

Protective Stop

보호정지 경고 메시지란??

보호정지(protective stop)란 여러 문제로 인해 로봇 컨트롤러가 발생시키는 로봇 정지입니다. 보호정지가 발생하면 티치 펜던트에서 경고 메시지를 확인할 수 있습니다. 로봇 작동 중 지속적으로 보호정지 경고 메시지가 발생하면 이를 무시하지 말고 즉시 원인을 파악하여 보호정지가 발생하지 않도록 해야 합니다. 보호정지의 원인은 로봇 프로그램 또한 로봇 시스템에 있습니다. 보호정지가 발생하면 로봇 프로그램 또는 로봇 시스템을 점검해야 합니다.

보호정지의 원인은 무엇입니까?



보호정지는 다음 이유 중 하나 이상에 의해 발생할 수 있습니다:

- 잘못된 프로그래밍
- 잘못된 설정(설치 탭)
- 로봇 스펙 이상으로 사용하여 로봇에 과도한 스트레스
- 로봇 또는 로봇에 부착된 툴이 주변 또는 공작물 등과 충돌
- 로봇 부품의 오용으로 인해 로봇 수명 단축

보호정지 경고를 무시하면 어떻게 될까요?

보호정지를 무시하면 로봇 수명을 상당히 단축시킬 수 있습니다. 이로 인해 워런티가 되지 않을 수 있습니다. 또한 이로 인해 로봇(또는 로봇 부품)에 결함이 생기고 예기치 못한 사고가 발생할 수 있습니다.

매일 보호정지 경고가 발생하는 시스템은 잘못된 시스템입니다. 보호정지 경고의 자동 리셋 설정은 금지입니다. 로봇 시스템 및 프로그램은 로봇 사양내에서 작동하도록 수정되어야 합니다. 로봇 사양을 충족해서 작동하려면 user manual 및 service manual 를 숙지해야 합니다.

	<p>WARNING: Robot damage and breakage can happen due to misuse. Warnings are an indication of operation outside of product specifications which results in excessive wear and decreased life of the robot and its components!</p> <p>... Investigate all protective stops and determine the cause. ... Fix the causes(s) before resuming operation, e.g. correct programming and/or the installation.</p> <p>Do NOT acknowledge or reset warning messages, manually or automatically, before determining and fixing the cause(s).</p>
	<p>Read the User and Service Manuals to learn why Protective Stop warnings happen. Use this guidance to improve your robot application.</p> <p>Train personnel about warning messages and the importance of determining and fixing causes of protective stops BEFORE resuming operation.</p>

로봇 시스템 점검 및 로봇 사용자 교육으로 다음 사항이 보장됩니다:

- 로봇 사용 교육을 받은 사용자는 프로그램을 점검하고 문제 해결을 수행하여 모든 보호정지 경고 메시지의 원인을 파악합니다.
 - 교육받은 직원은 보호정지에 대한 지식을 숙지하고 있어야 합니다.
 - 교육받은 직원은 원인을 조사하고 수정할 수 있어야 합니다.
 - 경고 메시지의 원인을 조사, 검토 및 조치한 후 작동을 재개하려면 사용자의 신중함이 필요합니다.
 - 보호정지 경고의 자동 리셋 설정이 되어 있을 경우 즉시 시스템을 수정해야 합니다.
- 보호정지가 발생했을 때 원인 파악 및 조치를 하지 않고 로봇을 재작동 하지 않습니다.
- 로봇 사용 교육을 받은 사용자는 로봇 서비스(수리 등)가 필요한지 여부와 서비스 진행 스케줄을 결정합니다.
- 로봇 사용자는 다른 직원들이 다음 사항에 대해 교육을 받았는지 확인합니다:
 - 보호정지의 목적
 - 보호정지 경고 메시지의 원인을 조사하고 수정하는 방법
 - 근본 원인을 수정하지 않고 계속 작동할 경우 로봇의 수명이 단축될 수 있으며 로봇 워런티가 무효화될 수 있음. 이로 인해 로봇(또는 로봇 부품)에 결함이 생기고 예기치 못한 사고가 발생할 수 있음.



Universal Robots strongly recommends that customers keep their robot updated to the latest software version, since keeping the robot up to date, brings features and improvements to the overall usage of the system. To download the latest software version, go to the [Download](#) section of UR's support site.

