



警告

应该由合格的安装人员进行安装，并且
安装要符合所有国家法规和地方法规





Hi5a 控制器操作说明

检测机器人之间 **Arm** 干涉





本手册内的信息为 **Hyundai Robotics** 所有。
未经 **Hyundai Robotics** 书面授权、不得复制全部或部分内容。
本手册不得提供给第三方、不得用于其它用途。

Hyundai Robotics 保留不经过事先通知而修改本手册的权利。

韩国语印刷 - 2023 年 4 月、第 4 版
Hyundai Robotics Co., Ltd. 版权所有© 2023

地址: 北京市朝阳区望京东路 8 号 锐创国际中心 A 座 1101 室
电话: 010 8417-7788
主页 : www.hyundai-robotics.com



目 录

1. 概要	1-1
1.1. 关于检测机器人之间臂部(Arm)干涉功能	1-2
1.1.1. 功能目的	1-2
1.1.2. 功能范围	1-2
1.1.3. 功能的限制事项	1-2
1.1.4. 相关功能	1-2
2. 相关功能	2-1
2.1. 设置方法	2-2
2.1.1. HiNet 的设置	2-2
2.1.2. 共同坐标系的设置	2-4
2.1.3. 防止臂部干涉功能的设置	2-5
2.1.4. 臂部干涉领域设置	2-6
2.1.5. 工具干涉领域设置	2-8
2.2. 干涉的检测	2-13
2.2.1. 减速停止	2-13
2.2.2. 立即停止	2-15
2.2.3. 播放时发生错误的情况	2-16
2.2.4. 在死锁(Dead Lock)状态下的处理方法	2-19
2.2.5. HiNet 网络异常时处理	2-20

图纸目录

图 2.1 凸缘坐标系	2-8
图 2.2 正常的工作程序例子	2-16
图 2.3 有错误的程序例子 1	2-17
图 2.4 有错误的程序例子 2	2-18
图 2.5 解除检测机器人之间臂部干涉	2-19
图 2.6 设置检测机器人之间臂部干涉	2-19





HD

HYUNDAI
ROBOTICS

1

概要



1. 概要

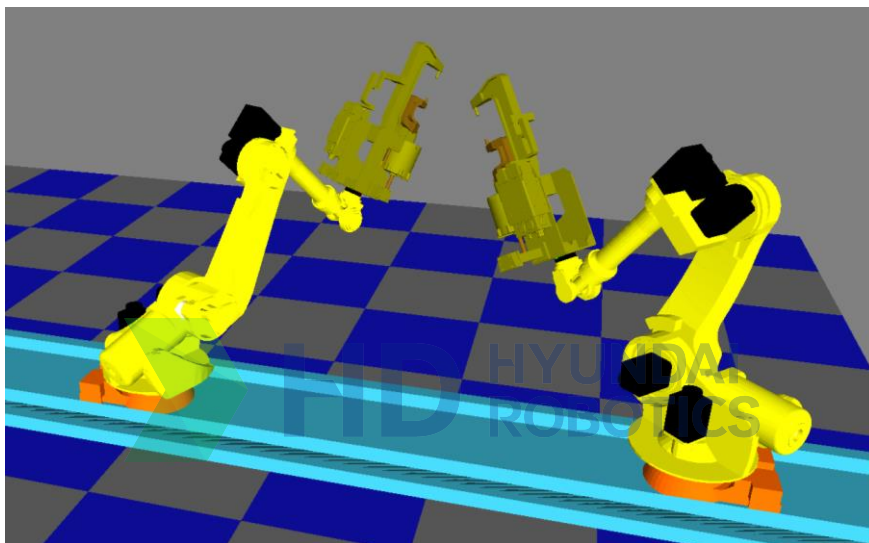
机器人之间 Arm 干涉检测

1.1. 关于检测机器人之间臂部(Arm)干涉功能

1.1.1. 功能目的

预测因程序出错或使用者操作出错(点动(jog)、程序编制的错误)而机器人臂部(Arm)和工具(Tool)等无意地发生冲突的话、事前停止机器人预防事故。

1.1.2. 功能范围



通过利用圆筒减少机器人 Tool、Arm 干涉的模式检测干涉、还能够适用于使用运行轴的机器人。

- 从 Hi5 控制器版本 V40.03-00 开始支持本功能。
- 支持检测干涉的机器人应连接 HiNet。
- 支持检测干涉功能的机器人台数与合作控制相同。(MAX. 4EA)

1.1.3. 功能的限制事项

利用此功能自动回避机器人之间的干涉、不可自动决定机器人之间的驱动顺序驱动。

- 相互不使用联锁装置、不支持自动回避 Arm 干涉的功能。
- 不支持相互机器人之间自动回避死锁(dead-lock)的功能。
- 自己的臂部和工具之间的干涉的话不会检测。

