



## 警告

应由具有资格的技师执行本安装作业、  
并要遵守相关法规及规定。



## Hi5 控制器功能说明书

HRSpace3





本手册内的信息为 HHI 所有。  
未经 HHI 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。

HHI 保留不经过事先通知而修改本手册的权利。

韩国语印刷 - 2012 年 6 月、第二版  
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. 版权所有© 2012

地址:北京市丰台区卢沟桥南里 2 号  
电话:010-83212588  
传真:010-83212188  
电子邮箱:robot\_as@yahoo.com.cn  
主页: <http://www.hyundai-bj.com>

 現代重工業



# 目录

<b>1. 概要</b>	1-1
1.1. 关于 HRSpace3	1-2
1.2. 系统所需配置	1-4
1.3. 软件安装	1-5
1.4. 软件运行	1-7
<b>2. 输入授权号</b>	2-1
2.1. 输入授权号	2-2
<b>3. 基本功能</b>	3-1
3.1. 画面组成	3-2
3.2. 视图菜单	3-4
3.3. Workspace 坐标系和 Grid	3-5
3.4. 相机操作	3-7
3.5. 新建文档、保存文档、打开文档	3-8
3.6. 结果框	3-12
<b>4. 模型</b>	4-1
4.1. 模型层次结构的概念	4-2
4.2. 模型的组成和编辑 1	4-6
4.3. 模型的组成和编辑 2	4-12
4.4. 保存和打开模型	4-20
4.5. T 路径	4-22
4.6. Shift 对话框	4-23
4.7. 测量对话框	4-26
4.8. Snap 对话框	4-29
4.9. 一并修改模型属性	4-33
<b>5. CAD 文档</b>	5-1
5.1. 导入 STL 文档	5-2
5.2. 保存 STL 文档	5-6
5.3. 简化	5-8
<b>6. 载入机器人和工具</b>	6-1
6.1. 载入机器人	6-2
6.2. 虚拟控制器和控制器文档	6-4
6.3. 载入工具后配置到机器人	6-7

---

6.4. TCP 和工具号 .....	6-9
<b>7. 新建作业 .....</b>	<b>7-1</b>
7.1. 移动机器人 .....	7-2
7.2. 迷你(mini)示教盒 .....	7-4
7.3. 虚拟示教盒(VTP; Virtual Teach Pendant) .....	7-8
7.4. Step 创建/修改对话框 .....	7-11
7.4.1. 基本 Step 创建方法 .....	7-11
7.4.2. 平均功能 .....	7-17
7.4.3. 在 Step 之间插入其他 Step 的方法 .....	7-19
7.5. 示教点 import 和 Location 组 .....	7-21
7.6. 现场机器人作业的 import .....	7-31
7.7. 连接 HRView、HRLadder .....	7-32
<b>8. 模拟 .....</b>	<b>8-1</b>
8.1. 模拟 .....	8-2
8.2. I/O 信号 .....	8-4
8.3. 冲突检查 .....	8-8
<b>9. 示教方式和坐标系属性 .....</b>	<b>9-1</b>
9.1. 驱动轴 .....	9-2
9.2. 用户坐标系 .....	9-8
<b>10. 应用功能 .....</b>	<b>10-1</b>
10.1. 点焊应用功能 .....	10-2
10.1.1. 输入 SPOT 指令 .....	10-2
10.1.2. 执行焊接动作-气动焊枪 .....	10-3
10.1.3. 执行焊接动作-伺服焊枪 .....	10-4
10.1.4. 大开放/小开放和手动加压-气动焊枪 .....	10-5
10.1.5. 大开放/小开放和手动加压-伺服焊枪 .....	10-6
<b>11. 其他功能 .....</b>	<b>11-1</b>
11.1. 选项对话框 .....	11-2



現代重工業

1

概要



# 1. 概要

## 1.1. 关于 HRSpace3

HRSpace3 是适用于现代机器人和现代 Hi5 控制器的基于 PC 的 OLP (Off-Line Programming) 软件。

机器人安装完毕后对 Robot 实施 Teaching 并进行试运行时、会发现在计划阶段未曾想到的诸多问题。如果在安装和教授完毕后修改这些问题、量产时间只能往后拖延。

使用 HRSpace3 可在 3 维虚拟空间组成机器人作业、并通过模拟检查问题点、修改作业。在 HRSpace3 制定的作业会如实保存为 Hi5 控制器使用的作业文档、可以把文档复制到控制器上以执行机器人作业。

HRSpace3 安装有与实际的 Hi5 相同的虚拟控制器、可以预测与实际 Hi5 控制器几乎相同的准确的轨迹及周期、且除了辅助控制或在线追踪等部分功能之外、支持 Hi5 控制器的操作方式及功能、HR-BASIC 的全部指令、所以如果是 Hi5 控制器的用户都能轻松掌握使用方法、且可用于现代机器人用户培训。

HRSpace3 是现代机器人 OLP 作业用的最佳选择。

### ■ 注意：致 HRSpace2 用户..

- HRSpace3 不支持 Hi4a 以下的控制器、也不支持未登录到 Hi5 的旧版机器人主机。
- HRSpace3 的文件扩展名(.hrs)虽然与 HRSpace2 相同、但不会完全兼容、因此无法正常打开包括旧版机器人和控制器在内的文件、宜使用 HRSpace2。
- HRSpace3 的操作方法与原来的 HRSpace2 有很多不同之处、请仔细阅读说明书或帮助内容后使用。

HRSpace3 提供如下便捷功能。

<b>3 维作业构成</b>	<p>可以在三位空间布置机器人、Jig、对象物、工具等物体。这些物体以树结构形成层次管理。</p>
<b>导入 STL 文件</b>	<p>把 CAD 程序设计的 3 维物体保存为 STL 文件时、用 HRSpace3 可导入该文件。</p>
<b>机器人模拟</b>	<p>HRSpace3 内置的 Hi5 虚拟控制器可模拟机器人的实际动作。 可以准确预测工具末端路径和周期。最多可同时模拟 10 台现代机器人、亦可模拟驱动轴。可以进行机器人和设备之间收发的 I/O 序列信号的模拟、并与脚本结合对整个工作单元进行模拟。</p>
<b>保存为工作文件</b>	<p>可设置为 Hi5 控制器可以读取的文件及保存为作业文件。 相反、用 HRSpace3 可导入 Hi5 控制器的设置及作业文件。</p>
<b>Hi5 控制器的机器人监控</b>	<p>用 RS-232C 或以太网线缆接收实际的 Hi5 控制器所控制的机器人的详细信息、以用三维画面进行实时监控。</p>

## 1.2. 系统所需配置

如要使用 HRSpace3 需要如下系统配置。

最低配置	PC 硬件	奔腾、512MB 内存、300MB 硬盘剩余空间
	操作系统	Windows 2000 或 Windows XP
	画面	普通 OpenGL 加速显卡 分辨率: 1024*768 / 颜色: 16M(真彩色) / 显存: 32M
推荐配置	PC 硬件	酷睿 2 双核、2GB 内存、500MB 硬盘剩余空间
	操作系统	Windows 2000 或 Windows XP
	画面	专家用 OpenGL 加速显卡 分辨率: 1920*1200 / 颜色: 16M(真彩色) / 显存: 512M

如需导入大容量 CAD 文档、请使用配置有足够内存容量及专家用显卡的高性能硬件。

### 1.3. 软件安装

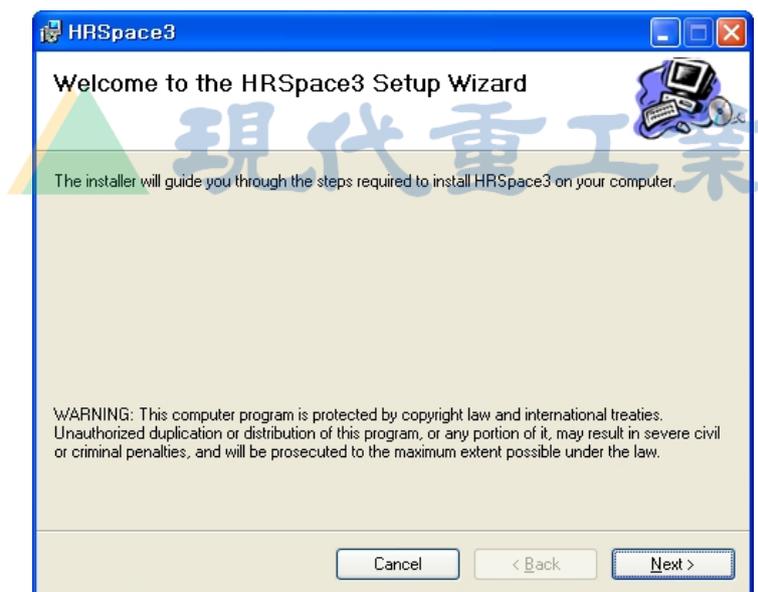
请退出系统的所有应用软件。

HRSpace 的安装向导为.pdf 文件、如未安装有 Adobe Reader 请先进行安装。

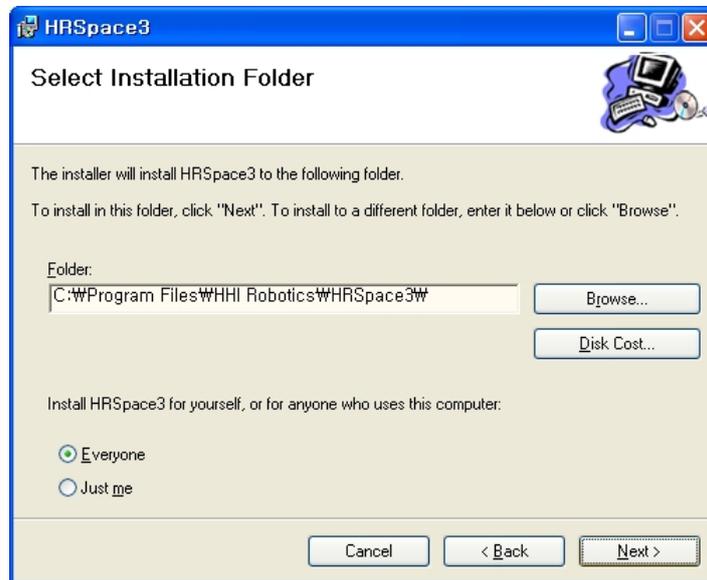
现在请运行 HRSpace3 的安装文件『HRSpace3.msi』。

Name	Type	Packe...	Has ...	Size	R...	Date
HRSpace.msi	Windows Inst...	14,519...	No	15,1...	4%	5/21/2007 9:01 AM
InstMsiA.Exe	Application	1,630 KB	No	1,66...	3%	9/26/2001 4:05 AM
InstMsiW.Exe	Application	1,742 KB	No	1,77...	3%	9/12/2001 7:04 AM
Setup.Exe	Application	60 KB	No	108 KB	46%	3/19/2003 2:03 PM
Setup.Ini	Configuration...	1 KB	No	1 KB	0%	5/21/2007 9:01 AM

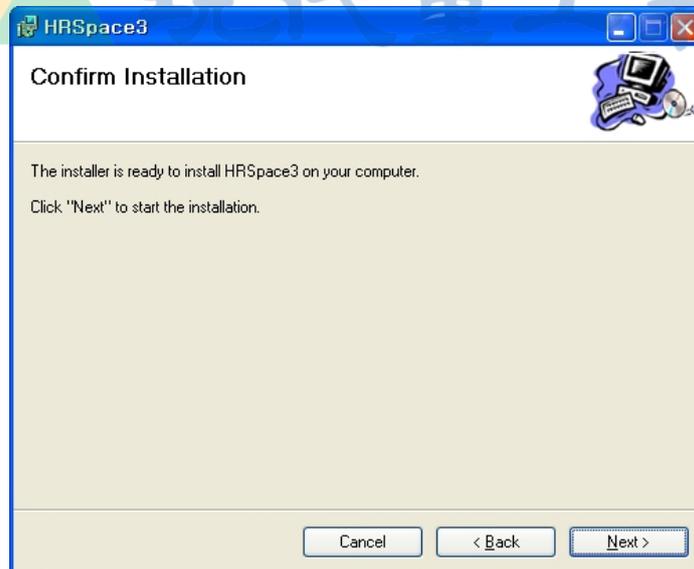
点击 Next 键。



选择拟要安装的文件夹、选择是否所有用户都使用该 PC 后点击 Next 键继续安装。



点击 Next 键完成安装。



## 1.4. 软件运行

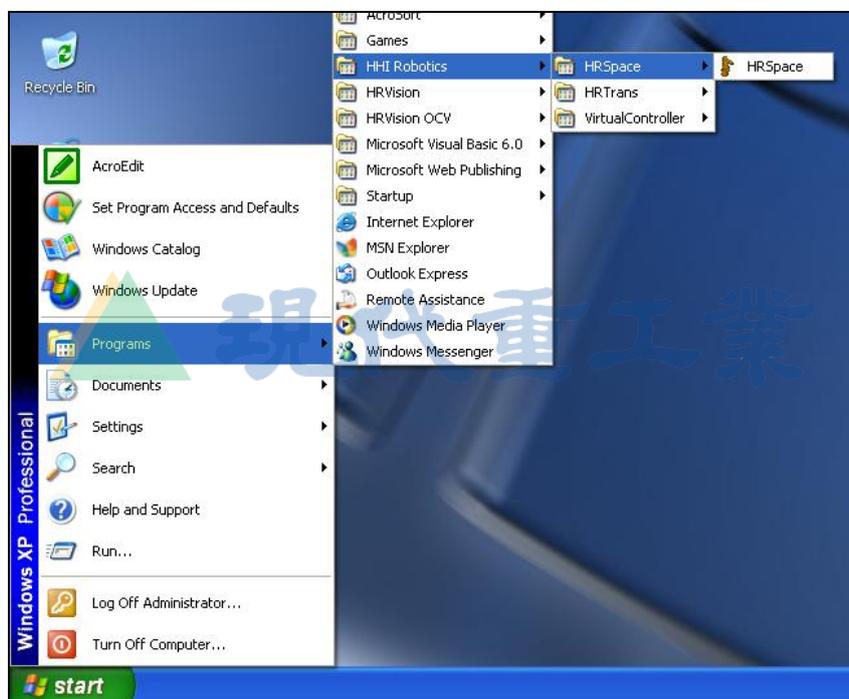
请用以下方法之一来运行 HRSpace3。

### (1) 方法 1

- ① 点击开始键。



- ② 选择 HRSpace3。



### (2) 方法 2

双击桌面上的 HRSpace3 图标。



 現代重工業



現代重工業

2

輸入授权号



## 2. 输入授权号

### 2.1. 输入授权号

为正常使用 HRSpace3、应输入安装 S/W 的 PC 固有的授权密钥。

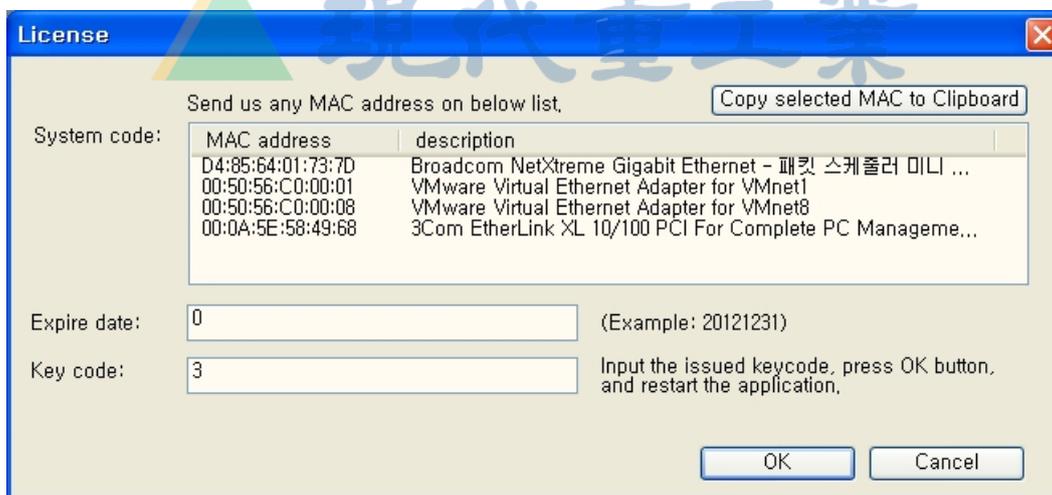
安装完 HRSpace3 后未输入授权号时会以试用版运行。运行 HRSpace3 时如出现如下对话框则是试用版状态。



在这一状态下可以导入事例文件进行模拟、但无法用鼠标右键打开弹出窗口、因此无法创建或编辑文件。

※ 注册正版 HRSpace3 的方法如下。

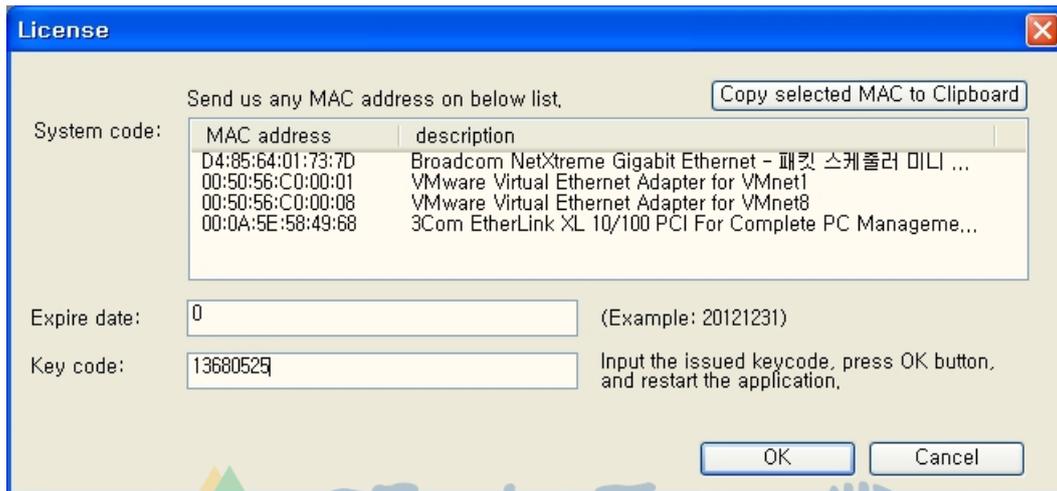
① 在主菜单选择 ‘Tool - License input’ 即出现如下对话框。



② 系统代码上的 6 字节数字是安装在 PC 上的 HRSpace3 固有数据。

③ 通过供应商购买 HRSpace3 使用权限时会告知编号。  
(这一系统代码是 PC 以太网卡的 MAC 地址。未安装以太网卡的 PC 无法使用 HRSpace3 正式版本)

- ④ 如果是配置调制解调器、蓝牙功能等的 PC 有可能出现多个 MAC 地址。其中只告知一个不变的地址即可。  
(如果是调制解调器的 MAC 地址、每次引入时地址都会有所变化、请多加留意。)
- ⑤ 供应商会告诉用户与提供的编号相符的键码。请保管好该键码、输入到对话框的键码栏后点击确认键。



- ⑥ 现在请关闭 HRSpace3 后重新运行、如未弹出试用版对话框、则表示键码输入成功、已启用正版。正版可正常使用弹出菜单。

键码会被保存到 Windows 注册表编辑器、一经输入后再次运行 HRSpace3 或更新版本或重新安装也无需重新输入。

但从 PC 上卸载 HRSpace3 或重新安装操作系统或格式化时输入的键码就会消失、重新安装时需要再次输入、请务必保管好键码。

 現代重工業



現代重工業

3

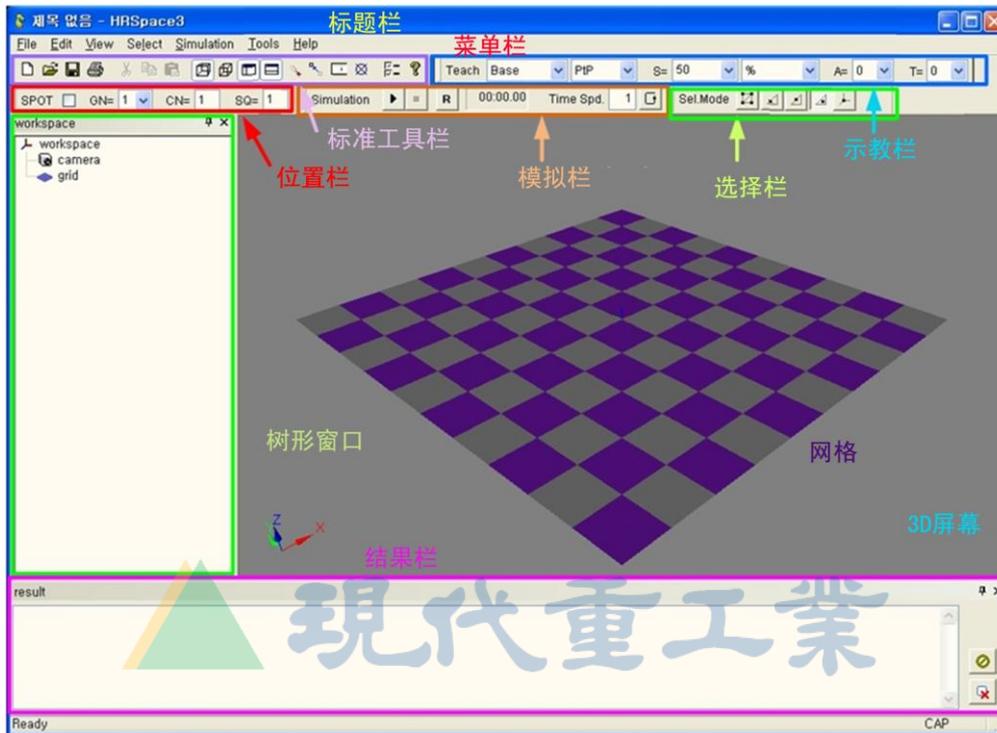
基本功能



## 3. 基本功能

### 3.1. 画面组成

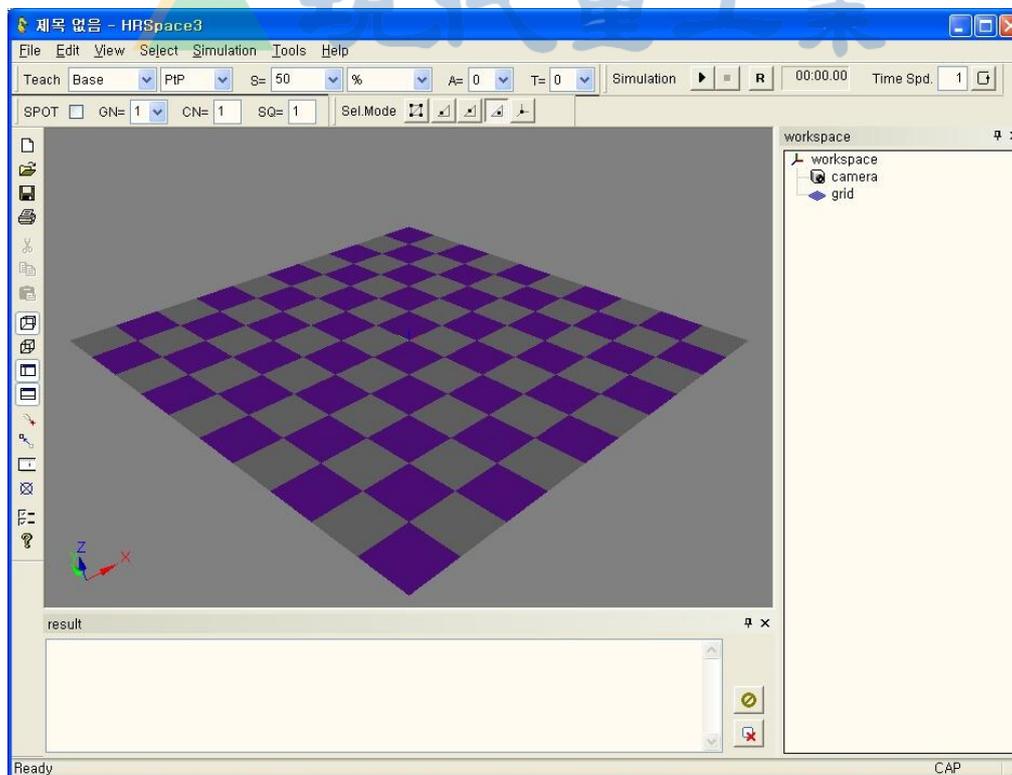
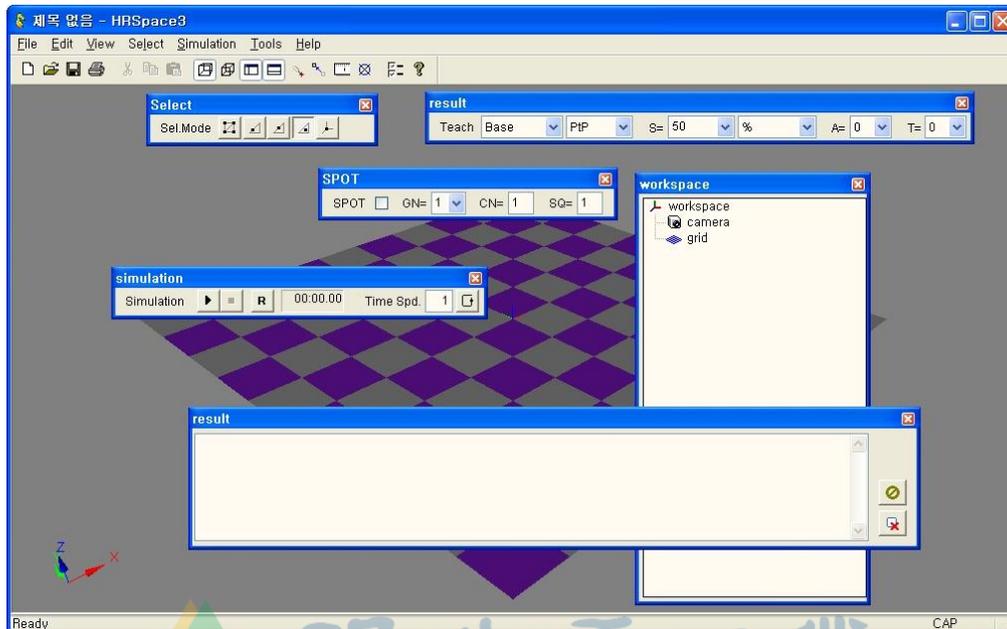
HRSpace3 的画面组成如下。



标题栏	显示 HRSpace3 这一标题和当前打开的文件名称。
菜单栏	以下拉菜单显示 HRSpace3 的各种功能。
基本工具栏	显示经常使用的菜单按键、以便于快速操作。
示教栏	用来设置创建 Step 时适用的坐标系和 Step 参数。
模拟栏	提供模拟时使用的播放和停止、重置按键和检测所需时间的模拟计时器及速度调节器。
SPOT 栏	是可以简单输入点焊指令的方便功能。
Tree 框	显示组成当前文件的各模型的层次关系、提供模型属性和模型关系的编辑功能。
3 维画面	以三维画面显示在作业空间组成的布局结果、以观察模型的模拟动作。
结果框	以文本记录方式显示模拟结果。

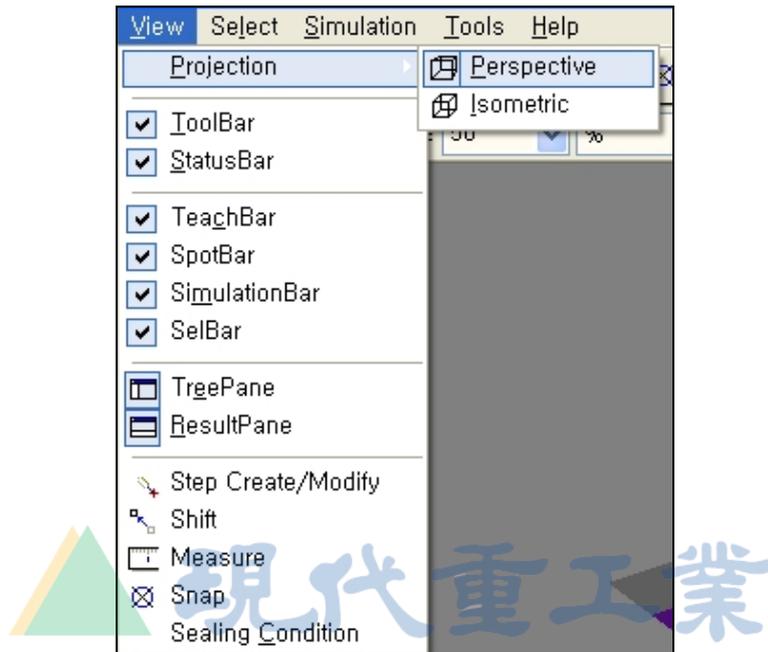
### 3. 基本功能

如下所示、可以用鼠标左键拖动 HRSpace3 的画面元素以从 Frame 分离、并可放置到其他位置。重新分配的组成会自动保存到 Windows 注册表上、关闭 HRSpace3 后重新运行时也会被保存。

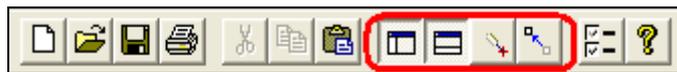


## 3.2. 视图菜单

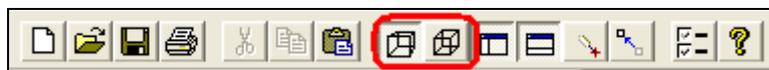
主菜单中的视图菜单包括如下项目、采用点击一次时显示选择项、再点击一次就会消失的切换方式。使用这一项目可隐藏或显示相关选择项。



基本工具框包括显示/隐藏项目。



投影(projection)项目支持富有立体感的 perspective projection 和、带给准确位置感的 isometric projection 这两种方式。

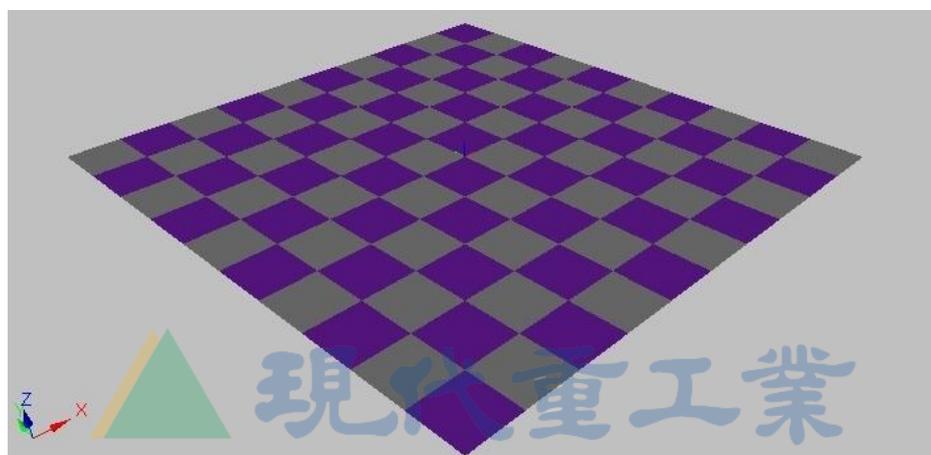


### 3.3. Workspace 坐标系和 Grid

在执行 HRSpace3 的初始状态下、Tree 框户有如下结构。



3 维画面出现如下坐标系和方格平面。



名为 Workspace 的坐标系是三位世界坐标模型、名为 grid 的方格平面为 grid 模型。

#### ■ Workspace 坐标系模型

指 3 维空间的绝对原点。即该位置的 XYZ 直角坐标值是(0、0、0)。World 坐标系不能变更位置和方向。

3 个坐标轴各由红色/绿色/蓝色 3 种颜色组成。红色表示 X 轴、绿色表示 Y 轴、蓝色表示 Z 轴的+方向。

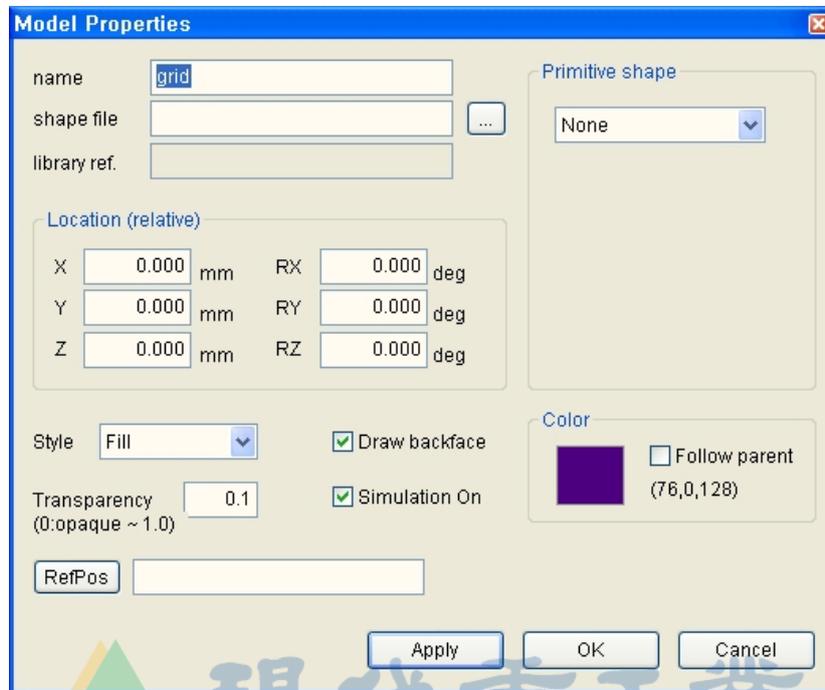
作业空间的最上面始终有 workspace' 这一坐标系模型、其他所有模型都是 workspace 的子模型。

#### ■ Grid 模型

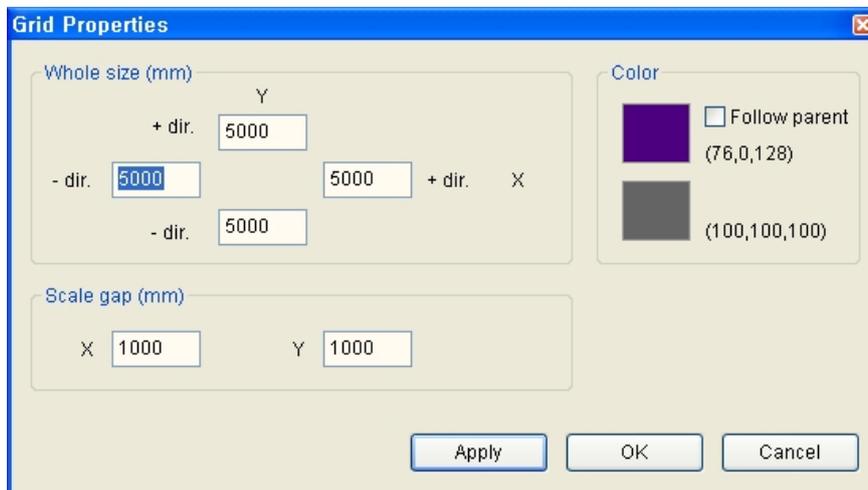
这一方格平面是  $Z=0$  平面的局部(workspace 坐标系原点周围)。可以视其为生产车间的地面。

这一平面基本上呈深蓝色、具有 0.1 的透明度。但也可以编辑模型属性以改变颜色和透明度以及位置/方向。即必要时也可用除  $Z=0$  平面之外的其他平面操作。打开方格属性可调整平面的大小和标尺间距。

Grid 的模型属性基本如下。



Grid 的方格属性如下。



### 3.4. 相机操作

如要在 3 维画面制作和编辑工作布局、应能自由变动从操作员角度看到的画面的视角。

Tree 框基本上有一个相机模型、通过这一相机看到的视角就是操作员通过 3 维画面看到的视角。即相机并不显示在 3 维画面上、用鼠标可以变动位置和方向。



#### 平移(pan)

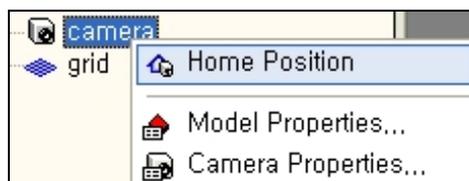
- 以上/下/左/右平移相机视角：  
同时按住键盘的[Shift]键和鼠标右键后拖动鼠标。

