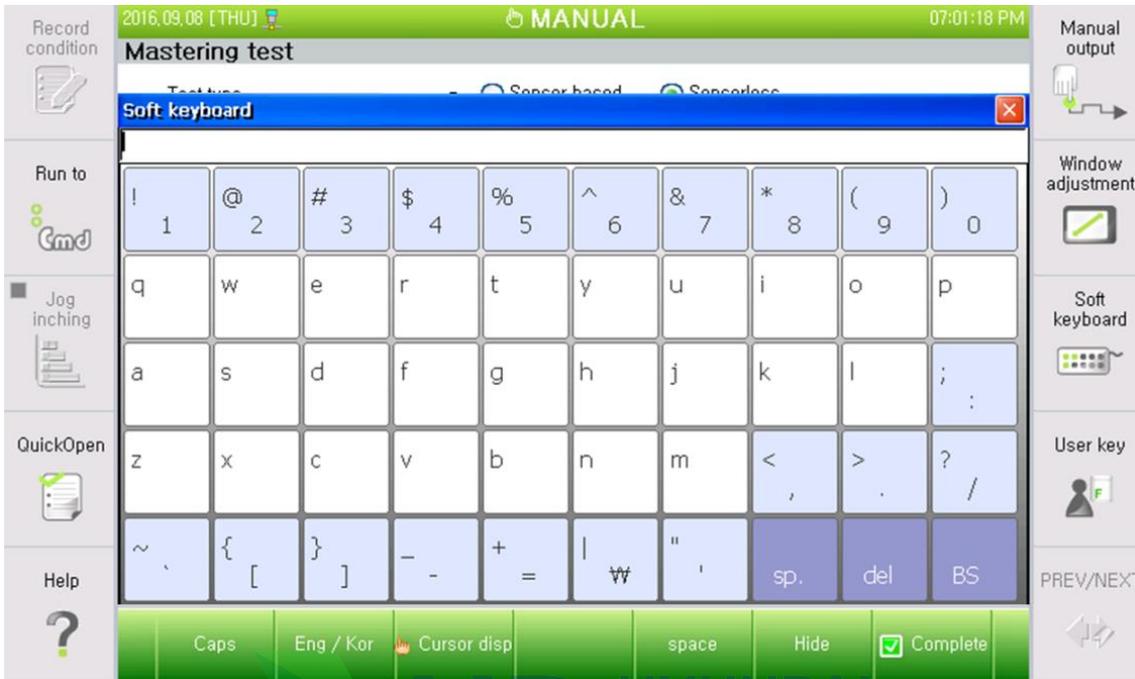


그림 4.12 비밀번호 입력용 소프트 키보드

4.3.1. 무센서 마스터링 테스트

테스트 유형이 무선서 마스터링 테스트(SLMT)로 변경되면 F2 키가 활성화됩니다. 마스터링 테스트 메뉴에서 마스터링 테스트 파라미터를 설정한 후 [F2:Enter result] 키로 SLMT 를 수행할 수 있습니다.

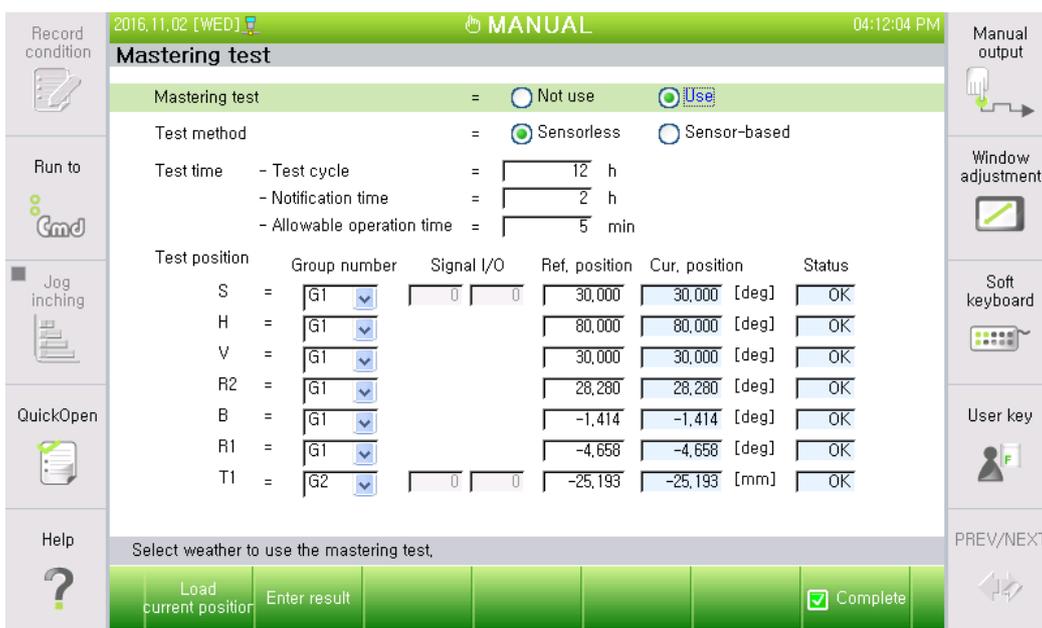


그림 4.13 SLMT 활성화 F2 키

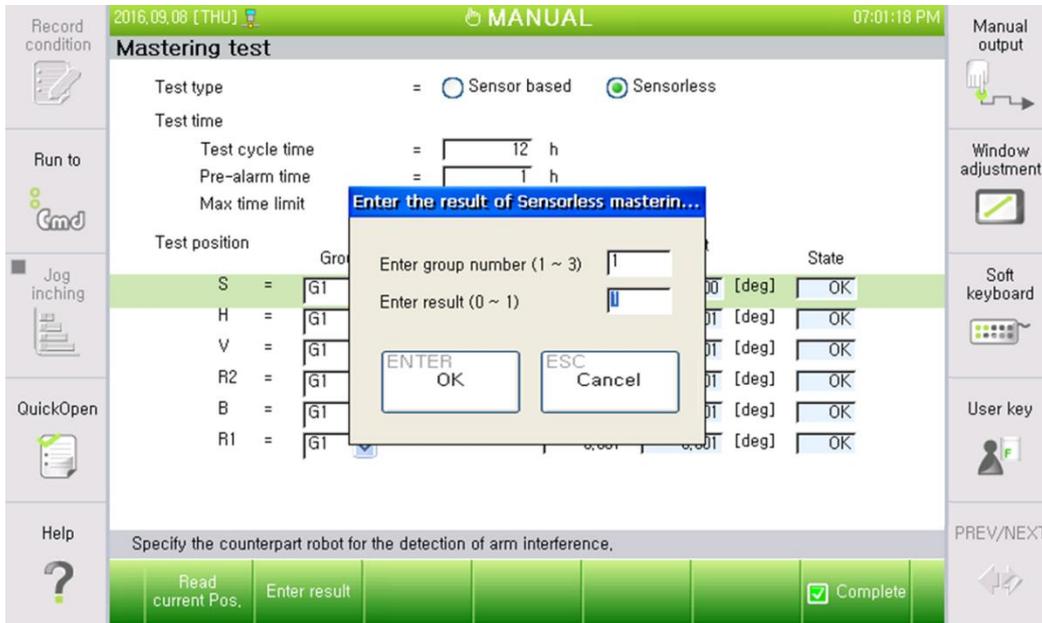


그림 4.14 SLMT 활성화 F2 키

사용자는 기준 위치에서 각 상태가 정상인지 확인하고 육안으로 검증해야 합니다. 그리고 나서 사용자가 그룹 번호와 결과를 입력합니다.

로봇이 기준 위치에서 날카로운 물체를 만나지 않거나 사용자가 테스트 사이클 시간 안에 수행하지 않는 경우 STO가 활성화되고 로봇이 최대 한계 시간 동안 이동할 수 있습니다.

4.3.2. 센서 기반 마스터링 테스트

마스터링 테스트 메뉴에서 마스터링 테스트 파라미터를 설정한 후 센서 기반 마스터링 테스트(SBMT)는 기능 MSTtest 및 시스템 변수 _MSTRef를 이용한 프로그래밍이 필요합니다. 빌트인 PLC는 듀얼 센서 입력 신호에 맞게 프로그래밍해야 합니다.

표 4-10 마스터링 테스트 기능 및 변수

MSTtest		
설명	이 기능은 조건에 따라 브랜치를 정의합니다.	
문법	MSTtest G=<그룹 번호> TEHN CALL <프로그램 번호>	
파라미터	그룹 번호	마스터링 테스트 그룹 번호(1~3)
	프로그램 번호	MST 프로그램 번호
예시	MSTtest G=1 THEN CALL 10	
_MSTRef		
설명	이 변수는 마스터링 테스트 메뉴에서 구성된 기준 위치를 의미합니다.	

문법	_MSTRef<그룹 번호>
예시	P1=_MSTRef1
_MSTResult	
설명	이 변수는 마스터링 테스트의 결과를 의미 합니다 (0=실패, 1=통과)
문법	_MSTResult<그룹 번호>
예시	V1%=_MSTResult1



표 4-11 마스터링 테스트 프로그래밍

MST 프로그램	
설명	<ul style="list-style-type: none"> - 기준 위치 및 접근 위치 티칭 - 충돌을 방지하기 위해 접근 위치가 접근 위치로 이동하고 있습니다 - 기준 위치는 마스터링 테스트 메뉴에서 구성된 값입니다 - 기준 위치는 <code>_MSTRef</code> 를 사용하여 Pose 변수에 할당해야 합니다 - 기준 위치 이동 속도는 안전을 위해 충분히 느리게 설정해야 합니다 - 기준 위치 도착 후 센서 신호 판단을 위한 지연 시간을 삽입하십시오
예시	<pre> P1=_MSTRef1 MOVE L, S=60%,A=1,T=1 : 접근 위치 MOVE L, P1, S=5%,A=0,T=1 : 기준 위치 WAIT 1=_MSTResult1, 10, S5 MOVE L, S=60%,A=1,T=1 END </pre>
메인 프로그램	
설명	<ul style="list-style-type: none"> - 메인 JOB 프로그램에 기능 <code>MSTtest</code> 를 삽입하십시오. - 사전 알람 시간부터 테스트 사이클 시간까지 시간이 충족되면 <code>MSTtest</code> 가 MST 프로그램을 호출합니다
예시	<pre> MOVE L, S=60%,A=1,T=1 MOVE L, S=60%,A=1,T=1 MOVE L, S=60%,A=1,T=1 MSTtest G=1 THEN CALL 10 END </pre>
그룹의 수는 MST 프로그램의 수와 같습니다.	

로봇 제어가 기준 위치에서 센서 신호를 수신하지 않거나 `MSTtest` 가 테스트 사이클 시간 안에 수행되지 않는 경우 `STO` 가 활성화되고 로봇이 최대 한계 시간 동안 이동할 수 있습니다.

4.3.3. 마스터링 테스트 상태 모니터링

모니터링 창에는 마스터링 테스트 상태가 표시됩니다. 이 창에는 마지막 실행 날짜, 테스트 전 잔여 시간, 각 마스터링 그룹의 진행 상황이 나타납니다.

[F1]: 서비스』 → 『1: 모니터링』 → 『25: 마스터링 테스트 상태』 를 선택하여 설정할 수 있습니다.