1.1.4. 相关功能

- 合作控制功能、HiNet
- 防止立方体(cube)干涉功能



HD

HYUNDAI
ROBOTICS

2

相关功能



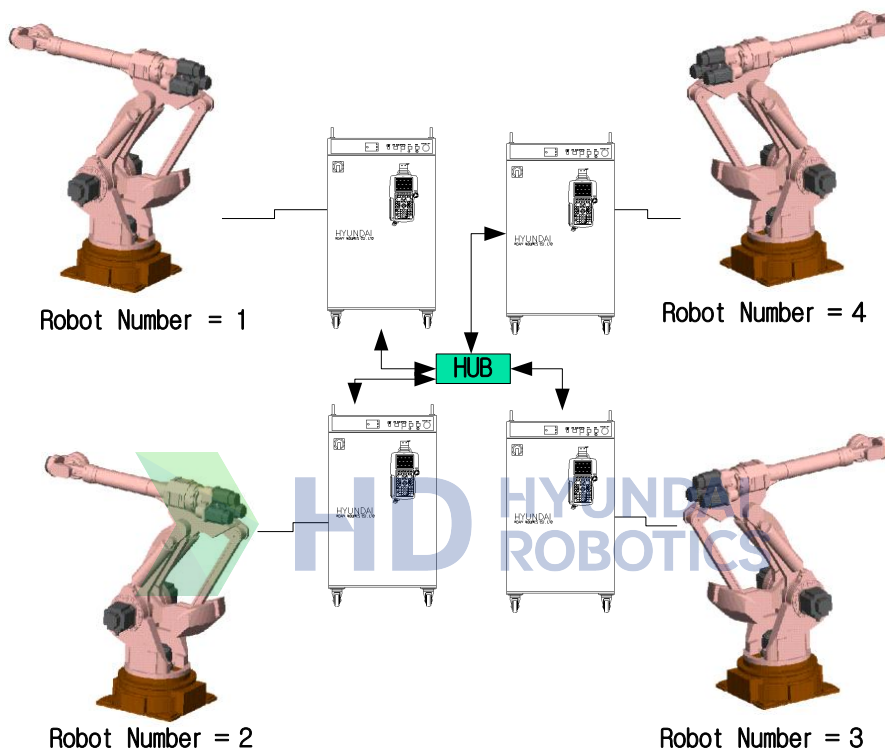
2. 相关功能

机器人之间 Arm 干涉检测

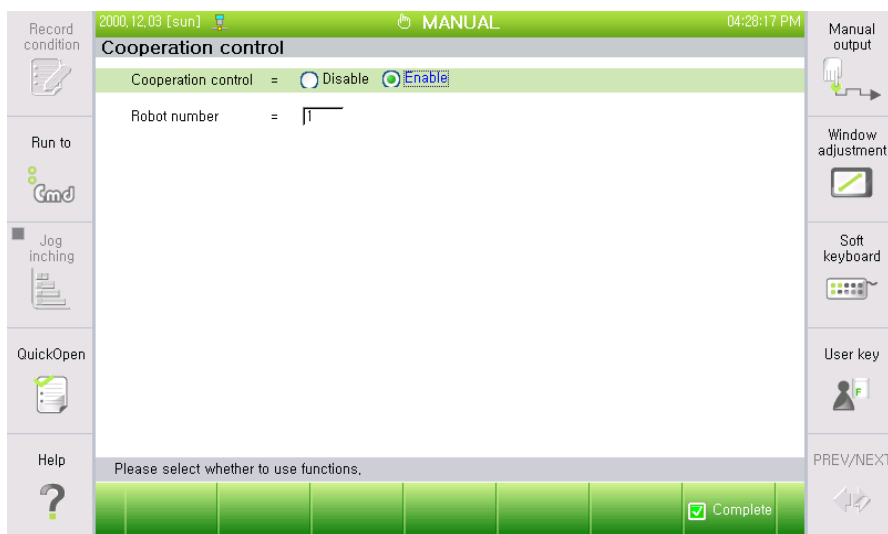
2.1. 设置方法

2.1.1. HiNet 的设置

将合作控制功能有效、设置机器人号码不会重复。机器人最多四个能够进入 HiNet。



选择『[F2]: 系统』→『2: 控制参数』→『9: 网络』→『3: 服务』→『1: 合作控制』、正如下面将机器人号码和合作控制功能设置成有效。



2. 相关功能

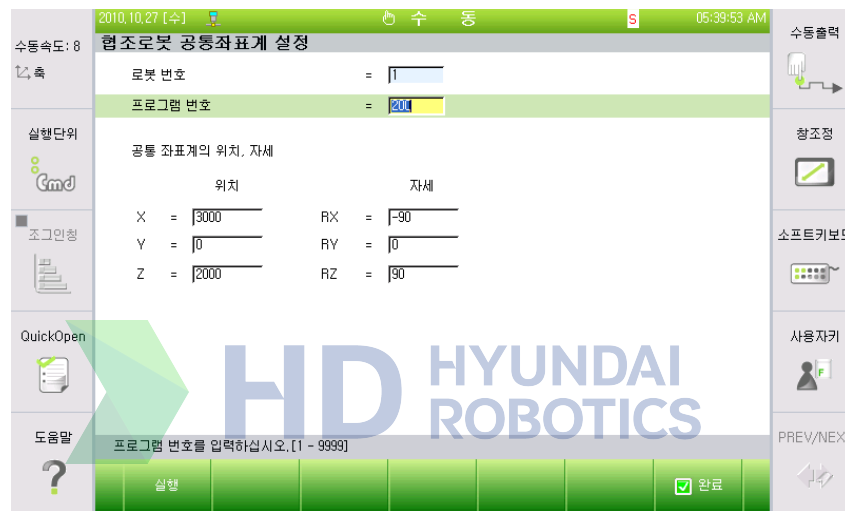
设置完毕后请确认相应的机器人是否参与 HiNet 网络。HiNet 网络状态的话、选择『[F1]: 服务』→『1: 监视』→『10: 合作控制数据』→『1: 合作控制状态』、就在画面右边显示机器人 1~4 的状态。这时表示为“----”的机器人是不能参与合作控制网络的网络。这时、请再次投入相应机器人的电源后确认是否正常表示。即使再次投入电源也无法解决的话、请再次检查合作控制的设置和网络连接线是否不良等。



2.1.2. 共同坐标系的设置

为了检测机器人之间的 Arm 干涉、需要设置合作控制所需的共同坐标系。

- ① 设置共同坐标系之前请准备尖锐的工具、设置完自动常数。
- ② (『[F2]: 系统』 → 『6: 自动校准』 → 『1: 轴原点及工具长度最优化』)
- ③ 通过自动校准找出准确的工具信息的状态下进行 3 点教示。
- ④ 『[F2]: 系统』 → 『6: 自动校准』 → 『5: 协作机器人公用坐标系设置』 用 3 点教示程序设置公用坐标系。