#### 放大/缩小(zoom in/out)

- 画面放大(相机视角向前移动)：  
同时按住键盘的[Ctrl]键和鼠标右键后向右或向下拖动鼠标或下推鼠标滚轮。
- 画面缩小(相机视角向后移动)：  
同时按住键盘的[Ctrl]键和鼠标右键后向左或向上拖动鼠标或上推鼠标滚轮。

#### 旋转(rotate)

- 以画面中央的方格地面为中心旋转：  
在还未选择模型的状态下、同时按住键盘的[Ctrl]键和[Shift]键以及鼠标右键后拖动鼠标。
- 以特定模型的原点为中心旋转：  
选择相应模型后、同时按住键盘的[Ctrl]键和[Shift]键以及鼠标右键后拖动鼠标。
- 以相机本身为中心上下旋转：  
按住键盘的[Ctrl]键和[Shift]键后转动鼠标滚轮。
- 原位置(home)



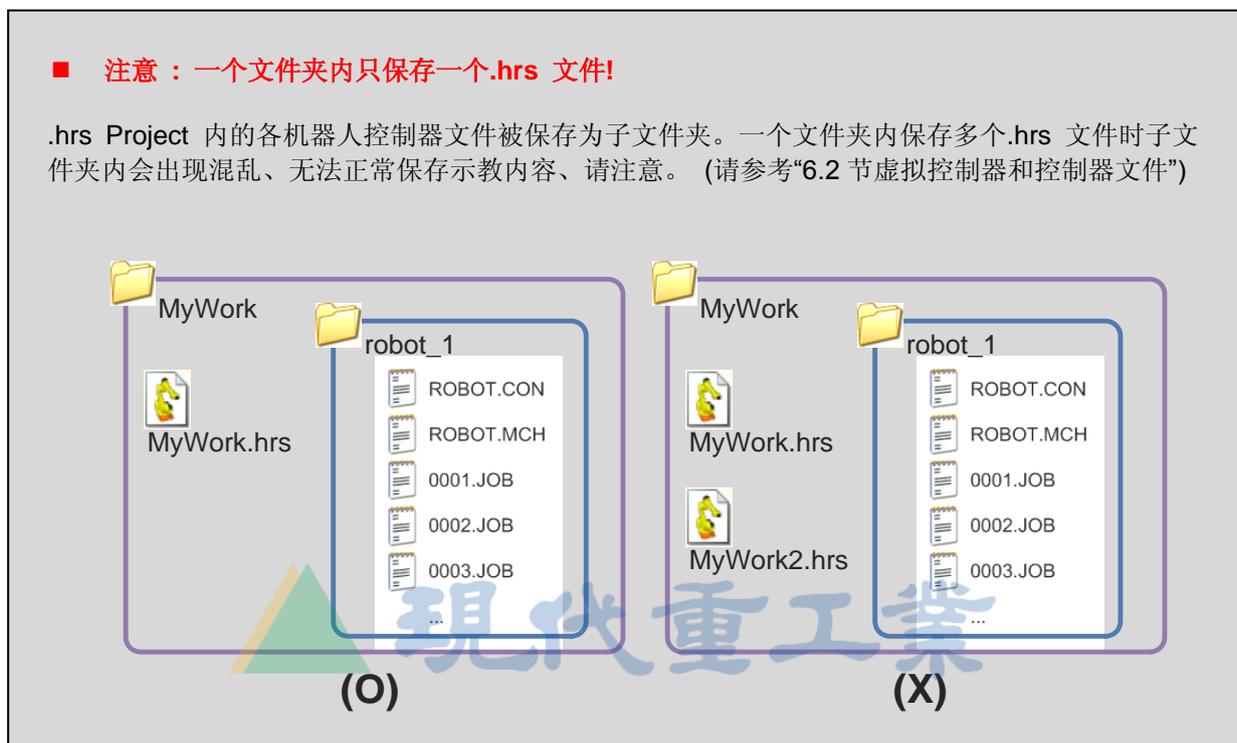
用鼠标右键点击相机模型后选择原位置时、相机视角恢复初始状态。

### 3.5. 新建文档、保存文档、打开文档

HRSpace3 使用的文件格式为 “.hrs” (HRSpace)。

- **注意：一个文件夹内只保存一个.hrs 文件!**

.hrs Project 内的各机器人控制器文件被保存为子文件夹。一个文件夹内保存多个.hrs 文件时子文件夹内会出现混乱、无法正常保存示教内容、请注意。(请参考“6.2 节虚拟控制器和控制器文件”)



下面的说明与普通 Windows 应用软件的操作方式相同。

如熟悉 Windows 应用软件操作、可跳过下面的说明。

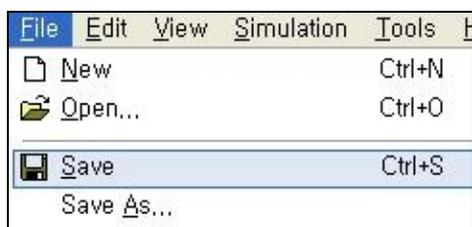
- **新建文档**  
选择主菜单的 ‘File - New’ 时、当前编辑中的作业就会消失、变成初始化状态。



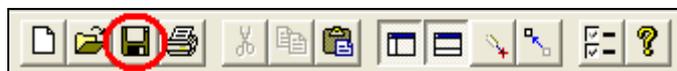
或点击基本工具栏的新建空白文档键或按住[Ctrl+N]键也可变成初始状态。



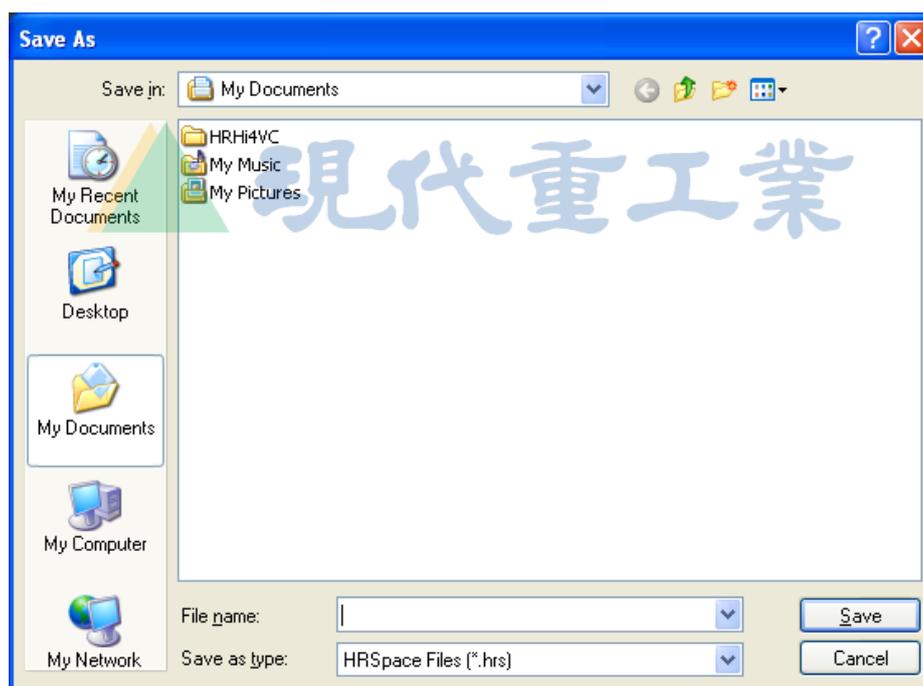
- 保存文档  
点击主菜单的‘File - Save’键即可保存当前文件。



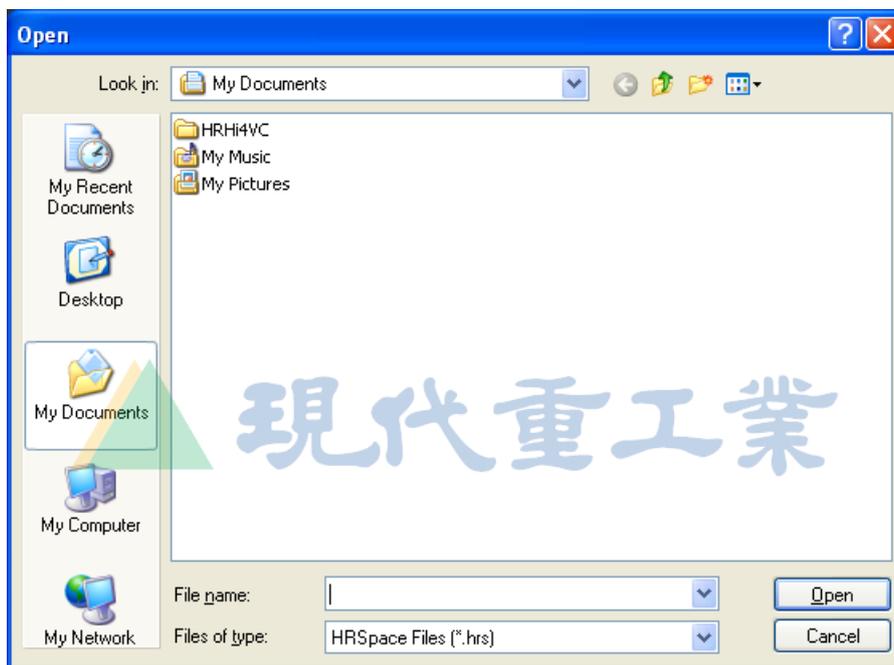
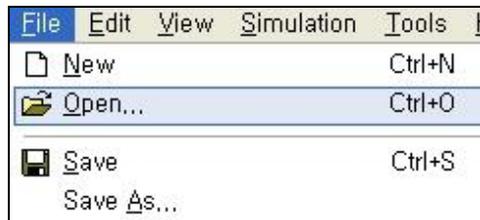
或点击基本工具栏的保存键或点击[Ctrl+S]键也能保存文件。



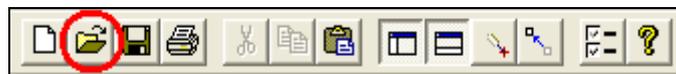
第一次保存文件或选择主菜单的‘File - Save as’时、弹出选择路径名/文件名的对话框。



- 打开文档  
选择主菜单的‘File - Open’项时出现打开文件的对话框。

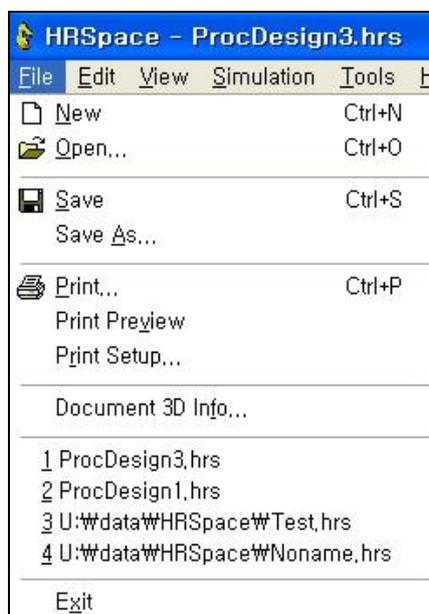


或点击基本工具栏的打开键或按[Ctrl+O]键也会弹出打开文件的对话框。



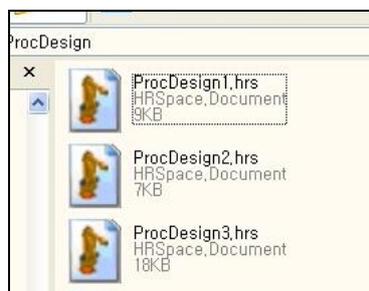
选择文件后点击打开键即可打开该文件。

最近使用的文件显示在主菜单的下面位置、点击即可打开相应文件。



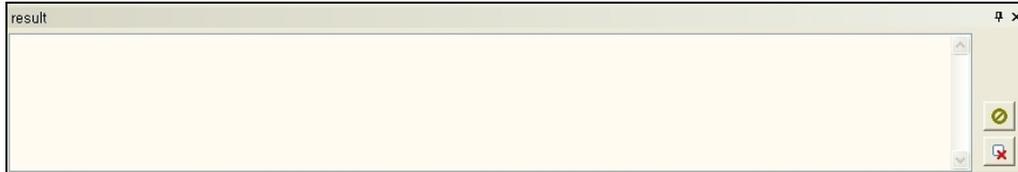
或在资源管理器把“.hrs”文件拖到 HRSpace3 上也能打开该文件。

在未打开 HRSpace3 的状态下双击资源管理器上的“.hrs”文件时、在运行 HRSpace3 的同时打开该文件。



### 3.6. 结果框

结果框以文本记录方式显示模拟结果等各种信息。



结果框有如下 2 个按键。

 (抑制键)	是切换键。在点击状态下不会显示结果。 在快速显示结果时、用来查看内容。
 (删除键)	删除结果框中显示的所有内容。





現代重工業

4

模型

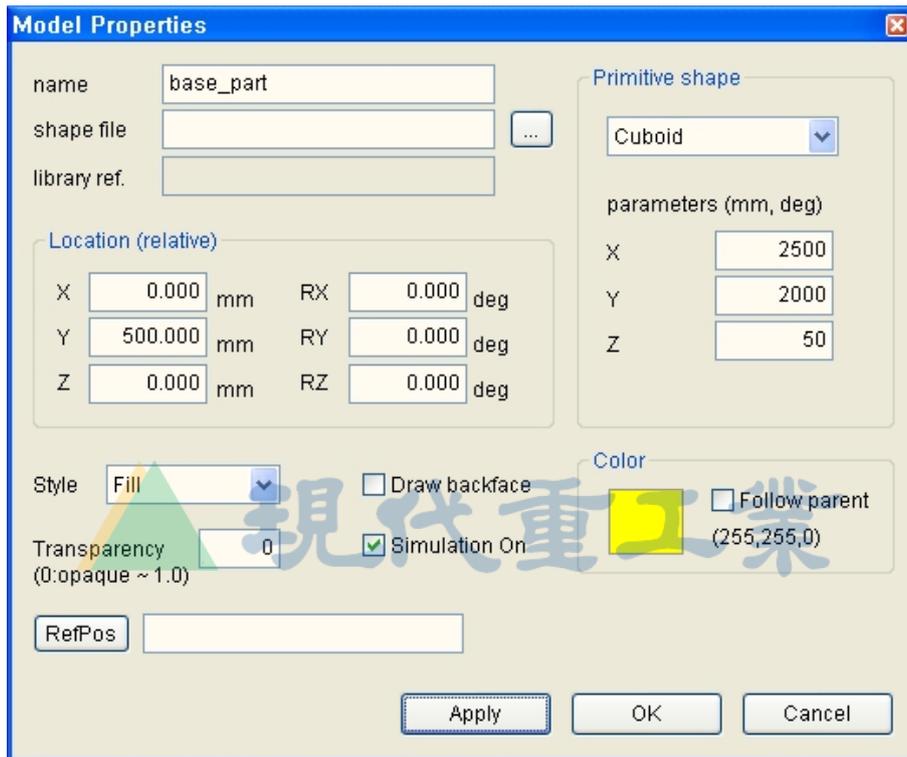


## 4. 模型

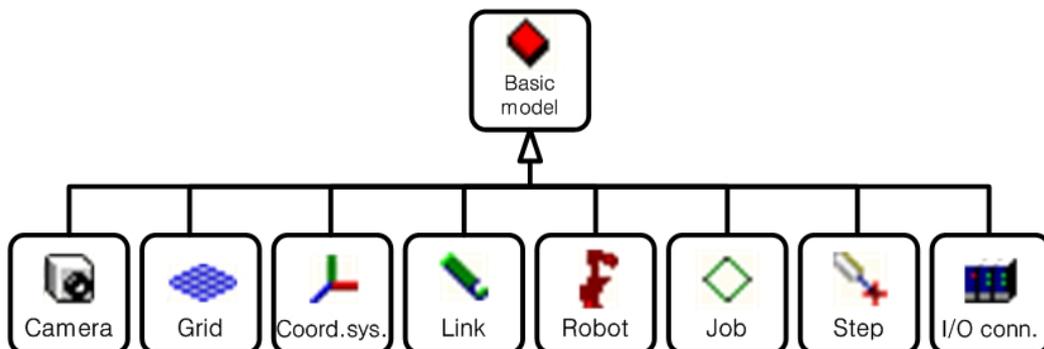
### 4.1. 模型层次结构的概念

在 HRSpace3、工作空间内的所有物体都叫‘模型(Model)’. 车体或机器人、工具、Jig 等物体或示教的各 Step 或坐标系都是一种模型。

各模型都有名称、位置、形状、颜色、透明度等本身的属性、通过如下模型属性对话框可编辑上述属性。

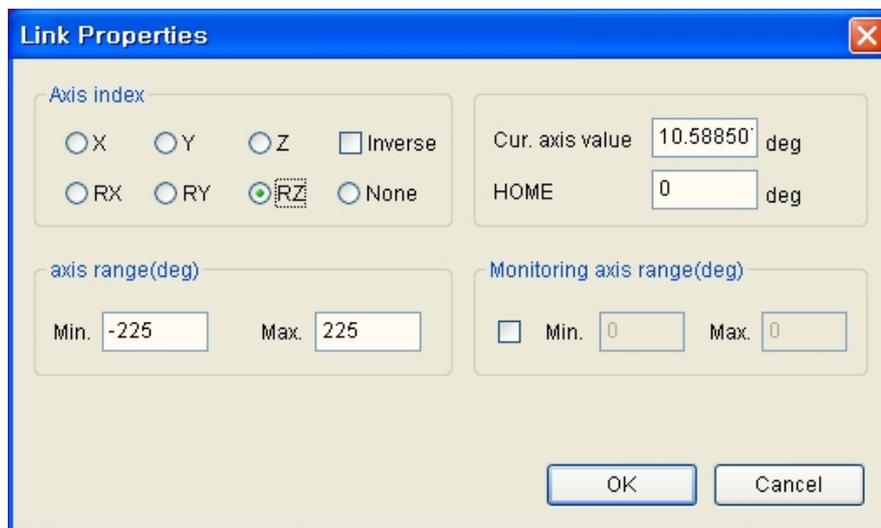


如下所示、也有继承 Link、机器人、Step 等基本模型属性的模型。



继承是指、继承基本模型属性的同时、还持有本身固有的属性。

例如、Link 模型除了上述模型属性之外、还具有如下 Link 属性。

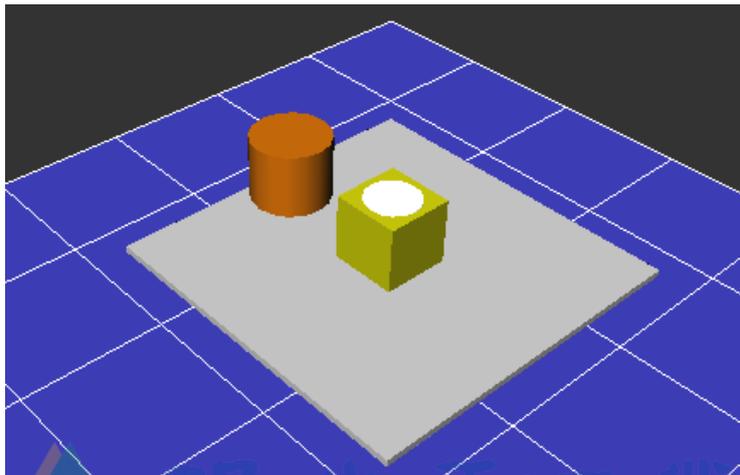
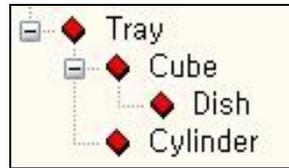


各模型在工作空间内形成层次结构。(请勿与上面的继承图混淆、下面的层次结构并非为继承概念、而属于持有概念。)

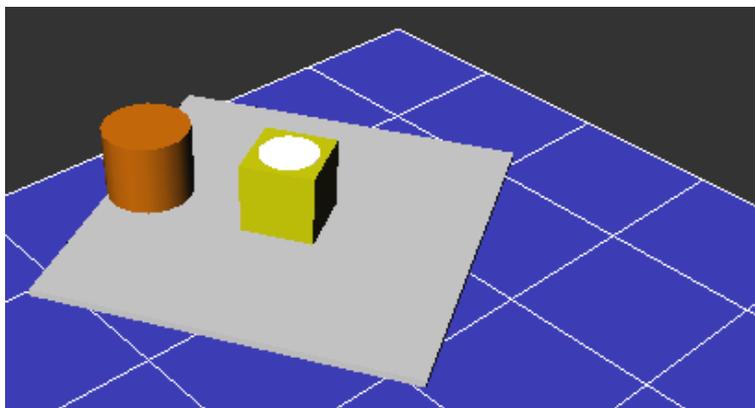
如果 A 模型的下级存在 B 模型时、A 模型为母模型、B 模型为子模型、形成母子关系。

- 子模型以母模型的位置为原点、母模型移动时其下级的所有子模型都会跟着移动。(但模型属性中、以设置参照位置时则以参照位置为原点。)
- 删除母模型时、同时删除下级的所有子模型。
- 复制母模型时、同时复制下级的所有子模型。
- 保存母模型时、同时保存下级的所有子模型。

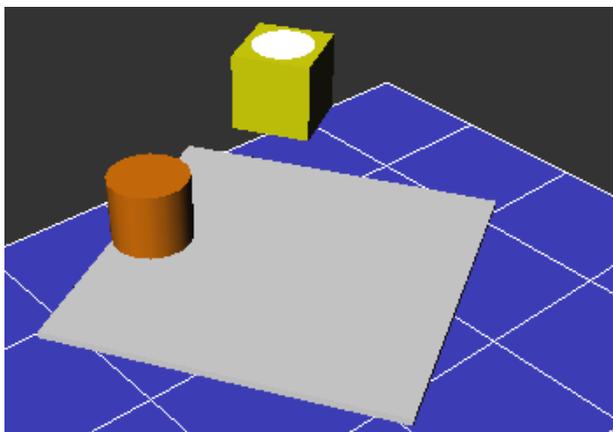
如下图的层次结构、支架的子模型为正六面体、正六面体的子模型为盘子。



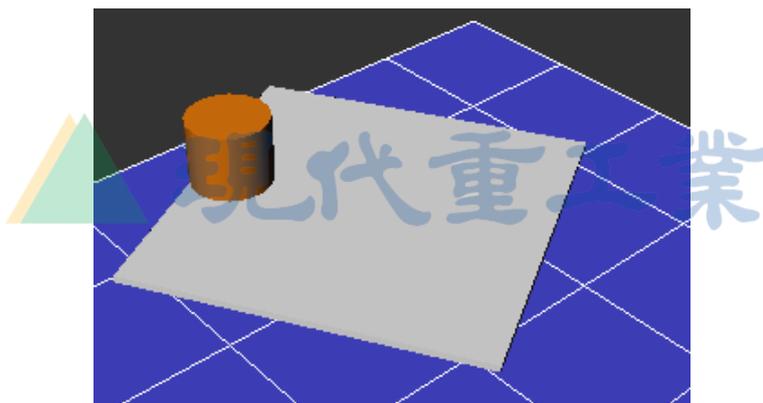
母模型即支架在移动时其子模型也会一起移动。



相反、移动正六面体时、子模型即盘子也会随着移动、但母模型即支架则不会移动。



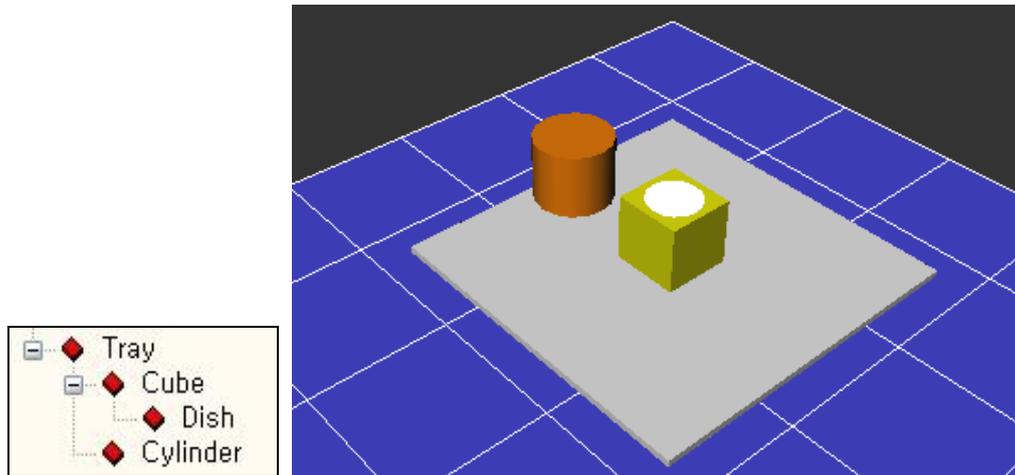
删除正六面体时子模型即盘子也会被删除。



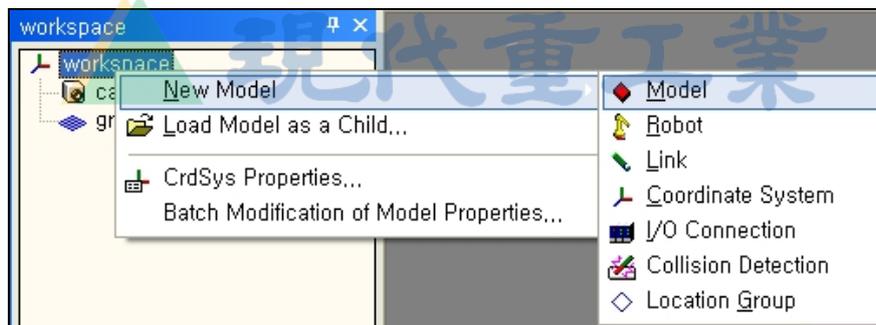
拟要模拟的自动化车间的布局也一样、只是存在复杂性的差异、都是通过模型和模型之间的关系组成。

## 4.2. 模型的组成和编辑 1

组成如下模型的层次结构。



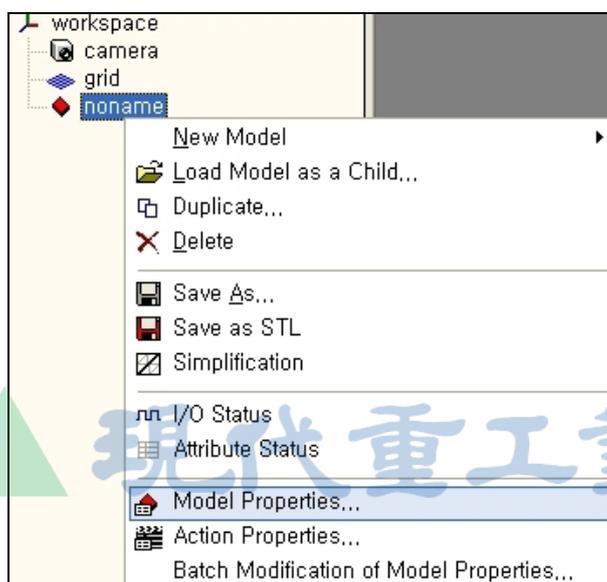
用鼠标右键点击 Tree 框的 workspace 时弹出对话框。选择新模型时出现下级菜单、在此选择‘模型’。



在 Workspace 下已创建 “noname” 这一新模型。3 维画面还未显示是因为还未定义模型的形状。

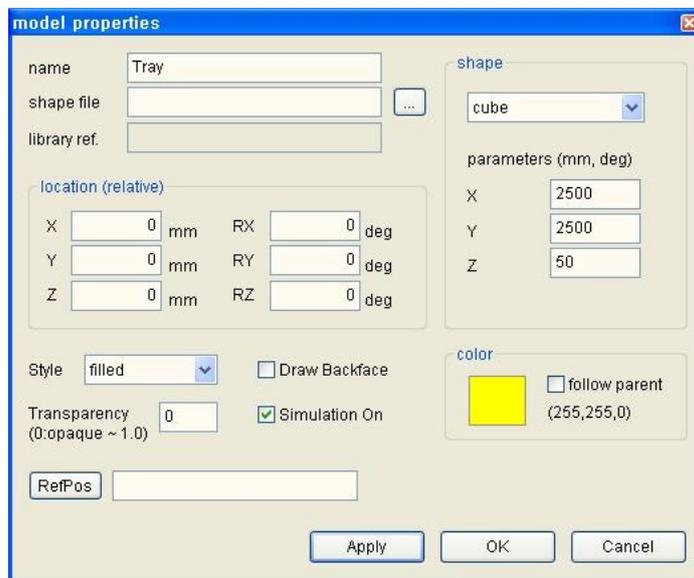


下一步是用鼠标右键点击 “noname” 来选择模型属性。

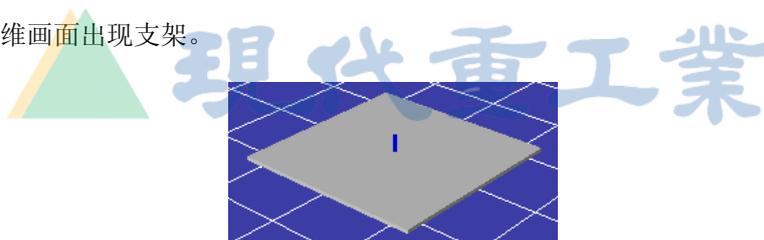


出现模型属性对话框时、如下图所示、点击形状的下拉清单选择直六面体。无需改动其他参数直接点击确认键。

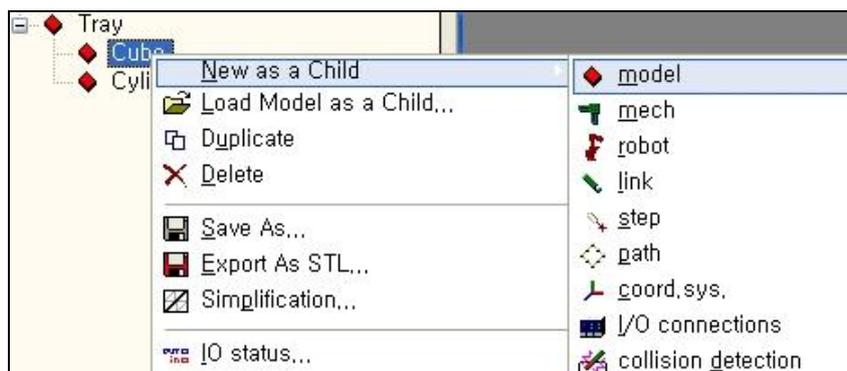
出现属性对话框时如下图所示、修改名称、形状、形状参数、颜色。(修改颜色时点击四角形颜色标图以在颜色对话框进行设置。)



如下图所示、在三维画面出现支架。



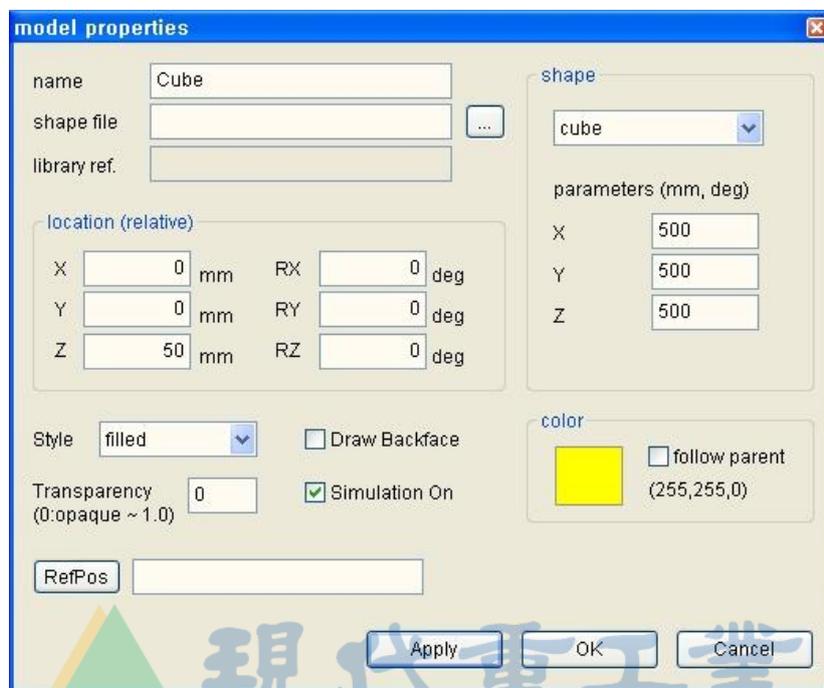
本次用鼠标右键点击 Tree 框的支架、在弹出菜单再次选择‘新模型 - 模型’。



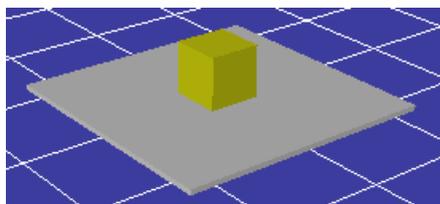
至此形成如下层次。



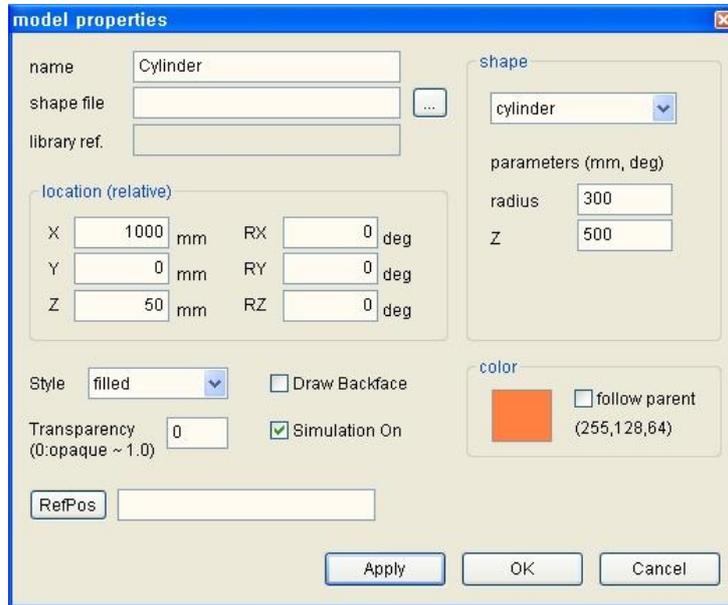
用鼠标右键点击支架下级的 **noname**、选择模型属性后、在模型属性对话框中输入如下内容后点击确认键。



如下图所示、在支架上出现正六面体。



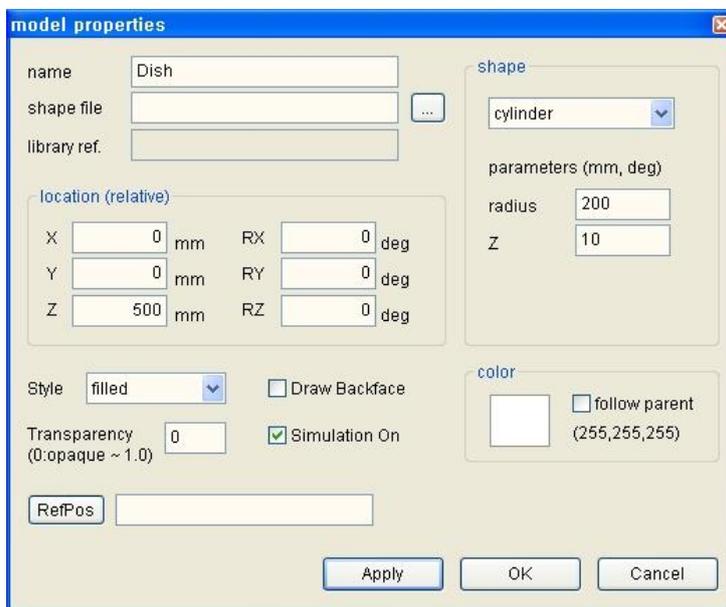
可以采用与正六面体相同的方法创建圆柱、模型属性设置如下。



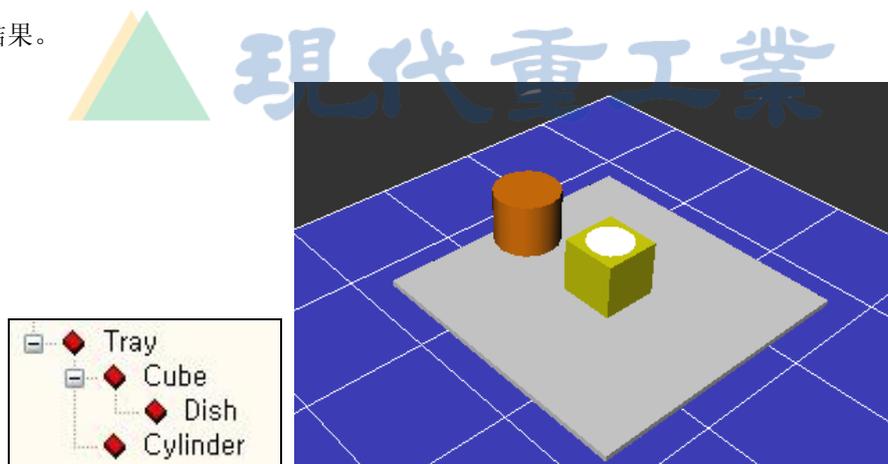
至此、Tree 框的层次结构如下所示。打开正六面体的弹出菜单后选择 ‘New as a child - Model’。