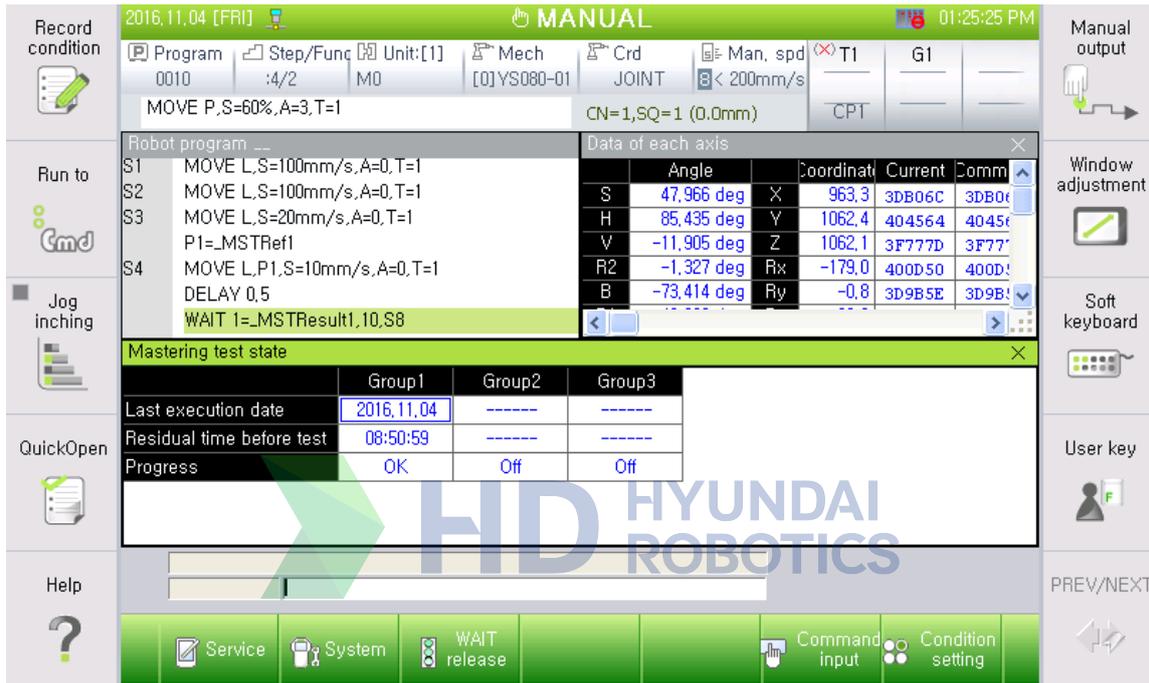


그림 4.15 마스터링 테스트 상태 모니터링

마스터링 테스트 진행 시 4 가지 경우가 나타날 수 있습니다.

- **Off:** SafeSpace 를 사용하지 않거나 마스터링 테스트를 비활성화 시킴
- **Error:** 마스터링 테스트 결과는 실패
- **OK:** 마스터링 테스트 결과는 통과
- **Ready:** 마스터링 테스트 실행 가능
- **Play:** 마스터링 테스트 진행중
- **Time limit:** 오류 상태 이후 마스터링 테스트를 위해 로봇 이동 가능





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

5

안전 I/O 신호



5. 안전 I/O 신호

SafeSpace

HRSafeSpace 를 사용하여 안전 I/O 를 할당할 수 있습니다. 입력 및 출력 신호를 각각 최대 8 까지 구성할 수 있습니다.

표 5-1 안전 I/O 파라미터

안전 I/O 파라미터: 8개 입력/출력		
파라미터 이름	값	설명
IN0~IN3		
입력 신호 할당	0~25	활성화 신호 할당 0=없음 1=비상 정지 2=기준 스위치 입력 3=감속도 모니터링 4=안전한 작동 정지(그룹 1) 5=안전한 작동 정지(그룹 2) 6~17=데카르트 공간 1~12 18~21=조인트 공간 1~4 22=공구 번호(비트 0) 23=공구 번호(비트 1) 24=공구 번호(비트 2) 25=공구 번호(비트 3)
IN4~IN7		
입력 신호 할당	0~21	활성화 신호 할당 0=없음 1=비상 정지 2=기준 스위치 입력 3=감속도 모니터링 4=안전한 작동 정지(그룹 1) 5=안전한 작동 정지(그룹 2) 6~17=데카르트 공간 1~12 18~21=조인트 공간 1~4 ※ 공구 번호의 활성화 신호는 IN4~7에 할당할 수 없습니다.
OUT0~ OUT7		
출력 신호 할당	0~50	모니터링 신호 할당 0=없음 1=STO 활성화 상태 2=위반 알람 3= SafeSpace 활성화 상태 4= 감속도 활성화 상태 5= SOS(그룹 1) 활성화 상태 6= SOS(그룹 2) 활성화 상태 7=글로벌 TCP 속도 위반 8=호출 영역 위반 9=SOS(그룹 1) 위반 10=SOS(그룹 2) 위반 11~18=조인트 속도 위반(조인트 1~8) 19~30=데카르트 공간 위반(공간 1~12) 31~34=조인트 공간 1~4 위반 35~46=데카르트 공간 속도 위반(조인트 1~12) 47~50=조인트 공간 속도 위반



HD

HYUNDAI
ROBOTICS

6

HRSafeSpace 설치
및 시작



6. HRSafeSpace 설치 및 시작

설치 프로그램 파일 HRSafeSpace.msi 를 실행하십시오. [Next >] 버튼을 누르면서 지침에 따르십시오.



그림 6.1 HRSafeSpace 설치 마법사

설치가 완료되면 바탕화면과 Windows 시작 버튼에 HRSafeSpace의 아이콘이 생성됩니다. 바탕화면의 아이콘을 두 번 클릭하거나 HRSafeSpace 를 선택하십시오. Windows 시작 버튼.

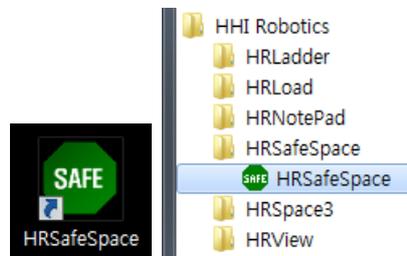


그림 6.2 HRSafeSpace 아이콘



HD

HYUNDAI
ROBOTICS

7

HRSafeSpace - 기본



7.1. 데이터 입력

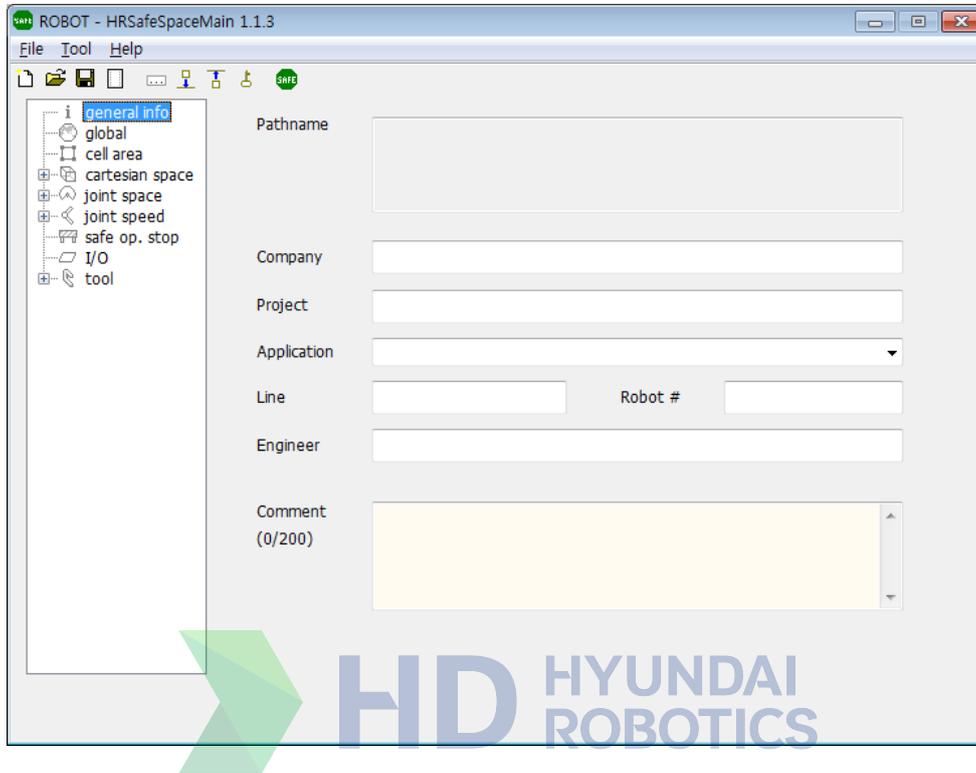


그림 7.1 HRSafeSpace 실행 화면

HRSafeSpace 가 시작되면 그림 3.1 과 같이 화면이 표시됩니다. 왼쪽에는 그룹 선택을 위한 트리 제어가 위치하고 있습니다. HRSafeSpace 는 9 개 그룹의 파라미터를 제공합니다. 그 중에서 일부 그룹은 아래와 같이 하위 그룹이 있습니다.

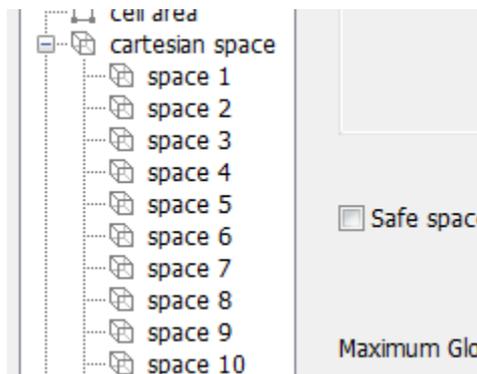


그림 7.2 일부 그룹은 하위 그룹이 있습니다

그룹 또는 하위 그룹 노드를 클릭하면 해당 설정 페이지가 표시됩니다. 우선, 페이지에 기본 파라미터 값들이 채워져 있습니다. 파라미터를 수정하십시오. 트리 제어의 다른 노드를 클릭하면 수정된 값이 HRSafeSpace 의 메모리에 적용됩니다.

파라미터를 기본값으로 재초기화하려면 File - New 메뉴를 선택하거나  버튼을 클릭하십시오.

7.2. 데이터 저장 및 열기

파라미터 수정이 완료되면 File - Save 메뉴를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하여 저장하십시오.