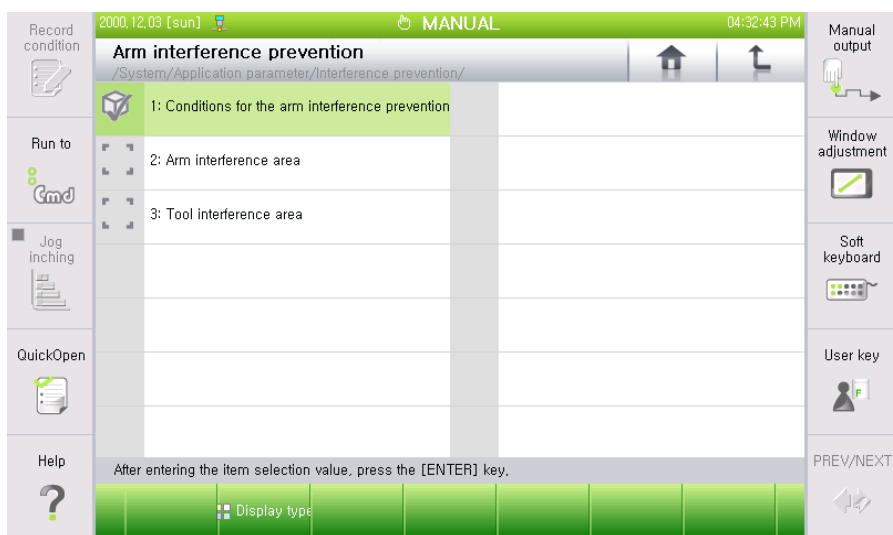
- ⑤ 对于详细内容请参考 Hi5a 合作控制用户手册。

对象机器人和自己的机器人一定要都设置共同坐标系。自己机器人的合作控制是无效的或没有设置共同坐标系的话不会进行点动和播放。

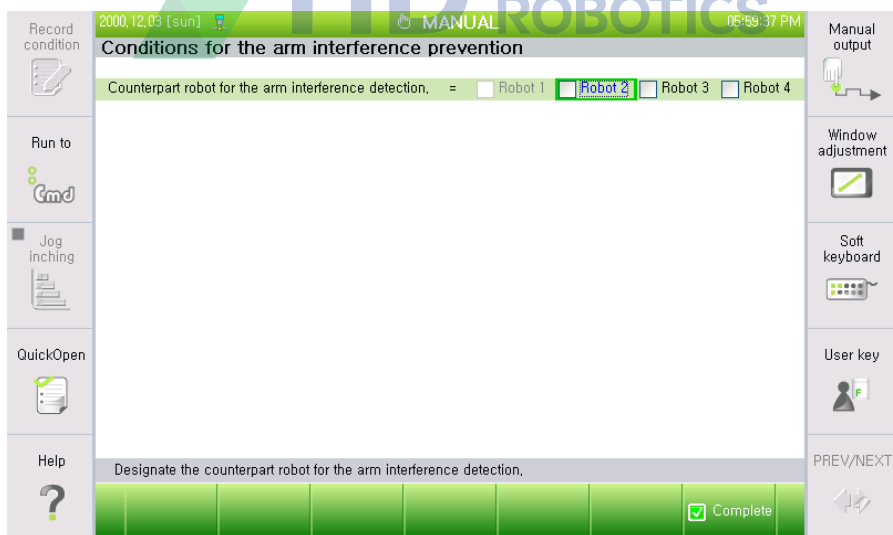
可发生的错误原因	自己的机器人是合作控制无效状态或没有设置共同坐标系而设置 Arm 干涉检测条件的情况
错误信息	E1342 机器人合作状态、共同坐标系无效
措施方法	为了使用此功能、一定要事前设置机器人合作和共同坐标系。

2.1.3. 防止臂部干涉功能的设置

选择『[F2]: 系统』→『4: 应用参数』→『7: 防止干涉』→『2: 防止臂部干涉』。



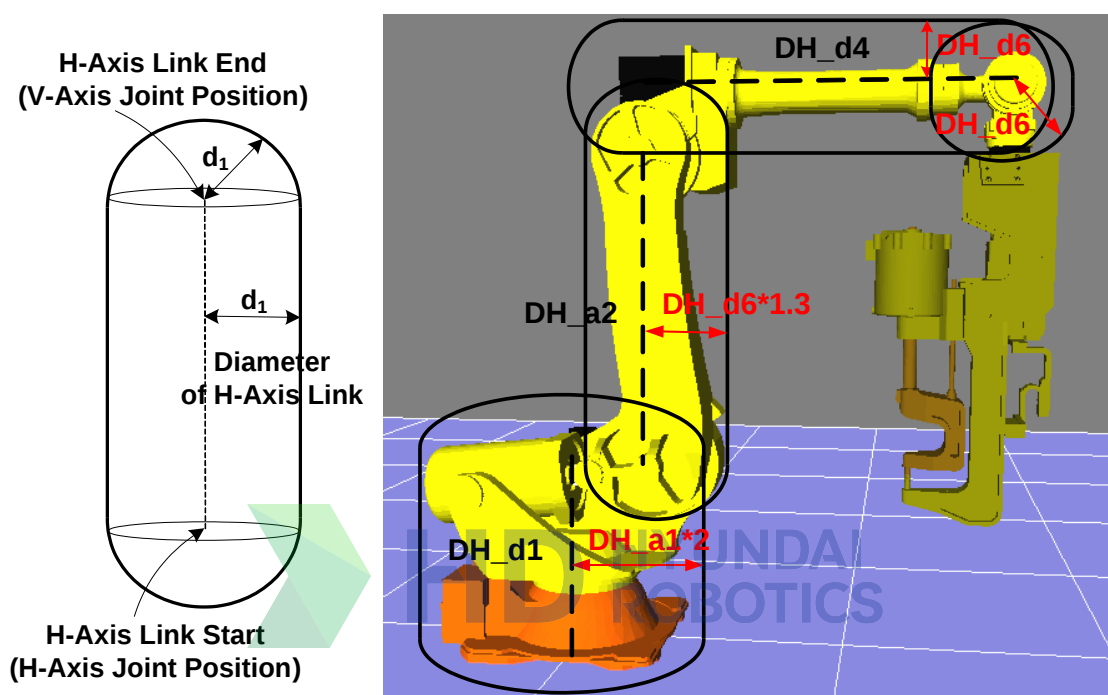
为了选择『1: 臂部干涉防止条件』把防止臂部干涉设置成有效、选择“臂部干涉检测对象机器人”。



可发生的错误原因	如果对于检测干涉、在自己的机器人设置的对象机器人的合作控制设置成“无效”、或对象机器人没有参与合作控制 HiNet 网络、没有设置对象机器人的 Arm 干涉防止条件、最后没有设置对象机器人的共同坐标系的话会发生错误。
错误信息	E0244 机器人 0)的 Arm 干涉检测处于不可能的状态。
措施方法	请检查如下内容。

2.1.4. 臂部干涉领域设置

臂部干涉领域的模型是由两面半球(Hemi-Sphere)组成的圆筒。比如、H 轴的话正如下面从 H 轴接头位置到 V 轴 接头位置设置半径能够制造模型。

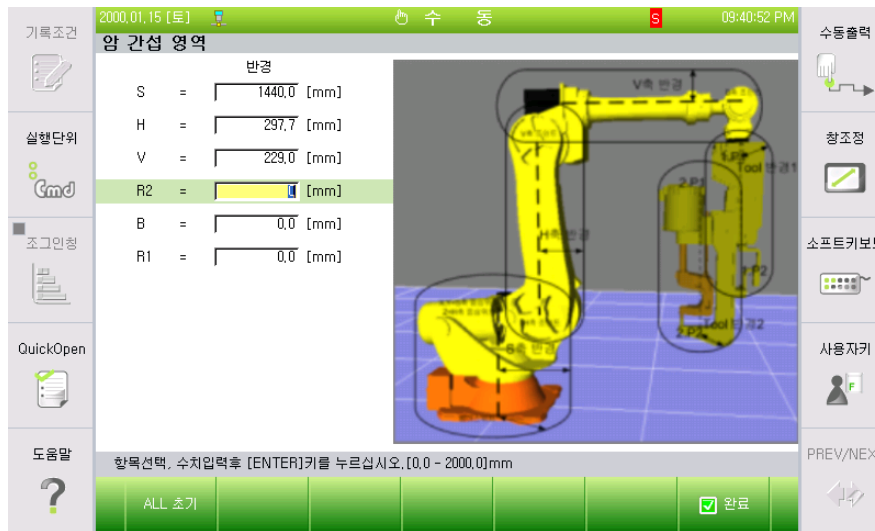


对于机器人机体臂部的圆筒链接模型适用于 S 轴、H 轴、V 轴和 B 轴。正如下面决定各轴的半径基本设定值。若在机器人追加安装设备的话、请把该轴的半径设置成比基本值更大后使用。