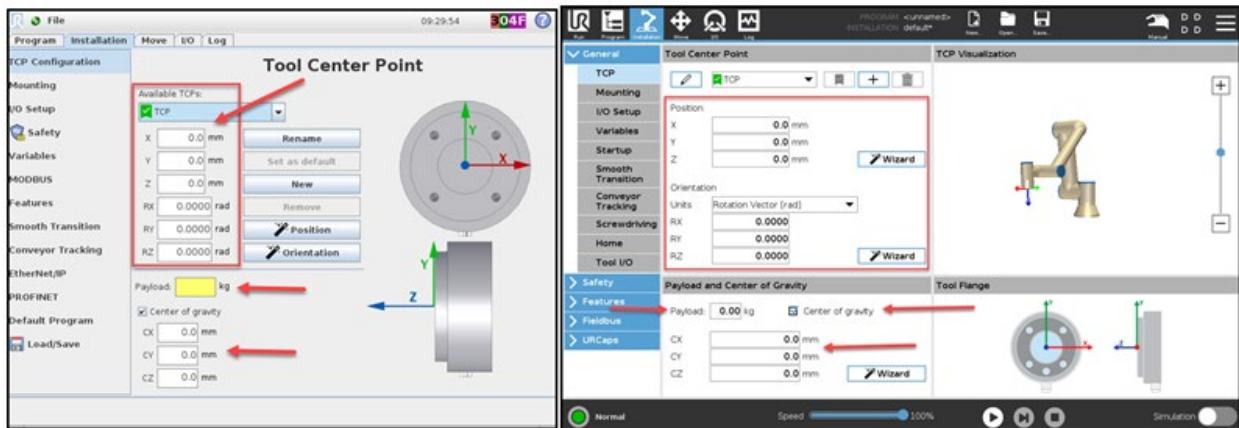
유니버설 로봇 메뉴얼을 숙지하는 것은 상당히 중요합니다.

메뉴얼은 <http://www.universal-robots.com/support> 에서 다운 받을 수 있습니다. 본 사이트에서 다른 많은 매뉴얼 및 정보를 확인할 수 있습니다.

로봇의 보호정지를 방지하려면 어떻게 해야 할까요?

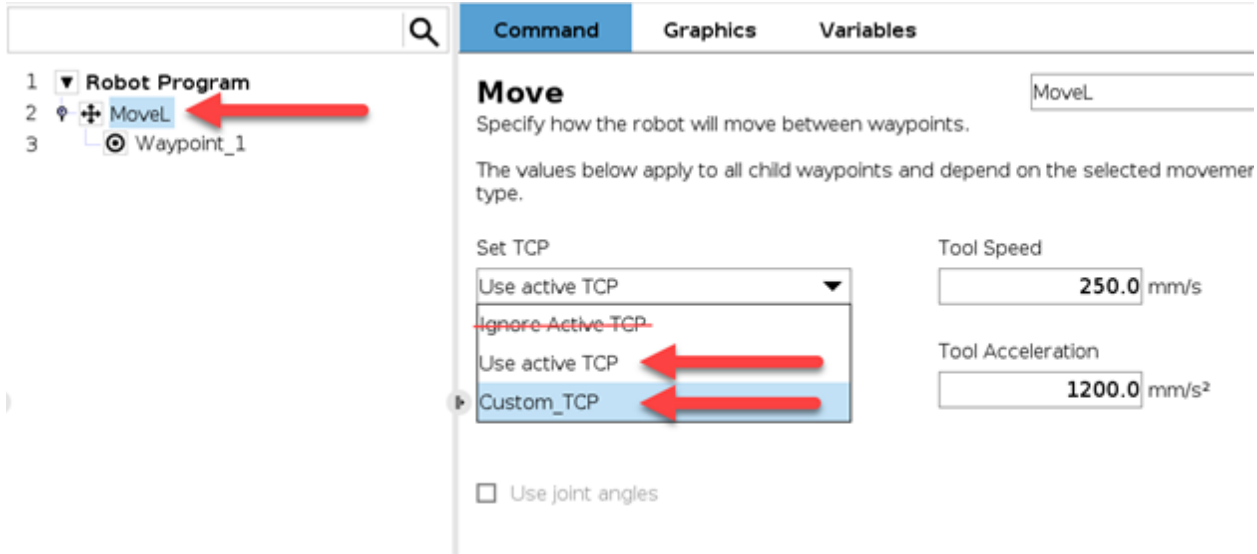
1. 설치 탭 (installation tap) 의 설정을 확인하고 올바르게 입력했는지 점검합니다.:

- Payload (페이로드)
- Tool Center Point (TCP)
- Center of Gravity (로봇에 부착된 툴 및 부품의 무게 중심)

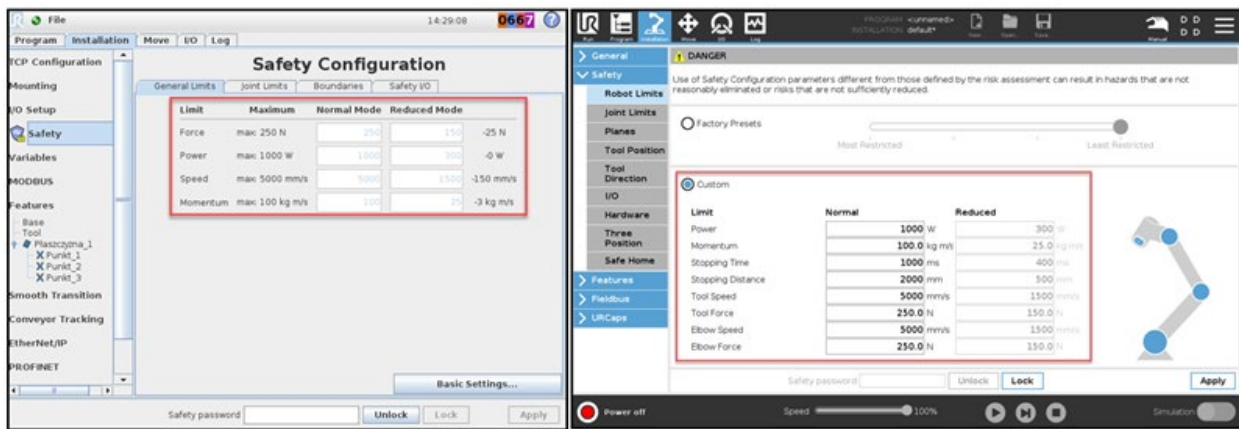


로봇 설정 탭에서 이러한 중요 설정의 방법을 정확히 모를 경우 Universal Robots 대리점에 정보를 요청하거나 교육을 요청해야 합니다.

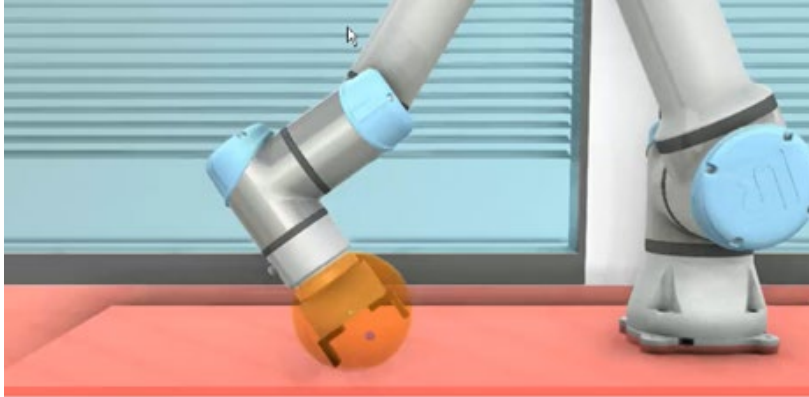
2. Move 명령어의 TCP 설정: 이동 명령어 MoveL, MoveJ, MoveP 에 올바른 TCP 가 설정되어 있는지 확인하세요. "Ignore Active TCP"을 사용할 경우 실제 설정 값보다 낮게 또는 높게 계산하여 보호정지를 발생시킬 수 있습니다.