如下输入正六面体下级的 **noname** 模型属性。



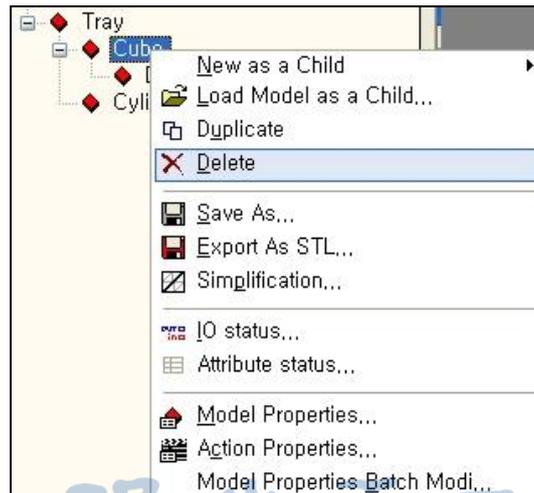
得出计划的结果。



### 4.3. 模型的组成和编辑 2

下面来学习与模型相关的几点操作方法。

- 打开模型相关弹出菜单  
用鼠标右键点击 **Tree** 框的相关模型即可打开弹出菜单。



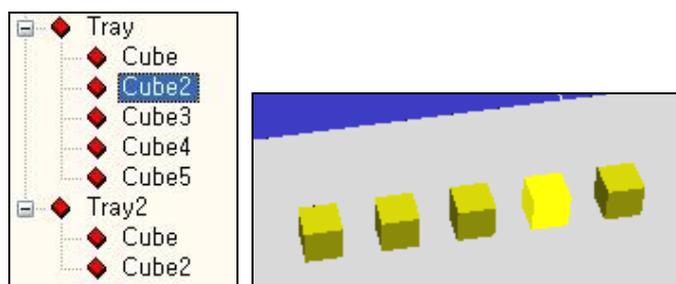
或用鼠标点击三维空间的相关模型也能出现弹出菜单。



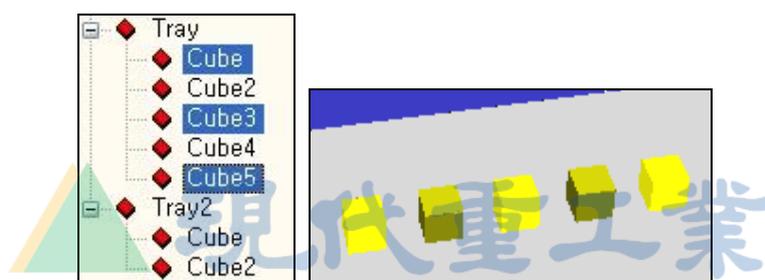
■ 模型的选择

选择模型是一律用鼠标左键点击。

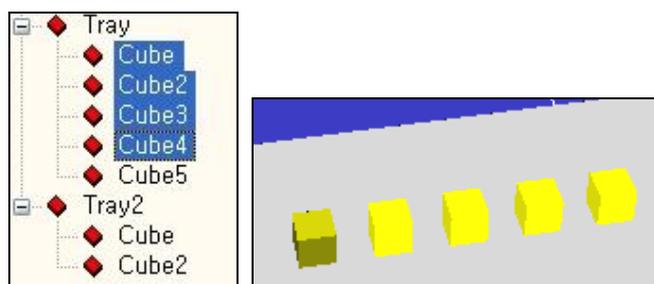
在 **Tree** 框中点击模型即可选择该模型、或在三维空间点击模型也可。所选模型在三维空间激活成亮色。



如要同时选择多个模型、在 **Tree** 框或三维空间按住键盘的[Ctrl]键后依次点击对象模型。



或按住键盘的 **Shift** 键后依次点击两个模型、从而同时选择两个模型之间相连的模型。



但只能同时选择相同母模型下的模型、即不能同时选择支架下级的正六面体 2 和支架 2 下的正六面体 2。

#### ■ 修改模型名称

虽然也能在模型属性对话框中修改名称、但也有更简单的方法。  
在选择 **Tree** 框内模型的状态下用鼠标左键再点击一次。  
或在选择 **Tree** 框内模型的状态下按键盘的 **[F2]**键。  
如下图所示、相应模型变成名称编辑状态。



用键盘输入新的名称。

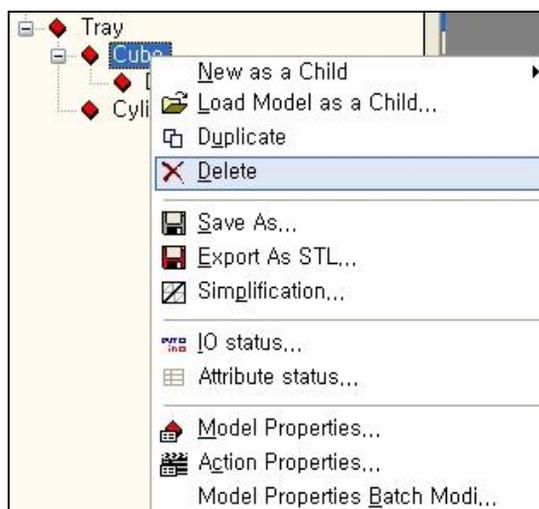


按键盘的 **Enter** 键或用鼠标点击其他模型即显示新输入的名称。



## ■ 删除模型

如要删除模型、点击拟要删除的模型以打开弹出菜单后选择删除。删除模型时其下级的所有模型也会被删除。

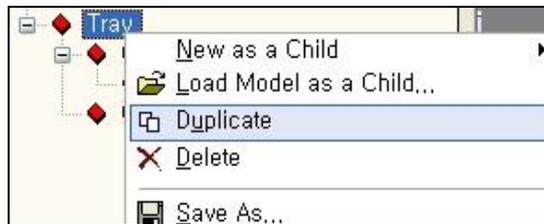


选择多个模型后也可用相同方法同时删除。

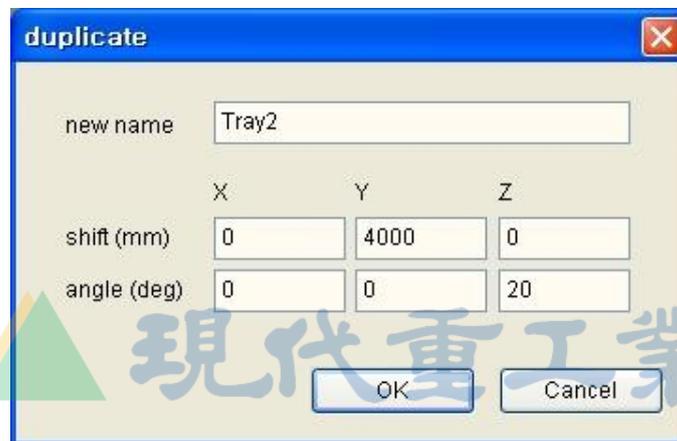


### ■ 复制模型

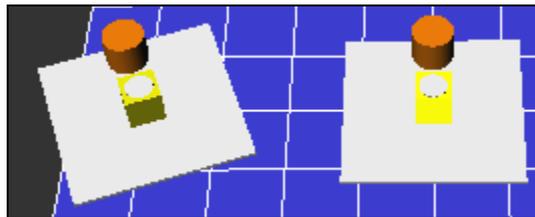
如要复制相同的模型、点击拟要复制的模型以打开弹出菜单后选择复制。



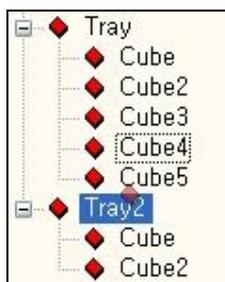
出现复制对话框时、如下所示、设置新模型的名称和进行复制的移动/旋转值后点击确认。



至此、包括子模型在内全部复制完成。



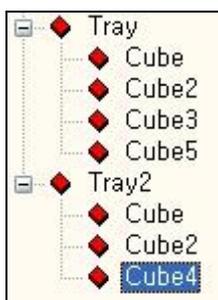
- 在层次结构下移动模型 - 移动到此处  
可把某一母模型下的模型移动到其他母模型下。  
举个例子、要把支架下的正六面体 4 移动到支架 2 下面、如下所示、用鼠标右键把正六面体 4 拖到支架 2 上。



弹出如下菜单框、在此选择 ‘Move as a Child of This’ 项目。

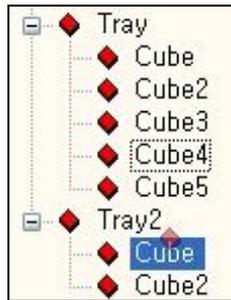


移动成功、在三维空间也能看到正六面体 4 被移动到支架 2 下。

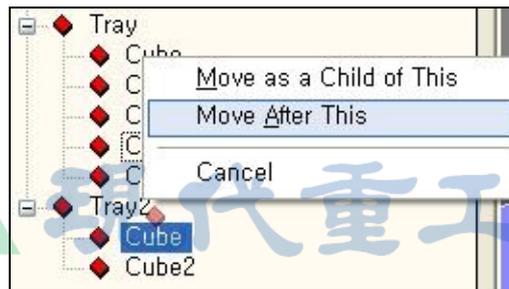


用鼠标左键直接拖动则不会出现弹出菜单、直接执行 ‘Move as a Child of This’ 功能。

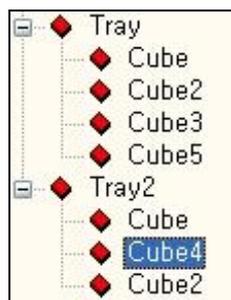
- 在层次结构下移动模型 - 移动到下个位置  
可把某一母模型下的模型移动到其他母模型下的一个位置。  
举个例子、要把支架下的正六面体 4 移动到支架 2 下的正六面体下个位置、如下所示、用鼠标右键把正六面体 4 拖到支架 2 下的正六面体上面。



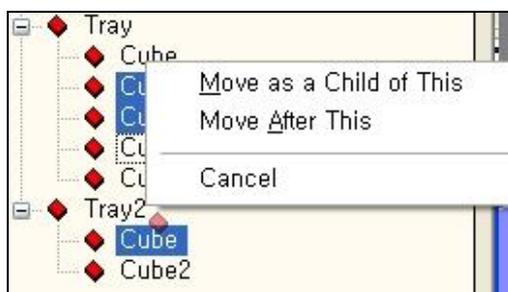
弹出如下菜单框、在此选择 ‘Move After This’ 项目。



移动成功、在三维空间也能看到正六面体 4 被移动到支架 2 下。



- 在层次结构下移动模型 - 同时移动多个模型  
如下所示、同时选择多个模型后用相同的方法拖动模型到相应位置。



## 4.4. 保存和打开模型

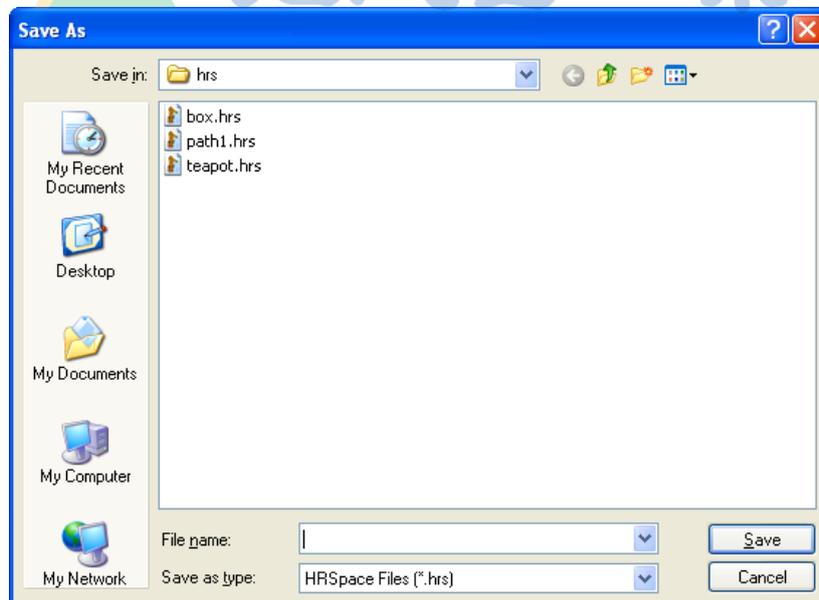
可以 hrs 文件格式保存特定模型及其子模型的层次结构或导入文件。

### ■ 保存模型

- ① 点击拟要保存的模型以打开菜单后选择另存为项目。如删除模型、其下的子模型也都会被删除。



- ② 出现如下对话框、基本上以模型名称设置文件名、亦可进行变更。

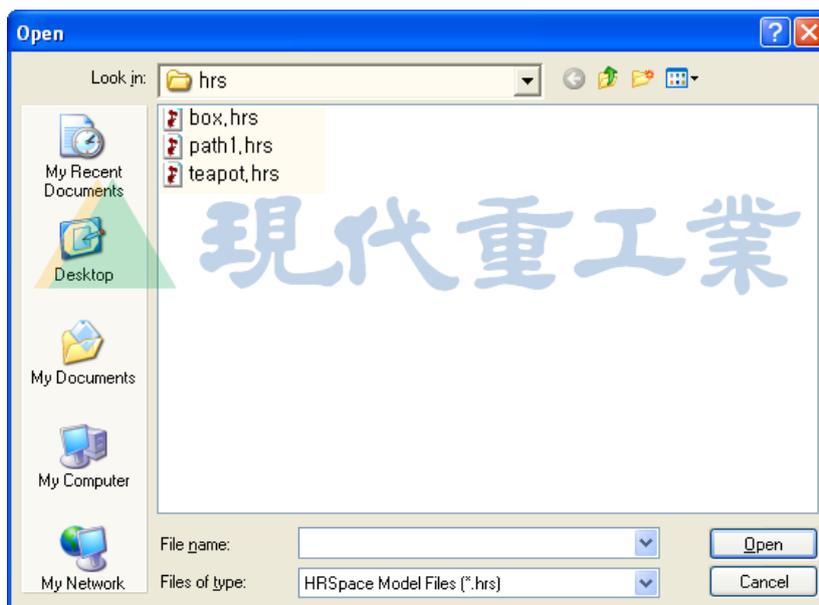


## ■ 打开模型

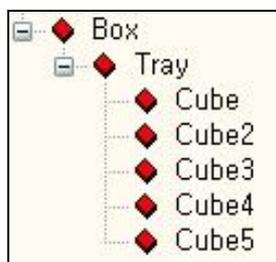
- ① 打开母模型的弹出菜单后选择打开模型项目。



- ② 出现如下对话框、选择文件后点击打开。



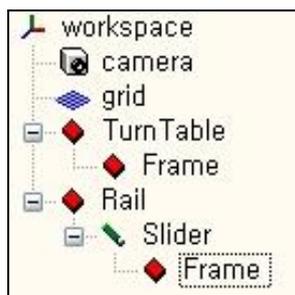
- ③ 如下所示、被导入为子模型。



## 4.5. T 路径

T 路径是 Tree 框的层次结构内特定模型的字符串形式。(是只在 HRSpace3 使用的固有用语。)

例如在如下层次结构下、共有两个名为'Frame'的模型。



如要把 2 个 Frame 中的一个输入到对话框时、如下所示、只输入名称、HRSpace3 无法分辨指的是哪一个物体。



因此在 HRSpace3 使用 T 路径这一表达方式。T 路径在名称前采用 '/' 符号以作为分隔符来罗列所有母模型的名称。

因而上述 2 个 Frame 的表现形式如下。

- /Turn Table/Frame
- /Rail/Slider/Frame

最上级模型即 workspace 的名称则不需要输入。T 路径最首位的 '/' 符号即表示 workspace。

一般来讲、需要输入 T 路径的编辑栏前会显示如下 T 路径指定键。



按住这一键后把光标移动到 Tree 窗时、光标形状会变成  形状。在此状态下点击模型时相应模型的 T 路径会自动输入到编辑栏内。(不使用这一方法、在编辑栏内直接输入 T 路径也可。)

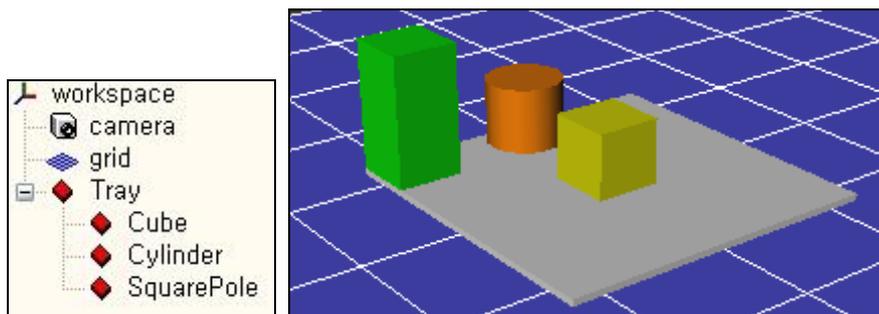
一般来讲、各编辑栏内允许输入的模型种类是有限的。例如、只允许输入 Link 模型的编辑栏即使用  光标点击基本模型或 Step 模型等也无法进行输入。

如要取消 T 路径选择模式、请按键盘的 Esc 键。

## 4.6. Shift 对话框

可利用 Shift 对话框移动或旋转 1 个或多个物体。

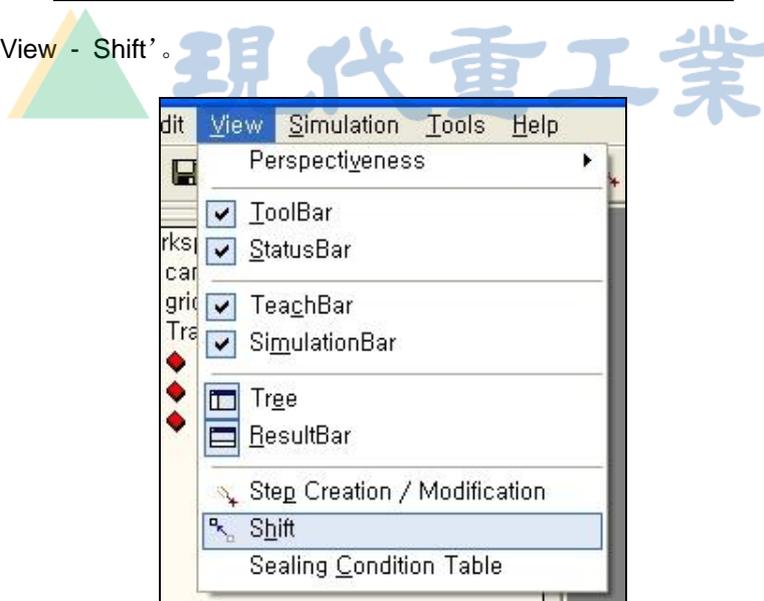
假设有如下层次结构的模型、下面以+Z 方向同时移动其中的圆柱和四角柱子。



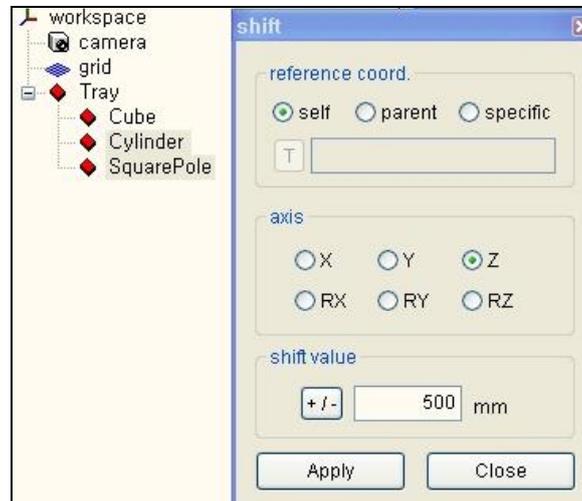
在基本工具栏点击 Shift 对话框。



或在主菜单点击 ‘View - Shift’。



出现如下所示的 Shift 对话框。

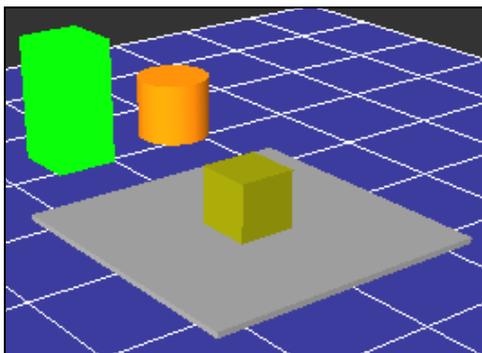


参照下表设置参考坐标系和轴、移动量。

参考坐标系	<p>以物体自身的坐标系为基准进行移动时把参考坐标系选为'自体坐标系'。 以母坐标系为基准进行移动时把参考坐标系选为'母坐标系'。 此外以特定坐标系为基准进行移动时、把参考坐标系选为'指定'后按住 T 键并在 Tree 框中选择基准模型以输入 T 路径。</p>
轴	<p>选择 X、Y 或 Z 轴时按照所选轴的方向移动。 选择 RX、RY 或 RZ 轴时以所选轴为中心旋转。</p>
移动量	<p>输入移动量(或旋转量)。 点击  键可变更输入值的符号。</p>

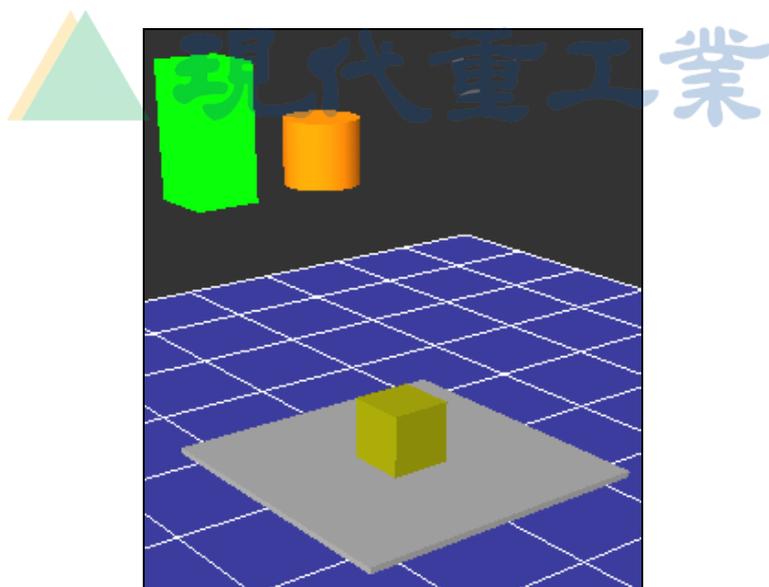
在 **Tree** 框或在三维画面选择拟要移动的物体。(如要选择多个物体、请按住键盘上的[Ctrl]或[Shift]键后点击物体。)

现在点击 **Shift** 对话框的应用键即可在三维画面看到所选物体被移动。即在所选物体的模型属性中位置属性被变更。



继续点击应用键、物体会持续移动。

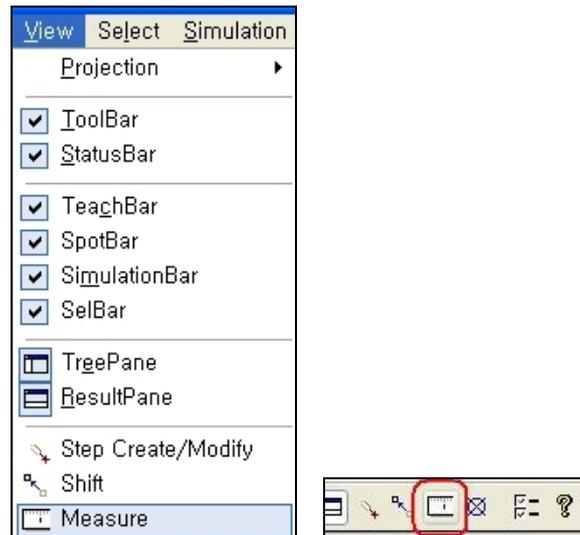
下图是点击 3 次应用键后出现的结果。



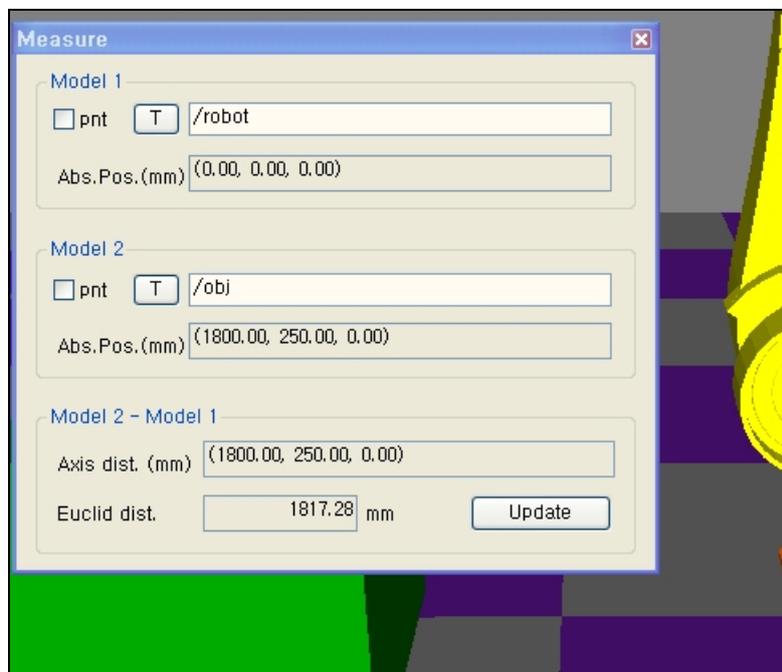
如要关闭 **Shift** 对话框请点击关闭键。

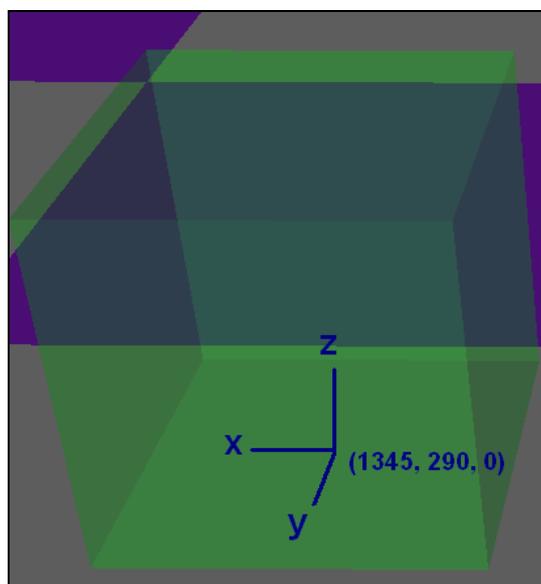
## 4.7. 测量对话框

如要了解模型之间的距离、可使用测量功能。选择视图菜单下的测量选项或点击工具栏上的测量键即弹出测量对话框。



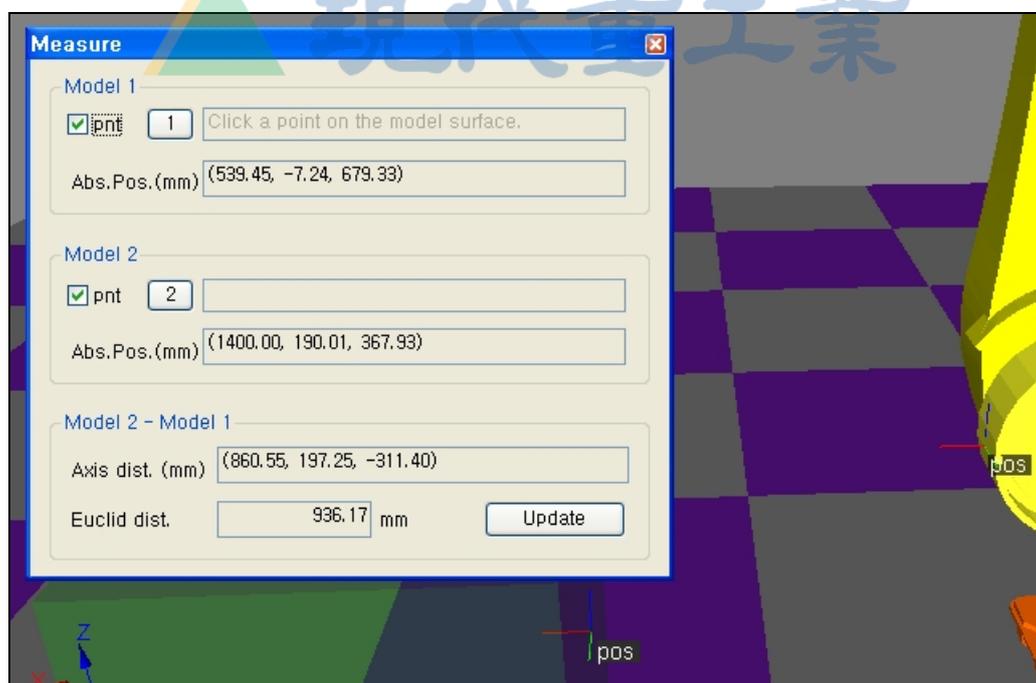
下面来测量一下下一例子中所示的模型 1(机器人)和模型 2(正六面体)之间的距离。测量对象的指定方式有 T 路径方式和位点(point)方式。按住 T 键点击模型后如下指定 T 路径时即可适用该模型的基准位置。



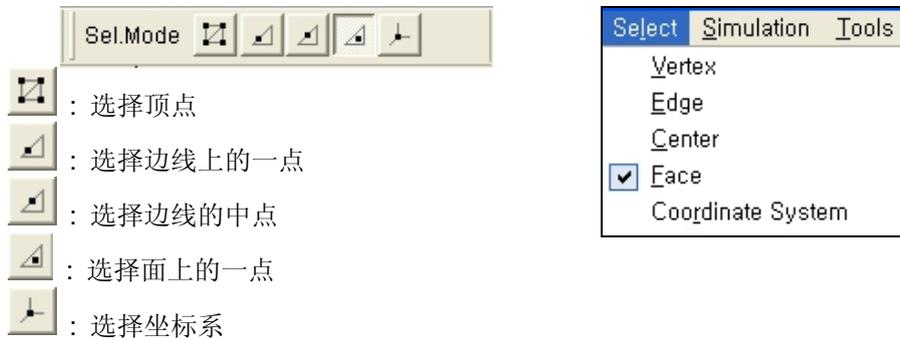


以 T 路径指定的模型 2 的位置

相反、选中 **pnt** 复选框后点击模型的特定表面即可适用点击的位置。



此时、所选模式的工具栏(或选择菜单)设置会限制点击的位置。



(该选择模式的功能也适用于在后章节进行说明的 Snap 功能和 Step 新建/修改功能。)



## 4.8. Snap 对话框

Snap 对话框可以帮助选择模型表面的准确位置/方向。在视图菜单选择 Snap 项或在工具栏点击 Snap 项。

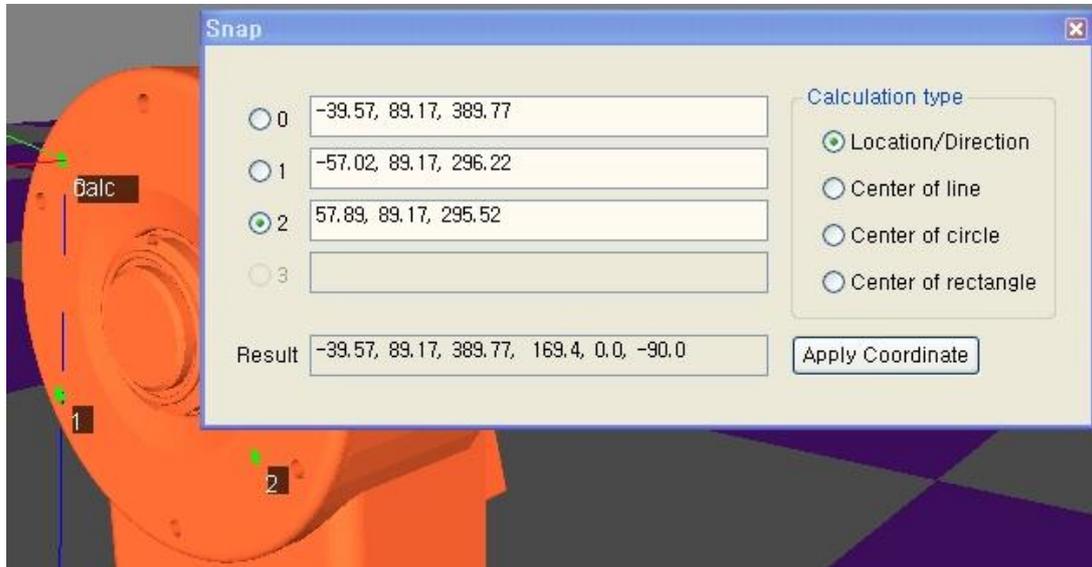


支持的 Snap 计算方式有 4 种。首先选择计算方式时与之相应的输入位置个数也会有所不同。计算结果以名为 calc 的坐标系显示到三维画面、在结果栏中显示位置和方向值(X、Y、Z、RX、RY、RZ; 单位为 mm、deg)。

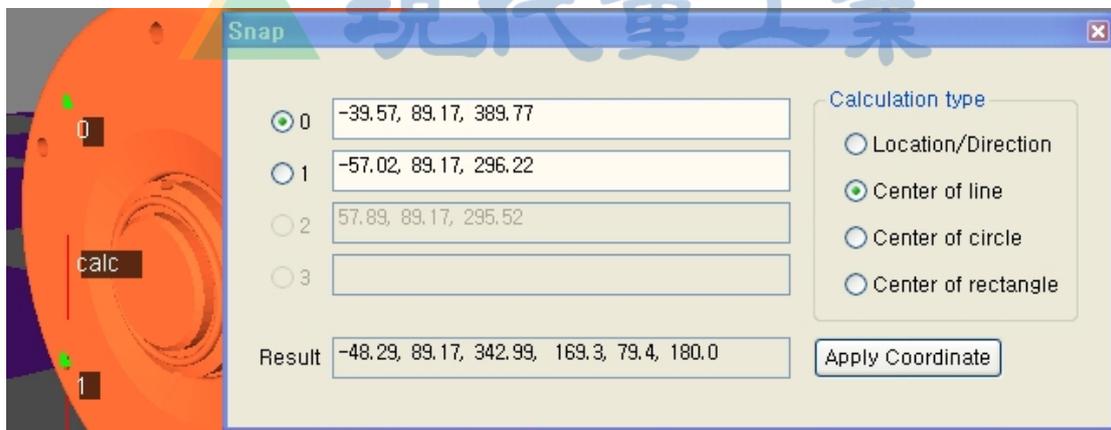
点击选择位点时、请合理使用选择模式栏。



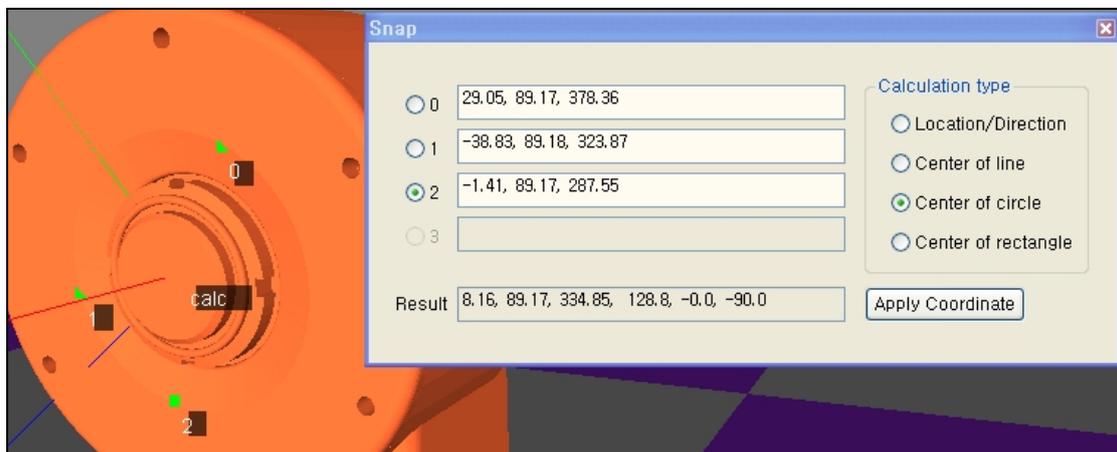
- 1) 位置/方向: 把 0 号位点定为原点、以 1 号位点决定 Z 方向、以 2 号位点决定 YZ 平面。



