



협동로봇 Script 교육



Table of Contents

- 1 실습 과제, 협동작업 안전 기능 및 속도 최적화
- 2 협동로봇 시스템 사례 소개
- 3 협동로봇 시스템 기획 및 발표

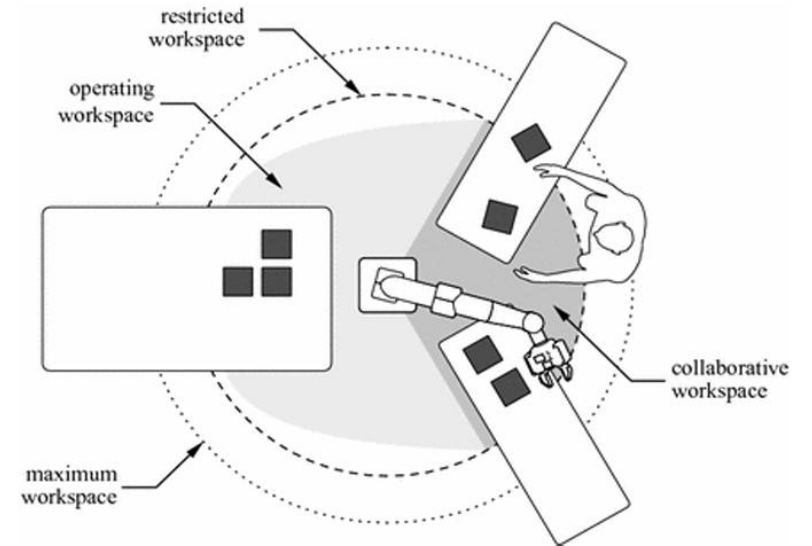


1 실습 과제, 협동작업 안전 기능 및 속도 최적화

1) 과제

목표 : 사람과의 협업 작업을 가정하여 안전률을 올리고, 생산 속도까지 확보할 수 있다

- 워크스페이스를 제외한 **공간 제한 구역으로** 설정한다
 - TCP가 테이블 바닥 이하로 않게 설정한다
 - TCP가 테이블 밖으로 넘어가지 않게 설정한다
- 사람과의 협업 구역을 확인하고, 그 구역을 **협동작업 구역으로** 설정한다
 - 충돌 민감도는 90% 이상으로 설정한다
 - 속도 감속률을 설정하여 속도를 TCP 속도를 50mm/s 이하로 만든다
- 사람과의 협착 가능성이 있는 구역을 확인하고, 그 구역을 **협착 방지 구역으로** 설정한다
 - 손 끼임 방지를 위해 안전 정지 모드는 RS1으로 한다
- 전체 **작업 속도는 200mm/s** 으로 설정한다.
 - C/T를 줄여 생산 속도를 올린다.



* 출처 : ISO TS 15066

그림 1-9 | 협동운전 영역의 구분

Table of Contents

- 1 실습 과제, 협동작업 안전 기능 및 속도 최적화
- 2 협동로봇 시스템 사례 소개
- 3 협동로봇 시스템 기획 및 발표



1) 협동로봇 시스템 사례 영상

- 전기차 충전 로봇 솔루션 : <https://youtu.be/irlmHZq7ei8?si=jRneSHrQoVuxllzX>
- 입생로랑 팝업 스토어 : <https://youtu.be/FF00nO-7QgY?si=J9KeNhrB5g-uKQst>
- 샌딩 : https://youtu.be/PC6p2oNX_Lo?si=GWklpw9cRiKVUqQQ
- 학교 단체급식 튀김 로봇 : <https://youtu.be/RsThZdXjP10?si=1zi60uZpggMZ-gxd>
- 비파괴 검사 : <https://youtu.be/PqUYZ30WMFI?si=GEyMY8Y3GLPte6ZF>
- 레이저 용접 : https://youtu.be/j2j2Rnlmeck?si=-ysf2_h3zpoHkuV-
- 볼링공 제작 : https://youtu.be/gD8M0_aGUlo?si=MRivebzcHzgCRXGw
- 박스 팔레이징 : <https://youtu.be/EznTpZDSYYE?si=xEY1OMX1AvUG7EPf>
- 공작기계 보조 작업 : <https://youtu.be/lAlyc5jYIF8?si=-WVuDPBgjw94twR>
- 모바일 작업 : <https://youtu.be/BVB7JyEJ3xw?si=5TKe8l0J3KleAdFr>
- 자동차 트랜스미션 부품 조립 : https://youtu.be/PSxIRo8_KKk?si=1bXOvdEhSljcdto8
- 온도장치 조립 : <https://youtu.be/sMh1m6lJ0OU?si=AASw3mShosdsg4Pi>
- 글루잉 : <https://youtu.be/e6DcGk9RqtE?si=48lHA3btugN39VCQ>
- 사례 모음 : <https://youtu.be/AisDUFRm39E?si=CueUFVRpXACdaSwH>