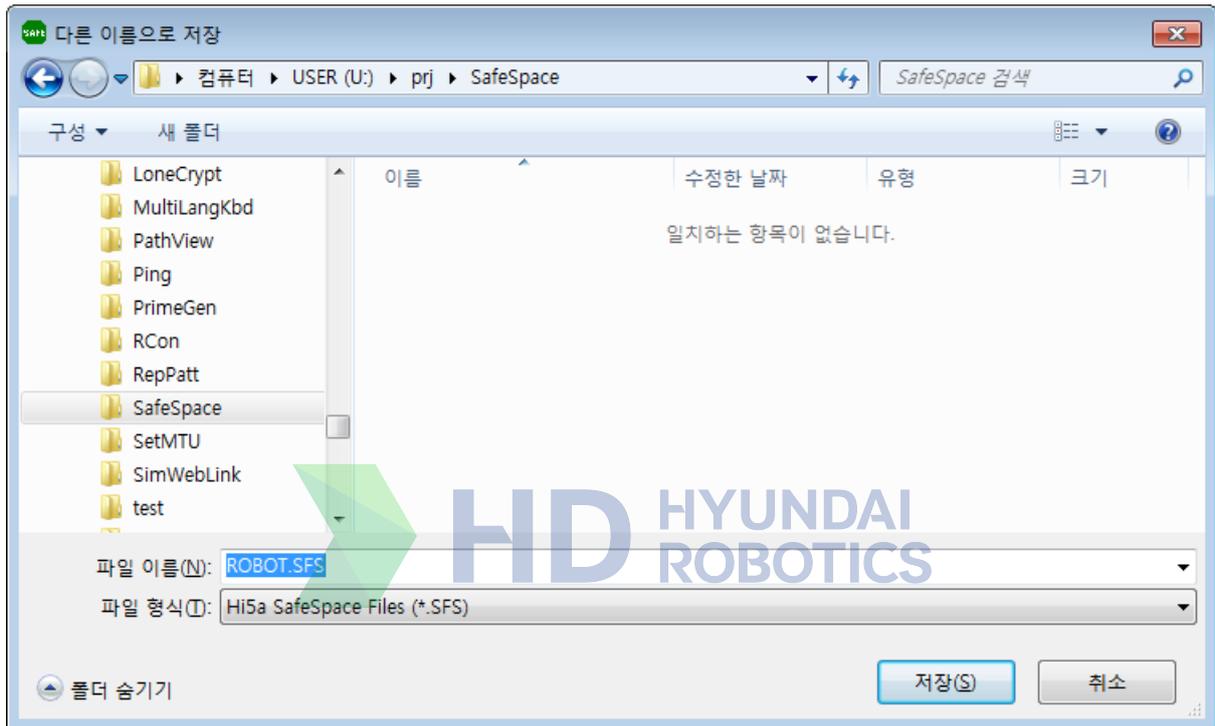


그림 7.3 Save 대화 상자

기본 파일 제목은 ROBOT이며 파일 확장자는 .SFS입니다. 파일 제목을 원하는 대로 변경할 수 있지만 SFS 파일을 다운로드하면 파일이 Hi5a 로봇 제어기에 표준 이름인 'ROBOT.SFS'로 저장됩니다.

그리고 File - Open... 메뉴를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하여 저장된 파일을 불러올 수 있습니다.

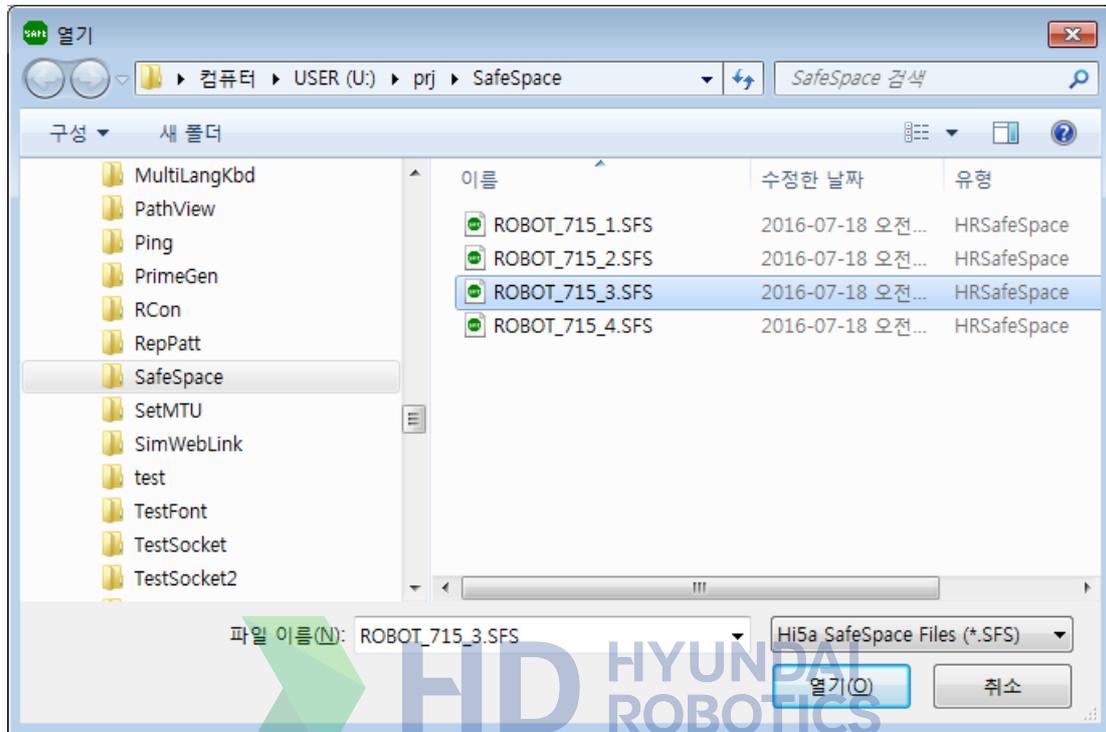


그림 7.4 Open... 대화 상자

전체 경로/파일명이 일반 정보 그룹의 페이지에 표시됩니다.

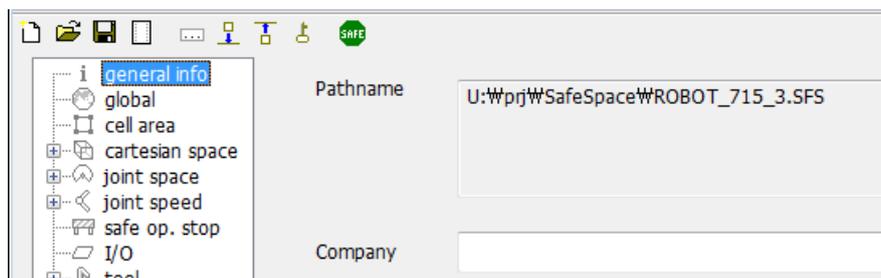


그림 7.5 전체 경로/파일명

7.3. 통신 설정

SafeSpace 파라미터 파일을 Hi5a 로봇 제어기로 다운로드하려면 PC 와 Hi5a 사이의 이더넷 통신을 연결해야 합니다. Tool – Set IP Address 메뉴를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오.

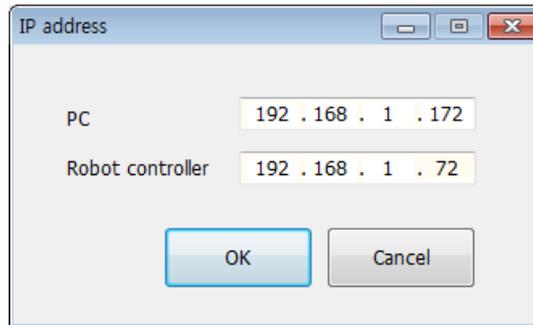


그림 7.6 IP 주소 설정 대화 상자

PC 의 IP 주소와 Hi5a 로봇 제어기의 IP 주소를 입력하고 OK 를 클릭하십시오.

7.4. Hi5a 로봇 제어기의 비밀번호 초기화.



승인된 사람만이 ROBOT.SFS 파일을 다운로드할 수 있습니다. 따라서 일부 Hi5a 로봇 제어기의 SafeSpace 기능을 사용하려면 Hi5a 를 SafeSpace 비밀번호로 초기화해야 합니다.

Tool – Change Password 를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오. Hi5a 가 시스템 초기화(포맷)된 이후로 아무도 비밀번호를 설정하지 않으면 아래의 대화 상자가 표시됩니다. SafeSpace 비밀번호를 설정하고 Change 버튼을 클릭하십시오. 비밀번호가 Hi5a 제어기에 저장됩니다.

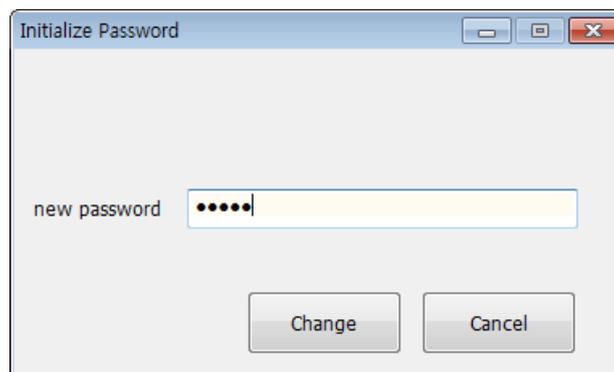


그림 7.7 Initialize Password 대화 상자

비밀번호가 초기화된 후 비밀번호를 변경하려면 Tool - Change Password 를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오. 올바른 기존 비밀번호를 입력하고 새 비밀번호를 입력해야 합니다.

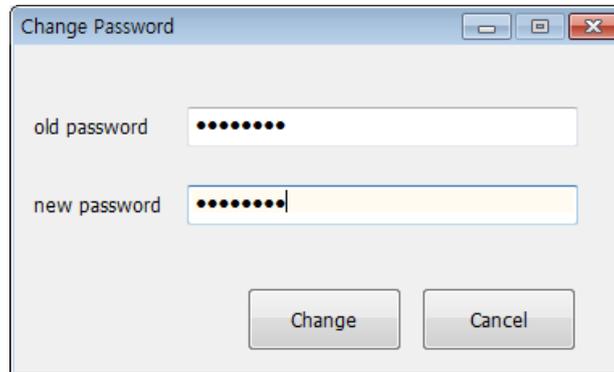


그림 7.8 Change Password 대화 상자



7.5. 파라미터 파일 다운로드

섹션 3.1 ~ 3.4 의 절차가 완료되면 SafeSpace 파일을 Hi5a 로봇 제어기에 다운로드할 수 있습니다. Tool - Download 를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오.

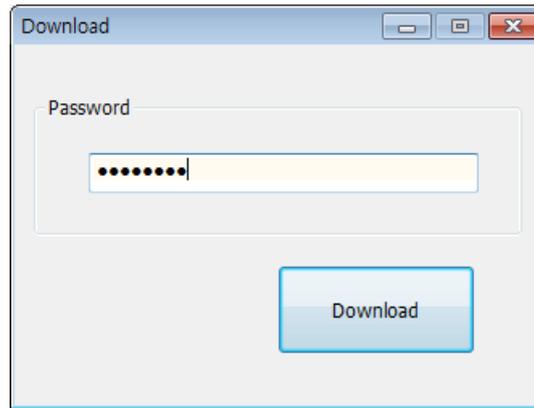


그림 7.9 Download 대화 상자

올바른 SafeSpace 비밀번호를 입력해야 합니다. Download 버튼을 클릭하십시오. 비밀번호가 유효하면 'Completed' 메시지 상자가 표시됩니다. 로봇 제어기를 재부팅하여 설정을 적용하십시오.