- 2) 直线的中点: 以 0 号位点和 1 号位点的中点为原点、把向着 1 号位点的方向定为 X 方向。



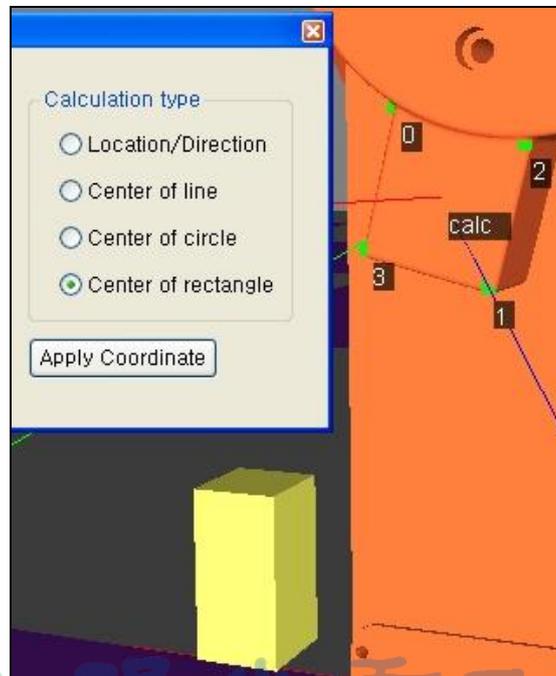
- 3) 圆的中心点: 以 0 号、1 号、2 号位点为圆周计算出圆后以其中心点为原点把圆的平面定为 YZ 平面。



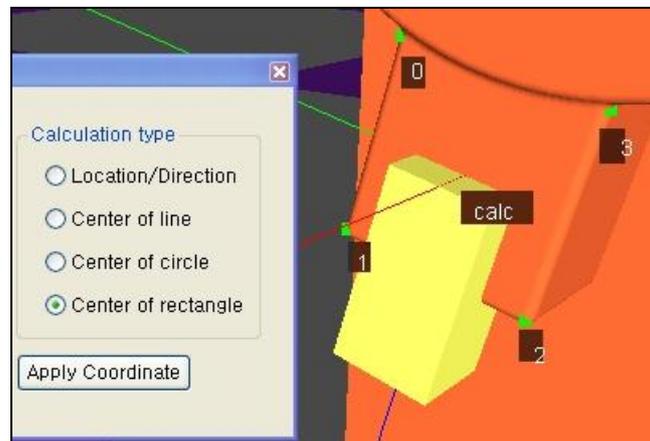
- 4) 四角形的中心点: 以 0 号、1 号、2 号、3 号中心点为原点、把四角形的平面定为 YZ 平面。



- 5) 如要把计算的坐标应用到特定模型时请点击坐标应用键。



- 6) 通过变成  形状的光标点击需要的物体时、按照计算出的位置和方向布置物体。



(如要改变物体排列方向、请用 Shift 对话框以 90 度进行旋转。)

### 4.9. 一并修改模型属性

对于多个模型、可适用相同的模型属性。

选择属于同一层次的多模型后打开弹出菜单后选择‘Batch Modification of Model Properties...’则出现如下对话框。



选中拟要修改的项目后选择值。选中‘Apply to all children’时可把修改内容适用于所选模型下的所有子模型。



 現代重工業



現代重工業

5

CAD 文档



### 5.1. 导入 STL 文档

物体形状为 STL 文档格式时、导入该文档的方法如下。

可读取 ASCII 方式的 STL 文档和二进制方式的 STL 文档、数值单位为 mm。

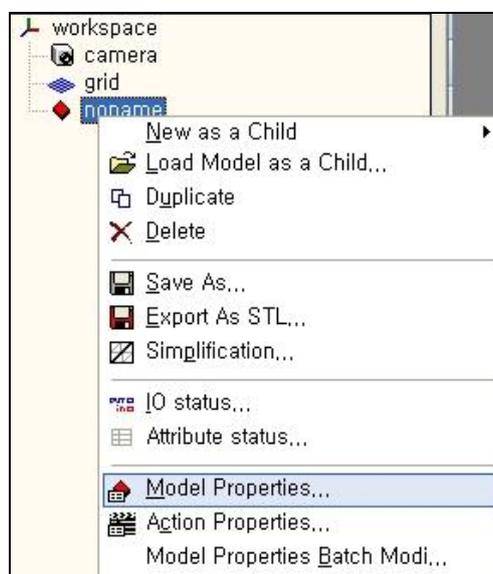
用鼠标右键点击 Workspace 模型(或其他母模型)打开弹出菜单后选择新模型时会出现下级菜单、在此选择'模型'。



在 Workspace 下已创建 noname 这一新模型。在 3 维画面还不现显示是因为还未定义模型的形状。



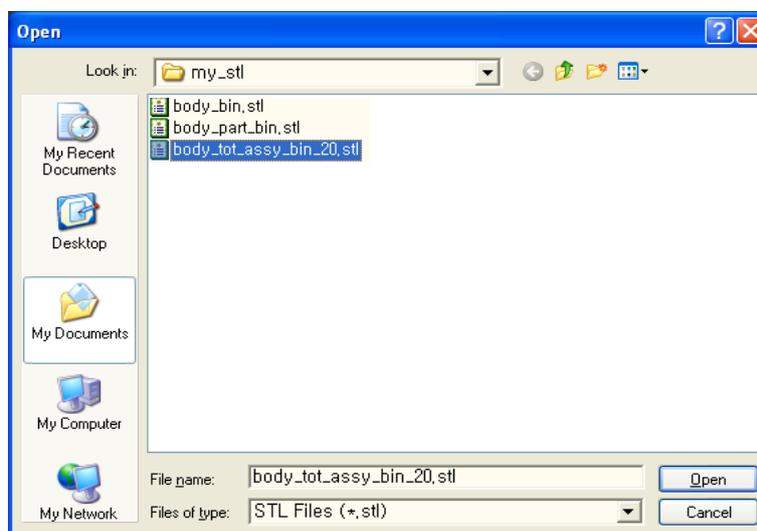
下一步是用鼠标右键点击 **noname** 来选择模型属性。



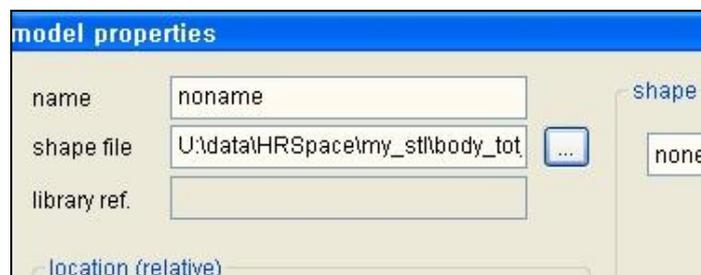
出现模型属性对话框时点击形状文档编辑框右侧的 。



在打开文件对话框中选择拟要导入的 **STL** 文件后点击打开键。



如下所示、该 STL 文档的路径文件名已输入到形状文档编辑框。(不使用  键、直接在形状文档的编辑框进行输入也可。)



用  选择的文件路径包括在选项 LIBRARY 指定的路径时、这一部分以{LIBRARY}替代。  
例) {LIBRARY}\Tool\Hanger\Hand\HAND2.STL

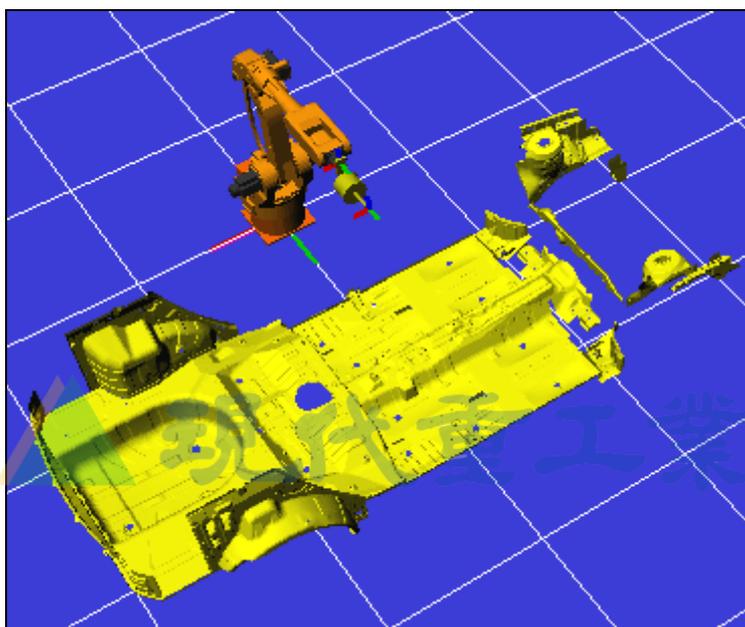
文档路径包括作业中的文档路径时、这一部分以{DOC}替代。  
例) {DOC}\STL\GLASS.STL

文档路径包括参考的 LIBRARY 文档的文件夹路径时、这一部分以{LIBREF}替代。  
例) {LIBREF}\STL\GLASS.STL

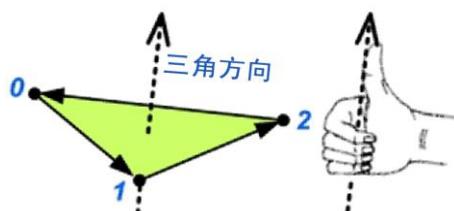
如要显示物体的两面、可以选择属性对话框的'绘制背面'选项以显示两面。选中该项时 3D 处理性能会被减弱。如果构成物体的各三角形的方向 1 都是向外方向的闭曲面时、其背面反正是看不到的、所以不用选择该选项。



除此之外如果还有必要的属性应进行设置。现在点击模型属性对话框的确认键即在三位画面显示 STL 文件的形状。



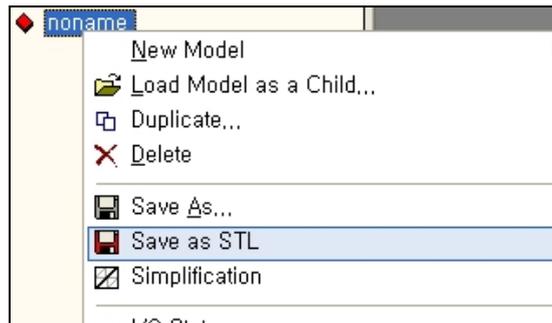
在 3D 图像中三角形的方向取决于三个角点被保存在存储器的顺序。



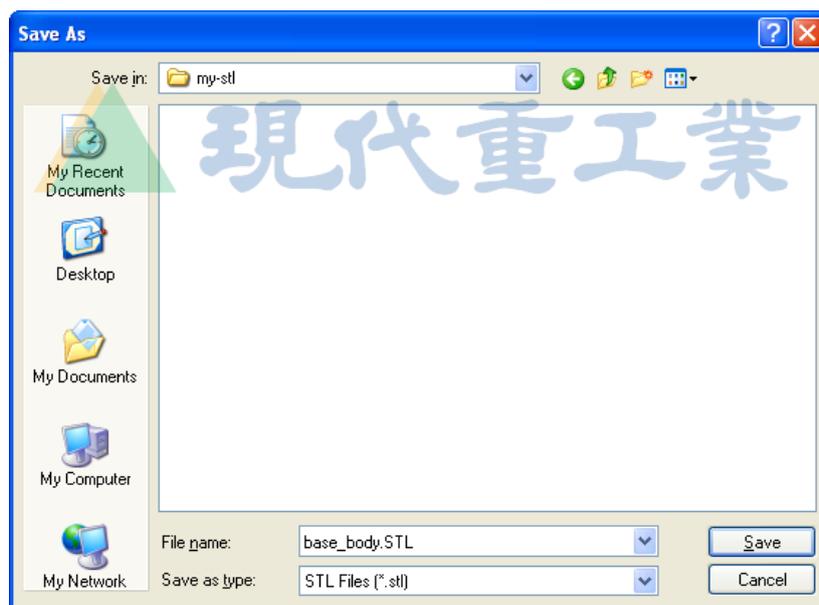
## 5.2. 保存 STL 文档

以其他格式(ASCII 或二进制)保存导入的 STL 文档或简化后保存时请使用如下方法。

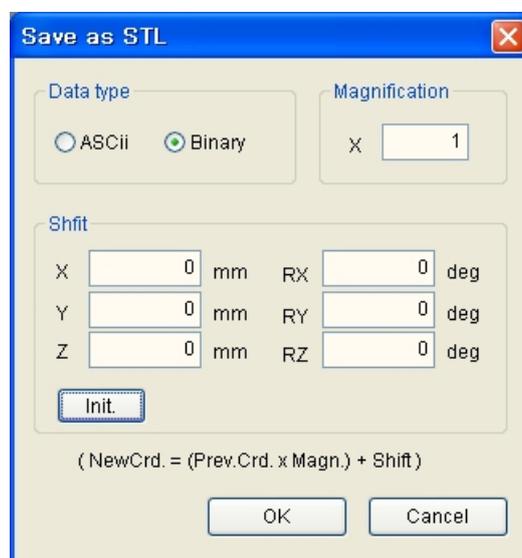
用鼠标右键点击 STL 形状模型来打开弹出菜单后选择 ‘Save as STL’。



出现如下对话框时指定拟要保存的文件夹和名称后点击保存键。



出现如下对话框。



数据形式可在 ASCII 方式和二进制方式中选择其一。

倍数指定在各三角形的顶点坐标上要乘上的数字。一般来讲适用基本值 1、但所导入的 STL 文件其单位为 m 时、如要以 mm 单位进行保存则要输入 1000。相反的情况输入 0.001 即可。

Shift 是适用于各三角形顶点坐标的 Shift 值。首先在这里显示模型属性的位置信息。(先适用倍数、后适用 Shift、请注意。)

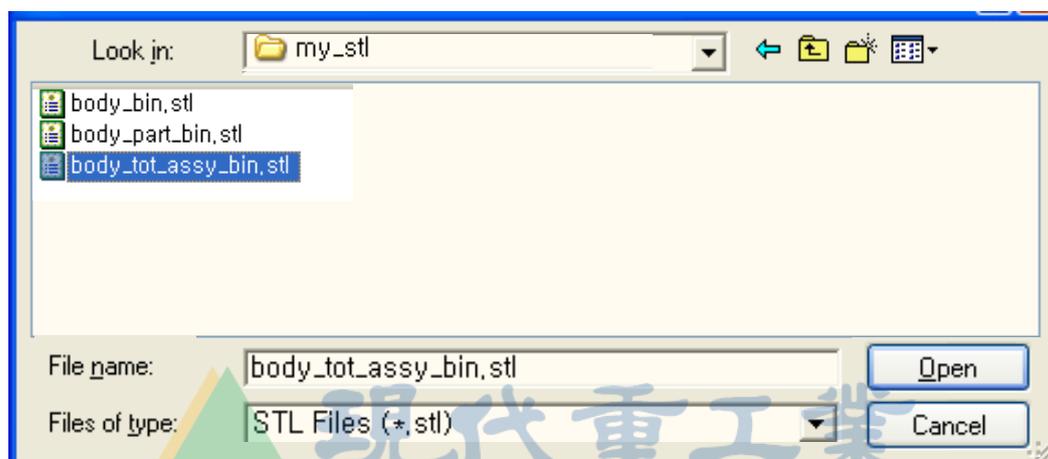
现在点击确认即可进行保存。

### 5.3. 简化

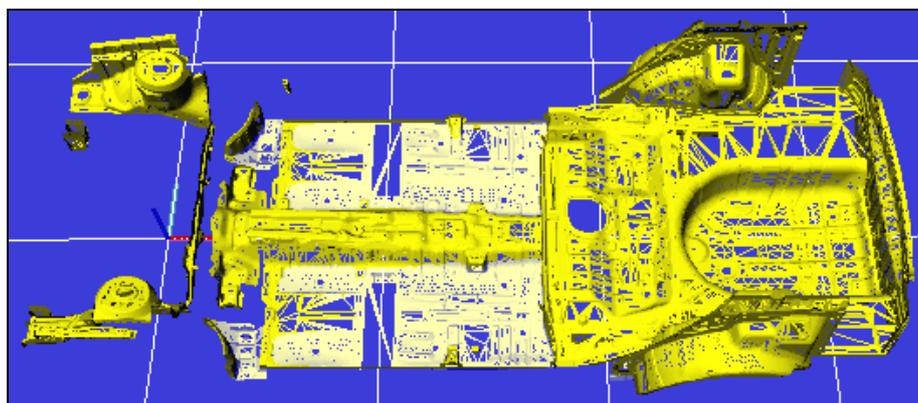
如果把由数十万个三角形组成的复杂形状的 STL 文件导入到 HRSpace3、即使使用性能再好的硬件也会造成处理速度上的严重滞缓。

为了解决这种问题、提供对形状进行简化后保存的功能。简化采用从细密的三角形中按照相互接近的三角形进行合并的方法。由此、虽然降低了形状的精密度、但能减少三角形的个数。

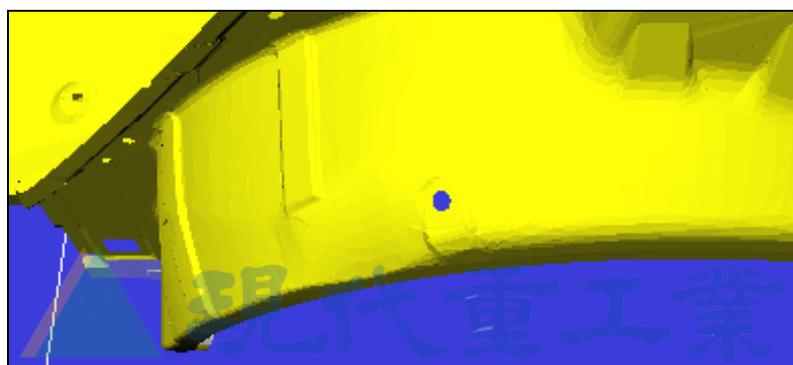
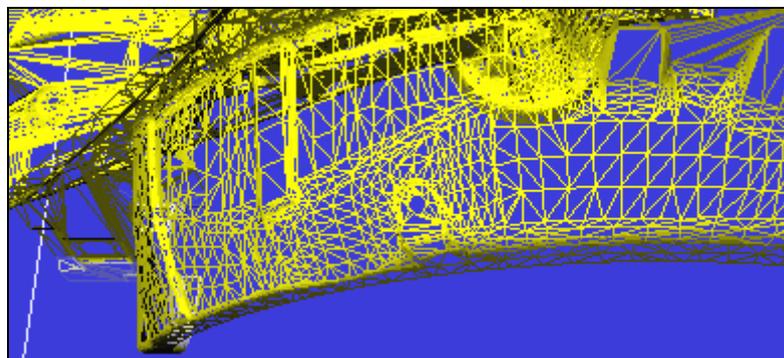
以导入车体 Floor 形状为例、



该模型约由 20 万个三角形组成、文件大小约为 10MByte。



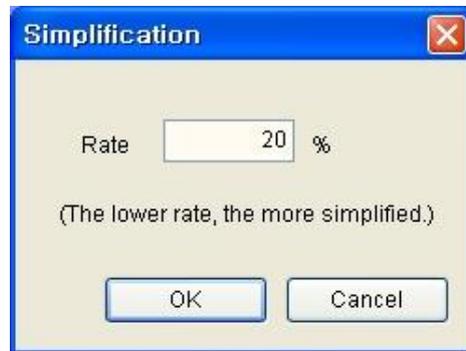
扩大局部之后可看到非常稠密的结构。下面把 100% 视图简化至 20% 视图。



打开模型的弹出菜单后选择简化。

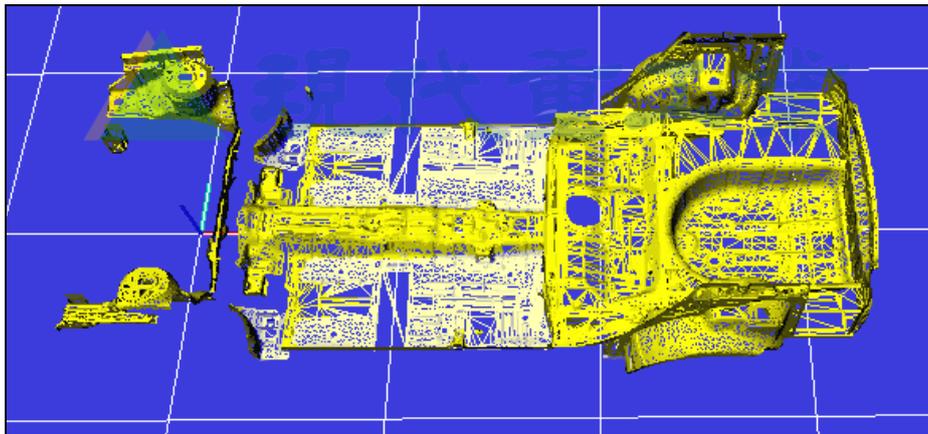


出现如下简化框时在简化比例中输入 20 后点击确认键。

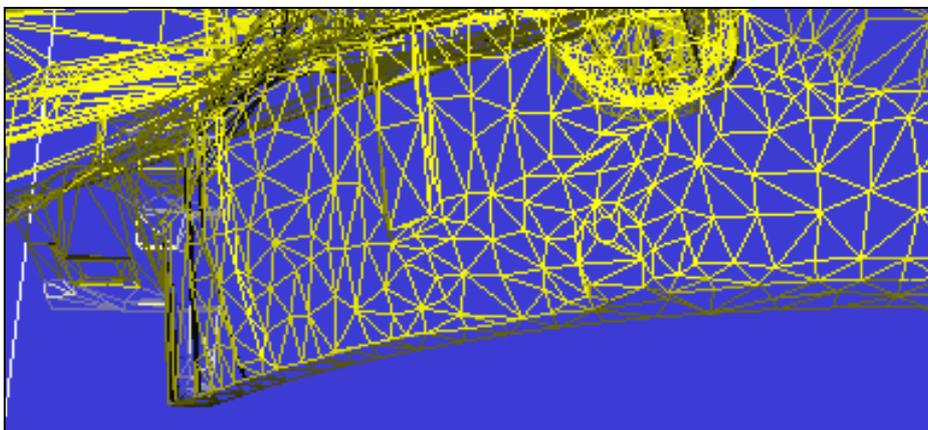


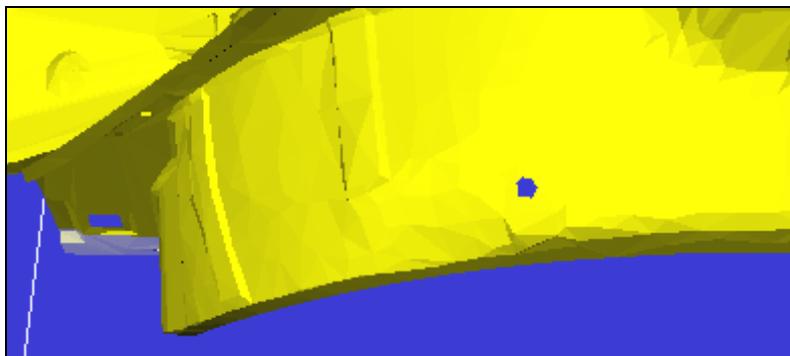
形状简化成如下状态。

**注意：**如果从一开始简化的比例太大(例如 10% 以下)偶尔会出现错误的形状。此时应恢复原状后分数次进行 50-60%左右的简化。

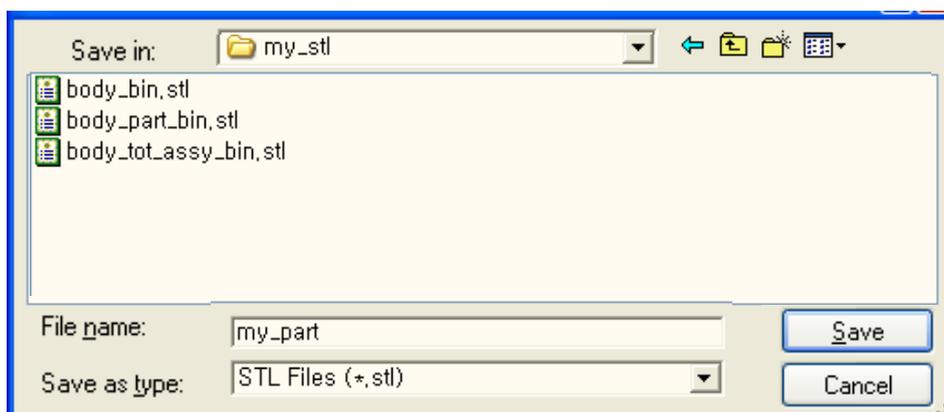
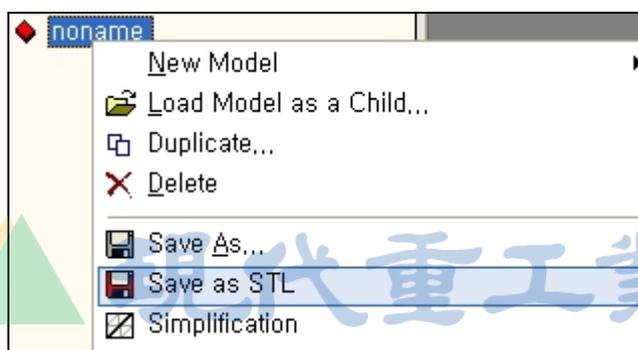


同上操作、扩大局部时会看到变得稀疏的结构。





如此经过简化的状态只体现在存储器上。应把它保存为 STL 文档才能继续应用。如果可能在保留 STL 原文件的情况下另存为其他文件名的 STL 文档。



保存的 STL 文档由 4 万多个三角形组成、文档大小约为 2MByte。

 現代重工業



現代重工業

6

載入机器人  
和工具

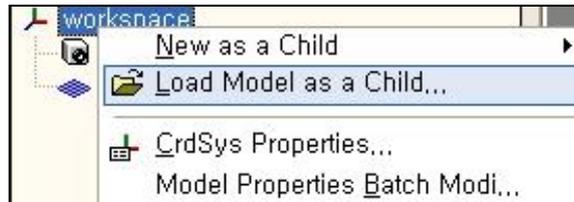


## 6. 载入机器人和工具

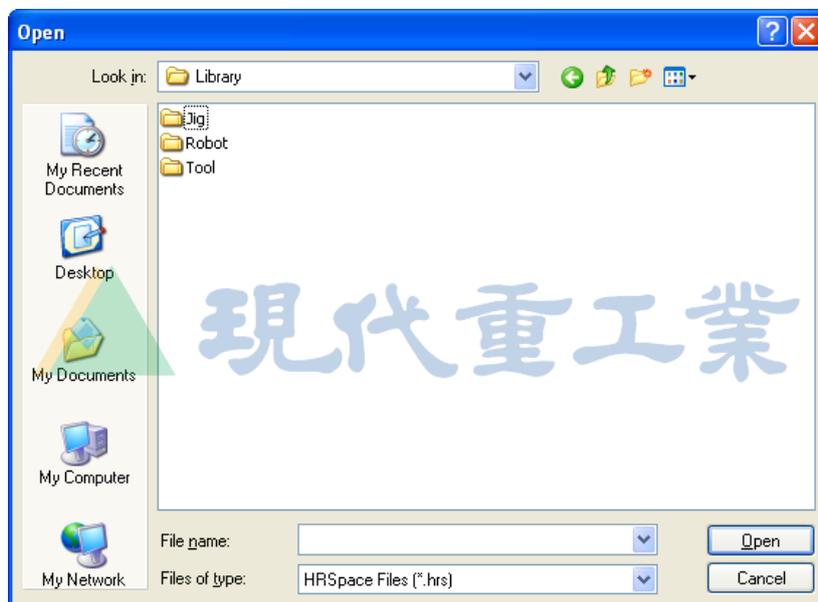
HRSpace3

### 6.1. 载入机器人

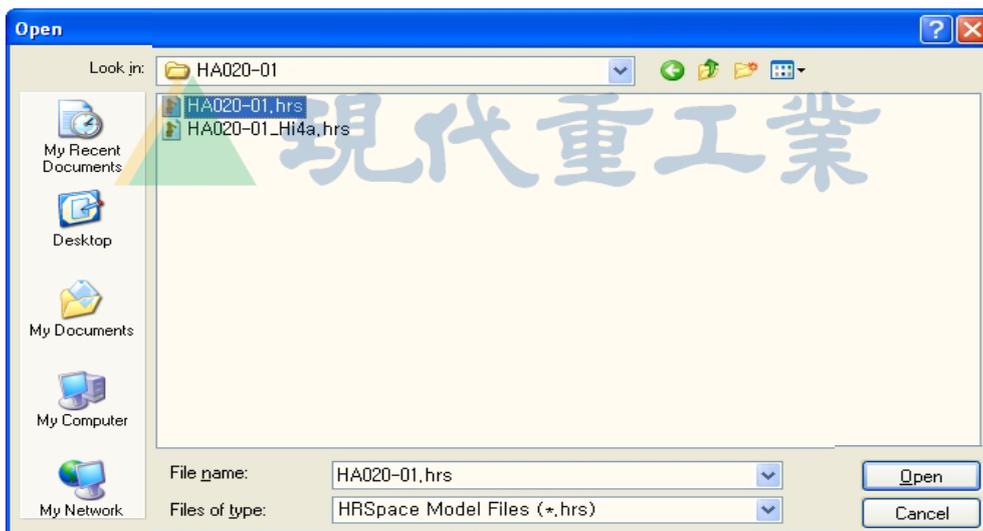
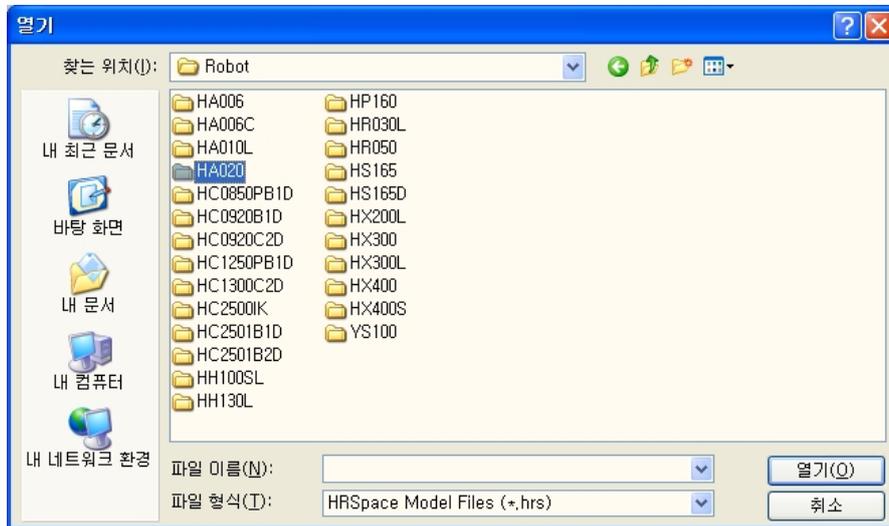
用鼠标右键点击 Tree 框的 workspace 打开弹出菜单后选择载入模型。



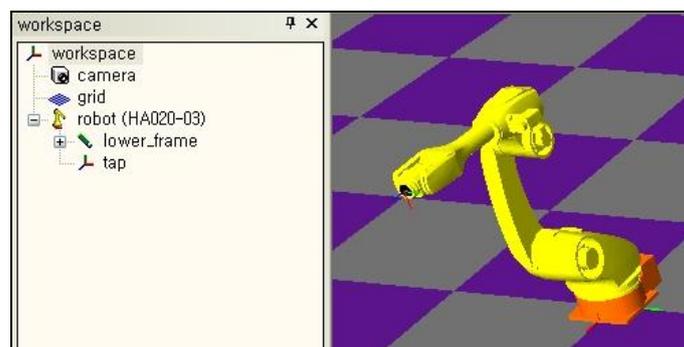
出现打开 Library 文件夹的对话框。



打开 Library 文件夹下的 Robot 文件夹、再打开其下的 HA020 文件夹后选择 hrs 文件。

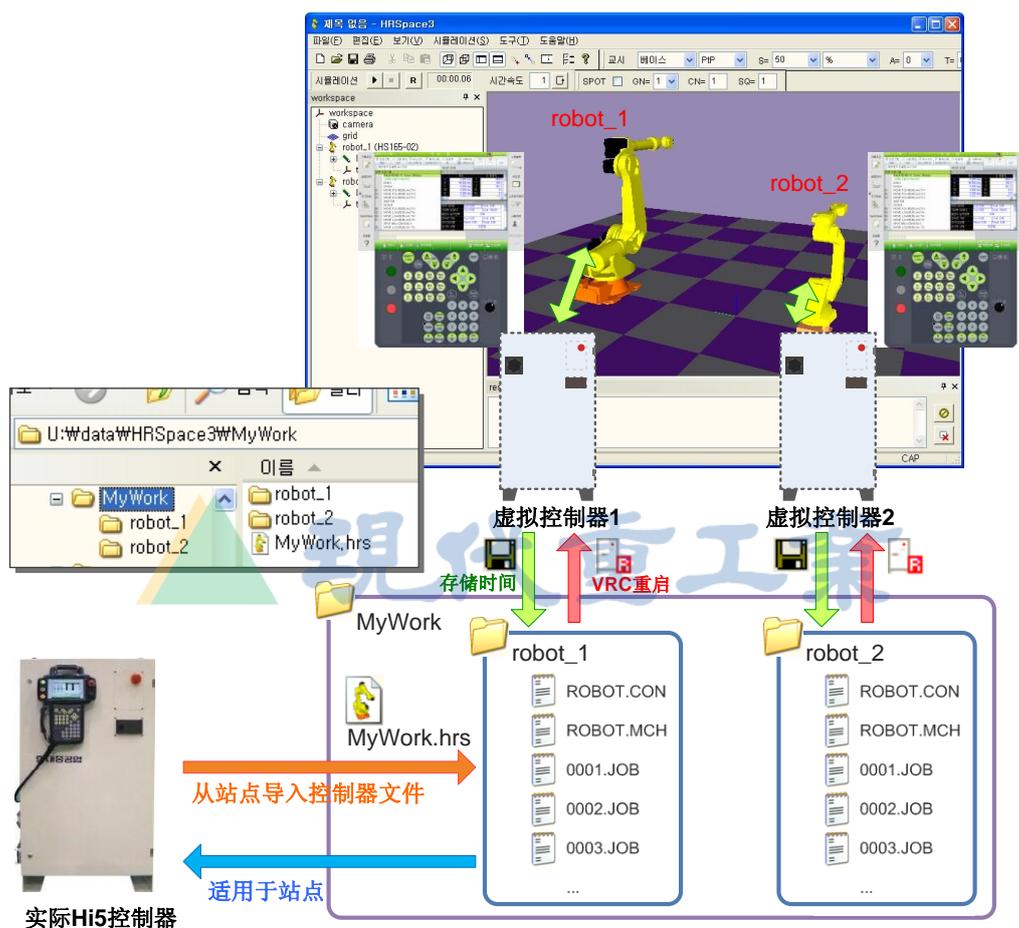


如下所示、在 Tree 框的 workspace 下创建名为 noname 的新机器人。在三维画面也会出现机器人形状。



## 6.2. 虚拟控制器和控制器文档

载入到作业空间的一个机器人配有一个虚拟控制器。下图是首次载入机器人时虚拟控制器在初始化系统后选择该机器人的类型、设置为无附加轴的状态。最多可载入 10 个机器人。



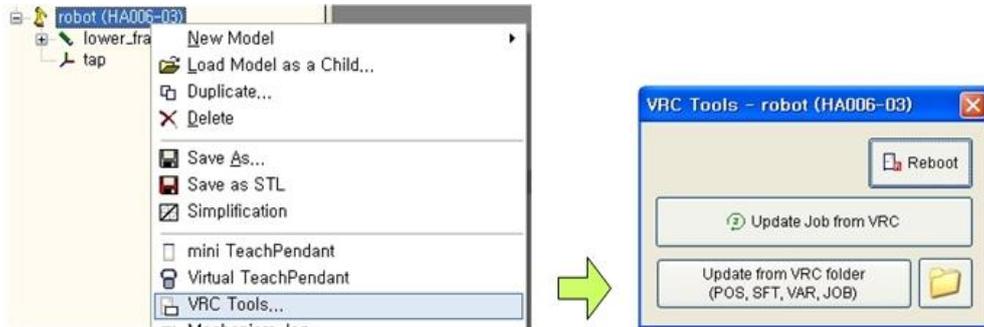
实际的 Hi5 控制器在创建工作文档后保存为.JOB 文件、设置各种系统时保存为.CON 或.MCH、或其他各种设置的文档。虚拟控制器也与之相同、这种文本文件并不包括在.hrs 文档的文件夹、而保存到其他文件夹中。

■ 注意：一个文件夹内保存一个.hrs 文件!