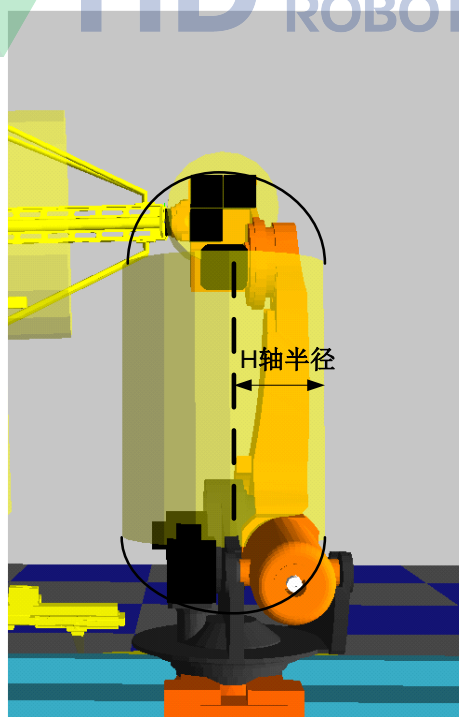
- S 轴半径：设置从 S 轴的旋转中心到 H 轴接头距离的两倍
- H 轴半径：从 B 轴旋转中心到 Flange 面距离的 1.8 倍
- V 轴半径：从 B 轴旋转中心到 Flange 面的距离

2. 相关功能

选择『[F2]: 系统』→『4: 应用参数』→『7: 防止干涉』→『2: 防止臂部干涉』→『2: 臂部干涉领域』的话能够查看现在基本设置的半径。若要修改基本设定值的话、输入设定值后按下 PF7 结束键。若要恢复到基本值的话、选择 PF1 ALL 初始化的话能够再次载入基本值。



现在机器人臂部干涉支持以 S、H、V 轴的设定值能够检测所有轴。



若想要使用比基本值更小的值、需要特别注意。比如、HS165 之类串行链接的 H 轴的话正如图从 S 轴中心往右边有 offset。H 轴的干涉检测领域的话正如图以从 S 轴旋转中心沿着 H 轴链接连接到 V 轴旋转中心的线段为准设置、所以 H 轴半径应设置成从 S 轴旋转中心可包括所有 H 轴链接的大小。

2.1.5. 工具干涉领域设置

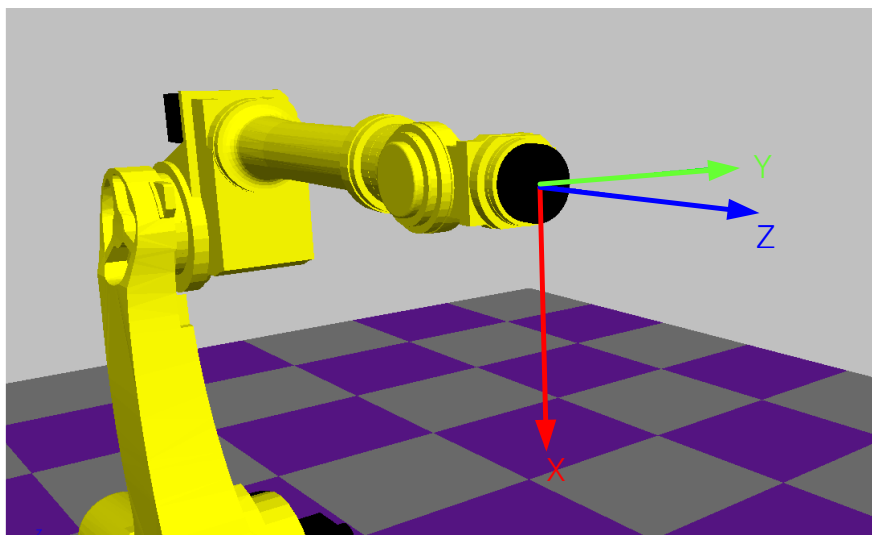


图 2.1 凸缘坐标系

为了设置对于各个工具号码的工具干涉领域、以机器人凸缘坐标系为准制订。机器人在于基准姿势的话、凸缘坐标系与凸缘面保持垂直、往外出去的方向是 Z、往下方向是 X 方向、机器人的左边方向是 Y 方向。

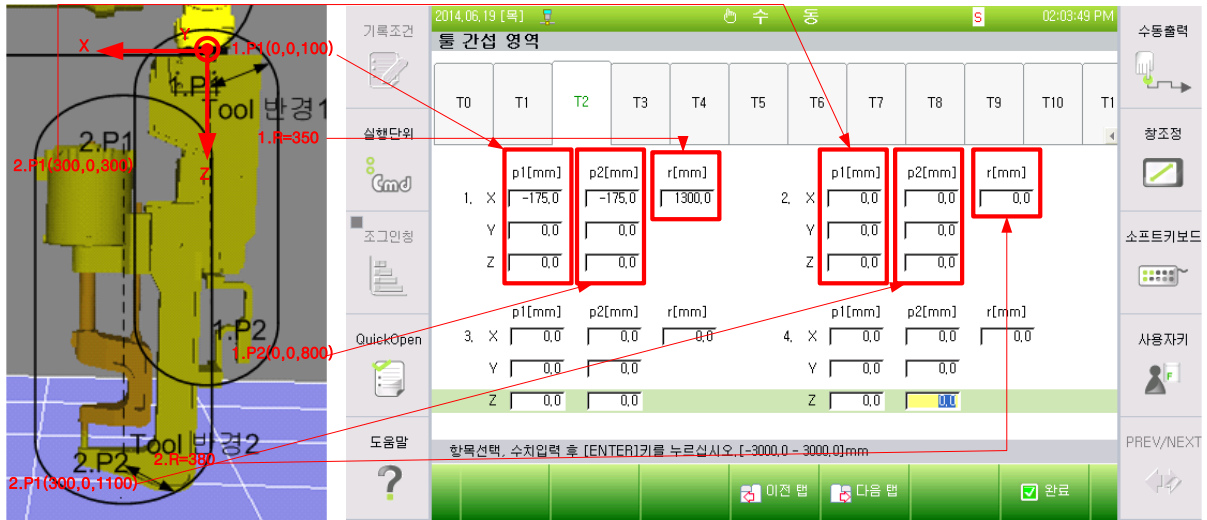
每个工具号码能够设置四个干涉领域。在机器人程序使用的工具号码一定要设置工具干涉领域。若没有设置此的话、不可进行干涉检测。

1) 伺服枪设置例子

以工具干涉领域的设置为例、能够在工具凸缘(**Tool Flange**)面设置的坐标设置起点、终点和半径、设置工具干涉领域。每一个工具号码能够设置四个干涉领域。