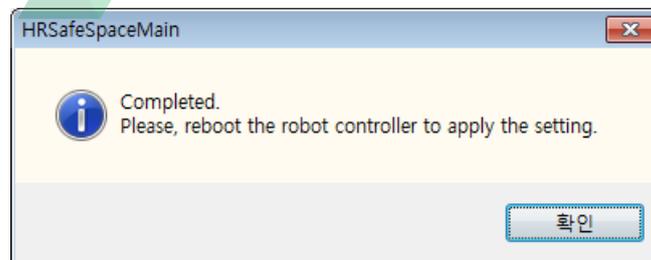


그림 7.10 'Completed' 대화 상자

비밀번호가 올바르지 않더라도 SafeSpace 파일이 Hi5a 로 다운로드되지만 SafeSpace 기능이 초기화되지 못하고 아래의 메시지 상자가 표시됩니다.



그림 7.11 'Incorrect password' 대화 상자

7.6. 파라미터 파일 업로드

통신 설정(섹션 3.3)이 완료되면 SafeSpace 파일을 Hi5a 로봇 제어기로부터 업로드할 수 있습니다. Tool - Upload 를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오. 업로드 시 비밀번호는 필요 없습니다.

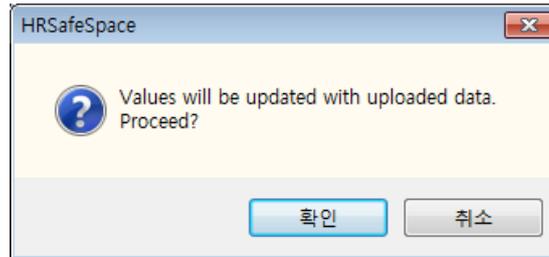


그림 7.12 업로드 진행 메시지 상자

업로드된 파일은 PC의 temporary 폴더에 저장되며 대화 상자 안에서 파일 데이터가 로드됩니다. 따라서 진행하기 위해 메시지 상자에서 OK를 클릭하면 대화 상자에 입력한 현재 데이터를 잃게 됩니다.

업로드가 성공하면 'Completed' 메시지 상자가 표시됩니다.

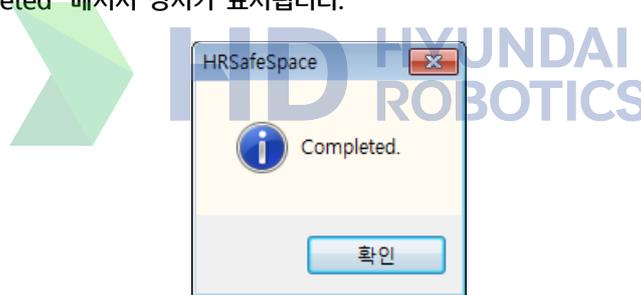


그림 7.13 'Completed' 대화 상자

7.7. HRSpace 를 통한 3D 시각화

일반적으로 로봇을 포함한 생산 라인 셀 또는 라인은 OLP(off-line programming) 소프트웨어로 계획합니다. HRSpace 는 현대 로봇을 위한 OLP 시뮬레이션 소프트웨어입니다.

입력하는 SafeSpace 구성은 HRSpace 에서 3D 가상 작업공간으로 시각화 할 수 있습니다. 본 장에서는 가상화 방법에 대해 설명합니다.

HRSpace 버전 3.73 이상을 준비해야 합니다. HRSpace 가 구 버전인 경우 최신 버전을 다운로드하여 설치하십시오. 그리고 HRSpace 사용이 익숙하지 않다면 사용 방법을 학습하십시오. (Home 리본 메뉴에서 Manual 버튼을 클릭하여 HRSpace 사용자 설명서를 여십시오.)

HRSpace 에는 HRSafeSpace 가 차일드 프로세스로 적용되어 있기 때문에 HRSpace 가 HRSafeSpace.exe 파일의 위치를 알아야 합니다. Misc. - Preference 리본 메뉴를 선택하십시오.

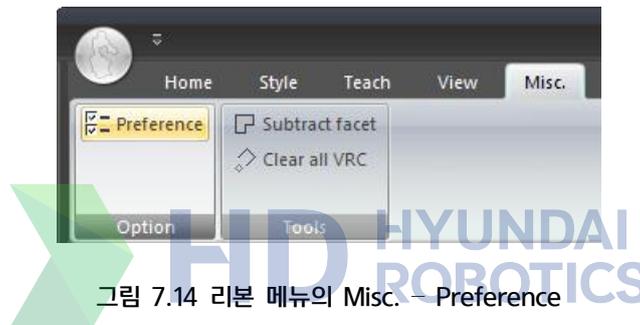


그림 7.14 리본 메뉴의 Misc. - Preference

Preference 속성 페이지의 General 탭에서 설치된 HRSafeSpace.exe 의 경로/파일명을 지정할 수 있습니다. HRSafeSpace 를 기본 경로({Program Files}/HHI Robotics/HRSafeSpace)에 설치한 경우 이 설정을 비워 둘 수 있습니다.



그림 7.15 HRSafeSpace 경로/파일명 지정

이제 HRSafeSpace 가 HRSpace 에 바인딩되었습니다. 자세한 사용 방법은 다음 장에서 예시와 함께 설명합니다.





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

8

HRSafeSpace - 실습



8. HRSafeSpace - 실습

아래와 같은 로봇 스폿 용접 셀 레이아웃을 설계했다고 가정해 봅시다.

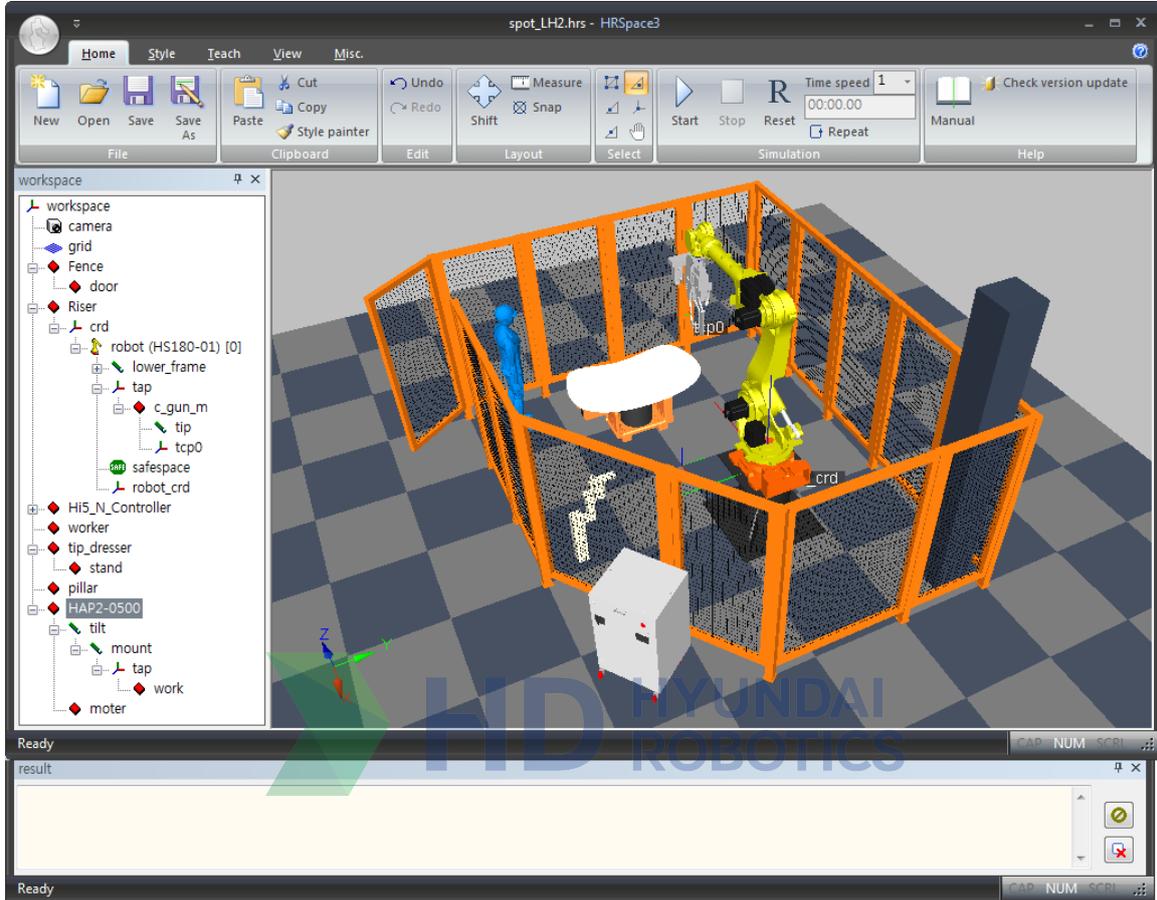


그림 8.1 로봇 스폿 용접 셀 예시

라이저에 한 개의 HS180-01 조작기가 있습니다. C형 스폿 용접건은 로봇 플랜지에 장착되어 있으며 로봇은 높이가 800mm 인 라이저에 장착되어 있습니다. 각 작업 사이클 시작 시 인간 작업자가 로봇 앞의 포지셔너에 용접 공작물을 설치합니다. 셀 전체는 5면 펜스로 둘러싸여 있습니다. 천장의 덕트 때문에 로봇의 Z축 이동이 0 ~ 3400mm로 제한되어 있고 펜스 안에 기동이 있다고 가정해 봅시다.

HRSafeSpace 시각화의 도움을 받아 SafeSpace 파라미터를 구성한 후 생성된 ROBOT.SFS 파일을 실제 Hi5a 로봇 제어기에 다운로드합니다.

8.1. HRSpace 에서 SafeSpace 모델 생성

HRSafeSpace 를 이 HRSpace 프로젝트에 바인딩하기 위해 로봇의 차일드로써 SafeSpace 모델을 생성해야 합니다.

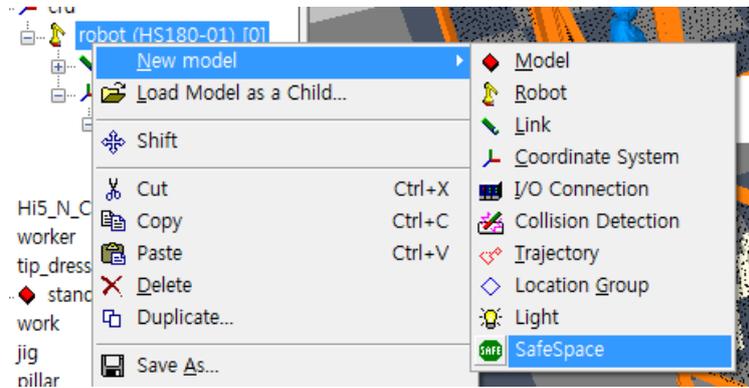


그림 8.2 로봇의 차일드로써 SafeSpace 모델 생성

그리고 나서 SafeSpace properties... 팝업 메뉴를 선택하십시오. 이 메뉴는 HRSafeSpace 소프트웨어를 엽니다.