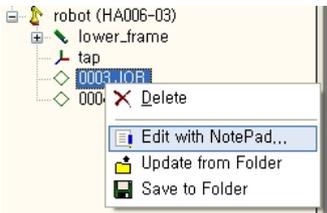
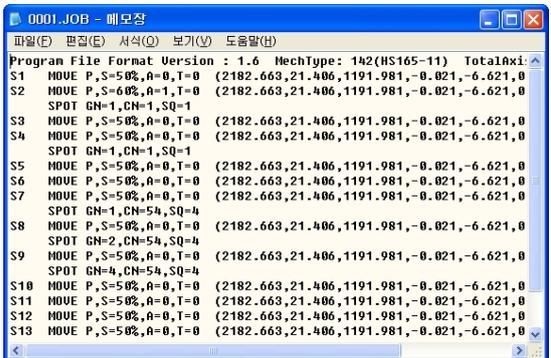
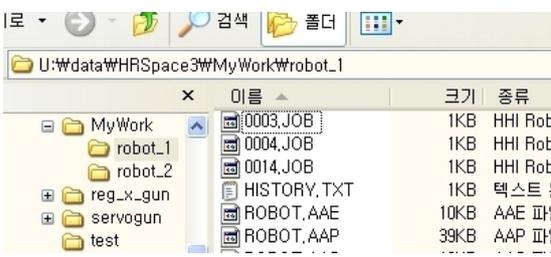
.hrs Project 内的各机器人控制器文件被保存为子文件夹。一个文件夹内保存多个.hrs 文件时子文件夹内会出现混乱、无法正常保存示教内容、请注意。

## 6. 载入机器人和工具

在机器人模型的弹出菜单中选择虚拟控制器工具时出现 VRC 工具对话框。



	<p>新打开.hrs 文件时、在导入所有控制器文档的同时载入所有机器人模型的虚拟控制器。</p>	
	<p>点击 VRC 工具对话框的[Reboot]键时在导入所有控制器的文本文件的同时重新载入虚拟控制器。</p>	
	<p>点击 VRC 工具对话框的[从 VRC 文件夹更新]键时、在不进行重新载入 (Reboot) 的情况下只导入所有变数文件、JOB 文件。</p>	
	<p>通过 JOB 模型的弹出菜单选择[从文件夹更新]项目时、仅对选择的 JOB 从文本文件进行更新。</p>	
	<p>保存所有.hrs 文件时、以文本文件保存所有机器人模型相关的所有控制器文档。</p>	
	<p>通过 JOB 模型的弹出菜单选择[保存到文件夹]项目时、仅把所选 JOB 保存为文本文件。</p>	

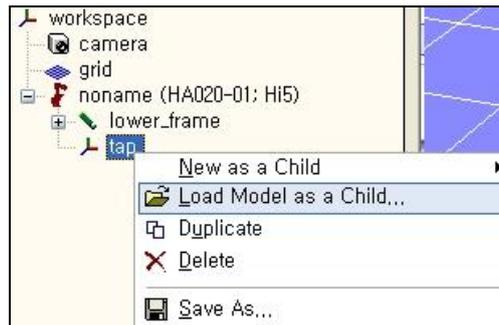
	<p>通过 JOB 模型的弹出菜单选择[编辑便签]项目时、可用便签格式打开所选 JOB 后进行编辑。 编辑完毕后执行[从文件夹更新]才能体现到虚拟控制器。</p>	
	<p>点击 VRC 工具对话框的[文件夹]键时可用资源管理器打开 VRC 文件夹。</p>	



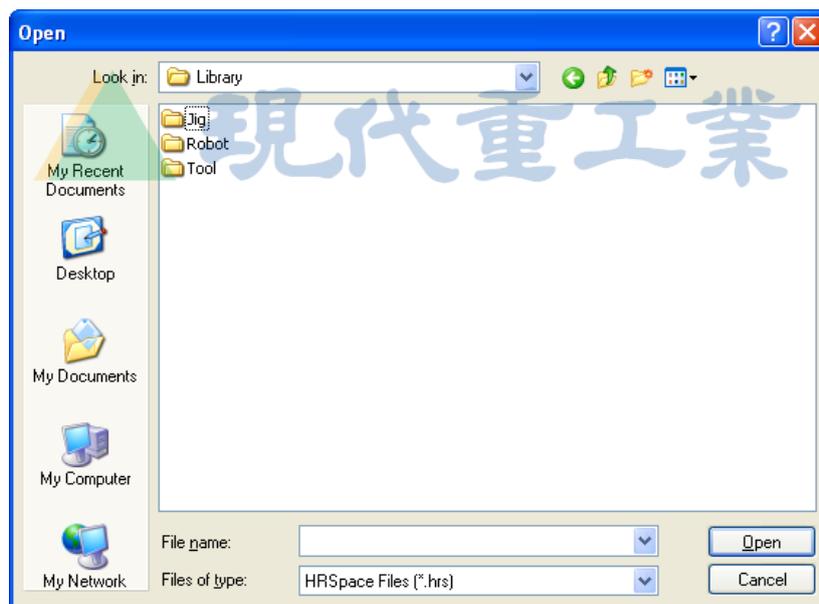
### 6.3. 载入工具后配置到机器人

在 Tree 框的机器人上配置有 tap (Tool Attachment Point)、作为 tap 的子模型应载入工具。

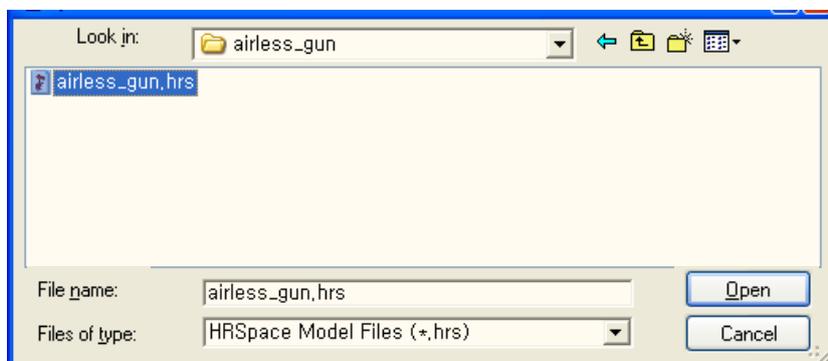
如下所示、用鼠标右键点击 tap 来打开弹出菜单后选择载入模型项目。



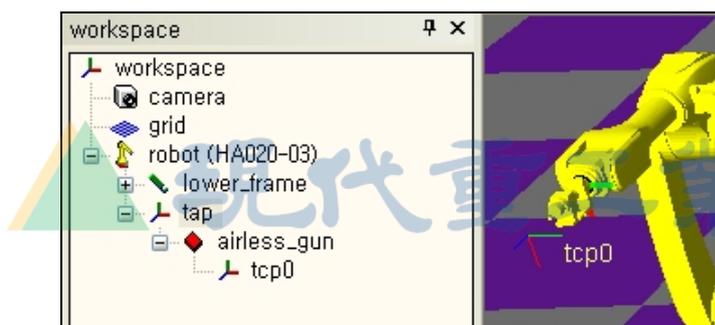
出现打开 Library 文件夹的对话框。



打开 Library 文件夹下的 Tool 文件夹。假配置样品 airless\_gun 工具、打开 Tool 文件夹下的 sealing/airless\_gun/ 文件夹后选择 airless\_gun.hrs 文件并点击确认键。



如下所示、在 Tree 框的机器人下创建名为 airless\_gun 的模型。在三维画面也可以看到工具已配置到机器人上。



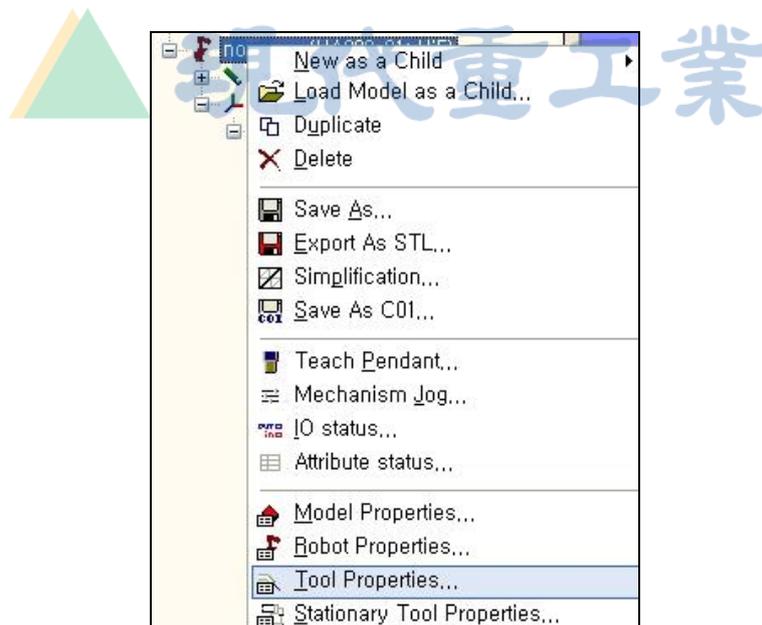
## 6.4. TCP 和工具号

作为 Airless\_gun 的子模型、有名为 tcp (Tool Center Point) 的坐标系模型。以 tap 为参考值的 tcp 相对位置/方向数据在记录 Step 和执行模拟时被用作 0 号工具(T0)的位置/方向数据。Hi5 控制器可支持共 16 个工具(T0~T15)、与之相应的坐标系模型为 tcp0~tcp15。

例如、配置如下两个工具并各命名为 tcp0 和 tcp3。



如想直接编辑数据值、可用鼠标右键点击机器人来打开弹出菜单后选择工具属性项目。



出现如下工具属性对话框。如要对 tcp3 的工具数据进行编辑、点击 T3 tab 后输入工具的准确长度和方向后点击确认键。



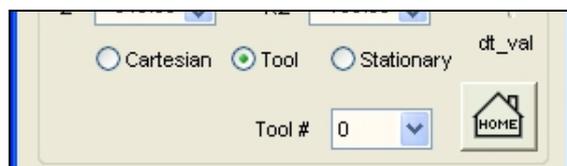
(关于 tcp、调整模型属性的相对位置值或通过 Shift 功能也能调整工具的数据。)

在下列选项中选择一项与虚拟控制器相关的联动方式。

<p><b>从 VRC 获得反映</b></p>	<p>虚拟控制器的工具数据变化会即刻反映到虚拟控制器。 是在载入现场的机器人控制器文件后在 3D 画面进行观察或用虚拟示教盒进行操作练习时非常有用的设置。</p>
<p><b>以 VRC 进行反映</b></p>	<p>HRSpace3 的工具数据变化会即刻反映到虚拟控制器。 是在 3D 画面设计工作单元后建机器人控制器文档时非常有用的设置。</p>

设置的工具数据有如下用途。

- (1) 利用 Mechanism Jog 对话框移动工具坐标系时以当前选择的工具坐标系为基准。



- (2) 以 T/P 记录键记录 Step 时在当前选择的工具坐标系位置新建 Step。



 現代重工業



現代重工業

7

新建作业

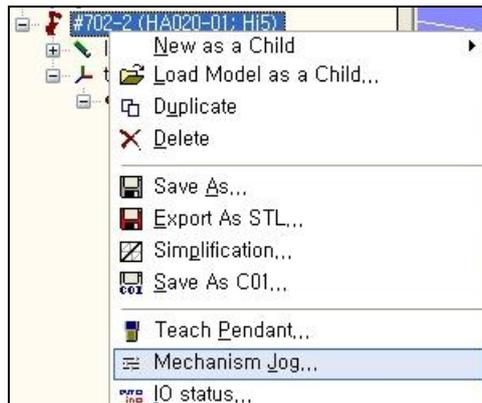


## 7. 新建作业

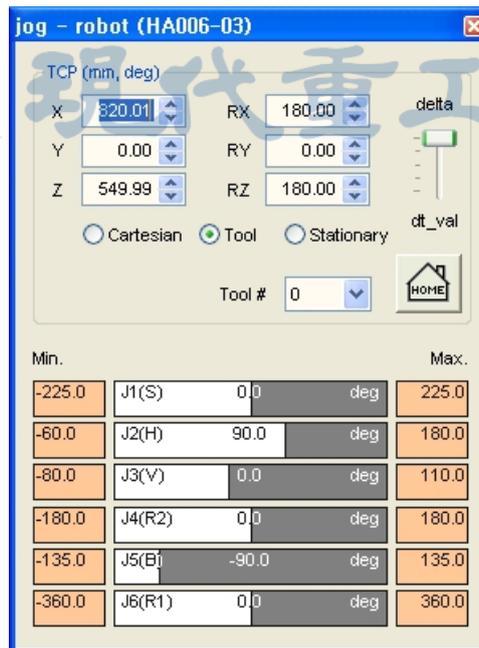
### 7.1. 移动机器人

用 Jog 对话框可移动机器人。

用鼠标右键点击 Tree 框的机器人来打开弹出菜单。



选择 Mechanism Jog 时出现如下 Jog 对话框。



## ■ Scrollbar

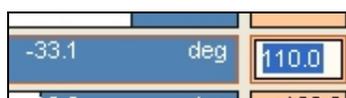
有机器人的 6 个轴适用的 6 个 Scrollbar、有附加轴时按照其个数显示附加轴 Scrollbar。  
Scrollbar 中央显示各轴的当前轴角度值。同时显示各轴可移动的最小值和最大值。

用 Scrollbar 可单独移动机器人的各轴。如并联机器人(parallel robot)、V 轴的最大/最小值属于 H 轴。

且按 ENTER 键时出现对所选轴的值进行编辑的对话框。用键盘输入数值后按 ENTER 键来完成编辑。



双击各轴的最小值或最大值时也可对软限制(softlimit)进行编辑。



## ■ TCP

在对话框右侧以直角坐标显示 TCP(Tool Center Point; 机器人工具端)的位置和方向。X、Y、Z、RX、RY、RZ 的各项目可用上/下微调按钮(Spin Button)以直角坐标方式移动 TCP。或用鼠标左键点击各项目的编辑框来进行选择后、用键盘光标键上/下调整或上/下推动鼠标滚轮来进行操作。

(每次进行此类操作时以 delta Slider 按照指定的数值进行增减。)

且用键盘输入各轴的值可后按 Enter 键或选择其他编辑栏加以体现。

## ■ HOME 按钮

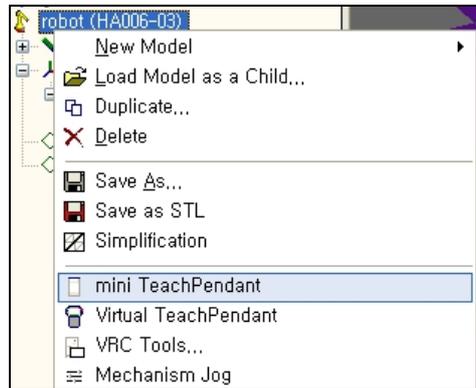
点击 HOME 按钮时机器人采取 HOME 位置(基本姿势)。

## ■ 直角 / 工具 / 定置工具

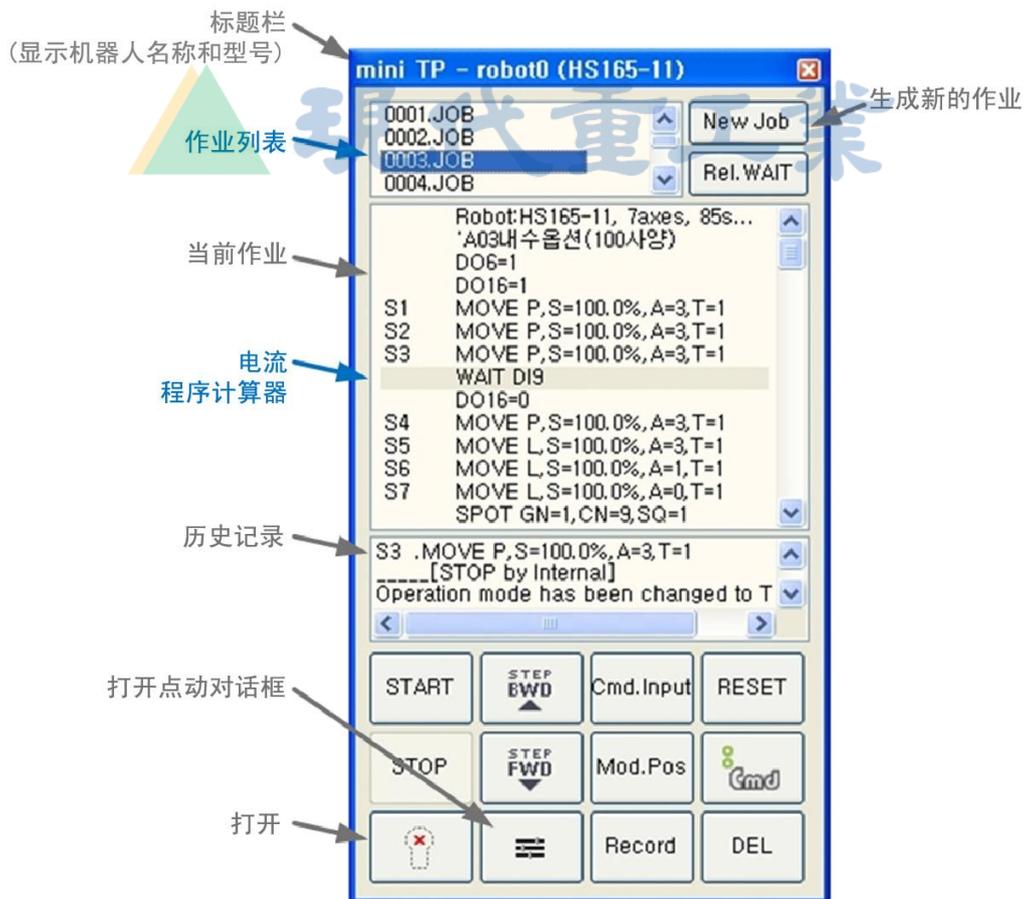
- ① 操作 TCP 的 X、Y、Z、RX、RY、RZ 等各轴时、选择以哪种坐标系为基准。  
选择直角后操作 TCP 时、以机器人坐标系为基准移动工具末端。
- ② 选择工具后操作 TCP 时、以当前选择的工具坐标系为基准移动工具末端。
- ③ 选择定置工具后操作 TCP 时、以当前选择的定置工具坐标系为基准移动机器人所持的作业物。

## 7.2. 迷你(mini)示教盒

打开 Tree 框的机器人弹出菜单。



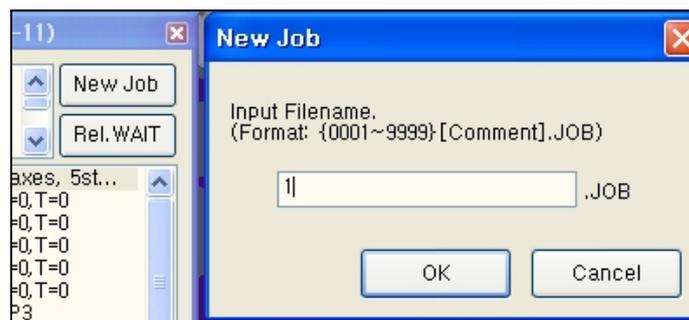
选择迷你示教盒。迷你示教盒是集成机器人的示教和运行所需的主要功能的对话框。



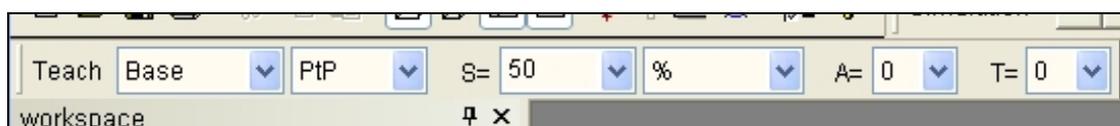
上图是迷你 T/P 的组成和功能有关的说明。大部分按钮的名称和功能与实际 Hi5 的示教盒按钮相同。

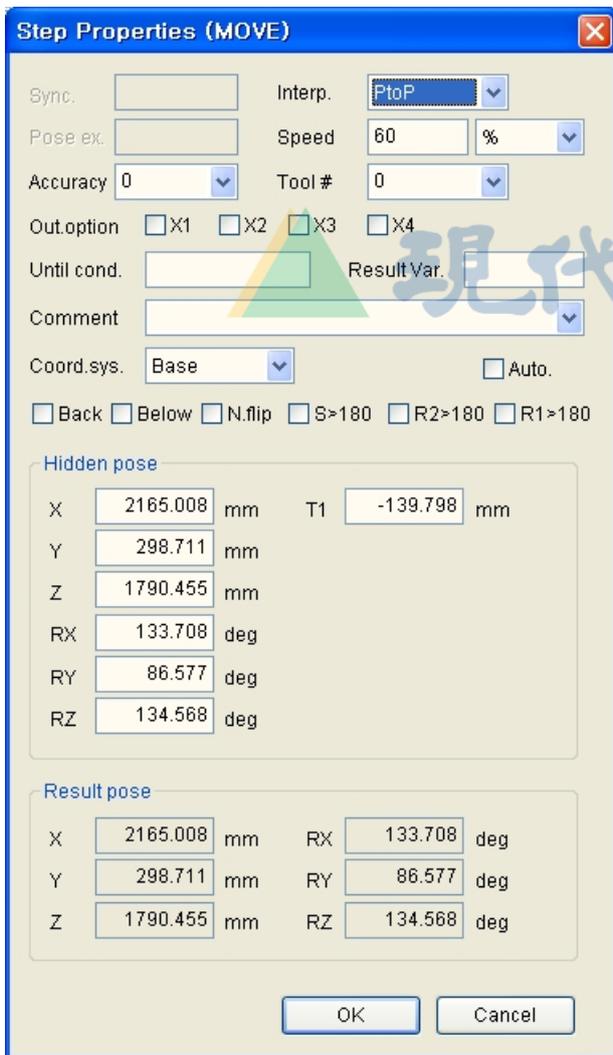
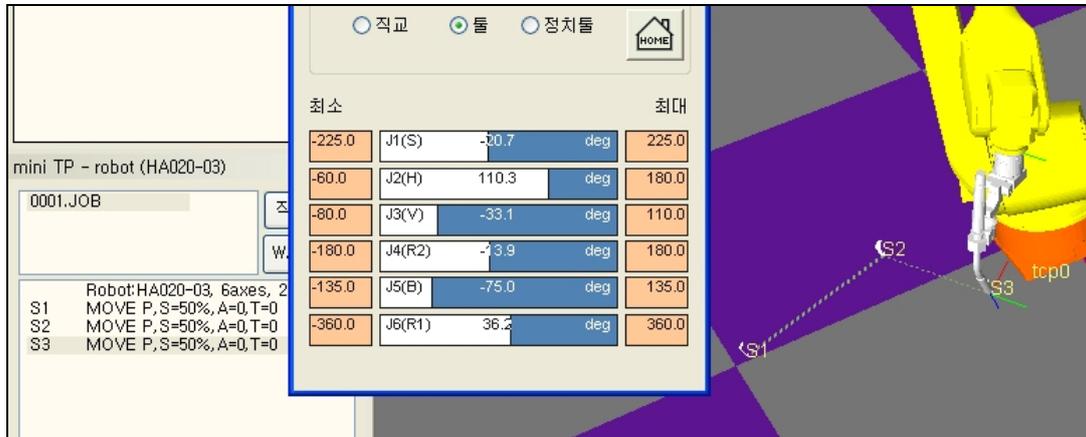
<p><b>作业(JOB)目录</b></p> 	<p>显示当前控制器上保存的所有作业文档的目录、运行时选择性地显示当前作业。示教过程中点击作业程序中的一个程序时、当前作业被选为当前程序、在下端显示相关内容。 用鼠标右键点击作业时弹出删除作业或单独保存作业的菜单。</p>
<p><b>当前的作业程序</b></p>	<p>显示当前作业的程序内容和当前程序计数器。可点击特定指令移动程序计数器、双击指令后还能编辑相应指令。</p>
<p><b>历史画面(history)</b></p>	<p>是显示 Hi5 控制器的历史画面所示内容的领域。即显示执行的指令或故障信息。</p>
<p><b>打开 JOG 对话框</b></p> 	<p>是用来快速打开 JOG 对话框的按钮。</p>
<p><b>打开虚拟 T/P</b></p> 	<p>是用来快速打开虚拟示教盒的按钮。 虚拟示教盒将在下一章节中进行说明。</p>

首先点击新建作业按钮后输入 JOB 号再点击‘OK’键即可创建 JOB。



现在可用 Jog 对话框移动机器人的同时点击‘记录’键以创建 Step。记录坐标系和 Step 参数遵循示教栏的设置即可。



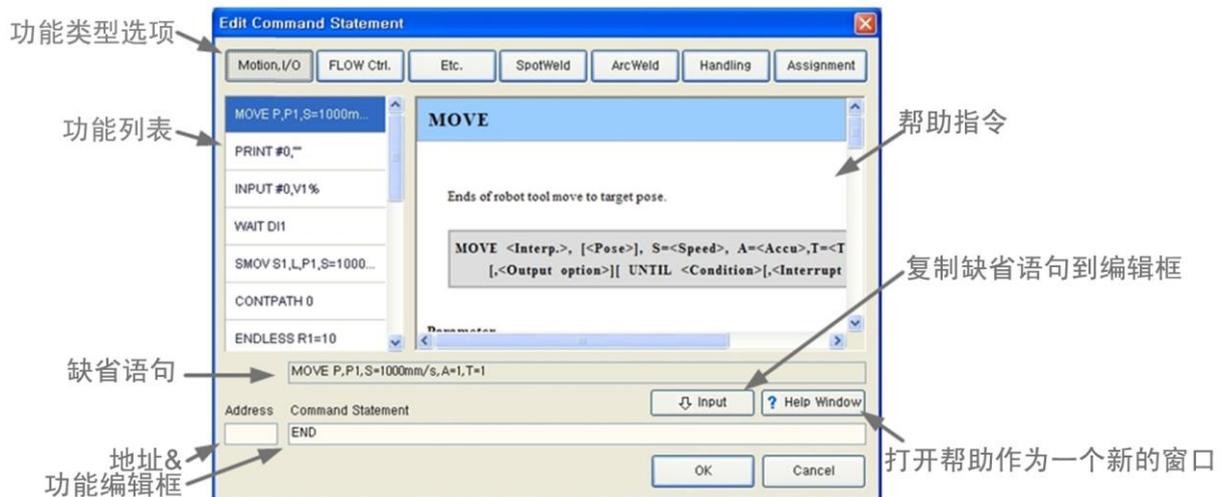


如想修改 Step 参数、请双击 Step 来打开 Step 属性。各种 Step 参数可用数值或变数/公式等进行自由编辑。

还可编辑隐藏的 Pose 值、选择其他坐标系时 Pose 值自动转换为坐标系。(即与 Hi5 示教盒的快速打开画面的功能相似)

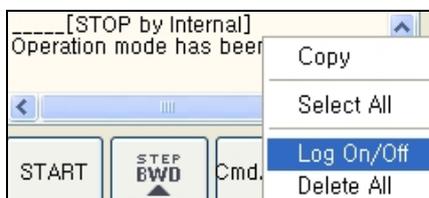
与轴角度或编码器方式的隐藏 Pose 或 Pose 公式或隐藏的 Pose+Shift 变数相关的直角坐标值可在结果 Pose 进行确认。

点击指令输入键时出现指令编辑对话框。



用上端的 Tab 选择指令种类时、与之相应的指令会罗列在左侧列表上。选中指令时显示帮助和默认指令。再点击‘Input’键把默认指令复制到编辑框后参照帮助内容对指令进行编辑后点击‘OK’键。(也可从一开始直接输入到指令编辑框。)

如要修改输入的功能或无隐藏 Pose 的 Step 时、在迷你示教盒双击指令来打开如下对话框。

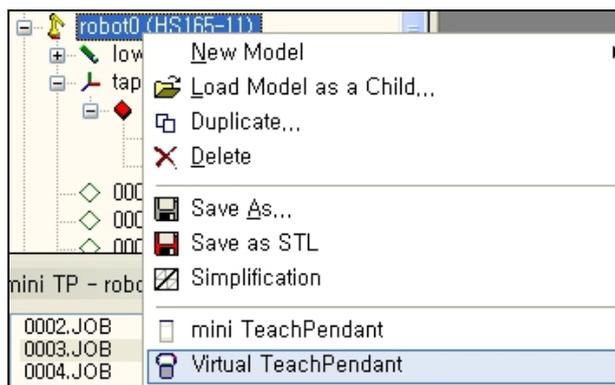


用鼠标右键点击历史画面时出现弹出菜单。如历史画面的内容过多可进行删除或打开或关闭历史记录显示。

### 7.3. 虚拟示教盒(VTP; Virtual Teach Pendant)

打开 Tree 框下机器人模型的弹出菜单来运行虚拟示教盒。

(或点击迷你示教盒的  按钮也可。)



虽然能用上节所述的迷你示教盒进行基本操作、但具体的系统设置或监控等还是需要虚拟示教盒。虚拟示教盒具有与实际 Hi5 示教盒几乎相同的形态和操作功能。但为了有效利用空间、电机 ON/OFF、启动、停止键和所有开关则与实际不同位于键盘两侧。如因显示器分辨率不足示教盒纵向长度超出画面时、请使用键盘大小调整按钮。  
(显示器的纵向分辨率最低也要达到 730 像素。如果是小于这一程度的显示器、即使缩小键盘也很难进行正常操作。)

如要移动窗口、请拖动键盘左侧、右侧、下方的深颜色外框。



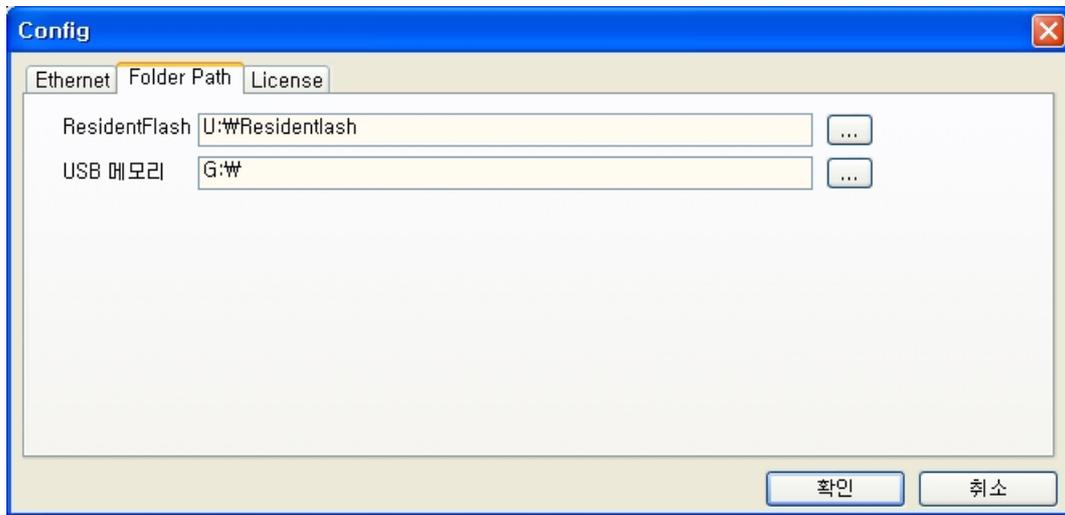
用大小调整按钮缩小键盘的形态。



虚拟示教盒的操作方式与实际的 Hi5 示教盒相同。

操作其他 Window 后、示教盒的按钮偶尔会失灵。此时重新点击示教盒画面后再进行尝试。

打开选项设置对话框时、有‘以太网’、‘文件夹路径’、‘许可证’三种 tab。其中以太网和许可证 tab 适用基本设置即可。(如果同时使用正版的 HRSpace3、则无需使用单独的虚拟示教盒许可证。)



文件夹路径是虚拟 T/P 在动作时进行内部管理各种设置文件的位置。且运行控制器的文件管理员时、Tree 结构的 TP 和 USB 会匹配到这一路径当中。

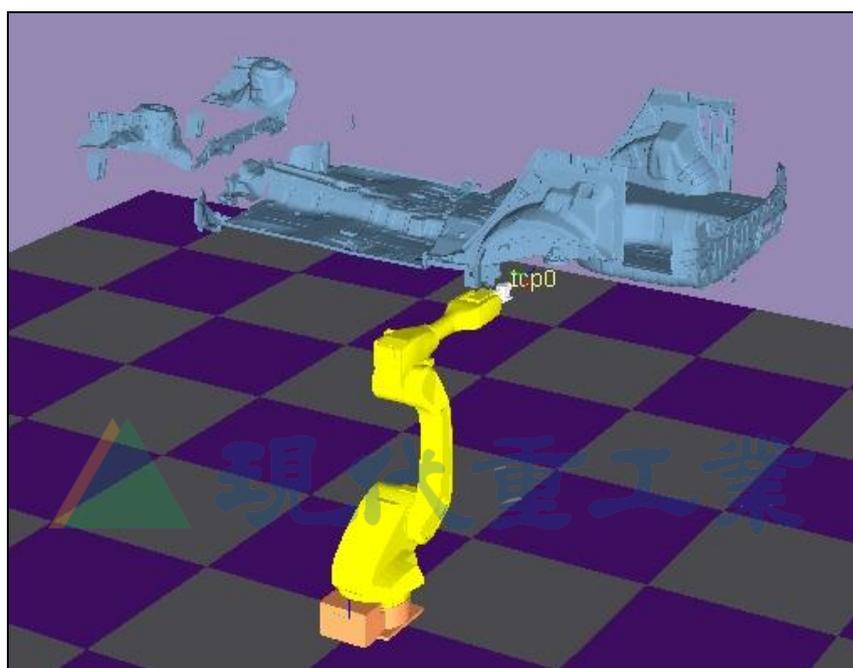


## 7.4. Step 创建/修改对话框

利用 Step 创建/修改对话框可在物体表面迅速创建准确的 Step。

### 7.4.1. 基本 Step 创建方法

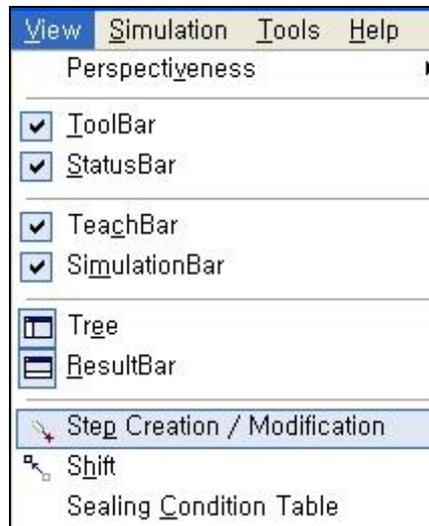
例如存在如下机器人和车体 Floor 数据、下面在局部边缘部位创建一下 Step。