凸缘坐标系方向和设置例子请参考如下图片。

2. 相关功能

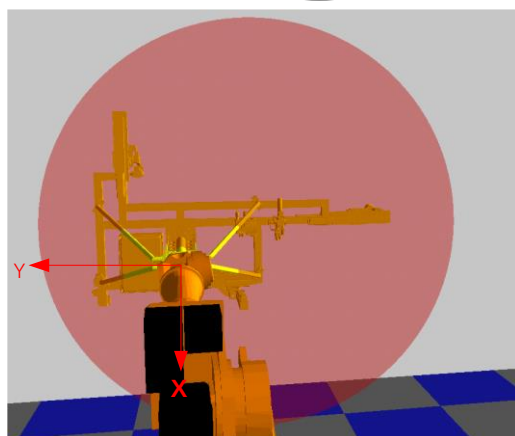
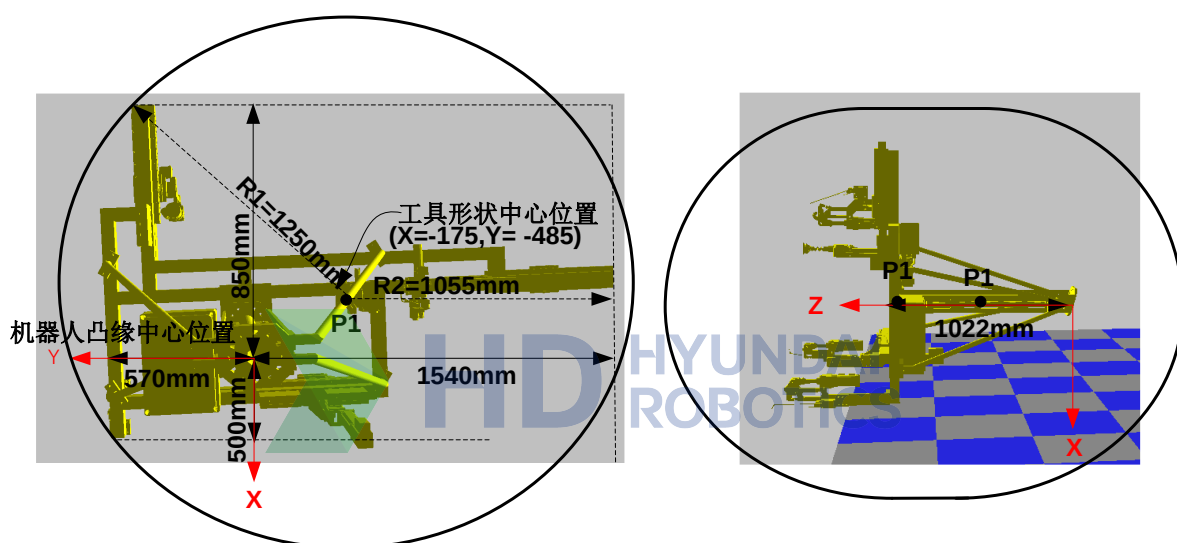


2) 吊架(hanger)设置的例子

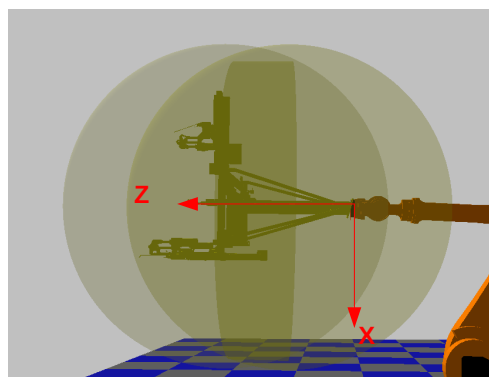
- 只设置一个工具干涉设置领域

以凸缘的中心为准不对称的工具想要设置一个工具干涉领域的话、能够使用将工具形状的中心位置、中心位置和工具棱角的最大距离设置为半径的方法。

看看下面例子、以机器人坐标系为准 $X=-175$ 、 $Y=-485$ 、半径是在 $R1$ 和 $R2$ 中 $R1$ 更大、所以设置成比 1250 稍微大的 1300。若把半径设置成 1300 的话、考虑在圆筒的各面设置半球(hemi-sphere)的事实、Z 的位置分别设置为 $P1=(-175, -485, 500)$ 、 $P2=(-175, -485, 1000)$ 。



工具干涉领域设置正面图



工具干涉领域设置侧面图

2. 相关功能

2014.06.19 [목] 수 동 02:03:49 PM

툴 간섭 영역

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
p1[mm] p2[mm] r[mm] 1. X -175.0 -175.0 1300.0 Y 0.0 0.0 Z 0.0 0.0			p1[mm] p2[mm] r[mm] 2. X 0.0 0.0 0.0 Y 0.0 0.0 Z 0.0 0.0			p1[mm] p2[mm] r[mm] 3. X 0.0 0.0 0.0 Y 0.0 0.0 Z 0.0 0.0			p1[mm] p2[mm] r[mm] 4. X 0.0 0.0 0.0 Y 0.0 0.0 Z 0.0 0.0		