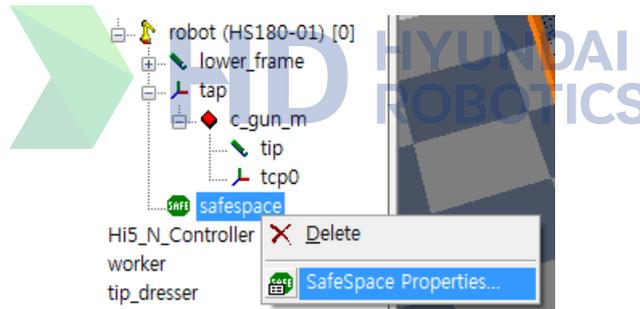


그림 8.3 SafeSpace Properties 열기

ROBOT.SFS 파일의 경로가 로봇의 VRC 의 폴더로 자동 설정됩니다. 이 상태에서 도구 저장 버튼을 클릭하면 먼저 VRC 폴더 안에 ROBOT.SFS 파일이 생성됩니다. 이제 HRSafeSpace 로 각 그룹의 파라미터를 지정하십시오.

8.2. 파라미터 설정

8.2.1. 일반 정보

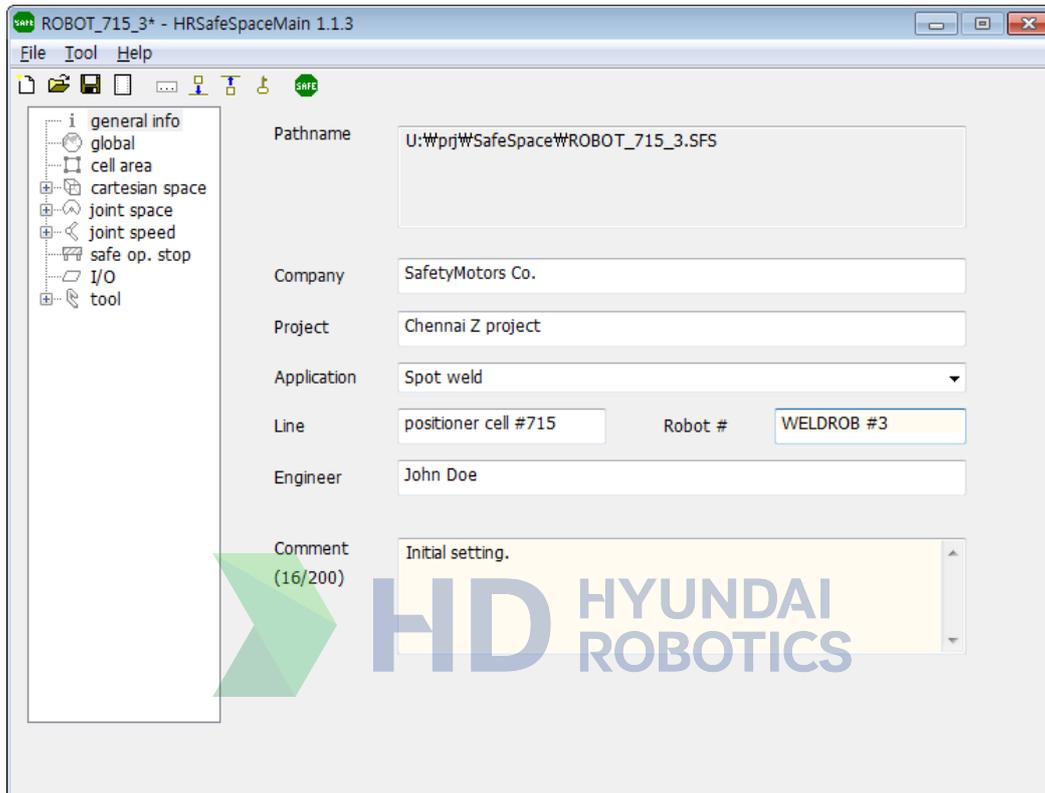


그림 8.4 일반 정보

첫 번째 그룹은 일반 정보입니다. 이 설정은 인간에만 적용되기 때문에 SafeSpace 의 작동에는 영향을 미치지 않습니다. (불필요한 경우 이 설정을 건너뛸 수 있습니다.)

8.2.2. 글로벌

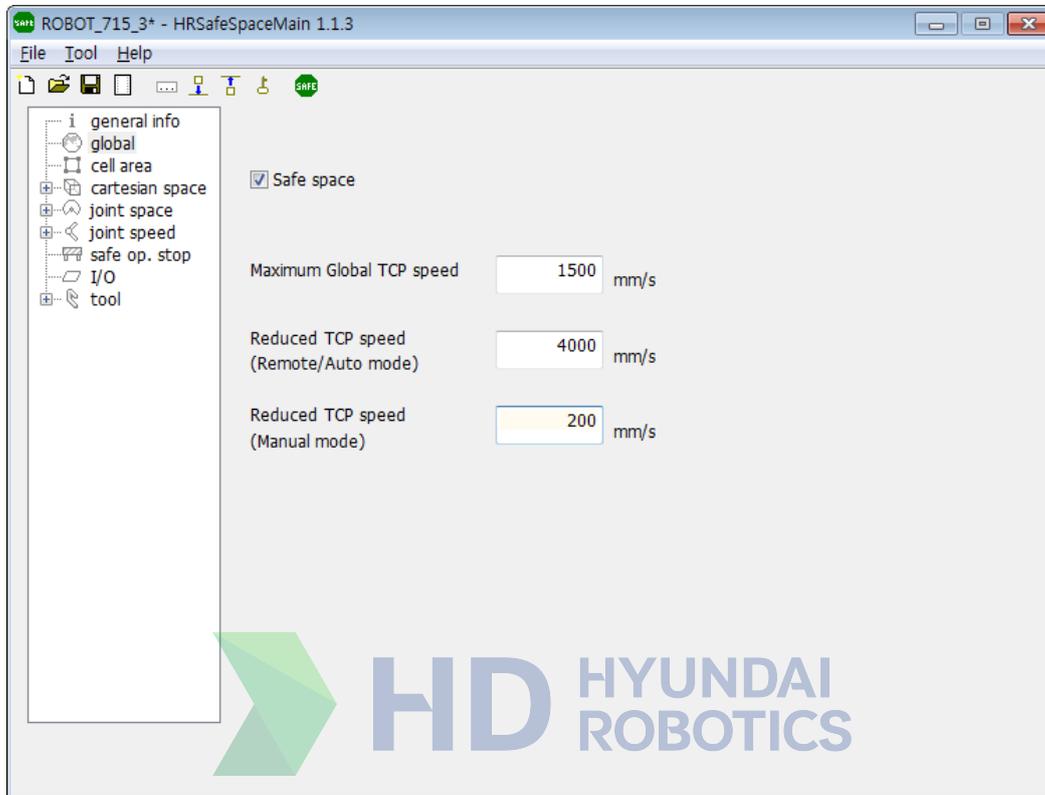


그림 8.5 글로벌 설정

SafeSpace 를 활성화하려면 global 그룹의 Safe space 확인 상자를 선택하십시오. global 및 Remote/Auto mode TCP speed 를 1500mm/s 로 제한하고 Manual mode TCP speed 를 250mm/s 로 제한하십시오.

SafeSpace 의 일부 기본 설정이 3D 작업 공간에 반투명 원시 형상으로 표시됩니다.

8.2.3. 셀 영역

셀 영역을 설정합니다. 손쉬운 설정을 위해 View - orthographic view 버튼을 누르고  버튼을 클릭하여 카메라를 이동하십시오. HRSafeSpace 의 셀 영역 2D 다이어그램과 HRSpace 의 3D 보기의 X 및 Y 방향을 정렬하기 위한 직관적인 보기에 도움이 될 것입니다. (세계 좌표계가 아닌 로봇 좌표계라는 점에 주의하십시오.) HRSpace 의 3D 보기에서 셀 영역은 청록색 다면체로 표시됩니다.

허용되는 Z 영역은 0 ~ 3400mm 이며 라이저의 높이는 800mm 이기 때문에 Zmin 과 Zmax 를 -800 및 2600mm 으로 설정해야 합니다. 그리고 펜스 영역은 5면이므로 다섯 개의 꼭짓점을 입력하고 Z 영역을 계획에 따라 0 ~ 3200mm 로 설정하십시오. cell area 페이지의 목록 제어에서 꼭짓점의 순서는 중요하지 않습니다. HRSafeSpace 가 내부적으로 자동 정렬합니다. HRSafeSpace 의 저장 버튼을 클릭할 때마다 현재 설정이 HRSpace 의 3D 작업 공간에 적용됩니다.