Table of Contents

- 1 실습 과제, 협동작업 안전 기능 및 속도 최적화
- 2 협동로봇 시스템 사례 소개
- 3 협동로봇 시스템 기획 및 발표



3 협동로봇 시스템 기획 및 발표

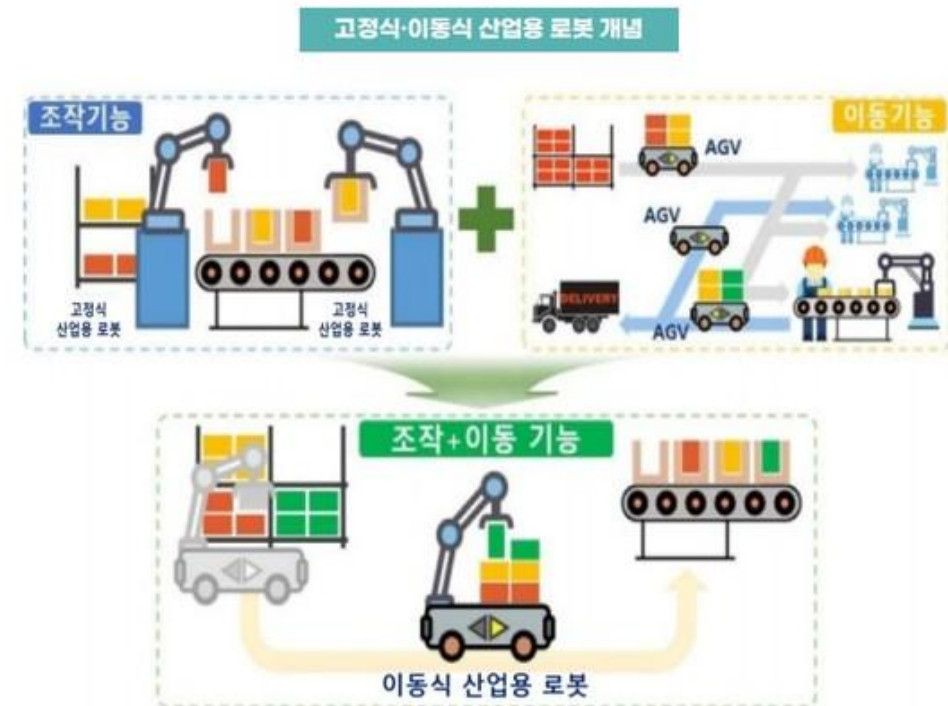
1) 과제

목표 : 협동로봇 시스템을 이해하고 기획 할 수 있다

- 협동로봇 공정을 하나 선정하여 시스템을 기획한다
 - 협동로봇 안전 기능과 안전 장치(레이저 센서, 라이트 커튼 등)를 활용하여 협동로봇 시스템 구성
- 산업안전공단에서 표준으로 가이드 하고 있는 충돌방지 점검표를 확인한다
 - 점검표에 모두 YES가 표시 되어야만 협동 작업 수행이 가능한 로봇 시스템이다



그림 1-8 | 산업용 로봇 시스템의 협동운전 설계(예시)



2) 로봇 시스템의 협동안전 요건

- 최근에는 센서 및 액추에이터, 감속기 등 로봇 관련 부품의 기술력이 발전함에 따라 산업용 로봇이 작업자와 협동할 수 있는 수준의 안전 기술들이 개발되었습니다. 로봇 시스템의 협동 운전은 적용되는 작업 유형에 따라 작업 능력을 크게 향상시키고 작업자의 안전성을 담보하는 데에 상당히 유용할 수 있습니다.
- 다만, 기존 안전펜스를 통해 격리하여 사용하던 시스템과는 달리, 사람(작업자 또는 외부인)과의 물리적인 접촉이 얼마든지 가능하기 때문에 보다 정교한 안전기능을 갖추어야 하고, 이러한 안전성에 대한 충분한 검증이 요구됩니다.
- 산업용 로봇의 협동운전 요건이 명시된 국제표준 ISO 10218-2과 이에 대한 상세한 기술 시방서인 ISO/TS 15066은 4가지 유형의 협동운전 모드를 정의하고 각 모드에 대한 안전 기준을 설명하고 있습니다.