항목선택, 수치입력 후 [ENTER]키를 누르십시오. [-3000.0 - 3000.0]mm

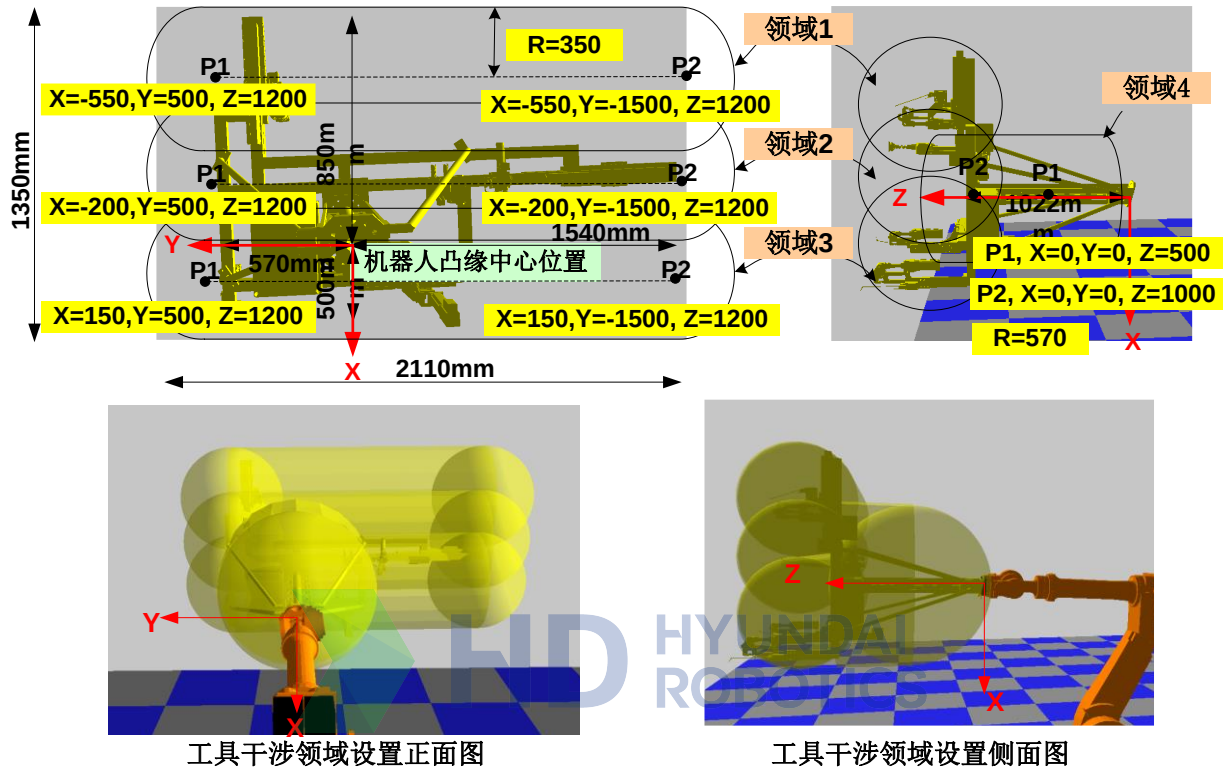
이전 탭 다음 탭 완료

但是正如上面把半径设置成大的话、不可避免设置成比工具实际样子更大。所以、有必要准确设置工具领域的、应分成几个后制造模型。



机器人之间 Arm 干涉检测

- 把工具干涉设置领域设置成四个的情况



像吊架那样工具大的时候区分领域后设置的话能够防止把工具干涉领域设置成过大。正如下面例子那样、横 2110mm、纵 1350mm 的工具的话、能够将纵领域分成三个后以 350mm 左右半径的 3 个圆筒领域 1~3 制造模型。最后将从凸缘到工具的 offset 设置成领域 4 的话能够如下设置。

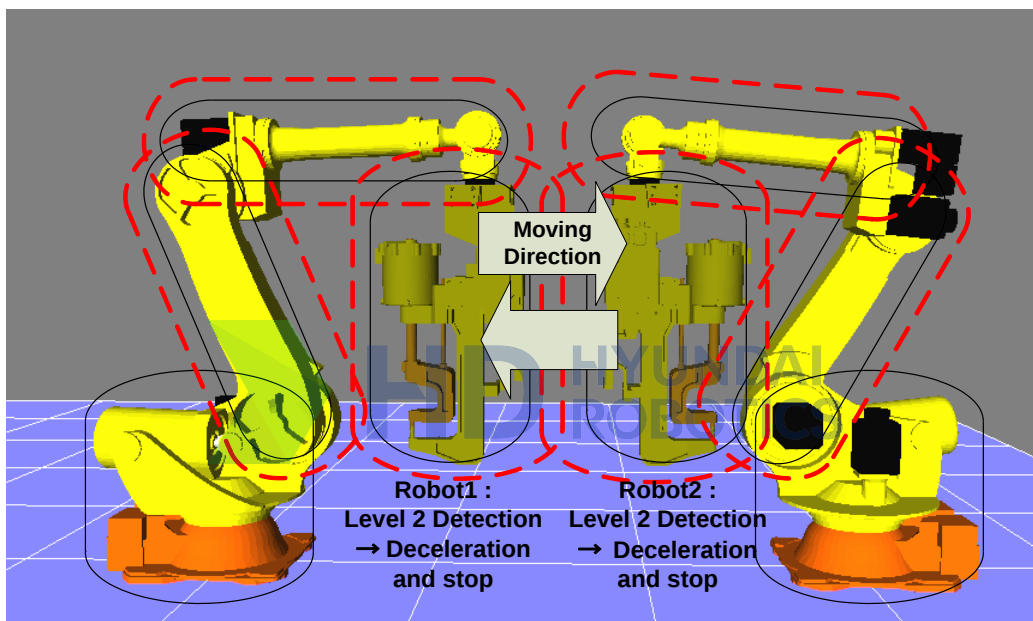


2.2. 干涉的检测

2.2.1. 减速停止

侵犯用户设置的臂部干涉领域和工具干涉领域后减速停止的话、由于减速停止距离和机器人的惯性、虽然检测错误但机器人会发生冲突。所以、应考虑与机器人的速度扩大领域后检测干涉。

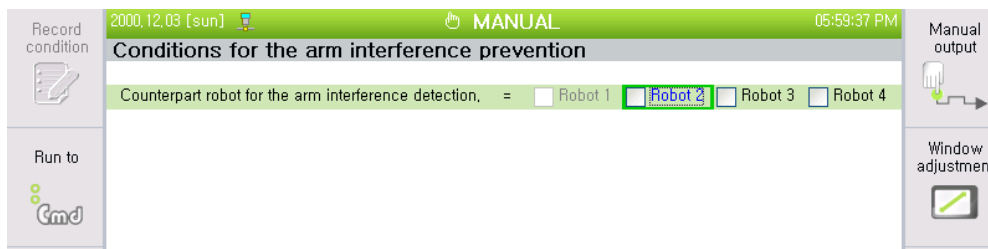
看看下面图片、这是机器人朝着相互接近的方向移动的话生成干涉预测领域(Level2 检测领域)、事前检测干涉的概念。以点线表示的领域是干涉预测领域、以实线表示的线是用户设置的干涉领域。



干涉预测领域是计算机器人的移动速度和停止时间、按照其距离自动设置的、但用户能够把其最大值设置成“干涉预测最大距离”。

控制器计算的干涉预测距离的话、机器人高速移动的时候在这里设置的干涉领域加上干涉预测最大距离后检测干涉。在干涉预测距离区间减速停止、若进入干涉领域的话没有减速而直接停止。由于机器人低速移动、在控制器内部计算的预测距离小于“干涉预测最大距离”的话、即使进入到干涉预测最大距离之内也不会检测干涉。