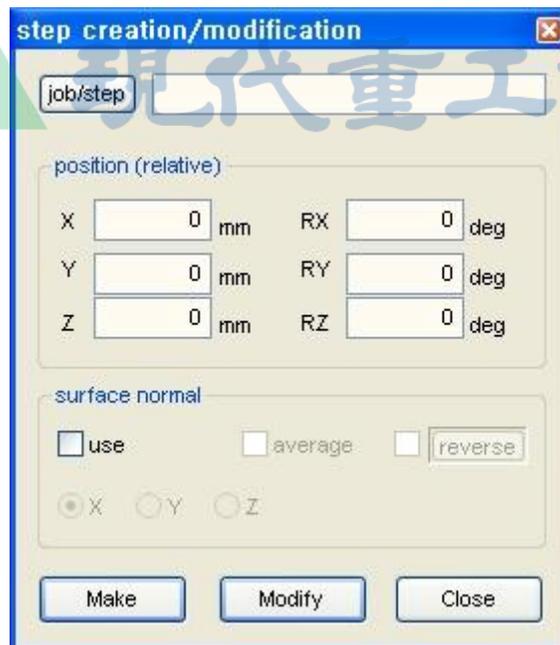
点击基本工具栏的‘Step 创建/修改’键。



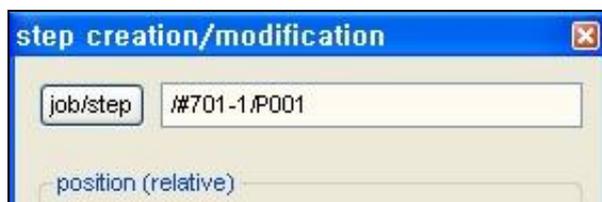
或在主菜单选择‘View - Step Creation/Modification’项。



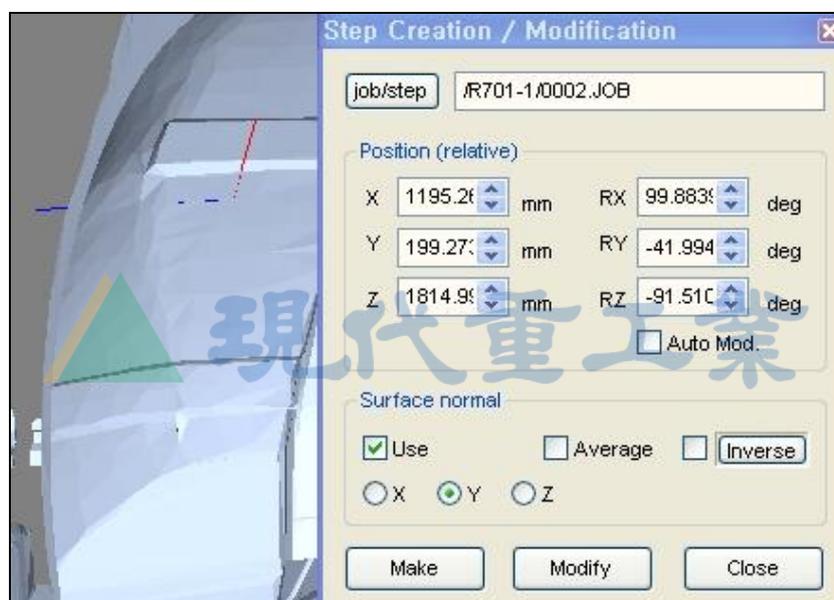
出现如下‘Step 建/修改对话框’。



在作业/Step 按钮右侧的编辑框中设置在哪个路径创建 Step。直接用键盘输入 T 路径或点击作业/Step 按钮后在 Tree 框点击路径(作业)。



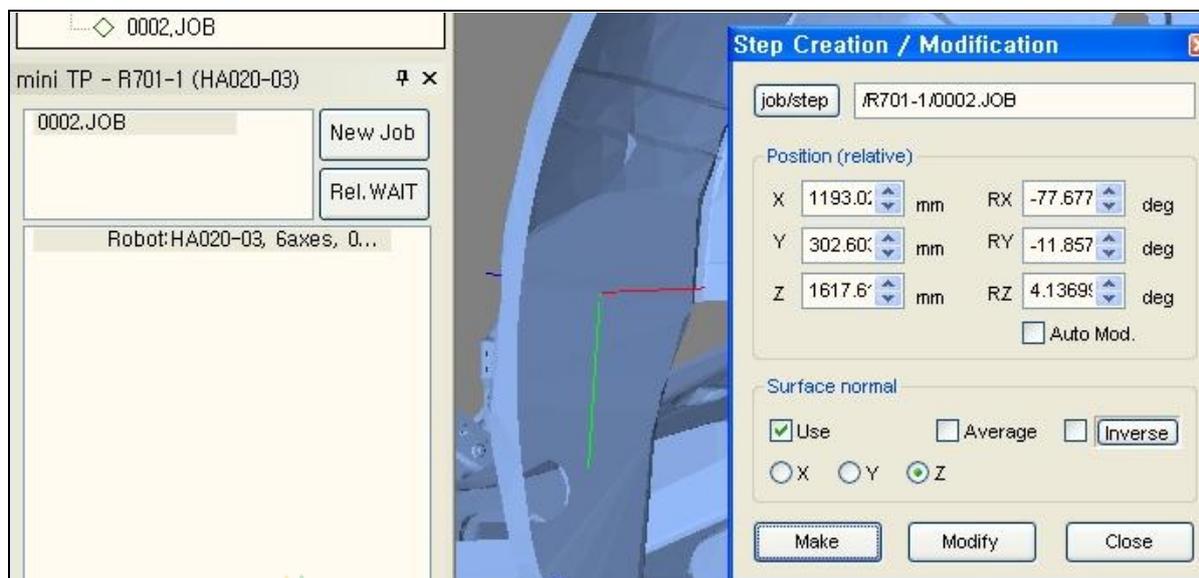
用鼠标点击拟要创建 Step 的车体 Floor 数据的表面位置。如果已在 Step 创建/修改对话框设置路径(作业)、在点击的表面会出现坐标系。该坐标系只是用来显示位置的标示、还未创建 Step。



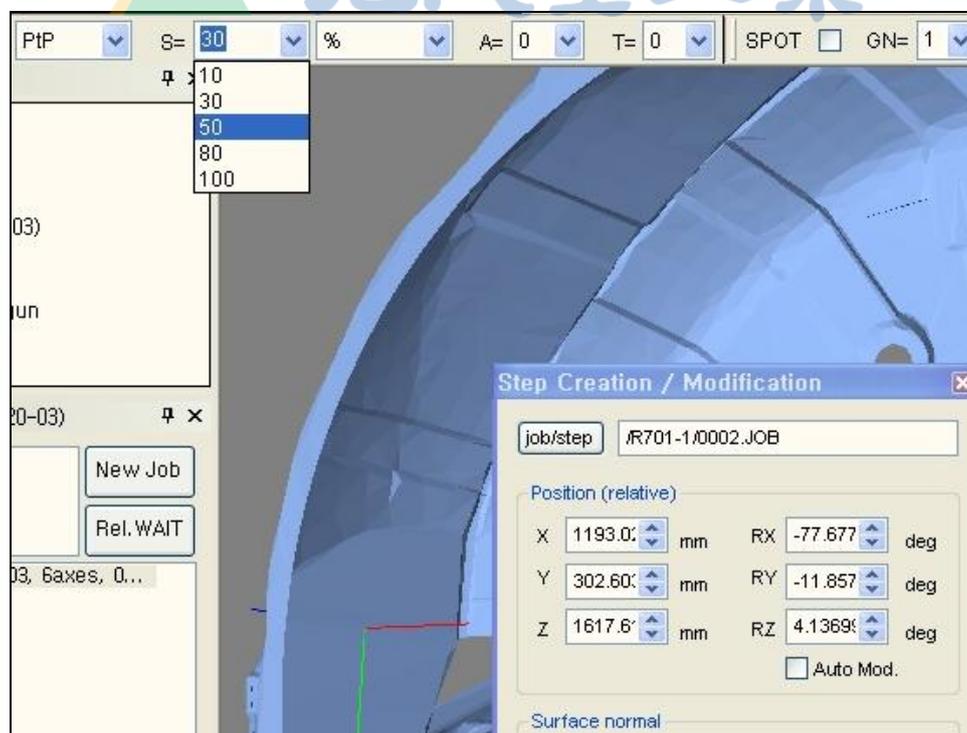
如位置不对请重新点击、如要调整方向在 RX、RY、RZ 的编辑框中输入旋转角度。  
(或点击需要操作的编辑框后转动鼠标滚轮也可、每次以 10 度增减。)  
(位置值即 X、Y、Z 编辑框的值也能用键盘直接编辑或用鼠标滚轮进行调整。)

如想自动创建垂直于坐标轴表面的 Step、请选中表面垂直复选框后在 X、Y、Z 轴中选择需要的轴。

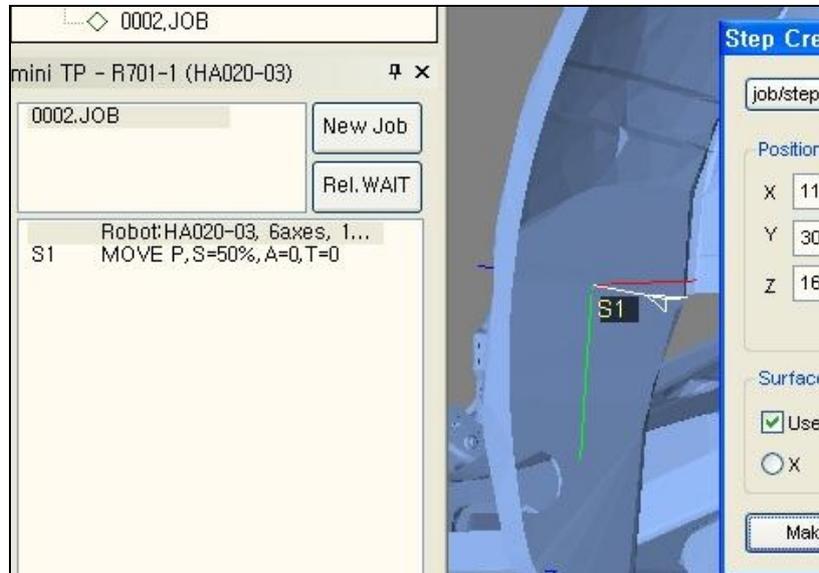
在此状态下点击表面时出现轴垂直于表面状态的 Step 标示。  
如要以 180 度改变垂直轴的方向请点击反方向键。  
(如要继续适用反方向功能、可选中反方向复选框)



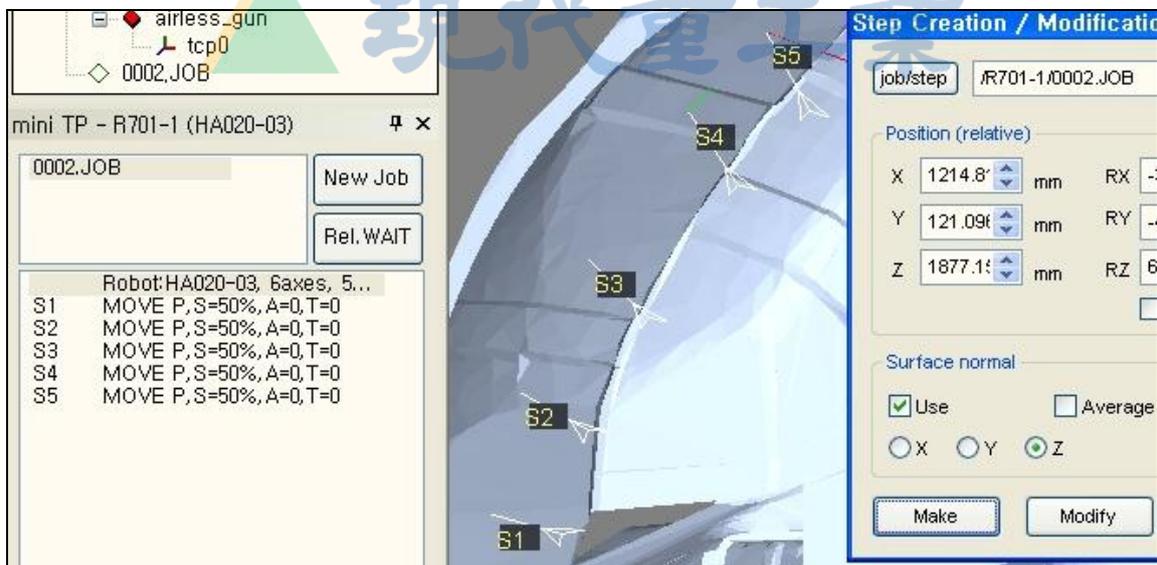
在示教栏设置创建 Step 的参数。



现在、点击创建键即在指定路径(作业)的最后位置创建新的 Step。



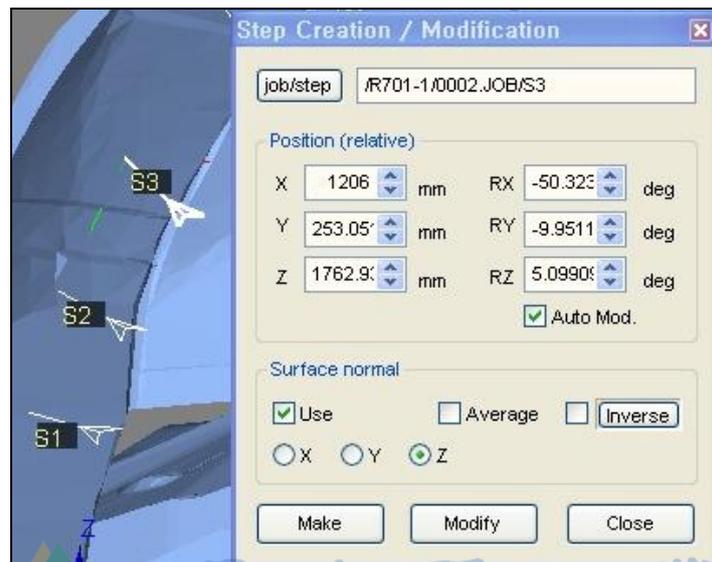
请用相同方法在车体 Floor 表面继续创建其他 Step。



此时、用红色显示的 Step 表示机器人无法采取姿势。为进行修改、在点击作业/Step 键后在 3D 空间点击有问题的 Step 后在编辑框中输入 T 路径(或用键盘直接输入)。

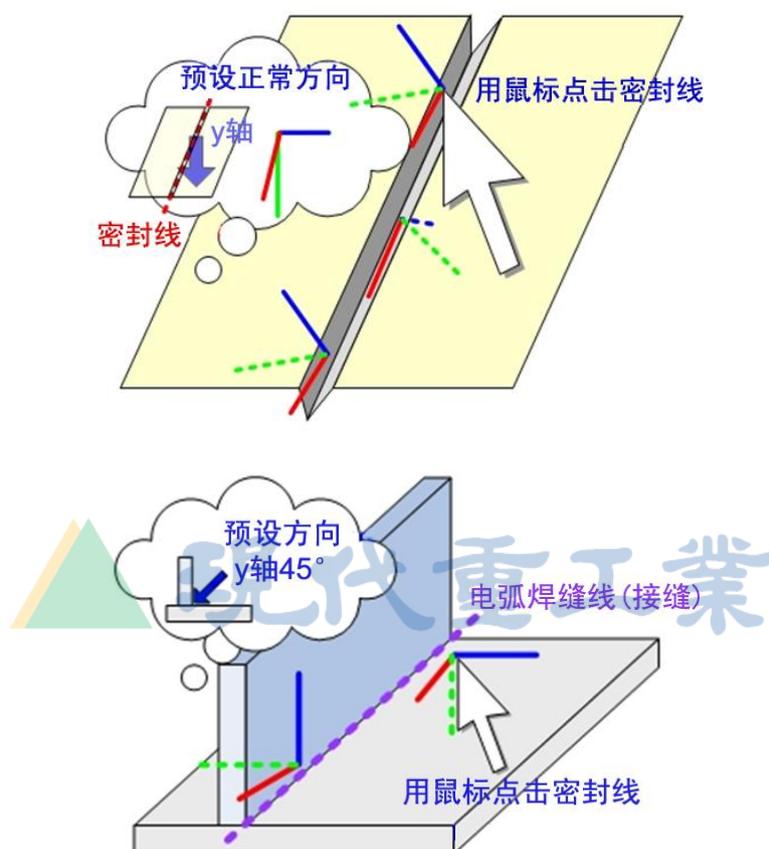
现在、点击新的位置后按修改键。或选中自动修改复选框后调整位置编辑框的 Spin 控制器(用鼠标滚轮调整更加方便)即能变动 Step 位置、可以轻松查找 Step 变成白色的位置。

(修改时只有位置/方向受到影响、并不适用示教栏的当前 Step 参数设置值。)

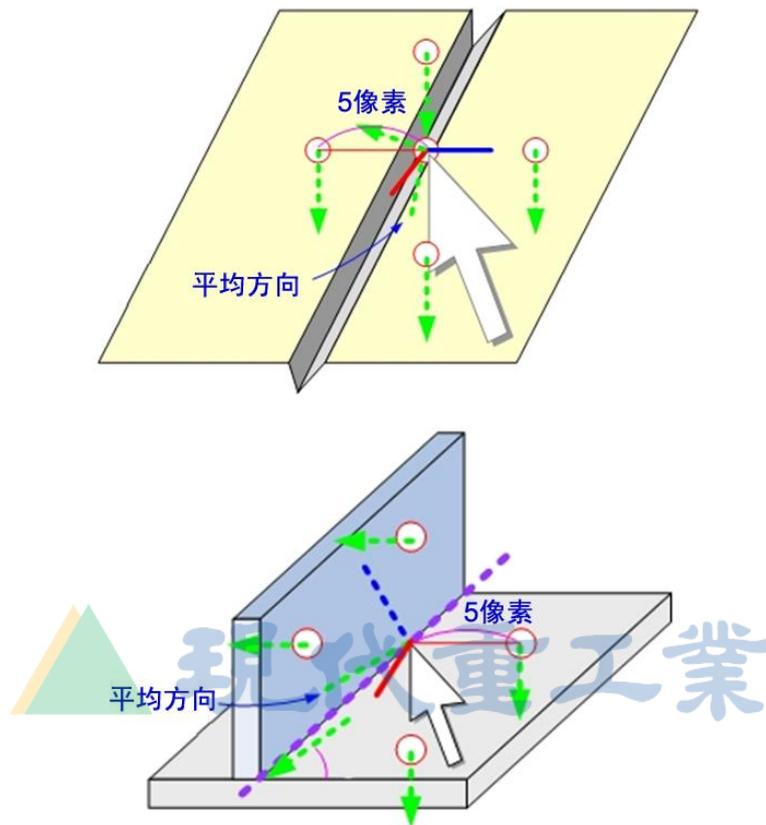


## 7.4.2. 平均功能

像密封(Sealing)或弧焊作业、创建 Step 时并非在平面、大多数情况下要创建在 V 字型接合线上、而使用表面垂直功能、如下图所示、可找对准确的 Step 标示方向。



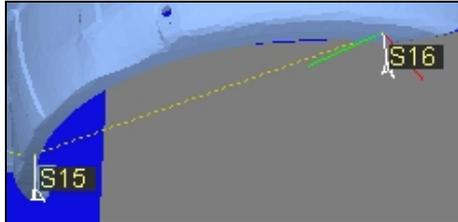
选中平均功能复选框后点击表面时、在算出与点击位置上下左右相距 5 像素的各位置的表面垂直值后以适当平均的方向提供 Step 标示。(使用平均功能时、点击表面的动作会稍显迟钝)



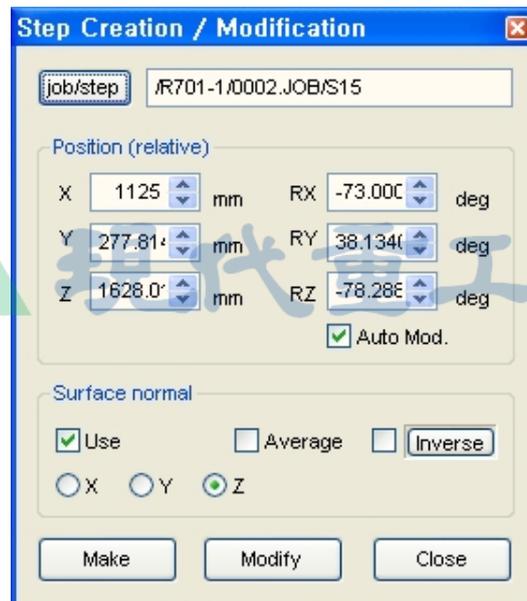
偶尔会出现使用平均功能也找不到准确方向的情况、这时请手动调整角度。

### 7.4.3. 在 Step 之间插入其他 Step 的方法

如下所示、例如要在 S15 和 S16 之间插入多个 Step。



首先、打开下图所示 Step 创建/修改对话框后点击作业/Step 键、在三位画面点击 S15 后在编辑框中输入 S15 的 T 路径。



与上述操作一样、在车体点击需要操作的位置后点击创建键、此时可以看到在 S15 的下一个位置创建/插入新的 S16 Step。原先为 S16 的 Step 则变成 S17。



另外需要注意的一点是、编辑框的 T 路径从 S15 自动变更为 S16。即为了下次在 S17 插入 Step 而做好准备。

现在用相同方法再创建 3 个 Step。如下所示、会依次插入创建的 Step。编辑框的 T 路径显示 S19。



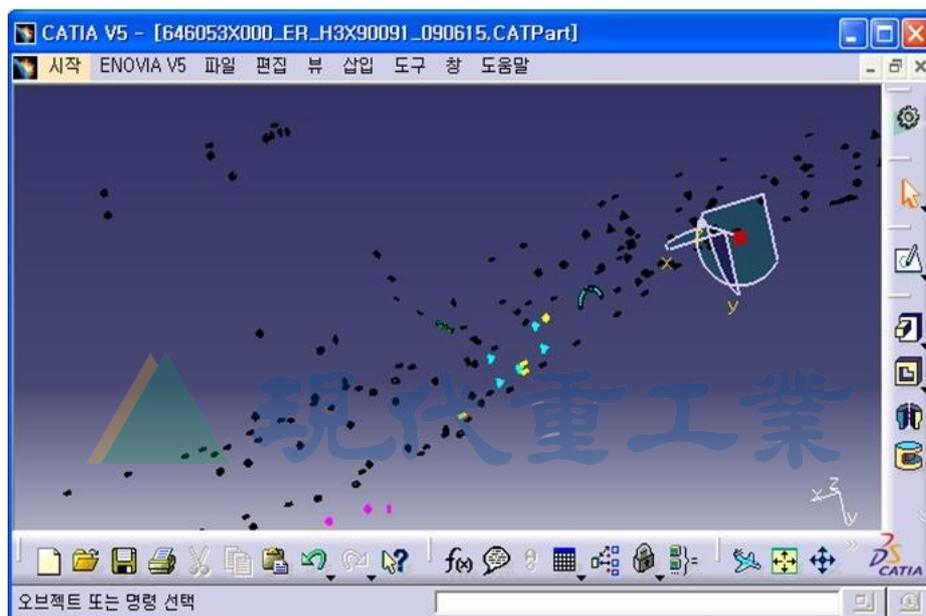
## 7.5. 示教点 import 和 Location 组

可以从 CAD 数据载入大量示教位置数据后形成与物体表面垂直的方向。(仅限在 CATIA V5 进行 export 的数据)

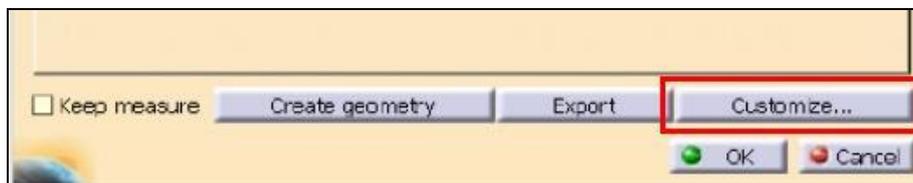
如果要分多台机器人进行作业、也可使用鼠标进行适当分配。

首先、CATIA V5 的焊接点提取方法如下。

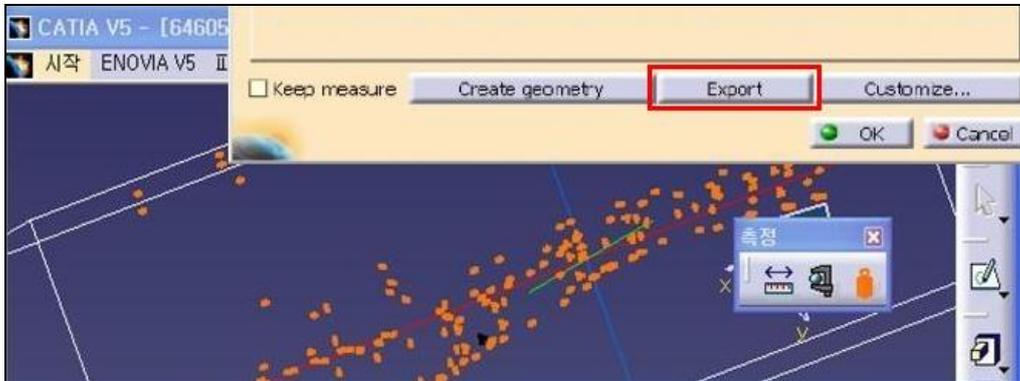
除了焊接点之外请隐藏其他 Part。



选择 Measure Inertia- Customize...



拖动整个焊接点领域后点击 Export 键后选择文件名。



出现如下所示的文本文件。(只输出 X、Y、Z 示教位置信息。)

weld\_points.txt - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

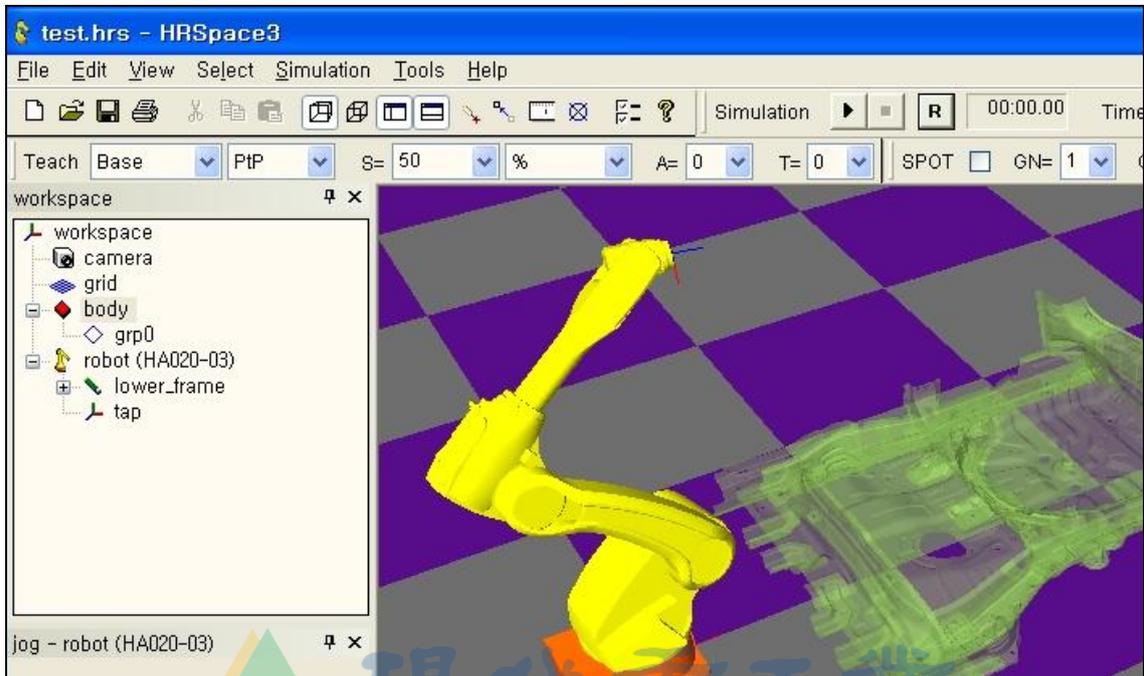
-----

프로덕트 : MultiSelection  
 날짜 : 금요일, 10 12월 2010 16:03:59  
 작성자 : hhi

-----

Component	Sub-Component	Gx[mm]	Gy[mm]	Gz[mm]
UDF_SPT_S_GN_3.83...655003W000		2613.974	-259.464	176.408
UDF_SPT_S_GN_2.213...655003W000		2586.095	234.365	176.422
UDF_SPT_S_GN_2.302...655003W000		2650.255	-288.258	169.705
UDF_SPT_S_GN_2.217...655003W000		2721.551	-372.440	229.757
UDF_SPT_S_GN_2.219...655003W000		2547.267	-425.007	243.000
UDF_SPT_S_GN_3.85...655003W000		2529.338	-339.510	242.950
UDF_SPT_S_GN_2.222...655003W000		2462.649	-267.553	246.727
UDF_SPT_S_GN_2.301...655003W000		2650.255	288.258	169.705
UDF_SPT_S_GN_2.226...655003W000		2721.551	372.440	229.757

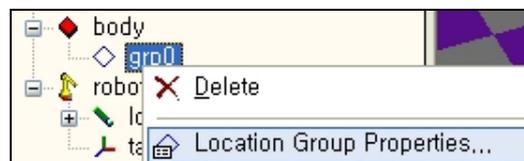
现在、假设存在如下所示的由机器人和 CATIA 导入的作业物(body) 形状组成的作业空间。



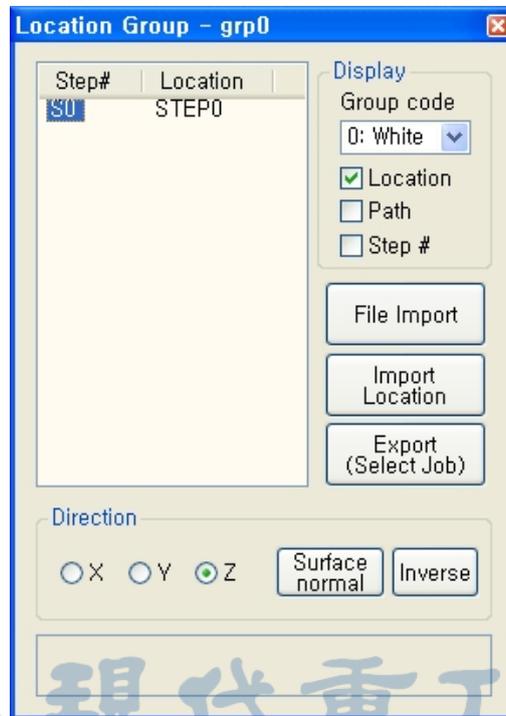
用鼠标右键点击作业物、创建新的 Location 组。



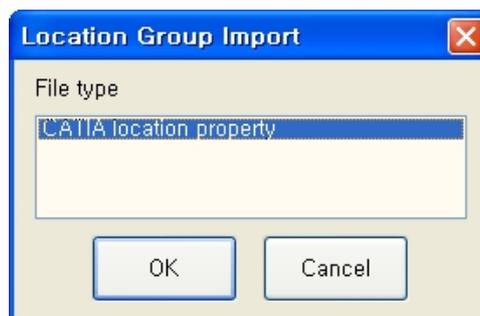
设置新建组的名称后、打开弹出菜单点击 Location 组的属性。

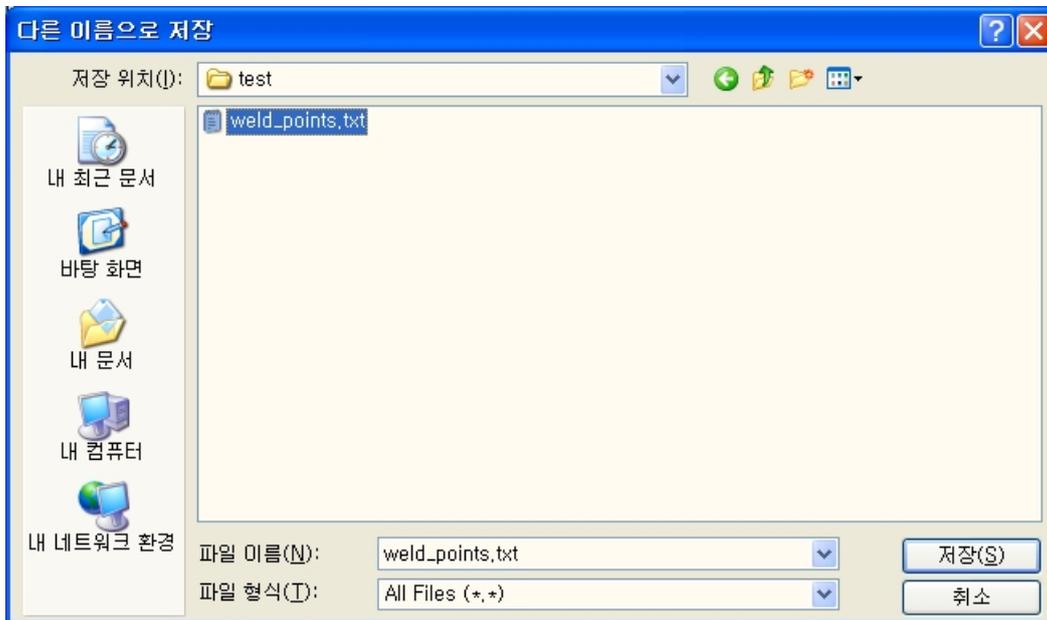


出现如下所示的 Location 组的属性对话框。

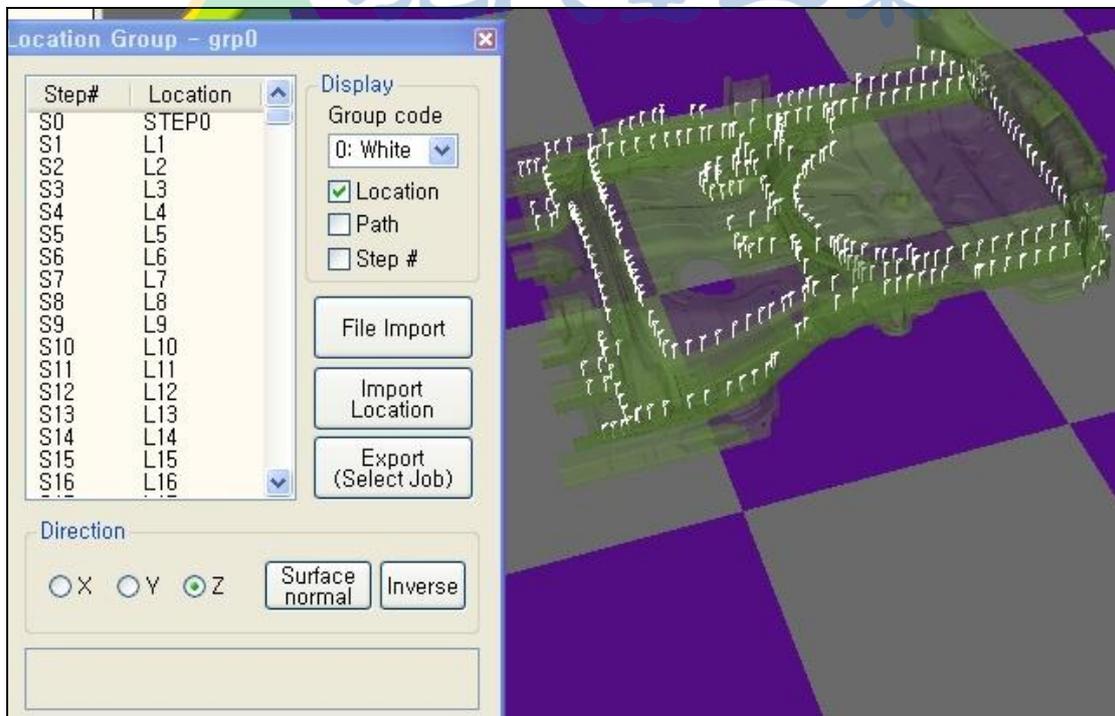


首先点击[文件 import]键、选择 CATIA 文件类型后、指定已经准备好的示教位置数据。





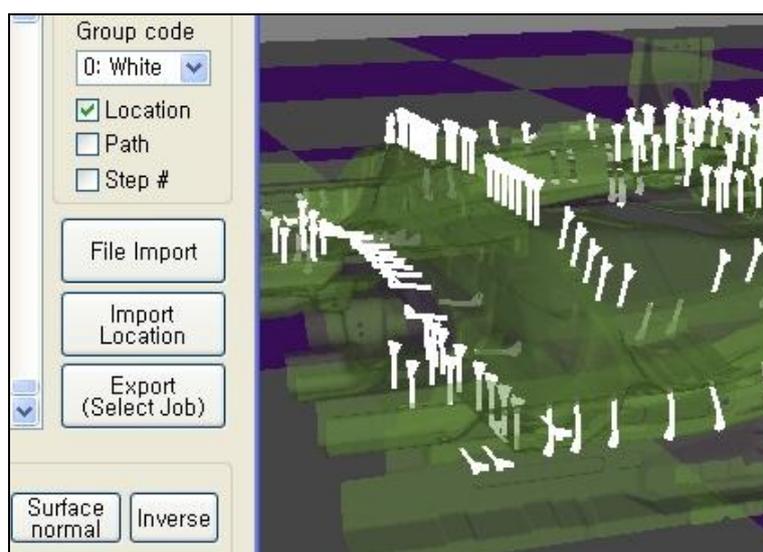
如下所示、在作业物上面创建示教位置。采用这一方法创建的示教位置的模型即为 location、其集合体就是 Location 组(group)。Location 看似与 Step 相似、但只有位置/方向/顺序、而不包括各种 Step 参数和功能。