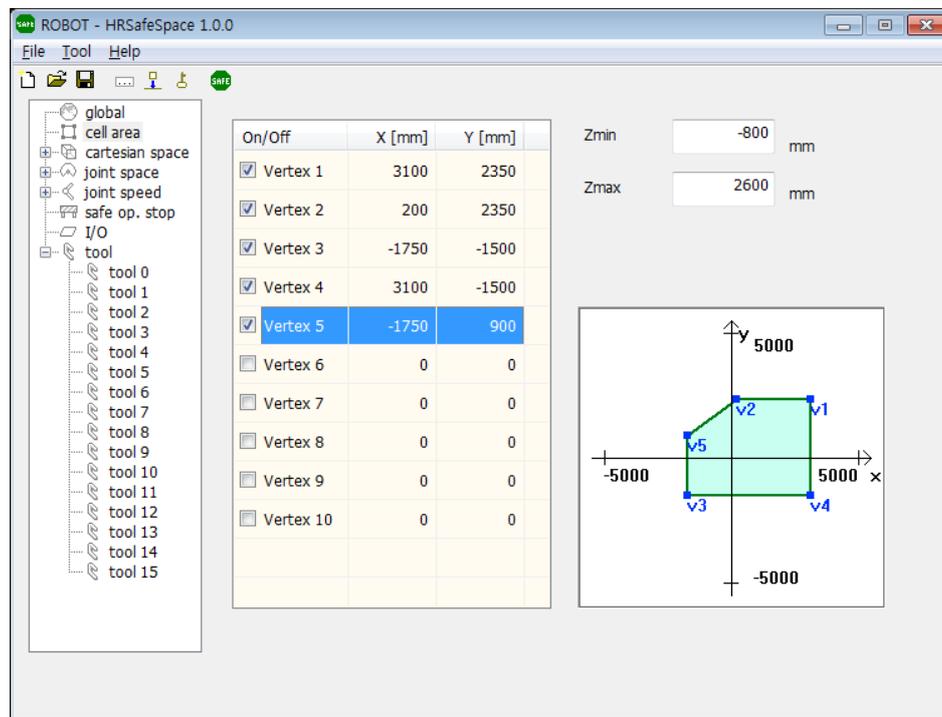


그림 8.6 셀 영역 설정

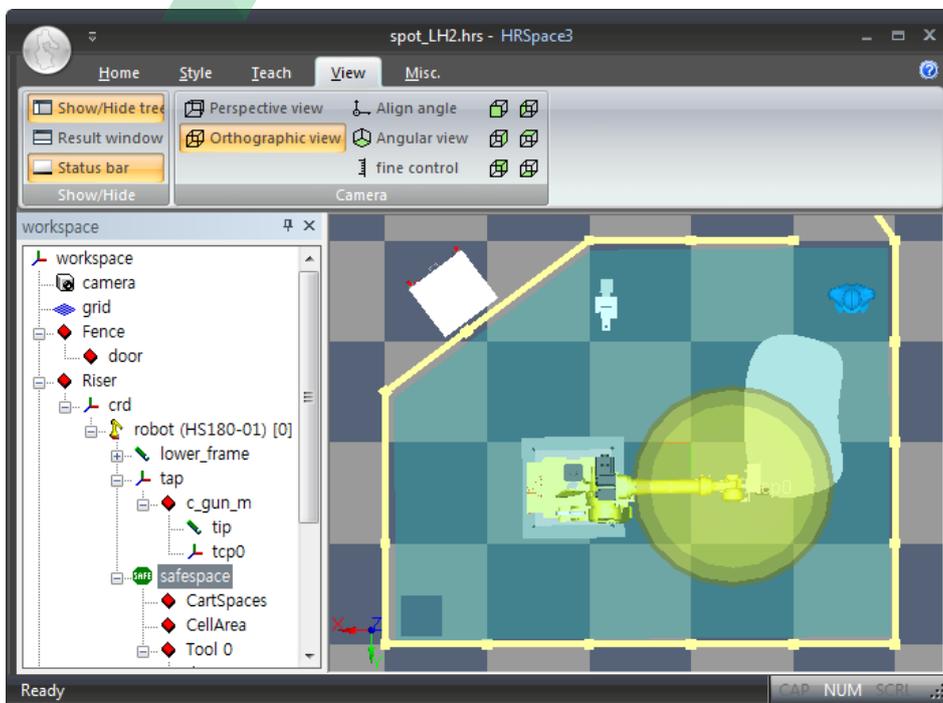


그림 8.7 HRSpace 3D 보기(평면도)의 셀 영역

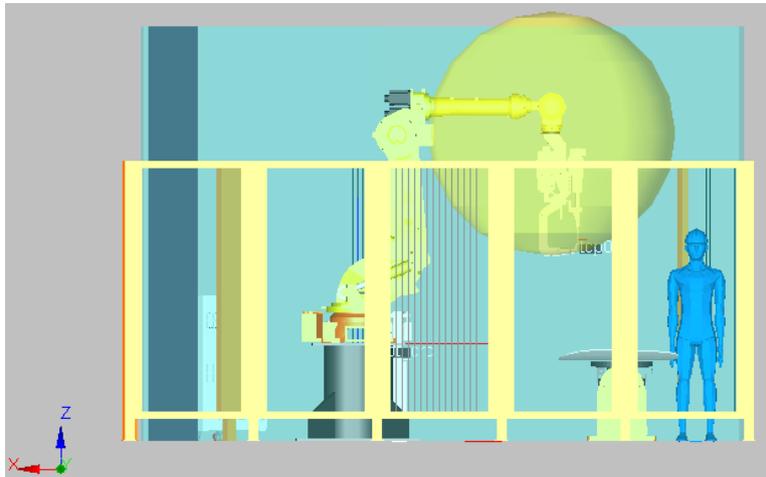


그림 8.8 HRSafeSpace 3D 보기(높이)의 셀 영역



8.2.4. 데카르트 공간

펜스 안에서 로봇과 기동의 충돌을 방지하기 위해 이를 보호 영역으로 설정해야 합니다. space 1 을 아래 그림과 같이 설정하십시오. 글로벌 TCP 속도 한계만 사용하기 때문에 이 페이지의 TCP 속도 설정의 설정은 무시하십시오. 그리고 때로는 인간 작업자가 펜스 안에 진입하기 때문에 펜스 도어 앞의 공간을 보조 보호 영역으로 설정하십시오. Safety I/O 로 활성화하십시오. (펜스 도어 또는 레이저 센서에 의해 활성화됨)

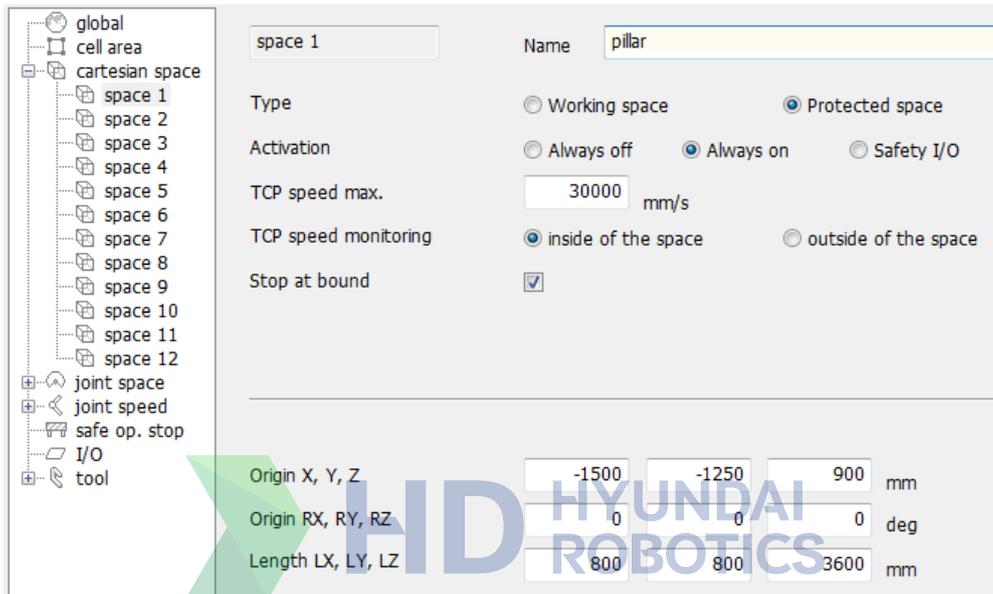


그림 8.9 보호 공간 - 기동

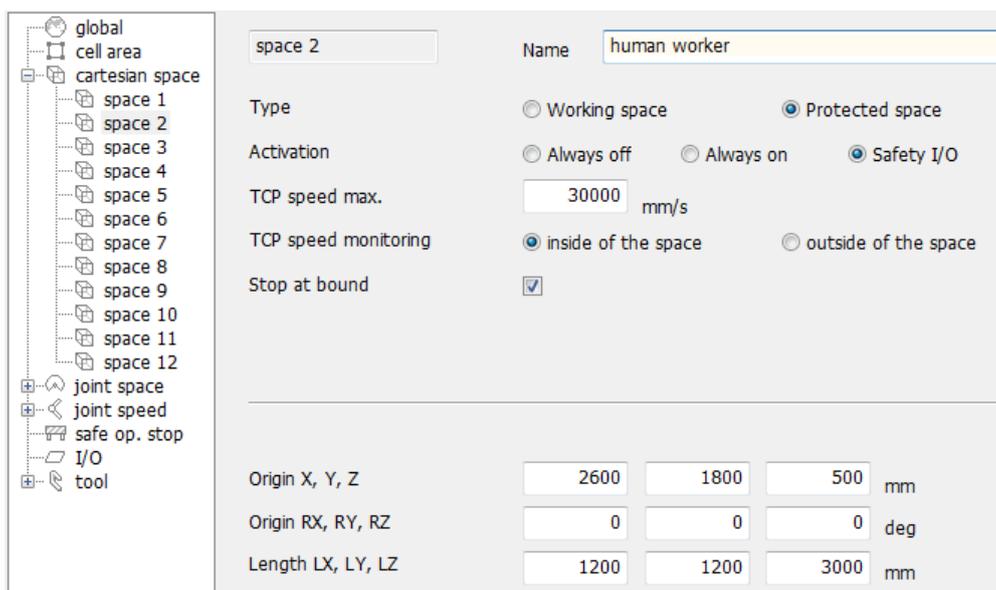


그림 8.10 보호 공간 – 인간 작업자

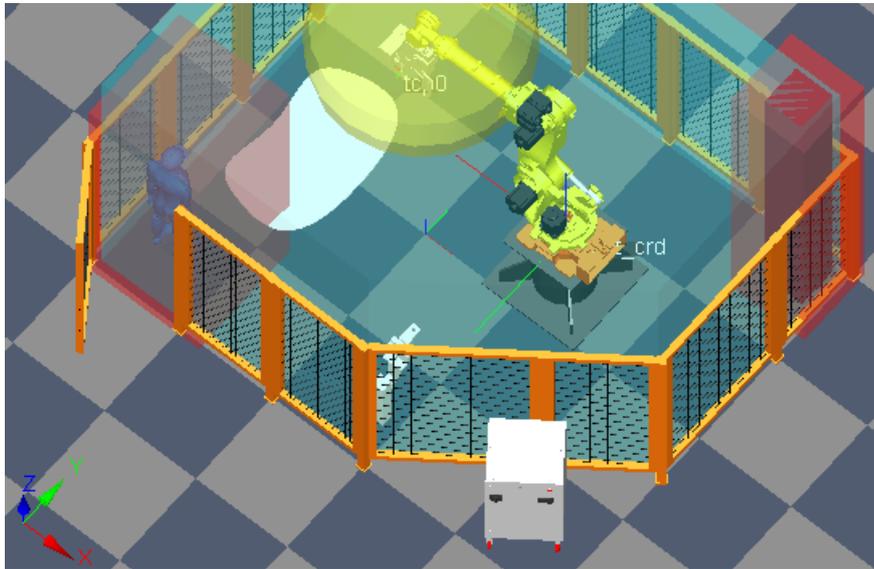


그림 8.11 HRSafeSpace 3D 보기의 보호 공간

8.2.5. 공구



이 예시에서 스폿 용접건은 공구 0(T0)입니다. 일련의 구체로 둘러싸야 합니다. 하나 이상의 구체가 보호 공간 또는 셀 영역 외측과 교차하는 경우 SafeSpace 가 이 상황을 충돌로 간주합니다. 이 예시에서는 3 개의 구체가 T0 와 로봇 손목 본체를 감싸도록 설정했습니다. (공구 좌표계를 사용하십시오.)