机器人之间 Arm 干涉检测

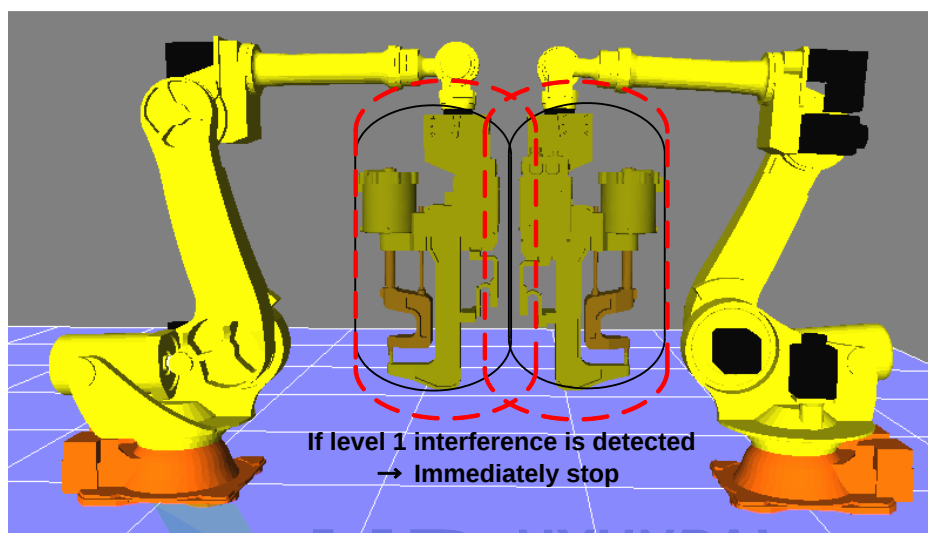


可发生的错误原因	机器人在移动的时候侵犯其他机器人的干涉预测领域的话正如下面同时发出警告和错误信息后停止。
错误信息	W0147 预测机器人 0)和 ARM 干涉、所以停止 E0237 检测机器人 0)和 ARM 干涉领域
措施方法	播放正常的机器人程序的时候发生如上警告的话请再次检查工作程序。



2.2.2. 立即停止

在干涉预测检测(Level2 检测领域)减速停止、但机器人停止的时候因减速速度而不得不侵犯干涉领域、也有这样的情况。直接超过设置成干涉领域的范围的话没有减速停止而进行立即停止处理。



可发生的错误原因	侵犯 Arm 和 Tool 领域
错误信息	E0237 检测机器人 0)和 ARM 干涉领域
措施方法	播放正常的机器人程序的时候发生如上警告的话请再次检查工作程序。

2.2.3. 播放时发生错误的情况

正如下图、两个机器人在运行轴上面的 S1 分别移动到 S2 的时候两个机器人的 S2 位置比工具干涉领域和干涉预测最大距离的合计更大的话、上如上面不会发生 W0147 或 E0237。这样的工作程序是正常的。

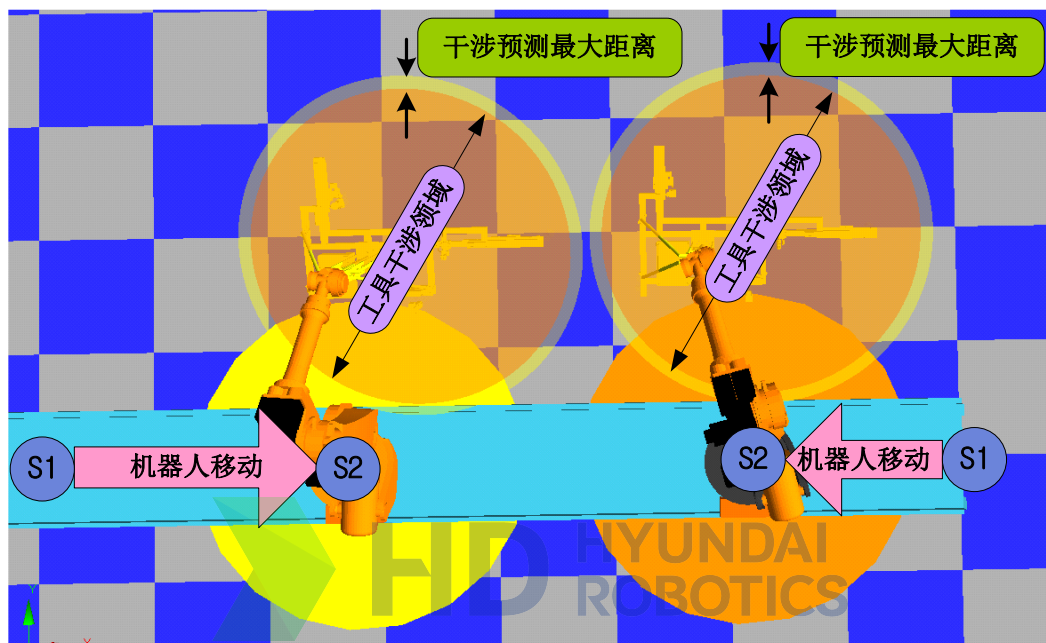


图 2.2 正常的工作程序例子

正如下图、离设置的工具干涉领域稍微远、但在干涉预测最大距离以内示教 S2。机器人低速移动的时候没有发生错误(W0147 或 E0237)、但机器人高速移动(W0147 或 E0237)的时候也许会发生错误。这样的時候按照播放速度和情况、会发生错误或没有发生错误、有这样的問題。所以請注意不要这样示教。