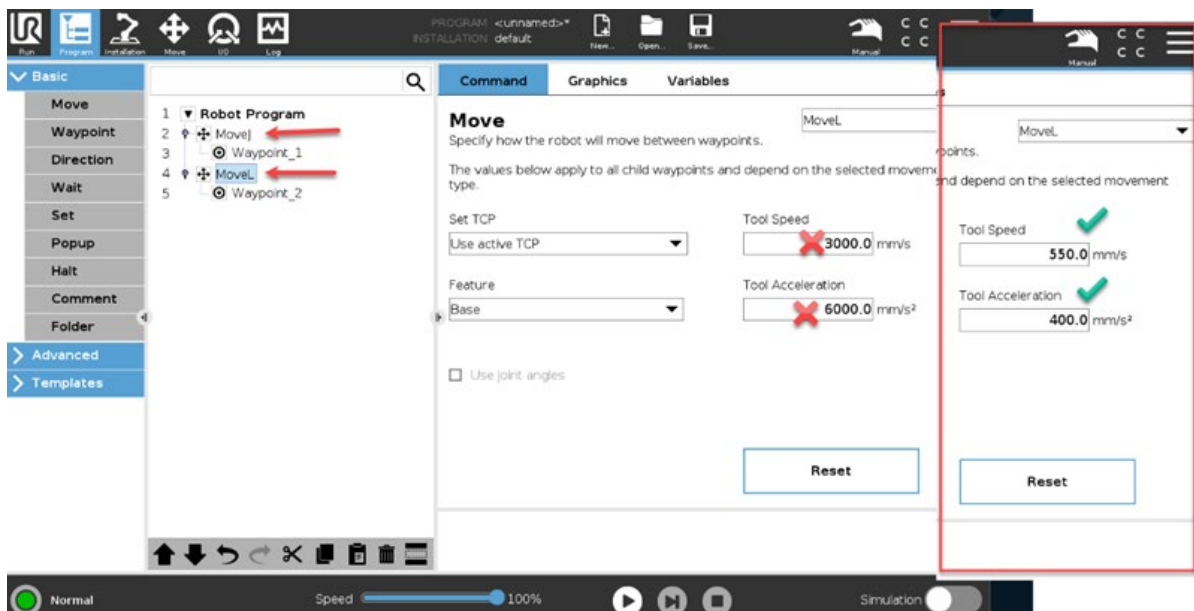
3. 안전 설정을 확인하여 시스템의 위험성 평가 결과에 따라 올바르게 설정되었는지 점검합니다.



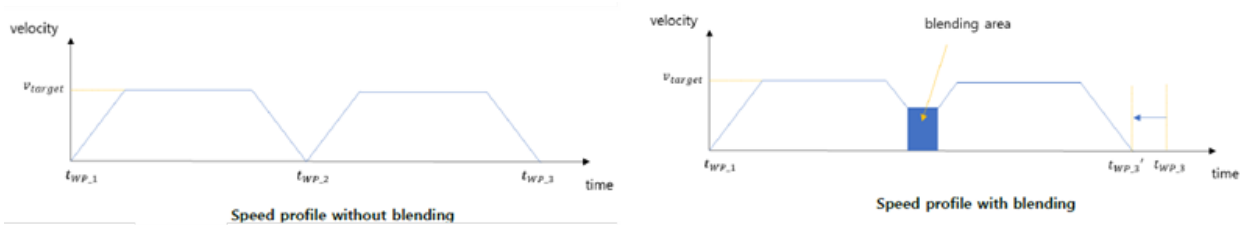
4. 과도한 힘: 제품을 잡는 위치에서 로봇이 과도한 힘을 사용하고 있는지를 확인합니다. 과도한 힘이 가해지지 않도록 적절히 관련 웨이 포인트를 다시 설정합니다. 필요에 따라 force 명령어를 사용하여 로봇에 가해지는 스트레스를 줄일 수 있고 보호정지의 가능성을 낮출 수 있습니다.



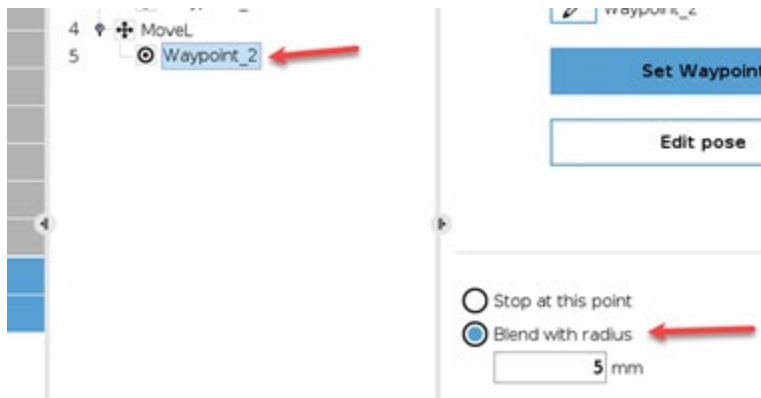
5. 가속도 설정: 로봇이 작동될 때 과도한 스트레스를 받지 않기 위해서 부드럽고 적절한 가속도로 설정되어야 합니다. 가속도를 설정하기 전 blend(반지름)값을 사용하여 경로의 최적화를 진행해야 합니다. 가속도 설정은 선형 이동(MoveL) 및 조인트 이동(MoveJ), 로봇 시스템에 따라 달리 적용되어야 합니다. 로봇 시스템 및 사용 용도에 따라 다르나 보통 MoveJ 는 $800^{\circ}/s^2$ MoveL 은 $2500mm/s^2$ 을 넘지 않도록 설정해야 합니다. 과도한 가속도 설정은 로봇 각 조인트에 높은 토크를 전달하게 되고 보호정지를 유발할 수 있습니다. 로봇 시스템을 구축할 때 프로그램 내의 모든 속도와 가속도를 점검해야 합니다.