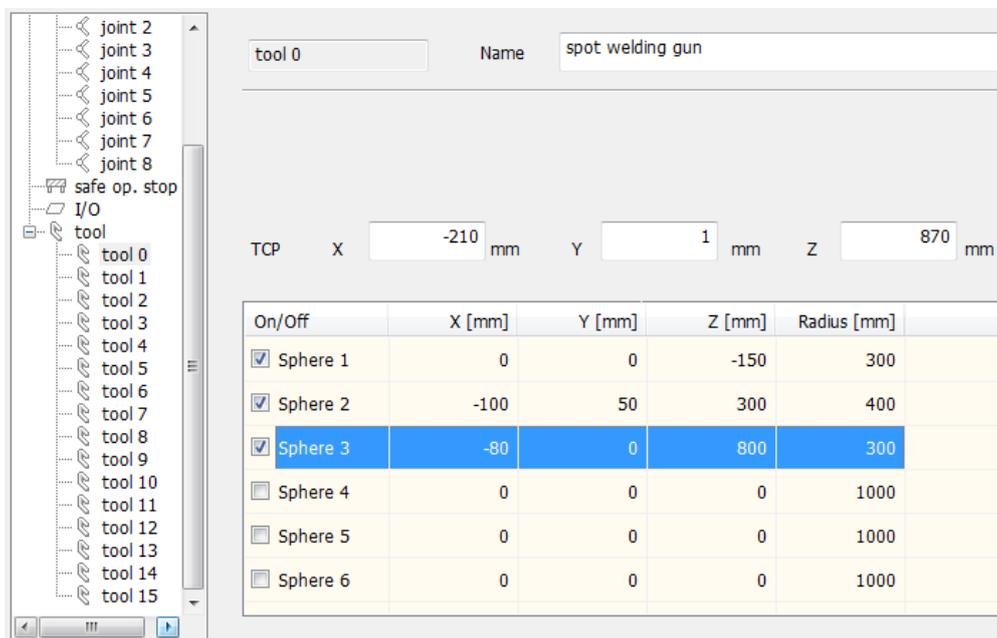


그림 8.12 공구 0 설정

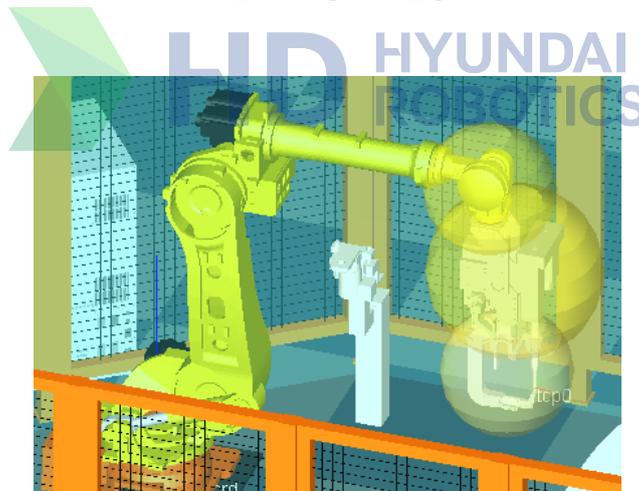


그림 8.13 HRSpace 3D 보기의 공구 0 구체

8.2.6. 조인트 공간

이 예시에서 로봇의 역할은 공작물에 스폿 용접을 수행하고 간헐적인 팁 드레싱을 수행하는 것입니다. 따라서 공작물과 팁 드레서의 레이아웃을 고려할 때 로봇의 S 축은 -40 ~ +95 도로 제한할 수 있습니다. space 1을 S 축의 작업 공간으로 설정하십시오. (조인트 공간의 설정은 HRSpace 3D 보기에 표시되지 않습니다.)

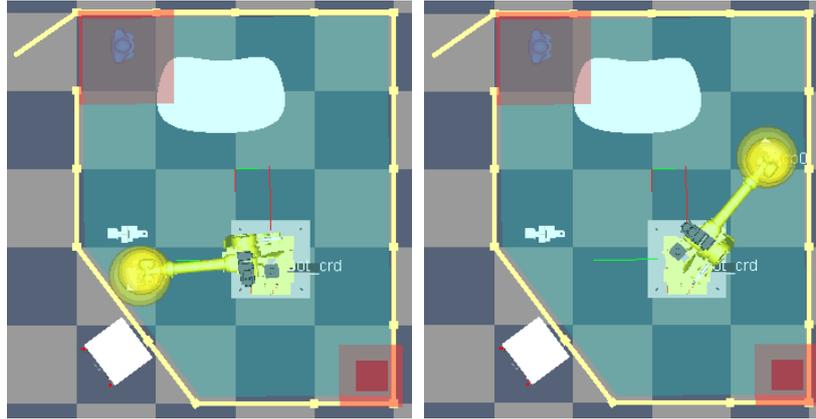


그림 8.14 S 축 값이 +95 도(왼쪽) 및 -45 도(오른쪽)일 때 자세를 취합니다.

HD HYUNDAI
ROBOTICS

- global
- cell area
- cartesian space
- joint space
 - space 1
 - space 2
 - space 3
 - space 4
- joint speed
- safe op. stop
- I/O
- tool

space 1 Name S-axis range

Type Working space Protected space

Activation Always off Always on Safety IO

Max. TCP speed mm/s

TCP speed monitoring inside of the space outside of the space

Stop at bound

	Min	Max		Min	Max
<input checked="" type="checkbox"/> J1	-40	95	<input type="checkbox"/> J5	-360	360
<input type="checkbox"/> J2	-360	360	<input type="checkbox"/> J6	-360	360
<input type="checkbox"/> J3	-360	360	<input type="checkbox"/> J7	-360	360
<input type="checkbox"/> J4	-360	360	<input type="checkbox"/> J8	-360	360

그림 8.15 조인트 공간 설정

8.3. 설정 보고서 인쇄

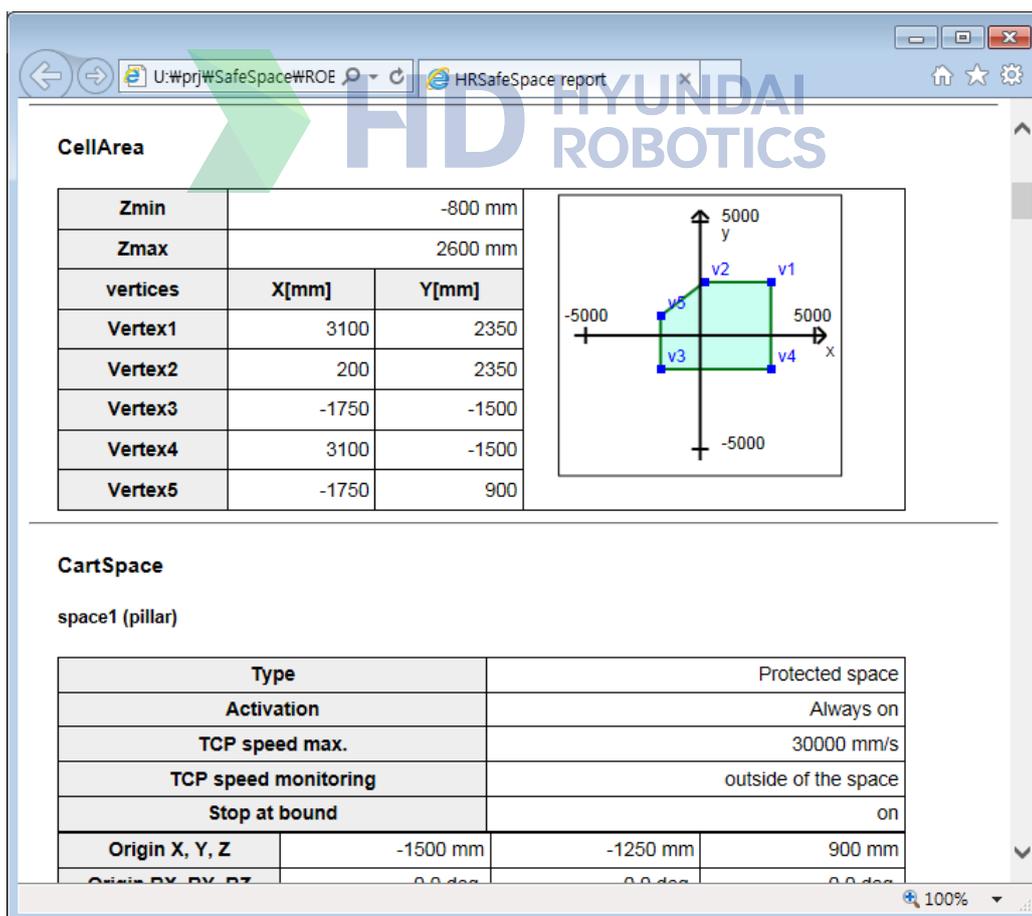
설정을 문서화하고 싶은 경우 HTML 파일을 작성하여 인쇄할 수 있습니다.

설정을 저장하고 File - Report 메뉴를 선택하거나 도구모음의  버튼을 클릭하십시오. .SFS 파일이 위치한 폴더 안에 두 개의 파일이 생성됩니다.

- {filename}.htm : HRSafeSpace 설정 보고서 파일 (HTML 형식)
- hrsafespace.css : HRSafeSpace 설정 보고서의 스타일 파일 (CSS 형식)

그리고 기본 웹 브라우저가 실행되어 HTML 보고서 파일을 보여줍니다.

(모질라 파이어폭스(Mozilla Firefox), 구글 크롬(Google Chrome), 애플 사파리(Apple Safari), 마이크로소프트 인터넷 익스플로러(Microsoft Internet Explorer), 엣지(Edge) 등 주요 최신 브라우저는 보고서를 잘 표시합니다. 하지만 Internet Explorer 8 이하 등의 구식 웹 브라우저는 셀 영역 다이어그램을 제대로 표시하지 못합니다.)



CellArea

Zmin	-800 mm	
Zmax	2600 mm	
vertices	X[mm]	Y[mm]
Vertex1	3100	2350
Vertex2	200	2350
Vertex3	-1750	-1500
Vertex4	3100	-1500
Vertex5	-1750	900

CartSpace

space1 (pillar)

Type	Protected space		
Activation	Always on		
TCP speed max.	30000 mm/s		
TCP speed monitoring	outside of the space		
Stop at bound	on		
Origin X, Y, Z	-1500 mm	-1250 mm	900 mm
Origin RX, RY, RZ	0.0 deg	0.0 deg	0.0 deg

그림 8.16 인터넷 익스플로러 11에서의 보고서

HTML 및 CSS(cascade style sheet) 형식에 익숙한 경우 hrsafespace.css 파일을 수정하여 보고서의 스타일을 원하는 대로 수정할 수 있습니다. 파일을 수정하고 웹 브라우저를 업데이트하여(예: Chrome 또는 Internet Explorer에서는 F5 키 누르기) 스타일이 원하는 대로 변경되었는지 확인하십시오.

일단 hrsafespace.css 파일이 존재하면 File - Report 로 다시 생성되지 않습니다. 따라서 CSS 파일의 수정사항을 덮어쓰지 않습니다. CSS 파일을 기본 설정으로 초기화하려면 hrsafespace.css 파일을 삭제하고 File - Report 보고서를 다시 실행하십시오.

```
body {
    font-family: arial;
    font-size: 95%;
}
h4, h5 {
    text-indent: 20px;
}
table, th, td {
    font-size: 95%;
    margin-left: 20px;
    border: 1px solid black;
    border-collapse: collapse;
    padding: 4px;
    width: 600px;
}
th {
    background-color: '#EEEEEE';
}
```

그림 8.17 Hrsafespace.css

웹 브라우저의 인쇄 기능을 이용해 보고서를 인쇄할 수 있습니다. PDF 인쇄 드라이버(Adobe Acrobat 설치됨)가 있는 경우 인쇄 기능으로 .PDF 파일도 만들 수 있습니다.