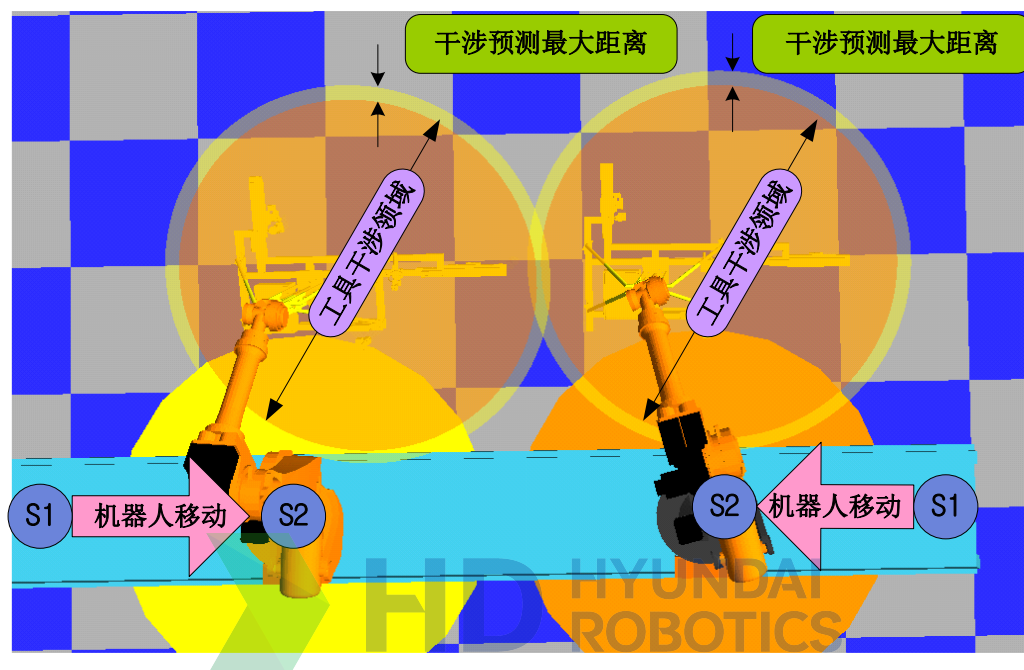


图 2.3 有错误的程序例子 1

正如下图、示教 S2 完全侵犯设置的工具干涉领域的话、无论机器人的速度如何、机器人互相移动到 S2 的时候发生错误(W0147 或 E0237)。

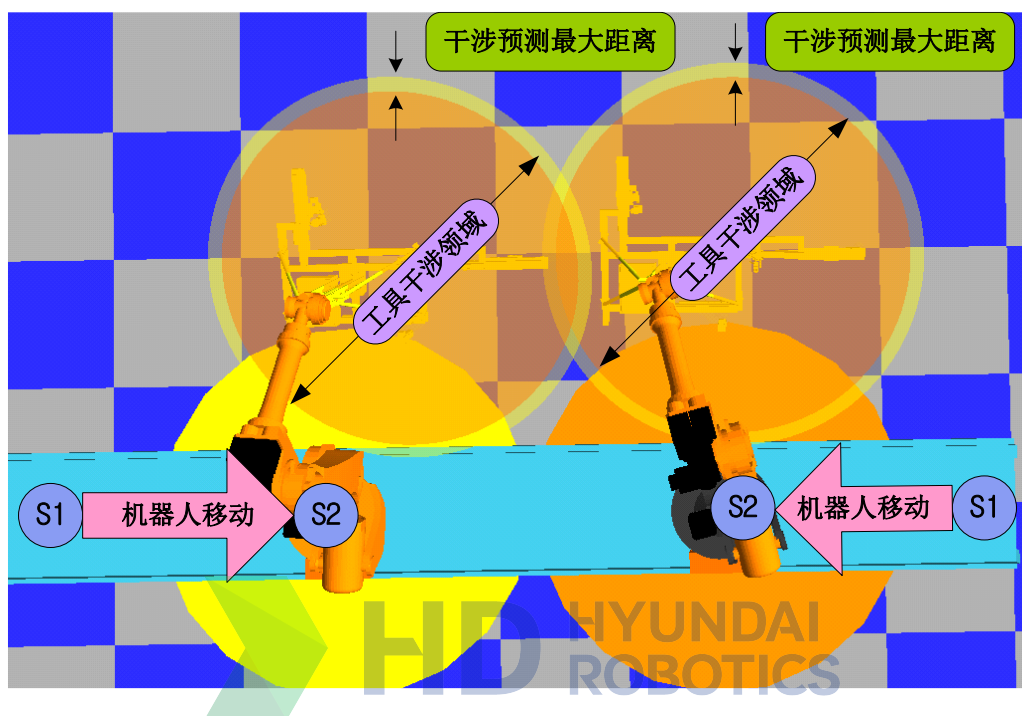


图 2.4 有错误的程序例子 2

正如上面、缩小“工具干涉领域”或缩小“干涉预测最大距离”、能够防止发生错误。



过多缩小工具干涉领域、比实际工具设置成更小的话、机器人之间会发生冲突。

2.2.4. 在死锁(Dead Lock)状态下的处理方法

死锁是两个机器人相互侵犯干涉领域、用点动或程序再也不可启动机器人的状态。这时应将干涉的机器人与对象机器人的干涉检测“解除”后利用点动功能在用户注意的情况下摆脱干涉领域。

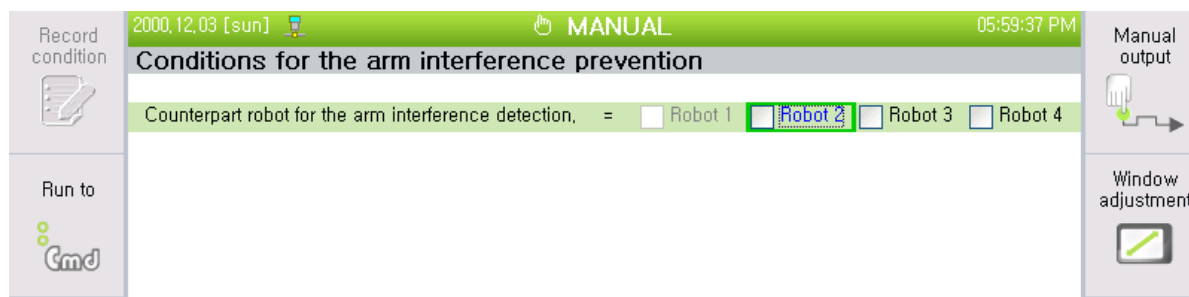


图 2.5 解除检测机器人之间臂部干涉

摆脱干涉领域后确认对象机器人号码后恢复使用。

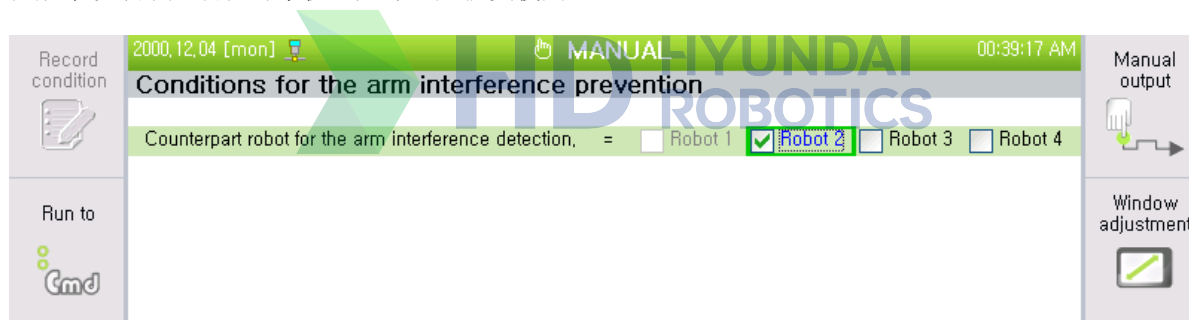


图 2.6 设置检测机器人之间臂部干涉

2.2.5. HiNet 网络异常时处理

HiNet 网络不是正常的话、机器人之间不能正常进行 Arm 干涉检测。所以在 HiNet 网络发生问题的话发生如下错误。

可发生的错误原因	自己的 HiNet 网络被断开
错误信息	E0205 系统的 HiNet 通信异常
措施方法	请确认自己机器人的网络电缆。参考合作控制状态监视、把合作控制状态恢复正常。

可发生的错误原因	与设置干涉检测条件的设置对象机器人的 HiNet 网络被断开
错误信息	E0244 机器人 0)的 Arm 干涉检测是不可能的状态
措施方法	请确认相应机器人的网络电缆。参考合作控制状态监视、把合作控制状态恢复正常。





● **Daegu Office (Head Office)**

50, Techno sunhwan-ro 3-gil, yuga, Dalseong-gun, Daegu, 43022, Korea

● **GRC**

477, Bundangsuseo-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13553, Korea

● **대구 사무소**

(43022) 대구광역시 달성군 유가읍 테크노순환로 3 길 50

● **GRC**

(13553) 경기도 성남시 분당구 분당수서로 477

● **ARS : +82-1588-9997 (A/S center)**

● **E-mail : robotics@hyundai-robotics.com**