6. Blend(반지름): 블렌드를 사용하면 로봇의 움직임을 부드럽게 하여 보호정지의 가능성을 줄일 수 있습니다. 이로 인해 시스템의 사이클 타임을 향상시킬 수 있습니다. 블렌드 설정은 로봇 사이클 타임을 향상시키기 위해 속도 가속도를 재설정하기 전에 시도합니다. 로봇이 멈출 필요가 없는 구간에는 블렌드를 추가해 프로그램 하는 것을 추천합니다. 0mm 보다 크지만 다음 웨이 포인트의 총 거리보다는 크지 않게 설정해야 합니다. 그렇지 않을 경우 블렌드 다음에 티칭된 웨이 포인트를 건너 뛸 수 있습니다. 만약 건너 뛴 웨이 포인트가 있을 경우 로그 파일에 기록됩니다. 로그 파일에 “Overlapping Blends in a MoveL, a waypoint was skipped” 이와 같이 기록됩니다. 관련된 내용은 로그 파일 화면 또는 로그 파일을 다운 받아 확인할 수 있습니다.



웨이 포인트 사이에 정확한 블렌드를 사용하여 로봇 동작을 부드럽게 하고 사이클 타임을 줄일 수 있습니다.



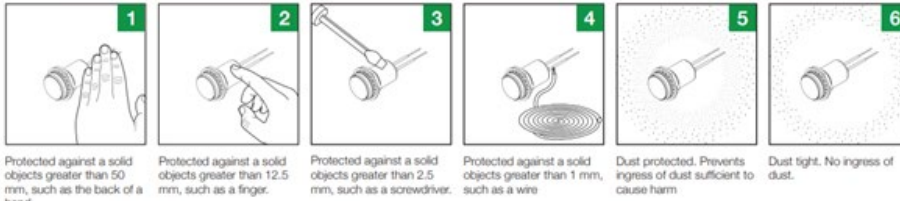
7. 웨이 포인트 재설정: 자주 웨이 포인트가 재설정 될 경우 보호정지가 쉽게 발생할 수 있습니다. 보호정지는 결함을 뜻합니다. 이 경우 로봇 시스템을 점검해야 합니다. 로봇 시스템 점검이 필요할 경우:

- [Service Manual](#)의 점검 계획에 따라 로봇을 점검합니다.
- 로봇 시스템의 유지 보수 계획을 설정하고 실행합니다.
- Universal Robots 또는 대리점 및 교육받은 사용자로부터 로봇 점검을 받습니다.

8. 로봇 마운팅: 로봇은 베이스 조인트 토크의 최소 10 배를 견딜 수 있는 단단한 표면에 안착되어야 합니다. ([Service Manual](#) 참조) 또한 로봇 무게의 5 배를 견딜 수 있어야 합니다. 이 단단한 표면은 외부의 진동을 로봇에 전달하면 안됩니다. 만약 로봇이 움직이는 7 축(외부 축)에 장착되어 있다면 7 축의 가속도는 1m/s^2 미만으로 설정하여 움직일 때 발생하는 진동을 최소화해야 합니다. 자세한 내용은 user manual 을 참조하세요.

9. IP 등급: 로봇 시스템에서 로봇 IP 등급을 고려해야 합니다. 로봇의 IP 는 54 이며 e-Series 의 컨트롤러는 IP44, CB-Series 는 IP22 입니다. (자세한 내용은 user manual 을 참조하시기 바랍니다.) 기계의 냉각수 또는 미세 분말가루 등이 로봇 내부로 침투되면 로봇 품질에 악영향을 줄 수 있습니다. IP 등급에 맞지 않는 환경에서 로봇을 사용해야 한다면 로봇에 커버를 적용하십시오. IP 등급 관련하여 문의사항이 있을 경우 해당 대리점에 연락하여 도움을 받으십시오. 잘못된 환경에서 로봇을 지속적으로 사용하게 되면 protective stop 등으로 로봇의 수명이 단축됩니다.