a. 안전 정격 감시 정지(safety-rated monitored stop)

b. 핸드 가이드(hand guiding)

c. 속도 및 위치 감시(speed and separation monitoring)

d. 동력-힘 제한(power and force limiting)

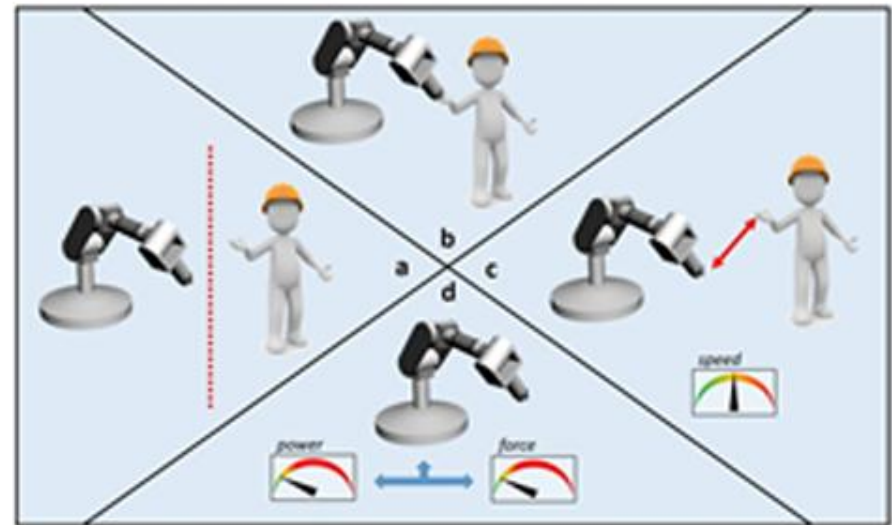


그림 1-12 | 협동 운전 시스템 설계 방법

3 협동로봇 시스템 기획 및 발표

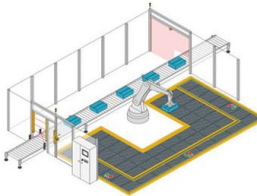
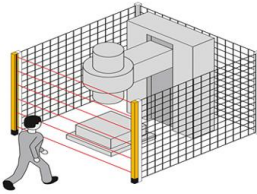

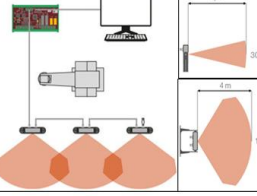
• 방호장치의 사용

- 감응형 소개

방식	방법	내용
물리형	안전 펜스	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 작업영역 안으로의 진입을 물리적으로 제한하는 장치로 보통 1.8m의 높이로 설치하며 로봇 및 시스템의 안전성평가에 따라 높이가 변경될 수 있음
감응형	안전 매트	<ul style="list-style-type: none"> 하중을 감지하는 압력센서로 구성되어 바닥에 설치되며 진입하는 작업자가 매트를 밟으면 연결된 제어기로 신호 전송을 통해 안전 조치
	라이트 커튼	<ul style="list-style-type: none"> 선형 레이저의 간격에 따라 손가락 보호용, 손 보호용, 신체보호용 등으로 나눌 수 있으며 Muting, Blanking, Cascading 기능이 있는 경우도 있음
	레이저 스캐너	<ul style="list-style-type: none"> time-of-flight 측정원리를 이용한 2차원 평면을 감시하는 센서로 접근하는 작업자 또는 물체간의 거리 및 방향 측정을 이용해 로봇의 안전 조치
	레이더 센서	<ul style="list-style-type: none"> 전파의 송신과 수신을 이용해 작업자 및 물체를 감시하는 센서로 물체의 거리 측정을 이용해 로봇의 안전 조치