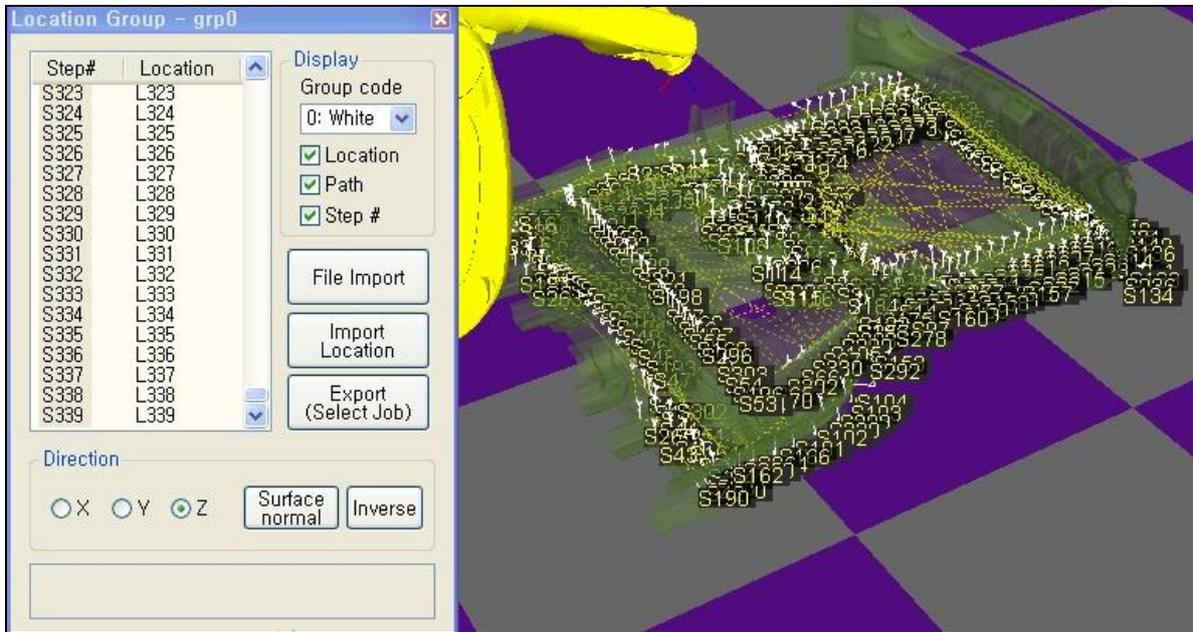
从 CATIA 输出的数据只有示教位置、而没有方向信息。如需在母作业物的表面形成垂直的 Location、在选择需要的 Location 后点击[表面垂直]键(可在对话框的清单框左侧 Step#列表中点击选择或在三位画面进行选择。如要同时选择多个 Location 可使用[SHIFT]键或[CTRL]键)。如果先行选择 X、Y、Z 单选按钮 (radio button)可调整拟要垂直的轴。



下图是表面垂直化后的结果。因 Location 组 grp0 的母体是 body、故以 body 表面为基准进行操作。如果部分 Location 的方向相反、可使用[反方向]键来逆转方向。

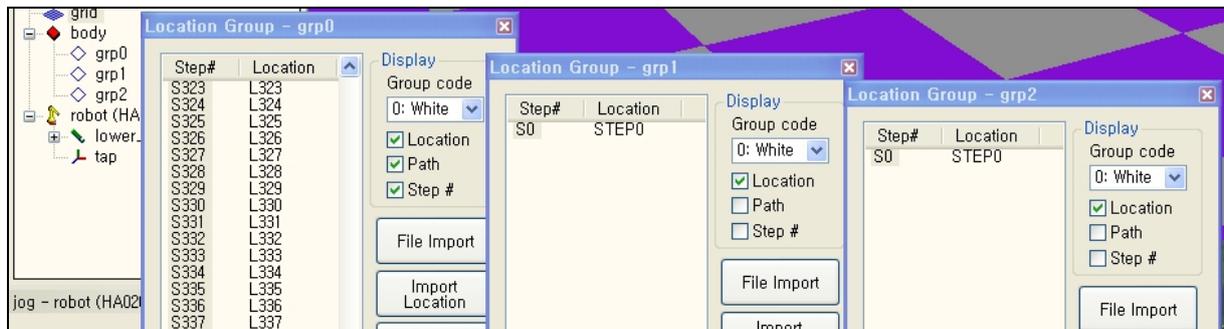


在 Location 组的属性栏中选中显示组的复选框可显示路径和 Step 号。

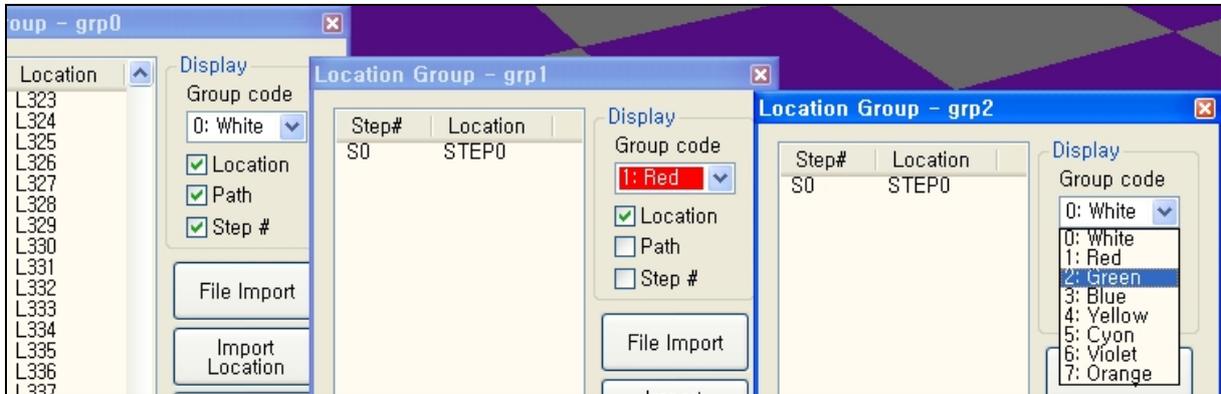


上图所示案例中、如果用一个机器人工作其 Location 的分布过大、顺序也过于复杂。下面说明分配 3 台机器人、创建易于作业的顺序。

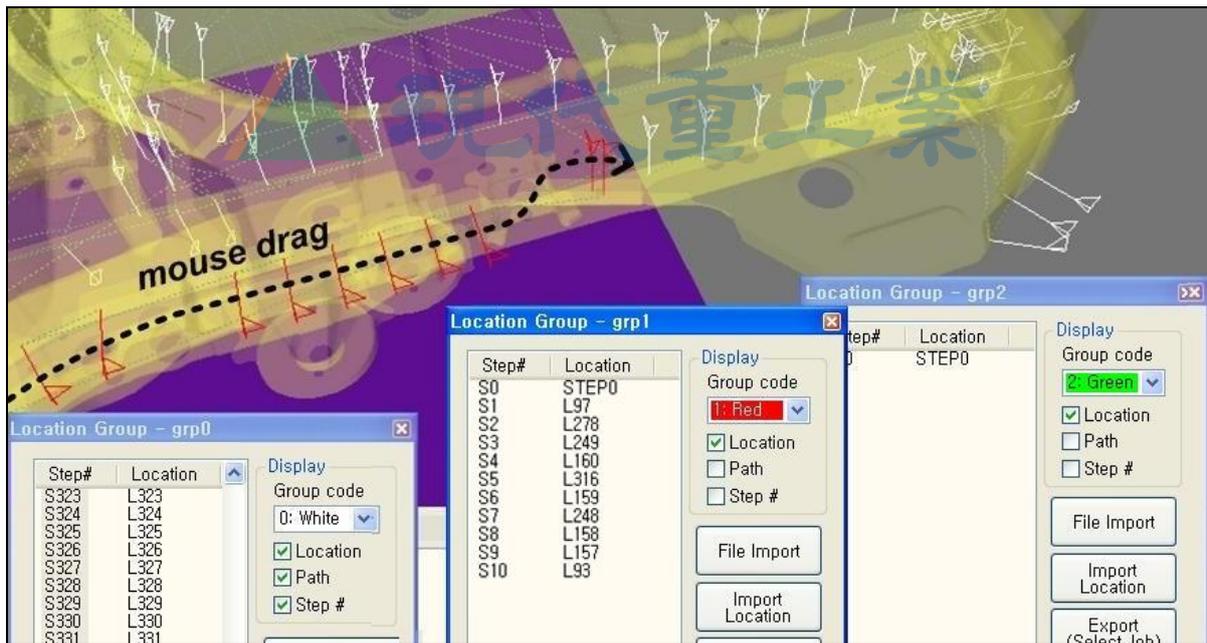
作为作业物的子体、再追加 2 个 Location 组并打开各个 Location 属性。



为易于区分、设置不同的组代码颜色。



在 grp1 的对话框中点击[载入 Location]键后、按住鼠标左键选中三维画面上的需操作的 Location。原本白色的 Location 会变成红色、且会按照选中的顺序创建路径。可以看到 grp0 清单框的相应 Location 被转移到 grp1 的清单框。

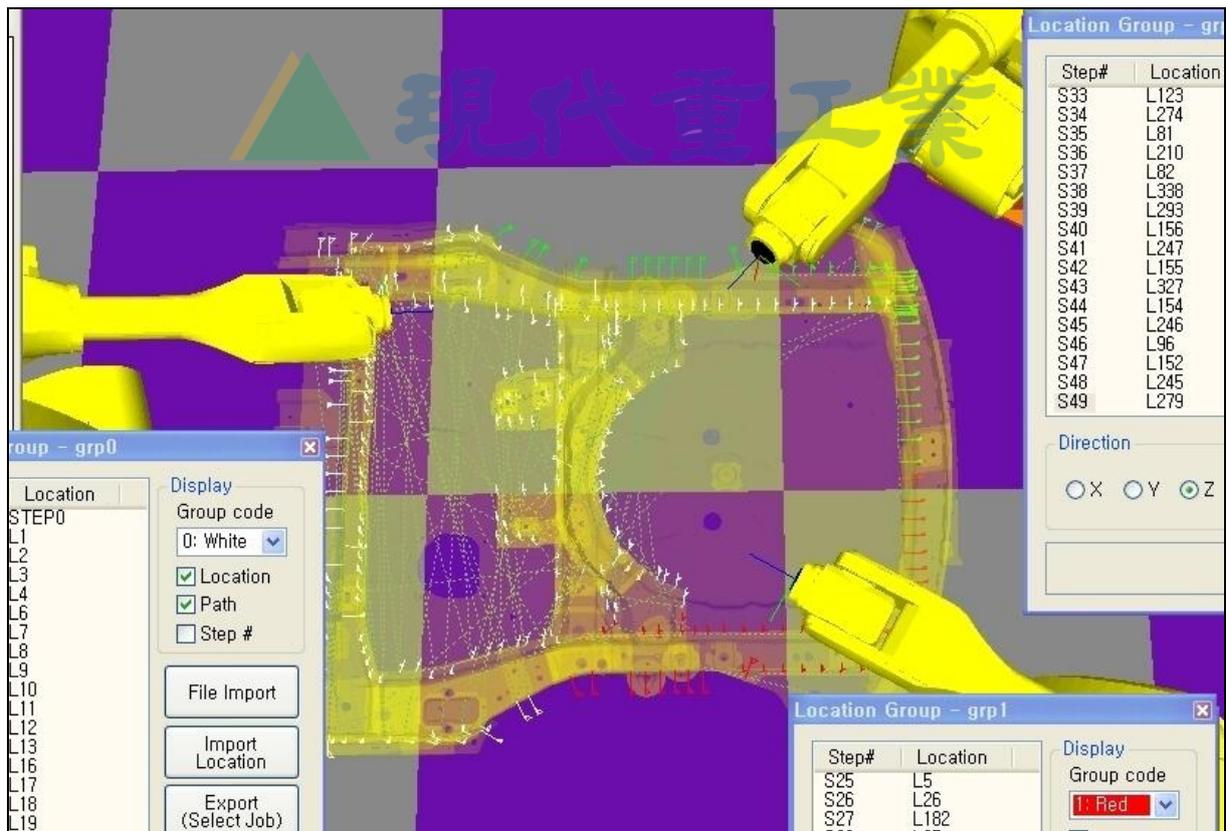


## 7. 新建作业

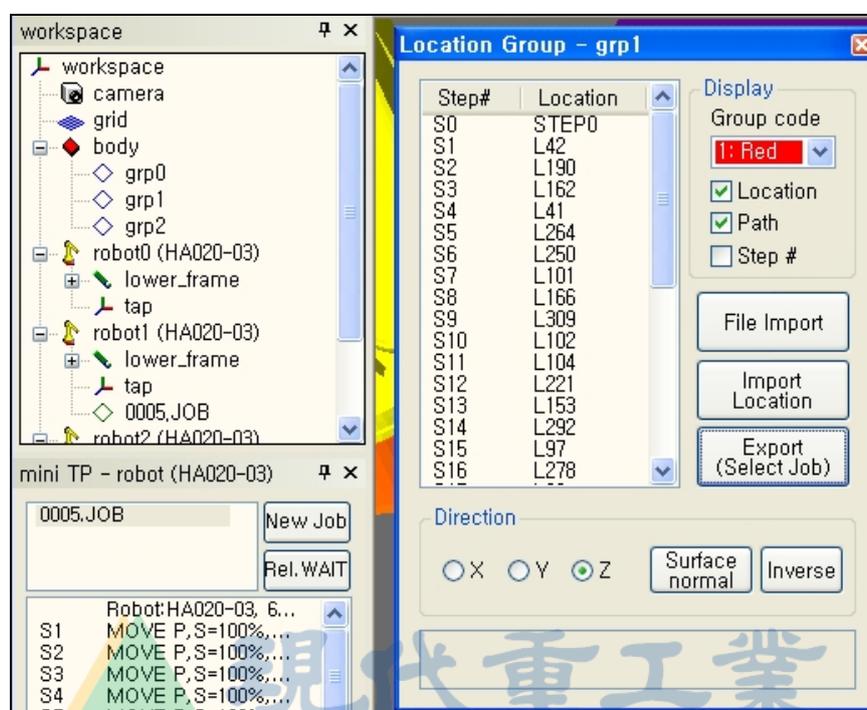
在清单框或在三维画面选择拖动一个 location 时从所选 Location 的下个位置开始进行插入。利用这一操作、也可重新调整已经转移到 grp1 的 location 顺序。



采用相同方法、部分 grp0 的 Location 也转移到 grp2。

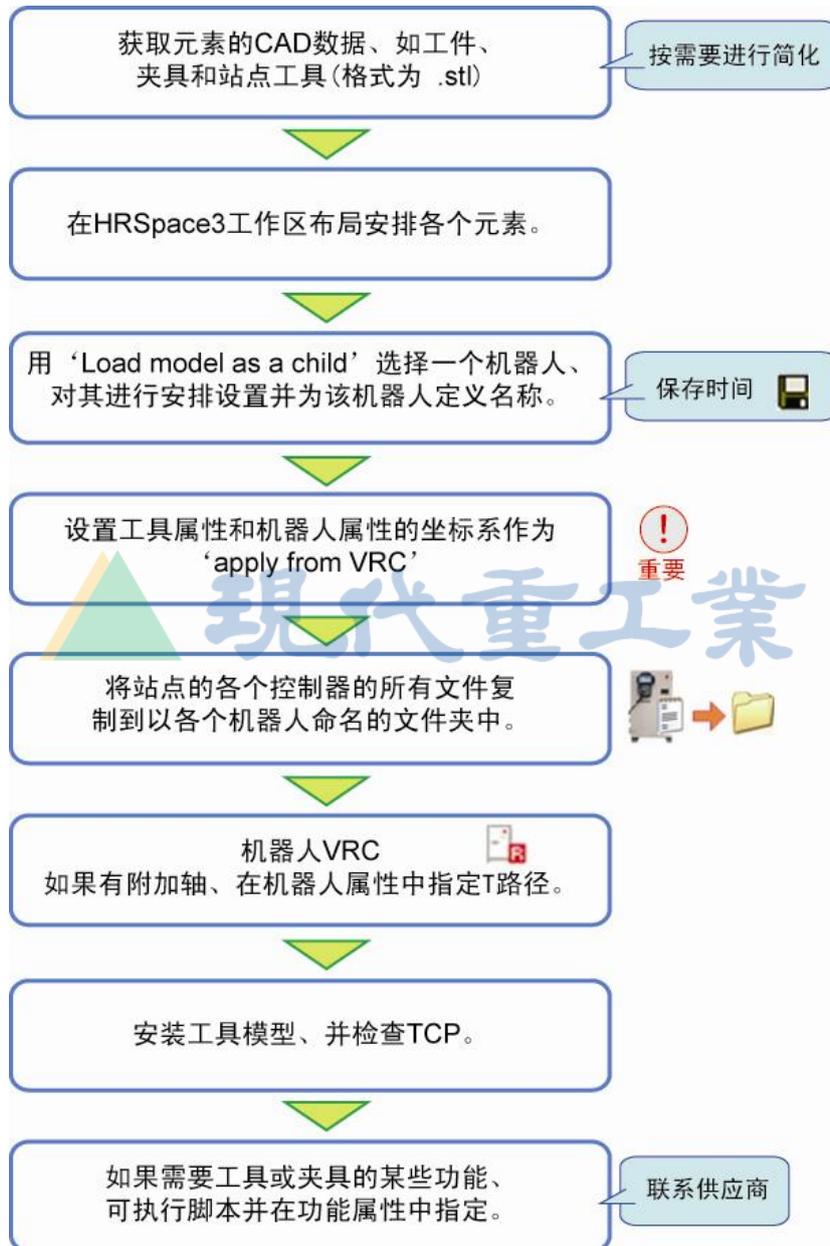


在对话框点击[输出(选择 Job)]项后在 Tree 框选择空的 JOB Program 时、各 Location 被建成所选 JOB 的 Step。



## 7.6. 现场机器人作业的 import

要用 HRSpace3 模拟观察/修改已安装到生产车间的机器人工程时请按照如下程序执行。



## 7.7. 连接 HRView、HRLadder

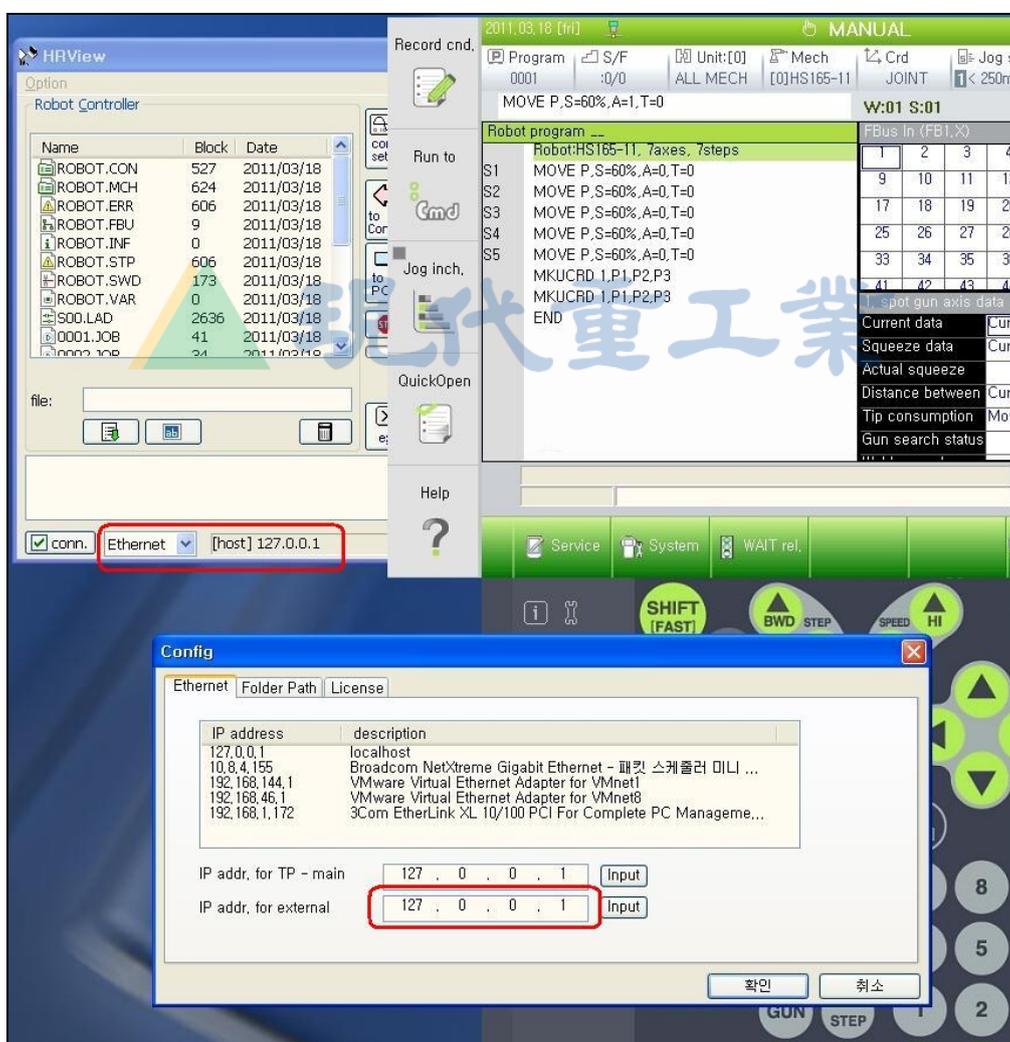
用一个 PC 可以把 HRView HRLadder 连接到 HRSpace 虚拟控制器(也可以用其他 PC、但此时应用以太网连接这两台 PC)。

支持的软件和虚拟控制器之间的通信应通过以太网设备形成、而不使用 RS-232C。

下图是在一个 PC 内连接 HRView 和虚拟控制器的例子。在现场备份的所有控制器文件都通过 HRView 显示到虚拟控制器上。

设置虚拟示教盒的“泛用(外部)IP 地址”时必须采用 default 值即“127.0.0.1”(127.0.0.1 是表示 localhost、即‘这台电脑(this computer)’的标准 IP 地址)。

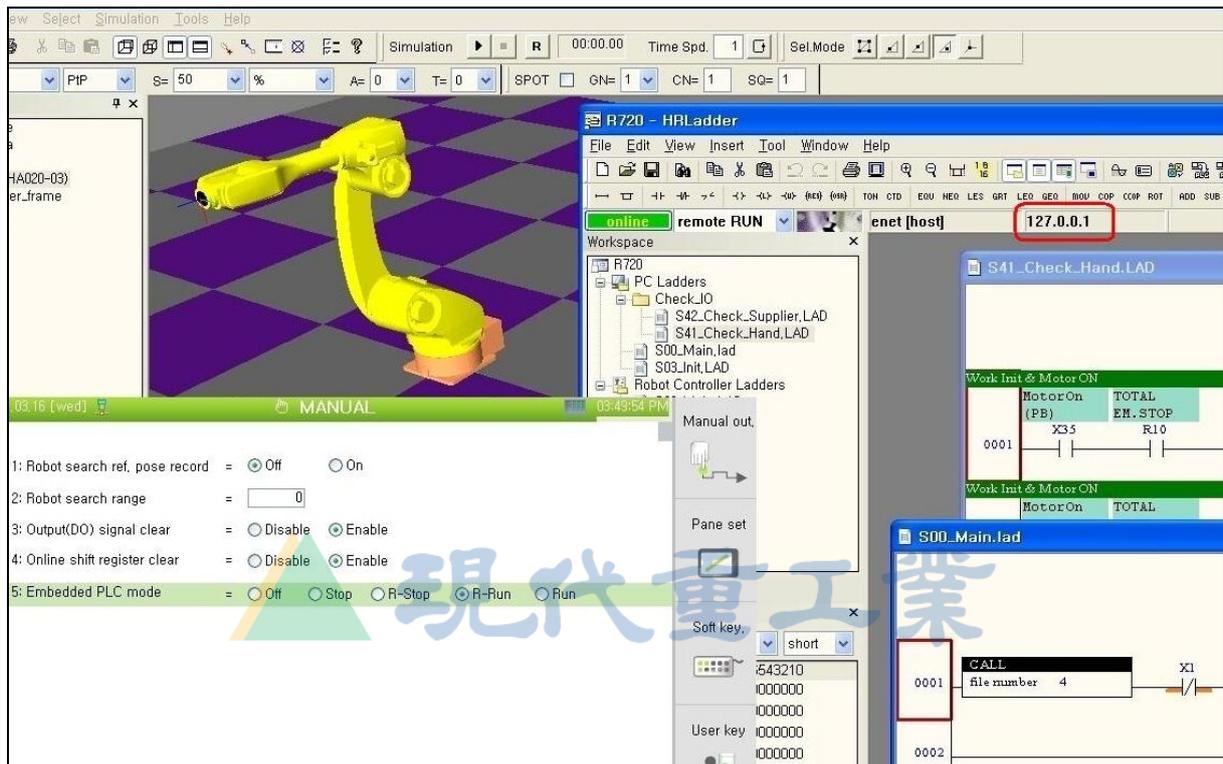
在进行 HRView 的通信设置时、PC 测 IP 地址可使用平时使用的地址、把机器人控制器测 IP 地址设为“127.0.0.1”即可。



## 7. 新建作业

下图是把 HRLadder 连接到 HRSpace3 的虚拟控制器后进行 LAD 文件的下载和监控的实例。

在进行 HRLadder 的通信设置时、PC 测 IP 地址可使用平时使用的地址、把机器人控制器测 IP 地址设为“127.0.0.1”即可。



PC
IP addr. 192.168.1.172
Robot Controller
Name host
IP addr. 127 . 0 . 0 . 1
monitoring port (Hi4) 800
FTP port (Hi4) 21

 現代重工業



現代重工業

8

模拟



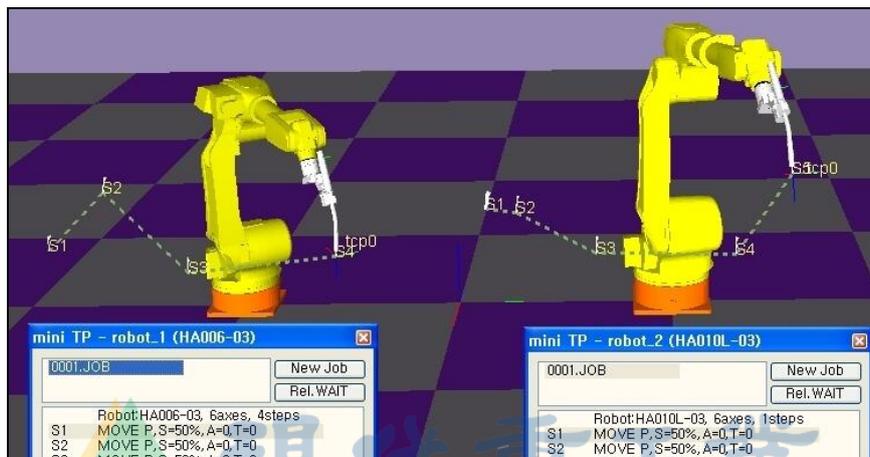
## 8. 模拟

### 8.1. 模拟

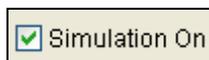
利用模拟栏可对 1 台或多台机器人进行模拟。



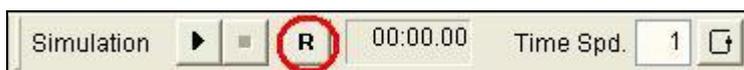
如下图所示、以下 2 台机器人已形成示教时、两台机器人可同时播放。



应在各机器人的模型属性中选中模拟 On 选项。

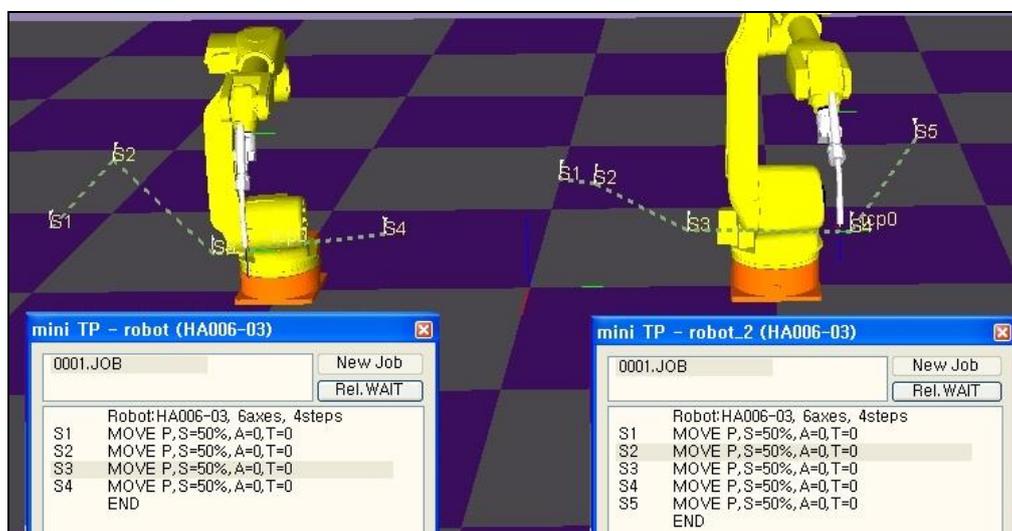


首先点击模拟栏的重置键进行初始化。



点击播放键时计时器开始计时、两台机器人同时开始动作。

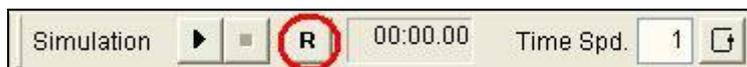




点击停止键可停止播放、再点击播放键机器人开始继续动作。所有机器人的作业结束、停止模拟后整个循环时间可在模拟栏进行确认。



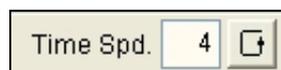
如要重新进行模拟、请点击重置键对机器人进行初始化。



如要反复执行整个模拟的 Cycle、请选中重复键后进行播放、该按钮为切换键。



如要快速进行模拟、请加大时间速度值。(基本值为 1、即虚拟时间和实际时间相同。如输入的时间速度超过 PC 性能、会以尽可能最快的速度进行模拟。)



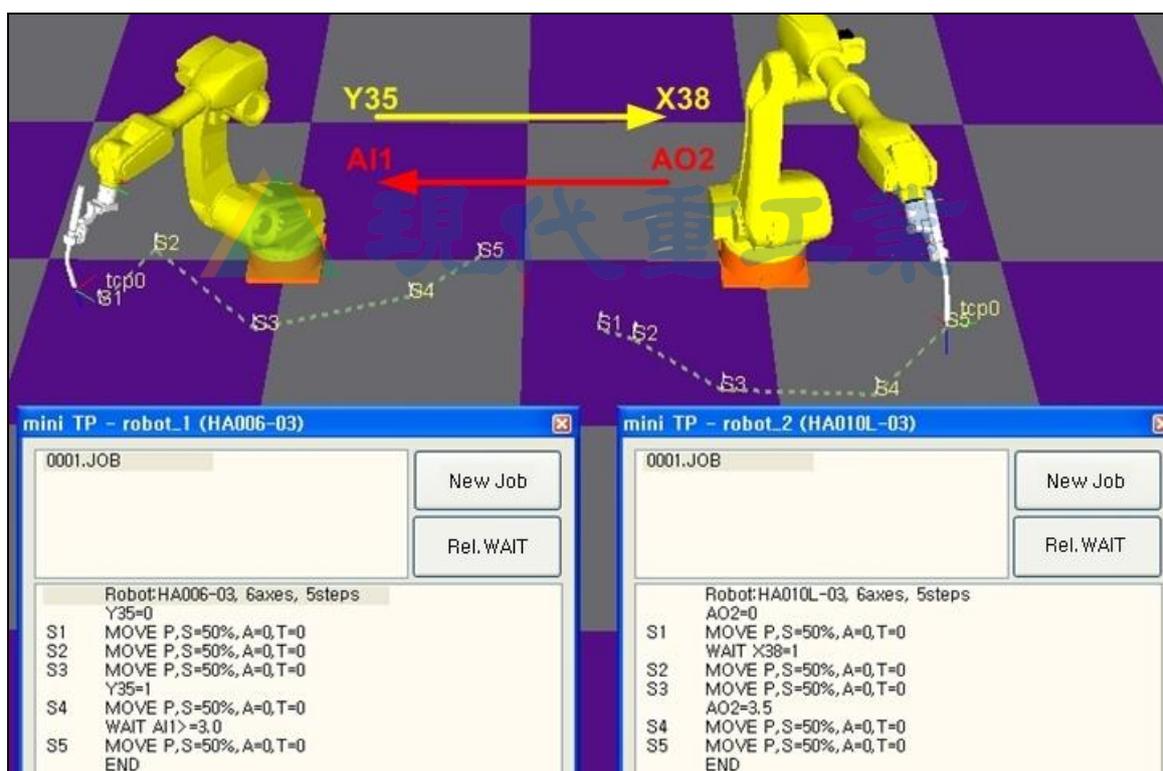
## 8.2. I/O 信号

HR-BASIC 上有输出数字、模拟信号或等待的指令。通过模拟功能可执行这种指令动作。

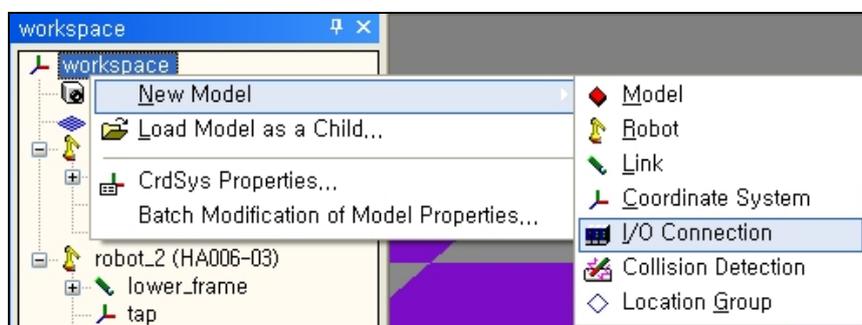
例如对两台机器人做如下假设。

- 机器人 1 在达到 Step3 时用 1 输出 DO25 信号。
- 机器人 1 的 DO25 信号与机器人 2 的 DI32 信号连接。
- 机器人 2 在 Step1 等待 DI32 信号达到 1。
  