Solids

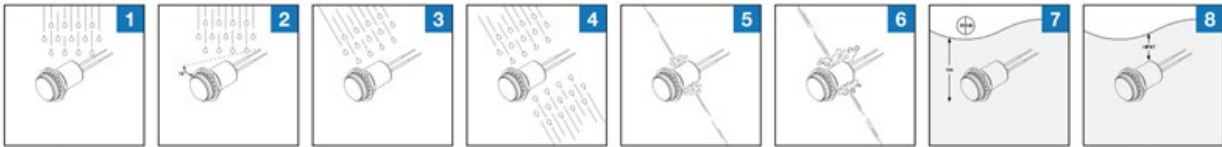


1 Protected against a solid objects greater than 50 mm, such as the back of a hand.
 2 Protected against a solid objects greater than 12.5 mm, such as a finger.
 3 Protected against a solid objects greater than 2.5 mm, such as a screwdriver.
 4 Protected against a solid objects greater than 1 mm, such as a wire
 5 Dust protected. Prevents ingress of dust sufficient to cause harm
 6 Dust tight. No ingress of dust.

Codification Example



Liquids



1 Protected against water drops.
 2 Protected against water drops at a 15° angle
 3 Protected against water spray at any angle up to 60° from the vertical.
 4 Protected against water splashing from any angle
 5 Protected against water jets from any angle.
 6 Protected against powerful water jets and heavy seas
 7 Protected against the effects of temporary submersion in water (30 min at 1 meter)
 8 Protected against the effects of permanent submersion in water. (Up to 3.9 meter)

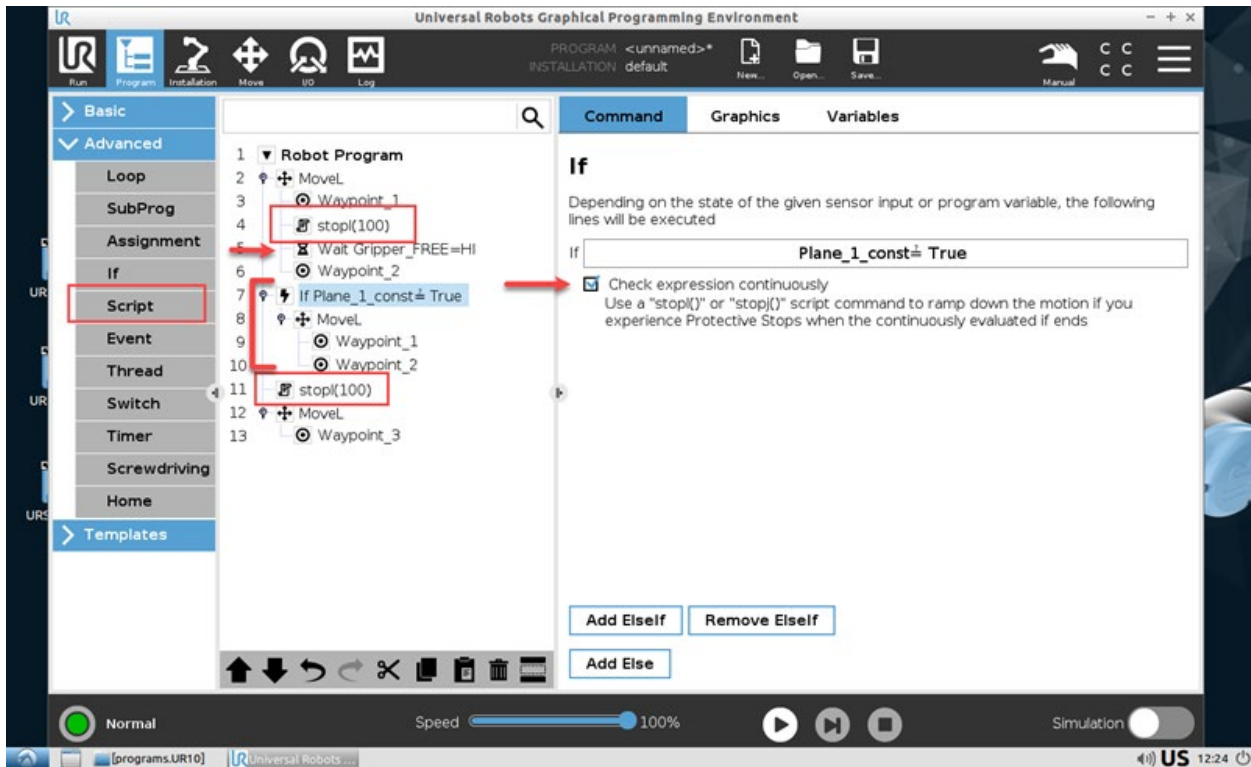
10. 특이점 (Singularities): 특이점이란, TCP0(tool flange) 가 MoveL 을 이용하여 갈 수 없는 구간을 뜻합니다. 특이점에 너무 가깝게 이동하면 조인트 속도가 예기치 않게 증가할 수 있습니다. (자세한 설명은 support site 를 참조하세요.) 특이점이 로봇 동작 및 경로에 영향을 미치는 경우, 다음 중 하나를 시도하십시오:

- MoveL 을 MoveJ 로 바꿉니다.
- 로봇 또는 주변 장비의 위치를 바꿉니다.
- 로봇 툴의 방향을 바꿉니다.

MoveJ 를 사용하면 특이점에 영향을 받지 않음으로 반드시 MoveL, MoveP 를 사용해야 하는 구간이 아니면 MoveJ 를 사용합니다.



11. Wait 명령어 와 “Check Expression Continuously” 기능: blend 가 포함된 waypoint 다음에 wait 명령어가 있을 경우 갑작스럽게 동작이 멈출 수 있습니다. loop 또는 if/else 명령어에서 “check expression continuously” 기능을 사용할 경우 프로그램에 유의해야합니다. 이 기능은 loop 또는 if/else 명령어에서 빠져나와 다른 동작으로 갑작스럽게 이동하게 될 수 있습니다. Wait 명령어와 “check expression continuously” 기능 모두 로봇이 갑자기 정지하거나 방향을 변경하게 할 수 있는 명령어입니다. 이는 로봇에 큰 부하를 가하고 보호정지를 발생시킬 수 있습니다. 만약 두 기능을 사용할 경우 적절하게 stopl() 또는 stopj() 스크립트를 사용하는 것을 추천드립니다.

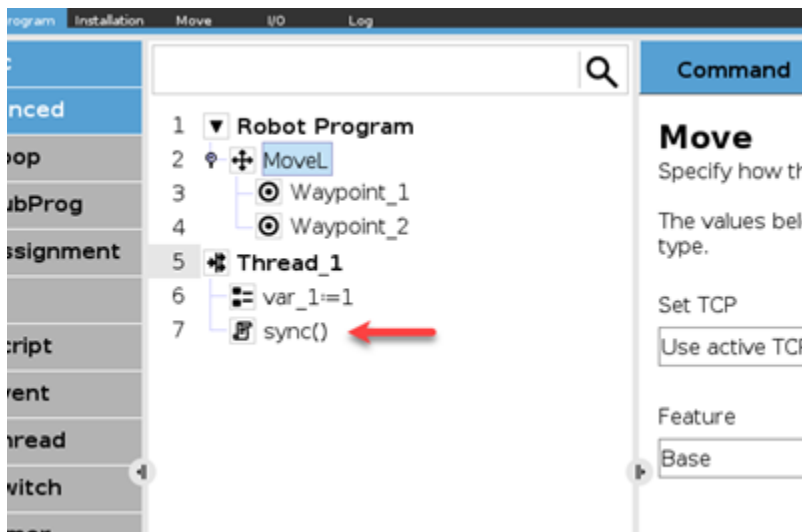


Stopl(), stopj() 스크립트 명령어 사용 예

12. I/O (Input/Output) 연결: 모든 I/O 단자가 올바르게 연결되었는지 확인하십시오. 연결 상태가 좋지 않을 경우 쇼트로 이어질 수 있습니다. 이 경우 보호 정지로 이어질 수 있습니다.

13. Safety 연결: 안전 관련 외부 장치 상태를 확인하십시오. 보호 정지, 비상 정지 및 안전 구성 이중 채널 입력 신호는 최대 48ms의 차이를 가질 수 있습니다. 외부 장치의 구성은 20ms로 설정하는 것을 권장합니다. 이를 만족시키지 못하면 보호정지를 유발할 수 있습니다.

14. 많은 thread 사용: thread 사용에 유의해야 합니다. Thread 안에 하나의 명령어만 추가되었을 경우 짧은 wait 명령어가 포함되거나 sync() 스크립트를 추가해야 런타임 오류를 피할 수 있습니다.