※ 설명하는 방식 및 방법 외에 다른 안전 조치 형태가 있을 수 있음

표 1-4 | 감응형 안전센서 장단점

방법	장점	단점
<p>안전 매트</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 설치가 간편하며 작업자에게 감지영역을 직관적으로 알려줌 	<ul style="list-style-type: none"> 매트 넓이에 따라 뛰어 넘거나 개구부가 발생할 여지가 많음, 로봇의 이상동작에 대한 감시 정지는 불가능함
<p>라이트 커튼</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 작업자 위험 행동 및 로봇의 이상동작 모두 감지가 가능하며 가격이 비교적 저렴함 	<ul style="list-style-type: none"> 센서가 설치될 구조물이 별도로 필요할 수 있으며 감지영역 안으로 작업자가 넘어간 이후에는 감시가 되지 않음
<p>레이저 스캐너</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 넓은 반경에 대한 감시가 가능하며 감시 지역의 형태를 프로그램을 통해 다양하게 설정 할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 가격이 다소 고가이며 감지영역이 평면이며 입체적으로 감시가 필요한 경우 사용이 힘들
<p>레이더 센서</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 컨트롤러 하나에 여러 개의 센서 설치가 가능하며 분진 등으로 인해 센싱이 어려운 환경에서도 사용가능 	<ul style="list-style-type: none"> 레이저 스캐너에 비해 감지 거리 및 폭이 좁음

* 그림 출처 : 필초코리아

• 축 제한 및 영역 제한

- 로봇 시스템의 협동운전을 설계하려면 제한 영역 또는 동작이 허가된 특정 영역을 설정하기 위해 다양한 수단이 요구될 수 있습니다. 이러한 수단은 물리적인 장치이거나 혹은 소프트웨어 적인 기능으로 구현될 수도 있습니다.
- 소프트웨어적 기능으로서 축(axis) 또는 영역(area)에 대한 제한 기능을 갖춘 로봇 제품들이 시장이 출시되어 있습니다. 관련 국제표준에서는 이러한 기능을 'software limit'이라고 정의 하고 있으며, 안전 기준을 충족시키기 위해서는 이러한 기능을 수행하는 제어시스템이 반드시 적절한 수준의 안전 등급(PL 또는 SIL 등)을 가져야 합니다.
- 이러한 소프트웨어적 제한 기능을 이용하면 실제 물리적인 제한 장치를 사용하지 않아도 되기 때문에 로봇 시스템을 설계하는 단계에서 비용을 절감할 수 있으며 특히, 협동운전 설계에서 매우 유용하게 활용할 수 있습니다. 협동작업을 수행하는 작업자의 안전을 담보하기 위해 로봇은 공구중심점(TCP)를 기준으로 특정 영역 안에서만 움직이게 하거나, 작업자 보호구역을 설정하여 이 공간에 침범할 수 없도록 제한하거나 또는 로봇의 관절 축을 제한하여 위험원이 작업자에 노출되지 않도록 할 수도 있습니다.



* 출처 : 두산로보틱스 홈페이지



고정식 산업용 로봇과의 협동작업 시 조심!!!

이러한 사고가 발생할 수 있습니다.



협동작업에 필요한 충돌방지조치는 다음과 같습니다.

아래의 **7가지 조치**를 모두 만족해야 합니다!!!!

- 01 비상정지 설치** 로봇의 긴급 정지를 위한 **비상정지장치 설치**
- 02 협동운전 모드** 협동운전에 필요한 안전기능 중 **최소 1개 이상 적용**
- 03 협동영역 표시** 운전자와 로봇이 접촉할 수 있는 협동작업 영역 구분(**표지판, 바닥표시 등**)
- 04 위험성 주지** **위험에 관한 사항을 평가**하여 작업자에게 주지!! **안전에 관한 교육** 실시
- 05 안전성능 확인** 설치된 **보호장치**와 보호구 착용, 교육 여부 등 **확인**
- 06 시스템 접근 권한** 유지보수 등을 위한 시스템 변경 시 **임의로 설정변경 금지**
- 07 작업장 환경** 협동작업 영역 내 **위험요소 제거** 및 **정리정돈**

※ 위의 조치에 대한 보다 상세한 설명은 안전가이드를 통해 확인할 수 있습니다.

1개 이상의 협동운전 안전기능이 있어야 합니다.