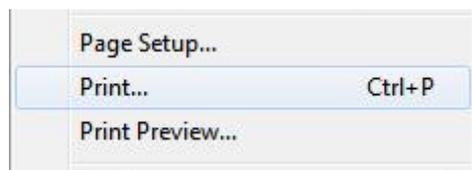


그림 8.18 인터넷 익스플로러의 인쇄 메뉴





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

9

메시지



9. 메시지

표 9-1 SafeSpace 오류 메시지

코드	메시지	원인	해결책
E4001	FAULT_SafeSpace:CH_TYPE_DUPLICATED	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4001	FAULT_SafeSpace:CH_TYPE_DUPLICATED	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4002	FAULT_SafeSpace:PG_FLOW_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 로봇 제어기와 SafeSpace 사이의 이더넷 케이블을 확인하십시오. 3. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4100	FAULT_SafeSpace:GET_PARAMETER_REQ_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4101	FAULT_SafeSpace:GET_PARAMETER_RES_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4102	FAULT_SafeSpace:GET_PARAMETER_CRC_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4103	FAULT_SafeSpace:INV_SAFE_PARAMETER_SPACE_TYPE	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4104	FAULT_SafeSpace:INV_SAFE_PARAMETER_CELL_AREA	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4105	FAULT_SafeSpace:INV_SAFE_PARAMETER_JOINT_AREA	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4106	FAULT_SafeSpace:INV_SAFE_PARAMETER_DUP_IN_USAGE	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4107	FAULT_SafeSpace:INV_SAFE_PARAMETER_DUP_OUT_USAGE	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4201	FAULT_SafeSpace:GET_ROBOT_INFO_REQ_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4202	FAULT_SafeSpace:GET_ROBOT_INFO_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오

	NFO_RES_FAIL		2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4300	FAULT_SafeSpace:MON_ITEM_FAULT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4301	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CMDrc_FBrc	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4302	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CMDrc_FBsafe	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4303	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TCPrc_TCPsafe	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4304	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_iCMDrc_iFBdrive	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4305	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_prevCMDrc_curCMDrc	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4400	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V1_2C_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4401	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3C_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4402	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3D_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4403	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V5D_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4404	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V1_2F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4405	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V2_5F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4406	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.

E4407	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V24_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4408	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3S_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4409	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ CPU_6V_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4410	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ TEMP_1_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4411	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ TEMP_2_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4412	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V1_2C_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4413	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V3_3C_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4414	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V3_3D_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4415	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V5D_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4416	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V1_2F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4417	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V2_5F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4418	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V3_3F_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4419	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V24_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4420	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ REM_V3_3S_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.

9. 메시지

E4421	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_FPGA_6V_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4422	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_3_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4423	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_4_LOW_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4424	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V1_2C_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4425	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3C_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4426	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3D_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4427	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V5D_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4428	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V1_2F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4429	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V2_5F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4430	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4431	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V24_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4432	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_L OC_V3_3S_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4433	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CPU_6V_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4434	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_1_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우

			SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4435	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_2_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4436	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V1_2C_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4437	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V3_3C_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4438	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V3_3D_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4439	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V5D_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4440	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V1_2F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4441	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V2_5F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4442	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V3_3F_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4443	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V24_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4444	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_REM_V3_3S_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4445	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_FPGA_6V_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4446	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_3_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4447	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_TEMP_4_HIGH_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4448	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_E	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오

9. 메시지

	MIF		2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4449	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_VIMRAMCRC	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4450	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_F LASHCRC	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4451	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_MARCHC	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4452	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_S RAMECC	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4453	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_F LASHECC	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4454	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_S RAMADDR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4455	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CCMR4F	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4456	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_PSCON	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4457	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_PLLSLIP	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4458	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CLKMON	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4459	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_VIMRAMPRT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4460	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_UNDEFFAULT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4461	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_DABORT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.

E4462	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_PREFABORT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4463	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_UNDEFINSTR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4464	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_DIO_INTFB	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4465	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_DPRAMCOMP	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4466	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_STOFB	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4467	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_DIOFB	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4468	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_INTERRUPTFPGA	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4469	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_FPGAWDT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4470	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_FPGAWDTCL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4471	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_ENDRV	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4472	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_WD_TIMEOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4473	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_CPUCLK	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4474	FAULT_SafeSpace:DIAG_ERR_FPGACK	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4500	FAULT_SafeSpace:SAFE_IN_DISREPANCY_TIME_OVER	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.

E4501	FAULT_SafeSpace:SAFE_OUT_ DISREPERANCY_TIME_OVER	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4502	FAULT_SafeSpace:SAFE_STO_I NT_FB_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4503	FAULT_SafeSpace:SAFE_STO_ PULSE_INT_FB_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4504	FAULT_SafeSpace:SAFE_STO_ PULSE_EXT_FB_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4505	FAULT_SafeSpace:SAFE_STO_ REM_EXT_FB_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4506	FAULT_SafeSpace:SAFE_STO_ EN_DRV_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4600	FAULT_SafeSpace:ENC_DATA_ UPDATE_ERROR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4601	FAULT_SafeSpace:ENC_REM_ WD_TIMEOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4700	FAULT_SafeSpace:GET_ROB_C NTRL_INFO_REQ_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4701	FAULT_SafeSpace:GET_ROB_C NTRL_INFO_RES_FAIL	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4702	FAULT_SafeSpace:ROB_REM_C NTRL_UPDATE_TIEMOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4703	FAULT_SafeSpace:ROB_LOC_C NTRL_UPDATE_TIEMOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4704	FAULT_SafeSpace:ROB_CNTRL_ UPDATE_TIEMOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.

E4800	FAULT_SafeSpace:UDP_NOT_OPENED	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4900	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_SEND_TIMEOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4901	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_RECV_TIMEOUT	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4902	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_JOINT_POS_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4903	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_JOINT_SPD_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4904	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_TCP_POS_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E4905	FAULT_SafeSpace:CROSS_CHK_TCP_SPD_ERR	SafeSpace 오류	1. 로봇 제어를 재부팅하십시오 2. 이 오류가 사라지지 않고 남아 있는 경우 SafeSpace 모듈을 교체하십시오.
E5060	VIOLATION:SLS for Global Parameter	SafeSpace 가 글로벌 파라미터 위반을 감지했습니다.	1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 글로벌 파라미터를 재확인하십시오.
E5070	VIOLATION:SLP for Cell	SafeSpace 가 셀 영역 위반을 감지했습니다.	1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 셀 파라미터를 재확인하십시오.
E5080	VIOLATION:SLP for Cartesian Space [%d]	SafeSpace 가 데카르트 공간 위반을 감지했습니다.	1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 로봇을 위반 공간 밖으로 이동하십시오. 3. 데카르트 공간 파라미터를 재확인하십시오.

E5081	VIOLATION:SLS for Cartesian Space [%d]	SafeSpace 가 데카르트 공간 파라미터에 구성된 TCP 속도 위반을 감지했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 파라미터를 재확인하십시오.
E5090	VIOLATION:SLP for Joint Space [%d]	SafeSpace 가 조인트 공간 위반을 감지했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 로봇을 위반 공간 밖으로 이동하십시오. 3. 조인트 공간 파라미터를 재확인하십시오.
E5091	VIOLATION:SLS for Joint Space [%d]	SafeSpace 가 조인트 공간 파라미터에 구성된 TCP 속도 위반을 감지했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 파라미터를 재확인하십시오.
E5100	VIOLATION:SLS for Speed of Joint[%d]	SafeSpace 가 조인트 속도 위반을 감지했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 조인트 속도 파라미터를 재확인하십시오.
E5110	VIOLATION:SOS for Axis[%d] Group	SafeSpace 가 SOS 위반을 감지했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SafeSpace 모니터링 메뉴에서 STO 를 해제하십시오. 2. 로봇 및 로봇 제어를 확인하는 SOS 파라미터를 재확인하십시오.
E5120	FAULT_SafeSpace:ServoErrFromRC	SafeSpace 가 로봇 제어기의 오류 때문에 STO 를 활성화했습니다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 로봇 및 로봇 제어를 확인하십시오. 2. 로봇 제어를 재부팅하십시오
E5130	VIOLATION:ToolMisMatch	SafeSpace 의 공구 번호가 로봇 제어기의 공구 번호와 일치하지 않습니다.	공구 번호를 동기화하십시오.
E5402	SafeSpace failed to initialize	로봇 제어기가 초기화에 실패하여 SafeSpace 가 초기화에 실패했습니다.	로봇 제어를 재부팅하십시오

E5403	SafeSpace cannot support this configuration.	SafeSpace 모듈은 DSP BD1을 지원할 수 없습니다.	1. 비활성화할 축의 구성을 변경하고 HRSafeSpace 로 ROBOT.SFS 파일을 다시 다운로드하십시오. 2. 추가 축을 DSP BD1에 할당하십시오.
E5404	SafeSpace cannot support this configuration.	SafeSpace 모듈은 DSP BD2에서 기본 축이 할당된 시스템을 지원할 수 없습니다.	기본 축을 DSP BD1에 할당하십시오.
E5405	SafeSpace file block is damaged.	SafeSpace 설정 파일의 메모리 블록이 손상되었습니다.	ROBOT.SFS 파일을 삭제하고 백업 파일을 다시 다운로드하십시오.
E5406	SafeSpace file size exceeded the maximum.	SafeSpace 파일 크기가 최대치를 초과했습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5409	SafeSpace hash code is unmatched.	비밀번호로 서명된 SafeSpace 설정 파일의 해시코드가 유효하지 않습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5412	SafeSpace setting XML file is failed to be loaded.	SafeSpace 설정 파일의 XML 형식이 유효하지 않습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5413	SafeSpace setting XML file's root element is failed to be parsed.	SafeSpace 설정 파일의 XML 루트 형식이 유효하지 않습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5414	SafeSpace setting file's structure is invalid.	SafeSpace 설정 파일의 XML 형식이 유효하지만 스키마가 유효하지 않습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5415	SafeSpace setting file's element is invalid.	SafeSpace 설정 파일의 일부 그룹을 찾을 수 없습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)

E5416	SafeSpace setting file's attribute is invalid.	SafeSpace 설정 파일의 일부 항목을 찾을 수 없습니다.	SafeSpace 파일(ROBOT.SFS)을 HRSafeSpace 로 수정/다운로드해야 합니다. (원인을 모르는 경우 당사로 문의하십시오.)
E5420	SafeSpace setting file's value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 일부 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 를 사용하여 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5421	SafeSpace setting file's global group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 글로벌 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 global 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5422	SafeSpace setting file's cell area group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 셀 영역 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 cell area 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5423	SafeSpace setting file's cart.space group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 데카르트 공간 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 cartesian space 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5424	SafeSpace setting file's joint space group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 조인트 공간 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 joint space 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5425	SafeSpace setting file's joint speed group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 조인트 속도 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 joint speed 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5426	SafeSpace setting file's SOS group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 안전한 작동 정지 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 safe operating stop 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5427	SafeSpace setting file's I/O group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 I/O 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 I/O 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.
E5428	SafeSpace setting file's tool group value exceeded the range.	SafeSpace 설정 파일의 공구 그룹 값이 범위를 초과했습니다.	HRSafeSpace 의 tool 페이지에서 초과된 값을 확인하고 수정하십시오.

E5452	Cannot execute the command of mastering test.	SafeSpace 기능이 비활성화되어 있습니다.	SafeSpace 기능을 활성화하십시오.
E5453	Group%d cannot execute mastering test.	마스터링 테스트를 위해 이 그룹이 설정되지 않았습니다.	마스터링 테스트를 위해 이 그룹을 구성하십시오.
E5454	The mastering test result of Group%d is abnormal.	로봇이 기준 위치에 도달할 수 없습니다.	로봇을 캘리브레이션한 후 마스터링 테스트를 다시 실시하십시오.
E5455	Mastering test timer of Group%d exceeded test cycle time.	마스터링 테스트가 테스트 사이클 시간 내에 실시되지 않았습니다.	마스터링 테스트를 실시하십시오.





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