Sync() 스크립트 사용 예

15. 힘 제한: 로봇 시스템에서 로봇에 부하를 줄 수 있는 요소를 찾기 위해 힘 제한을 줄여 보호 정지를 임의로 유발할 수 있습니다. 문제가 될 수 있는 요소를 제거한 이후에는 힘 제한을 원래대로 설정하시기 바랍니다.

16. 테스트 프로그램 만들기:

- 로봇에서 엔드 이펙터를 제거합니다.
- 설치 탭에서 TCP, CoG 및 Payload 값을 초기화 합니다.
- 프리 드라이브를 이용하여 로봇을 움직여 보고 조인트에서 걸리는 느낌이나 프리 드라이브가 뻑뻑한 느낌이 오는지 확인합니다. 만약 평소에 느꼈던 느낌과 다른 경우 수리가 필요할 수 있습니다.

- 로봇 전체를 움직이게 하는 프로그램을 만들어 재생시켜 봅니다.
 - 보호정지가 발생하나요?
 - 다른 조인트와 비교했을 때 소리가 다른 조인트가 있나요?
 - 로봇에서 지원 파일을 저장하십시오.
- 각각의 조인트를 단독으로 움직이는 프로그램을 만들어 재생시켜 봅니다. 속도 가속도를 조절하면서 확인합니다.:
 - 보호정지가 발생하나요?
 - 다른 조인트와 비교했을 때 소리가 다른 조인트가 있나요?
 - 로봇에서 지원 파일을 저장하십시오.
- 테스트 이후 필요하다면 유저 매뉴얼 및 서비스 매뉴얼을 참고하세요.
지속적으로 보호정지가 발생하고 있다면 UR 대리점, UR 에 연락하여 조치를 받으십시오.

17. 검사 계획: 유저 매뉴얼 및 서비스 매뉴얼을 확인하여 로봇 및 컨트롤러 검사를 실시하십시오. 정확한 판단이 서지 않을 경우 UR 대리점, UR 에 연락하시기 바랍니다.

3. Recommended Inspection activities

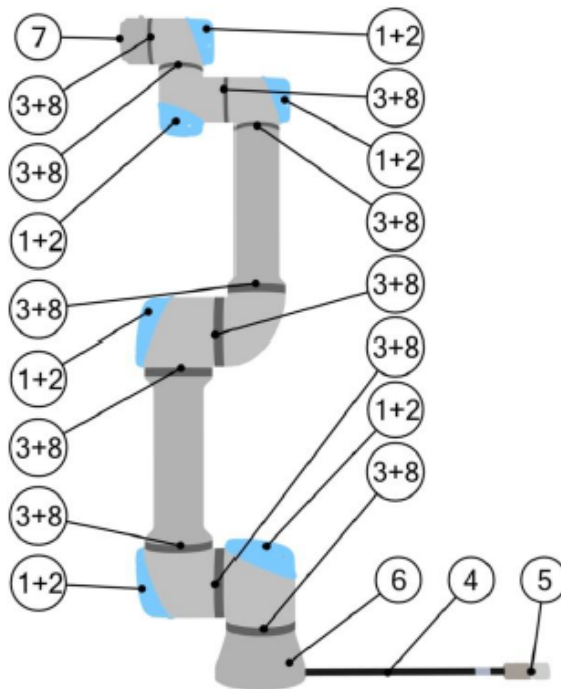
3.1 Robot Arm

3.1.1 Inspection Plan

Set forth below is a check list of inspections that Universal Robots recommends be performed according to the marked time interval. If upon inspection, the referenced parts are not in an acceptable state, please rectify immediately.

Use the following sections as guide: 3.1.1 Visual Inspection 4.0.1 Pre-Use Assessment 4.1 Robot Arm			Monthly	Semi-annually	Annually
1	Check blue lids *	V		X	
2	Check blue lid screws	F		X	
3	Check flat rings	V		X	
4	Check robot cable	V		X	
5	Check robot cable connection	V		X	
6	Check Robot Arm mounting bolts *	F	X		
7	Check Tool mounting bolts *	F	X		
8	Check screws/bolts on joints *	F		X	

V = Visual inspection F = Functional inspection * = Must also be checked after heavy collision



Universal Robots A/S expressly disclaims liability for any and all damages or injuries caused as a result of customer's failure to operate the robot in strict compliance with the [User and Service Manuals](#), follow and implement the recommendations contained in this article.

Future changes on robot software shall occur, changing how actions from this article are done, always read the software releases at UR [Support Site](#) to learn more.