안전기능	특징	개념도
속도 및 위치 감시 Speed and separation monitoring	<ul style="list-style-type: none"> 지정된 속도 및 운전자와의 이격거리 유지 일정 이격거리 이내로 작업자가 접근 시 자동으로 속도를 줄이거나 멈추는 보호조치 실행 	
핸드가이딩 Hand guiding	<ul style="list-style-type: none"> 작업자가 로봇의 몸체를 직접 손으로 붙잡고 움직이며 작업 작업자가 로봇 몸체를 놓았을 경우 로봇 정지 	
동력 및 힘 제한 Power and force limiting	<ul style="list-style-type: none"> 사람과 로봇 접촉 시 사람에게 상해를 가하지 않는 제한된 크기의 힘과 압력만 전달 	

충돌방지조치 점검표 |

고정식 산업용 로봇

No.	점검 내용	점검 결과		
		Yes	No	해당없음
1	■ 로봇의 자율안전확인신고(KCs) 여부 확인 - 자율안전확인신고 대상인 경우에 한함			
2	■ 로봇의 안전검사 기한 도과 여부 확인 - 안전검사 대상인 경우에 한함			
3	■ 비상정지장치 설치 - 인증서 등을 통해 안전성 확인받은 제품 설치(예: 국내외 관련 인증서) - 위험한 상황에 즉시 작동할 수 있는 곳에 설치, 수동으로 동작			
4	■ 협동작업 형태 기능 확인 - 협동작업 형태(속도 및 위치 감시, 핸드가이딩, 동력 및 힘 제한) 중 하나 이상의 형태 설치 여부(안전가이드 부록 1 참조)			
5	■ 로봇의 협동영역 표시 - 예 : 바닥표시, 표지판, 사인 등			
6	■ 협동작업 및 그 위험에 관한 사항을 평가하여 작업자에게 주지 - 위험성평가와 로봇에 대한 조작 및 안전 지침 교육 이수 등			
7	■ 안전성능 등 확인 - 설치된 보호 장치(종류, 안전거리 등) - 보호구 착용, 교육 - 작업 절차 등			
8	■ 제어기 조작을 위한 별도의 잠금장치 혹은 비밀번호 설정			
9	■ 협동작업 영역의 정리 상태 (작업자 이동 동선에 위험요소 제거)			

<기타 사항>

- 점검표는 협동작업 공정에 비치
- 협동작업 공정 배치, 작업순서, 절차 변경 등 사유 발생 시에도 점검내용을 확인하고 기록, 관리

20

점검자(직급/성명):

(서명)

확인자(직급/성명):

(서명)

고정식·이동식 산업용 로봇의 협동작업 충돌방지 점검표가 포함된 안전가이드를 내려받을 수 있는 곳은 다음과 같습니다.

1. 고용노동부(<http://www.moel.go.kr>) 정책자료-정책자료실
2. 한국산업안전보건공단(<http://www.kosha.or.kr>) 자료마당-안전보건자료실
3. 유해위험기계기구 종합정보시스템(<http://miis.kosha.or.kr>) 알림마당-자료실



이동식 산업용 로봇과의 협동작업 시 조심!!!

이러한 사고가 발생할 수 있습니다.



협동작업에 필요한 충돌방지조치는 다음과 같습니다.

아래의 8가지 조치를 모두 만족해야 합니다!!!!

- | | |
|--------------|--|
| 01 비상정지 설치 | 로봇의 긴급 정지를 위한 비상정지장치 설치 |
| 02 협동운전 모드 | 협동운전에 필요한 안전기능 중 최소 1개 이상 적용 |
| 03 협동영역 표시 | 협동영역 표시(주행 중 작업영역, 이동 경로, 도킹 위치 등 주행경로) |
| 04 위험성 주지 | 위험에 관한 사항을 평가하여 작업자에게 주지!! 안전에 관한 교육 실시 |
| 05 원격 정지 | 사고 상황에 대비하기 위해 원격으로 로봇정지 기능구현 |
| 06 안전성능 확인 | 설치된 보호장치 와 보호구 착용, 교육 여부 등 확인 |
| 07 시스템 접근 권한 | 유지보수 등을 위한 시스템 변경 시 임의로 설정변경 금지 |
| 08 도킹 | 로봇 도킹 시 안전사항 확인(알람 및 경고, 속도제한, 위험대상 등) |

※ 위의 조치에 대한 보다 상세한 설명은 안전가이드를 통해 확인할 수 있습니다.

1개 이상의 협동운전 안전기능이 있어야 합니다.

안전기능	특징	개념도
속도 및 위치 감시 Speed and separation monitoring	<ul style="list-style-type: none"> 지정된 속도 및 운전자와의 이격거리 유지 일정 이격거리 이내로 작업자가 접근 시 자동으로 속도를 줄이거나 멈추는 보호조치 실행 	
핸드가이드 Hand guiding	<ul style="list-style-type: none"> 작업자가 로봇의 몸체를 직접 손으로 붙잡고 움직이며 작업 작업자가 로봇 몸체를 놓았을 경우 로봇 정지 	
동력 및 힘 제한 Power and force limiting	<ul style="list-style-type: none"> 사람과 로봇 접촉 시 사람에게 상해를 가하지 않는 제한된 크기의 힘과 압력만 전달 	

충돌방지조치 점검표 | 이동식 산업용 로봇

No.	점검 내용	점검 결과		
		Yes	No	해당없음
1	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 자율안전확인신고(KCs) 여부 확인 - 자율안전확인신고 대상인 경우에 한함 (AGV, AMR 등 이동물렛폼 제외) 			
2	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 안전검사 기한 도과 여부 확인 - 안전검사 대상인 경우에 한함 			
3	<ul style="list-style-type: none"> 비상정지장치 설치 - 인중서 등을 통해 안전성 확인받은 제품 설치(예: 국내의 관련 인증서) - 위험한 상황에 즉시 작동할 수 있는 곳에 설치, 수동으로 동작 - 이동 물렛폼 차체에서 접근이 용이하고 위치가 명확히 확인되는 지점에 설치(1개 이상) 			
4	<ul style="list-style-type: none"> 협동작업 형태 기능 확인 - 협동작업 형태(속도 및 위치 감시, 핸드가이드, 동력 및 힘 제한) 중 하나 이상의 형태 설치 여부 (안전가이드 부록 1 참조) 			
5	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 협동영역 표시 및 정리상태 - 협동영역 표시(예: 바닥표시, 표지판, 사인, 광학장치, 최소 여유 공간 등) * 협동영역: 협동로봇 작업 영역, 보호 영역, 주행 경로, 도킹 영역, 접근 금지 영역 등 - 협동영역의 정리 상태 * 예: 작업자 이동 동선에 위험요소 제거, 바닥면 미끄러짐 청소 등 			
6	<ul style="list-style-type: none"> 협동작업 및 그 위험에 관한 사항을 평가하여 작업자에게 주지 - 위험성평가와 로봇에 대한 조작 및 안전 지침 교육 이수 등 * 주행에 의한 위험 상황 예: 주행 중 미끄러짐, 전복, 사각지역 발생 등 - 작업장 내 출입인원에 대한 안전 교육 등 			
7	<ul style="list-style-type: none"> 원격 정지 기능 확인 - 원격 정지 기능의 제공 여부 및 성능 사항 확인 * 예: 원격제어시스템, 휴대용 테블릿, 무선제어장치 등 			
8	<ul style="list-style-type: none"> 안전성능 등 확인 - 설치된 보호 장치(종류, 안전거리 등) - 보호구 착용, 교육 - 작업 절차 - 사각지역에 대한 확인 및 조치 (안전가이드 부록 4 참조) - 이동 물렛폼에 구비된 보호 장치(위치, 종류, 사양) - 이동 물렛폼에 구비된 보호 장치(위치, 종류, 사양) - 안정성 유지 조건 * 매니퓰레이터의 동작한계, 선회 폭, 허용 단차, 허용 경사도 - 안정성 유지를 위한 조치 			
9	<ul style="list-style-type: none"> 제어기 조작을 위한 별도의 잠금장치 혹은 비밀번호 설정 			
10	<ul style="list-style-type: none"> 도킹 시 안전 확인 - 도킹 준비 및 도킹 중 알람 및 경고 발생 - 도킹 중 이동물렛폼 속도 제한 - 도킹 전 위험 대상 감지 여부 * 도킹을 위한 안전기능의 일시 중지(muting) 전 도킹 영역 내 위험 대상 확인 			

<기타 사항>

- 점검표는 협동작업 공정에 비치
- 협동작업 공정 배치, 작업순서, 절차 변경 등 사유 발생 시에도 점검내용을 확인하고 기록, 관리

20

점검자(직급/성명):
확인자(직급/성명):

(서명)
(서명)

고정식·이동식 산업용 로봇의 협동작업 충돌방지 점검표가 포함된 안전가이드를 내려받을 수 있는 곳은 다음과 같습니다.

1. 고용노동부(<http://www.moel.go.kr>) 정책자료-정책자료실
2. 한국산업안전보건공단(<http://www.kosha.or.kr>) 자료마당-안전보건자료실
3. 유해위험기계기구 종합정보시스템(<http://mis.kosha.or.kr>) 알림마당-자료실

Switch on The Future

Doosan Robotics

Doosan Robotics,
79, Saneop-ro 156beon-gil,
Gwonseon-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do,
Republic of Korea
Homepage : www.doosanrobotics.com