- 机器人 2 在达到 Step3 时用 3.5 输出 AO2 信号。
- 机器人 2 的 AO2 信号与机器人 2 的 AI1 信号连接。
- 机器人 1 在 Step4 等待 AI1 信号达到 3.0 以上。

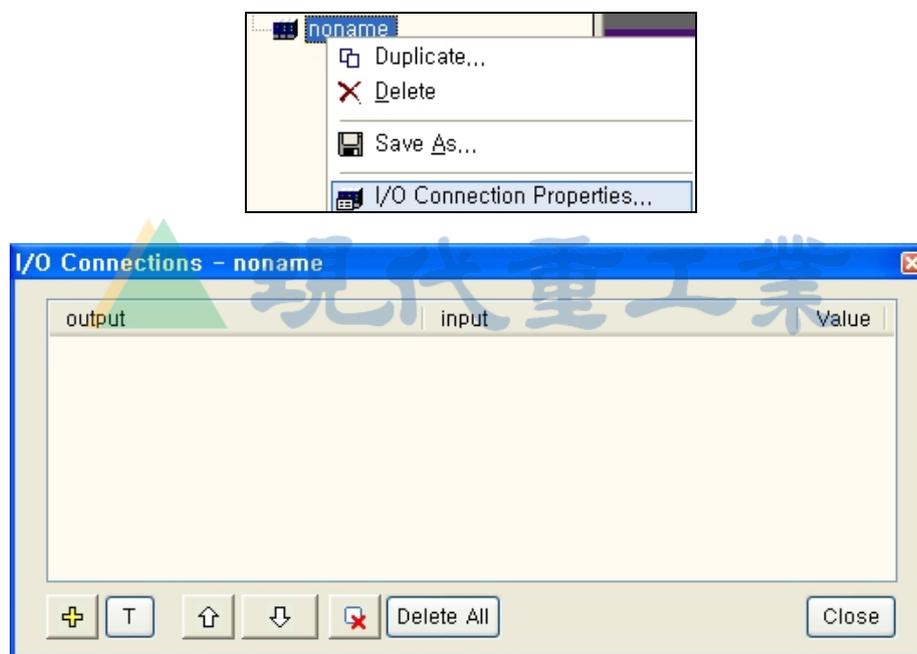
示教结果如下。(图中表示信号连接的箭头是为有助于理解而另行添加的。)



如下所示、为连接 2 个信号、在 workspace 模型创建 I/O 连接模型。

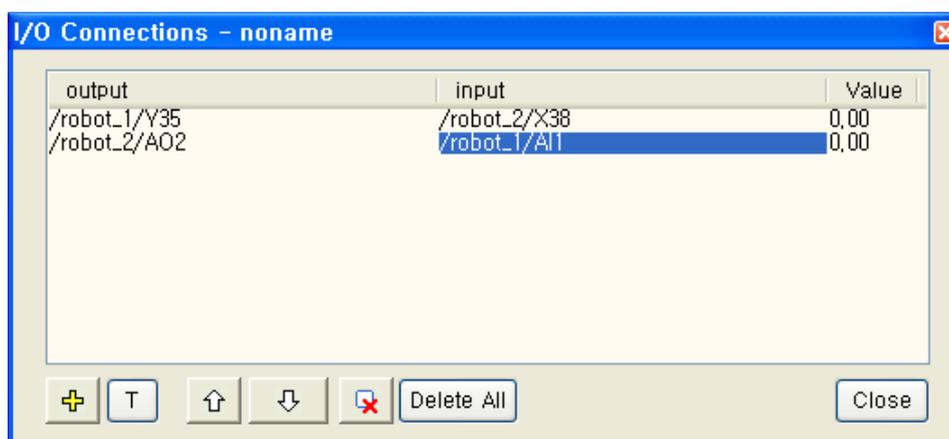


创建新的 I/O 连接模型时出现 I/O 连接属性对话框。

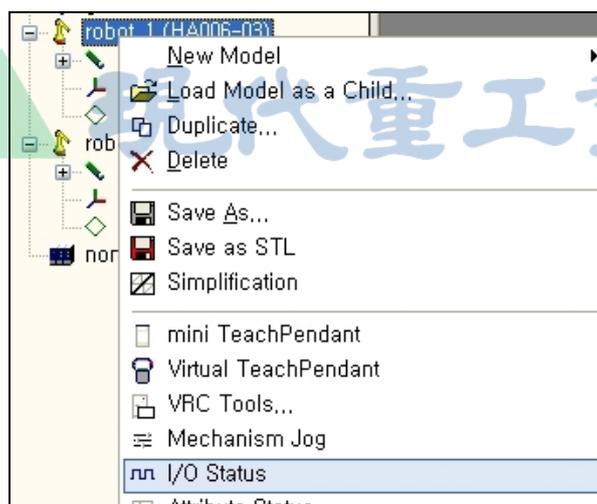


点击  键时可在列表上添加新的列表行。如下所示、在此输入各机器人的 T 路径和输出输入信号名称、输入时以 '/' 符号进行分隔(双击行后打字输入或点击 T 路径键在 Tree 框选择机器人后添加信号名称)。

再次点击  键用相同的方法输入第二个连接、其结果如下。



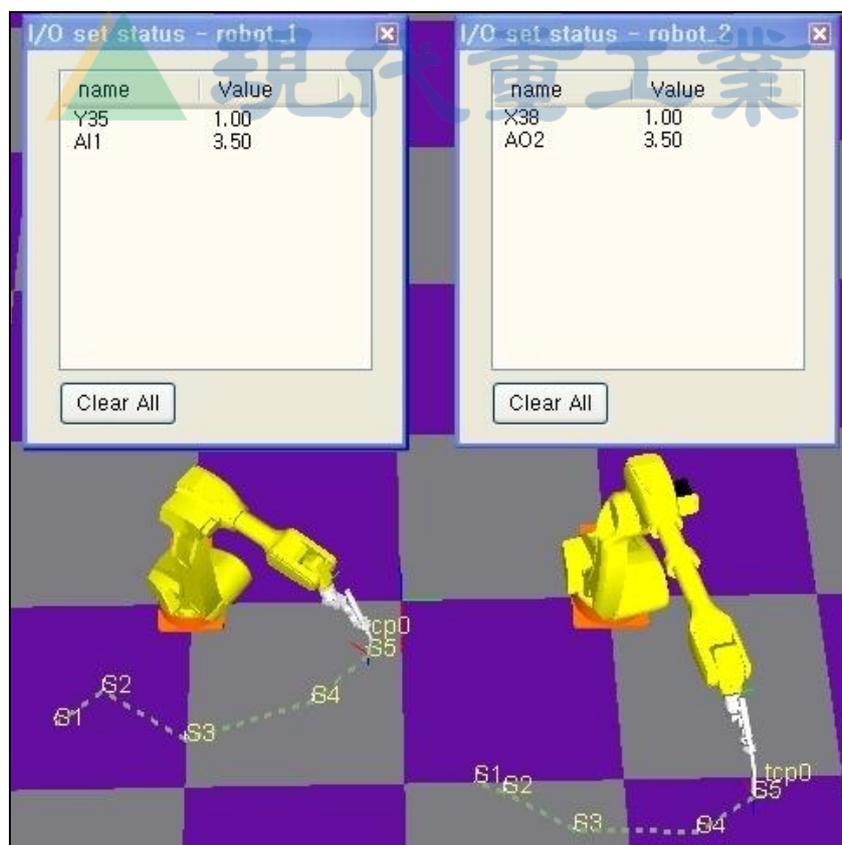
用  键(或隐藏键)来关闭对话框。  
打开各机器人的弹出菜单后选择 I/O 状态。



在 I/O 集合状态对话框显示机器人输出的信号名称和值以及输入信号的名称和值。

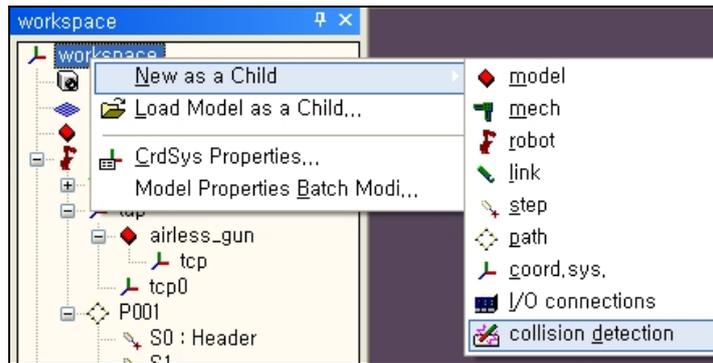


现在、点击机器人播放(Playback)键来观察是否正常执行信号等待动作。



### 8.3. 冲突检查

是确认机器人或工具、作业物、JIG 等是否出现冲突的功能。首先应在作业空间创建冲突检查模型、在层次结构上的位置则无关紧要。



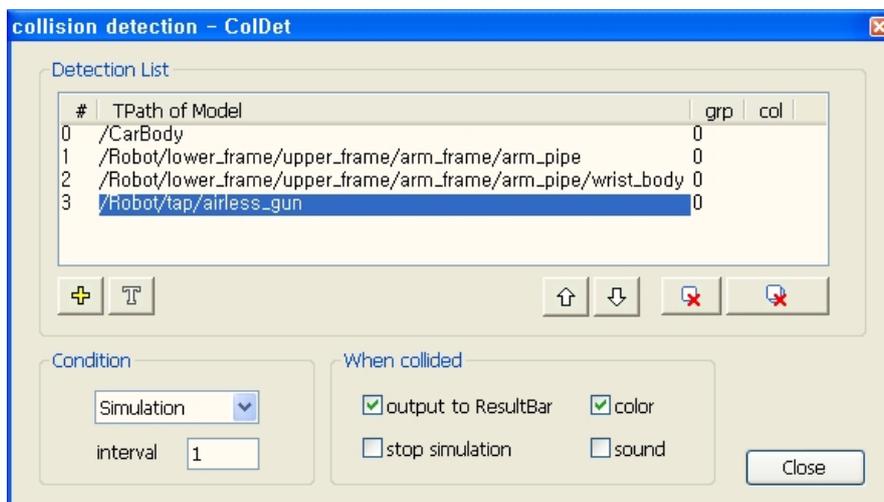
打开冲突检查模型的弹出菜单后选择属性。



用 键在检查目录添加行后、点击 键后点击 Tree 框 Node 以输入需要检查的模型的 T 路径。

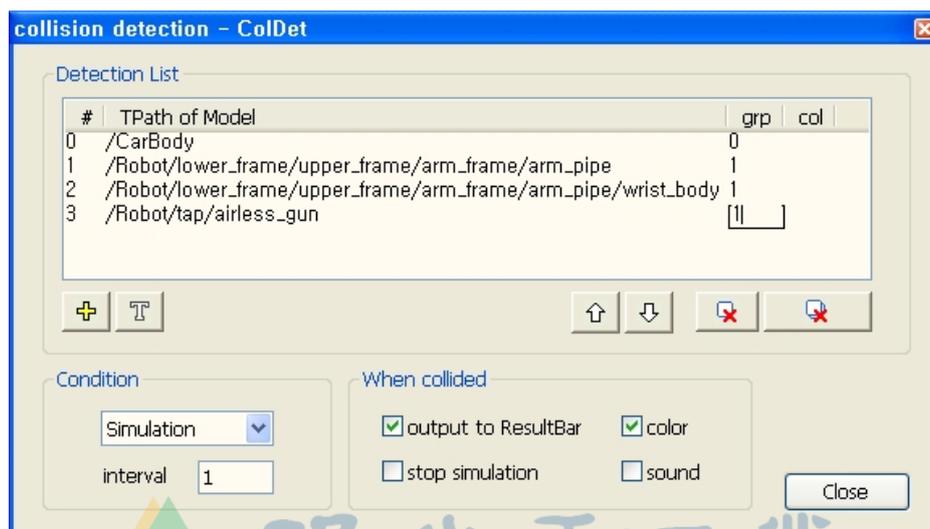
用 箭头可调整项目的顺序。

是删除所选项目或全部删除的按钮。

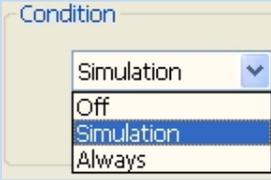


冲突检查可阻滞模拟速度、最好只输入必要的模型。

输入的模型中也可能存在没必要进行冲突检查的集合体。例如下图、安装到机器人的工具即 `airless_gun` 和机器人的上臂即 `arm_pipe`、手腕 `wrist_body` 无需进行冲突检查(因为始终都是连在一起、所以不能进行检查)。以一个组号命名这些模型时则不进行相互间的冲突检查。组号可取 0 以上的任意数字命名。项目数限制在 100 个、组个数则无限制。

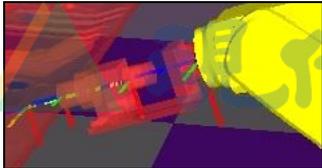


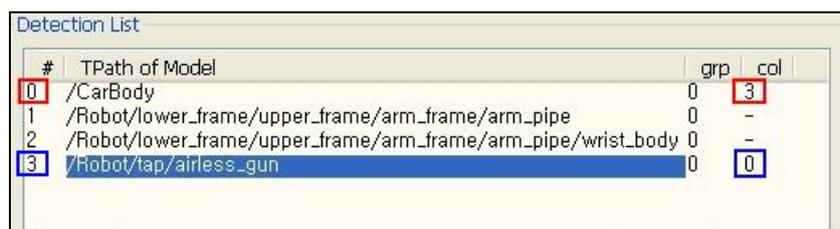
在检查条件下选择什么时间进行检查。

	关闭	不进行检查。
	模拟	StepGO 或进行模拟时才进行检查。
	始终	移动或配置模型等、在所有情况下都进行检查。
		决定几次进行一次检查。如果是规模大的 CAD 模型或检查对象多时、需要投入大量检查时间、有可能出现模拟速度缓慢或难以操作的现象。此时拉长检查间隔时间就能加快动作速度。但不是 每个时间单位都进行检查、所以有可能导致检查结果不准确。

冲突时进行确认的选项如下图。



<p>在结果框显示</p>	<p>如下所示、在结果框中显示冲突模型的 T 路径。</p> <pre> result [Collision] ColDet: 0.010(sec) 0) /CarBody 3) /Robot/tap/airless_gun                     </pre>
<p>停止模拟</p>	<p>选中该选项时可在发生冲突时停止模拟。如未选择、即使出现冲突也会继续进行模拟。</p>
<p>颜色</p>	<p>冲突的模型变成红色。</p> 
<p>冲突音</p>	<p>出现冲突的瞬间发出冲突提示音。</p>



在冲突状态下、检查目录的 col 列表上显示各模型是否出现冲突。如出现行号而非 ‘-’ 符号则表示与该行模型发生冲突。图示表示 0 号行的模型与 3 号行的模型出现冲突。

<p>注意</p>	<p>冲突检查因计算量过大、有可能造成模拟速度或操作性的骤然恶化。          在 CAD 数据上清除与模拟无关的不必要的部分(螺栓孔、内部结构物等)可提高动作性能。大容量的 CAD 文件尽量经简化后载入。          冲突检查动作过于缓慢时可适当调整检查间隔值。</p>
-----------	--



現代重工業

9

示教方式和  
坐标系属性



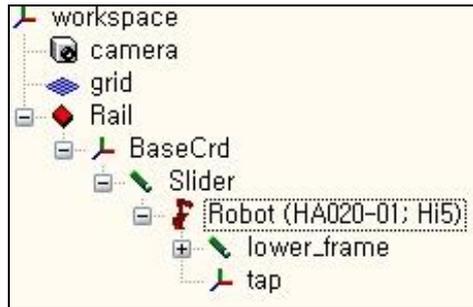
## 9. 示教方式和坐标系属性

HRSpace3

### 9.1. 驱动轴

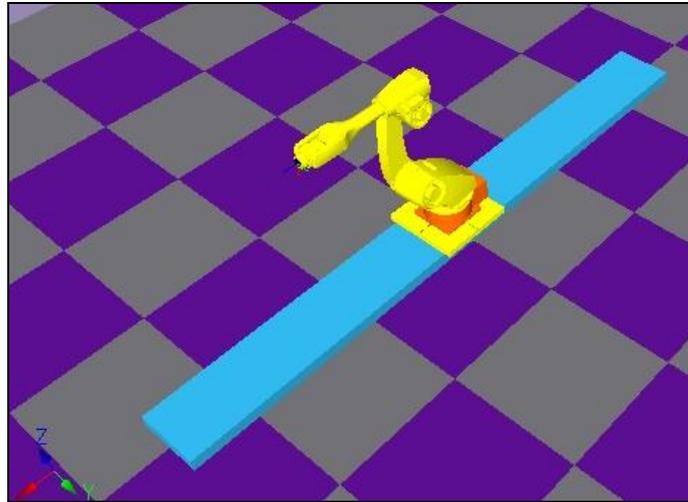
可以组成机器人的驱动轴、执行模拟操作。

如下图所示、首先组成 Rail 和 Slider、机器人。Rail 虽然是基本模型、但 Slider 是通过机器人控制器移动的部分、所以应采用 Link 方式。



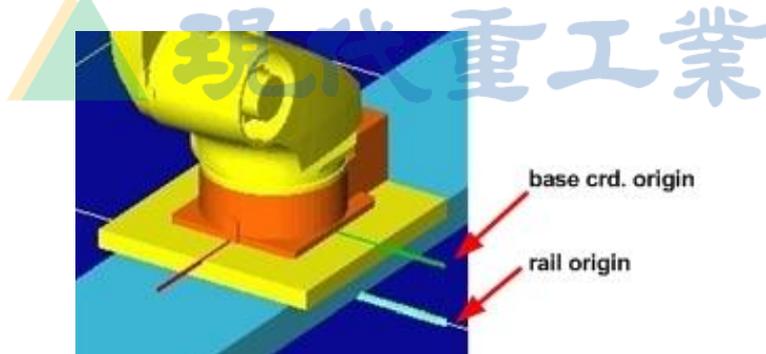
按照下表设置各 Rail、Slider、机器人的模型属性后给机器人备置工具。

名称	位置			形状参数		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Rail	0	0	0	5000	500	100
基座坐标系	0	0	150	无		
Slider	0	0	100	600	600	50
机器人	0	0	50	无		



基座坐标系和机器人坐标系只有原点的 X 值不同(驱动轴动作时)、其他都相同、因此使基座坐标系的原点和机器人的原点(驱动轴值为 0 时)形成一致。

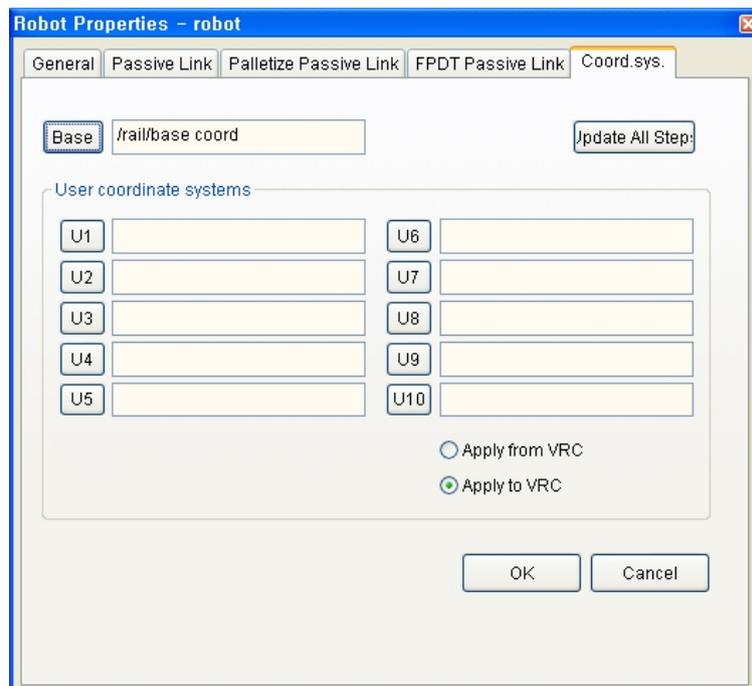
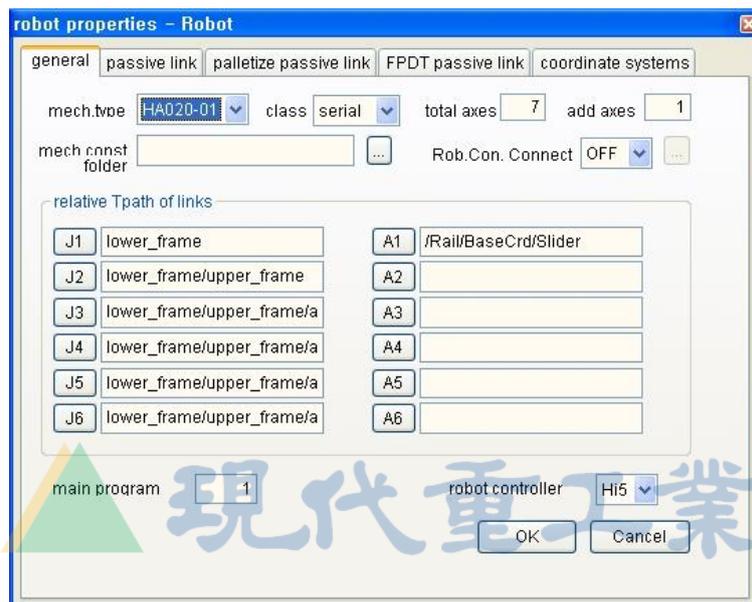
以 Rail 原点为基准的机器人的原点坐标值为(0、0、150)、因此基座坐标系的模型属性位置也应该是(0、0、150)。(Rail 高度 100mm) + (Slider 高度 50mm) = 150mm)



把 1 号机器人附加轴指定为驱动轴。打开机器人属性对话框。

- 把总周轴数设为 7 个、附加轴数设为 1 个。
- 点击 A1(1 号附加轴)键后、在 Tree 框点击 Slider。
- 点击基座键后、在 Tree 框点击基座坐标系。

现在点击确认键来关闭机器人属性对话框。

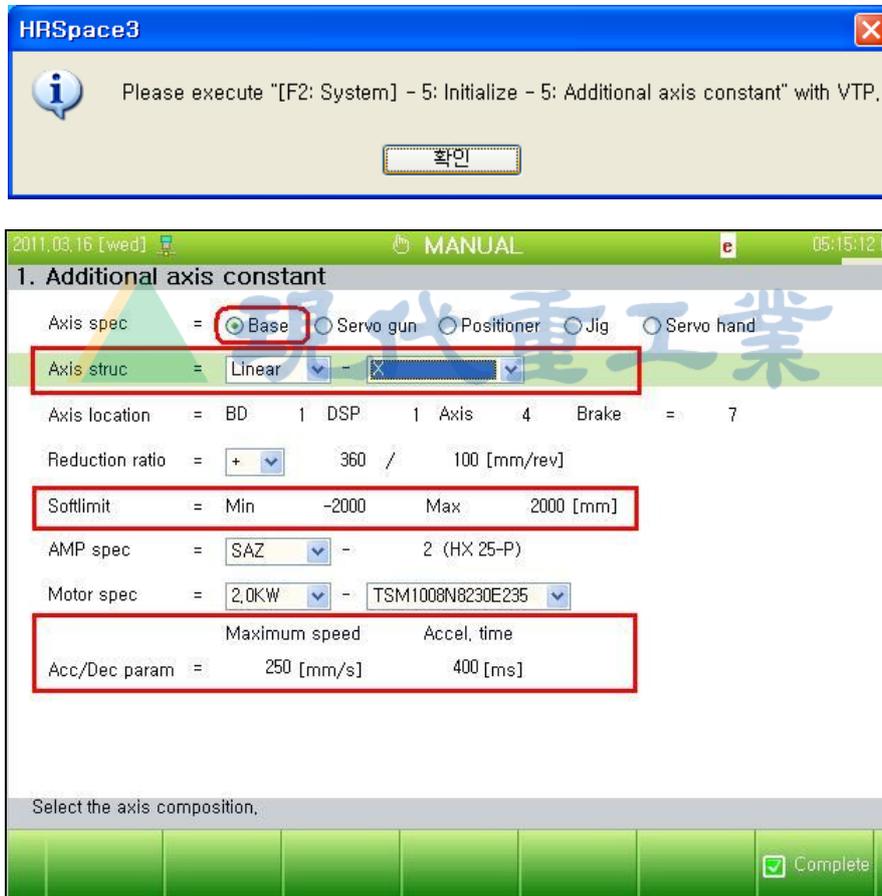


## 9. 示教方式和坐标系属性

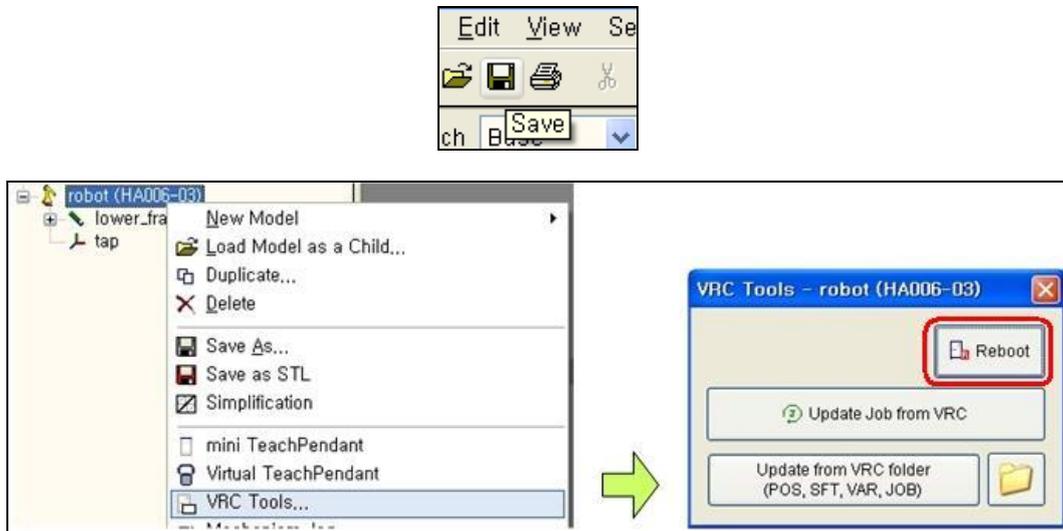
此时弹出因轴数量变更、需初始化虚拟控制器的提示窗、点击‘确认’键。



出现如下提示、自动出现虚拟示教窗。进入提示窗中出现的设置画面设置 7 轴的附加轴常数。如图所示、轴的规格以基座、轴组成方向为 X 方向、对软限制、加减速参数等进行合理调整后点击[F7: 完毕]键。



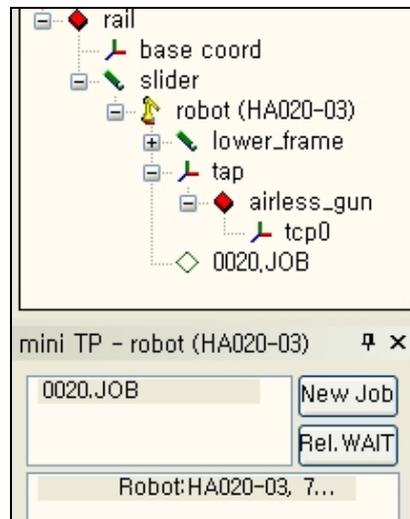
保存已设置的文件后重启 VRC。



打开 Slider 的 Link 属性对话框。机器人应沿着 X 轴左右移动、故把轴 index 为 X 轴设置轴范围。



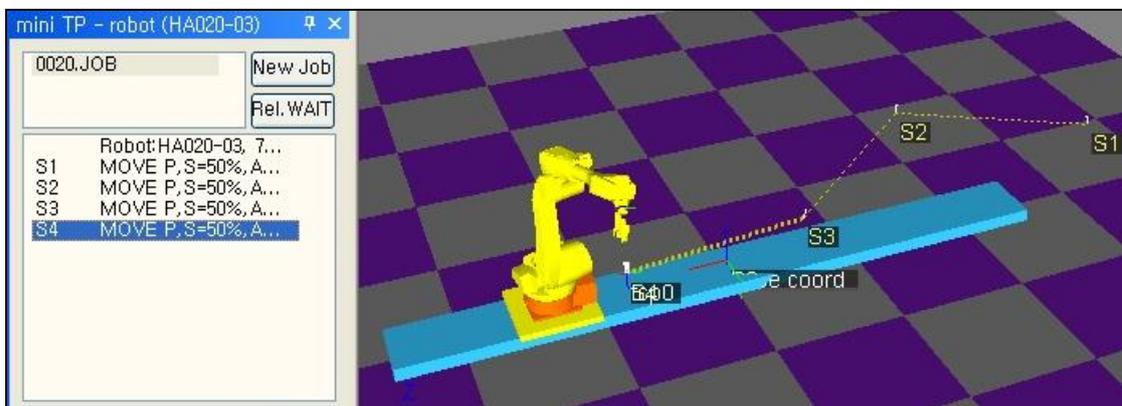
现在创建作业。首先以迷你 T/P 创建作业。



示教栏的坐标系设置以基座进行设置。robot 坐标系即 Step 会跟着机器人驱动轴一起移动。



如下所示移动驱动轴时、用记录按钮等进行示教。

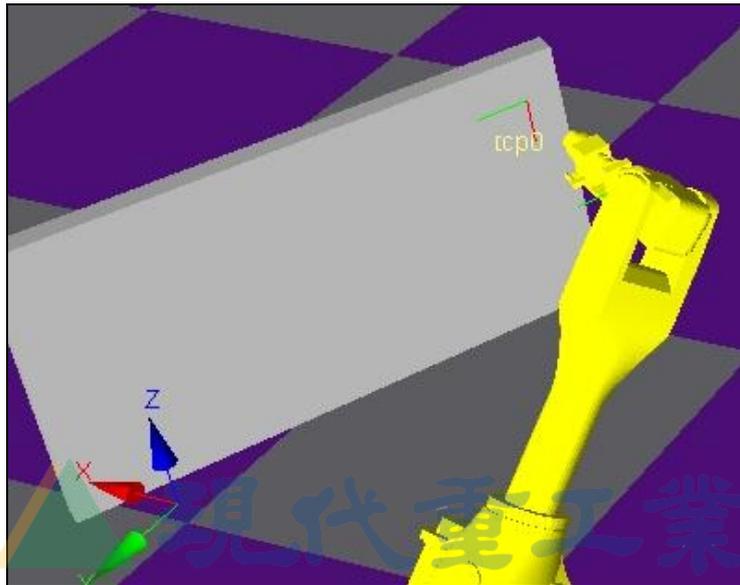


示教完毕后进行模拟以确认动作。

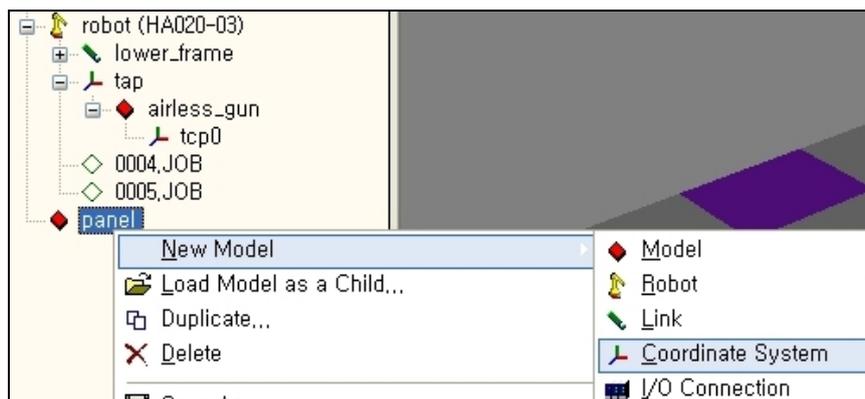
## 9.2. 用户坐标系

HRSpace3 最多可支持 10 个用户坐标系。使用该功能可通过对象物的子模型而非机器人创建作业、此时把对象物移动到其他位置/方向时也能同时转移作业。

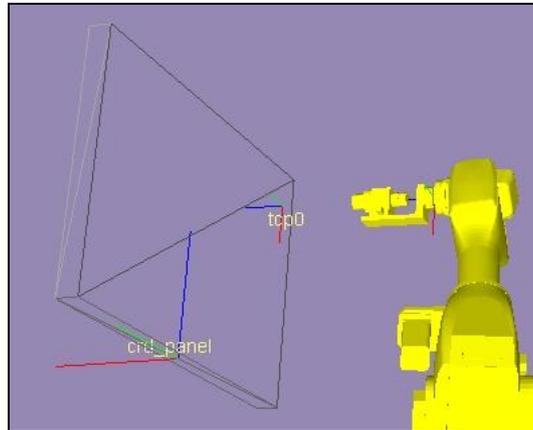
假设在直四角形板的 4 个角上示教用户坐标系 Step。



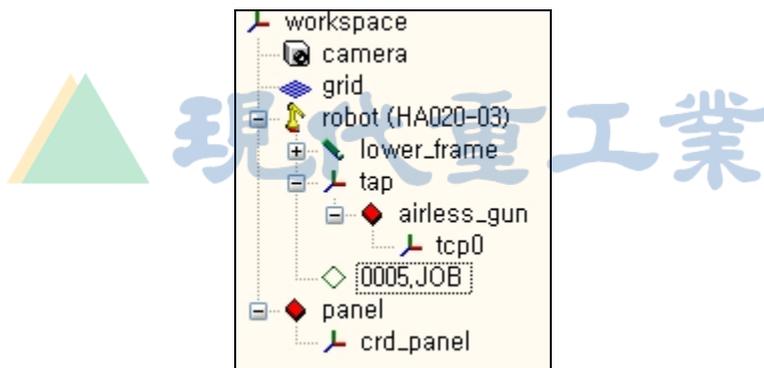
首先创建 panel 子模型的用户坐标系后命名为 'crd\_panel'。



坐标系如下图所示、位于 **panel** 的原点位置。必要时可修改坐标系的模型属性来调整坐标系的原点位置/方向。



打开机器人的迷你 T/P 来创建新的作业。Tree 框变成如下形态。

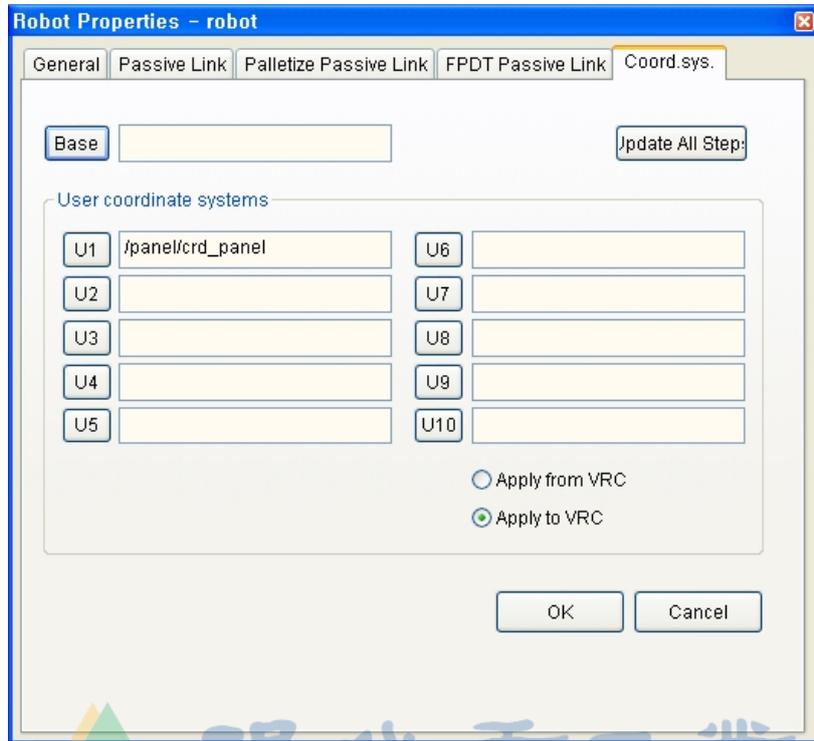


现在打开机器人属性后选择坐标系 **tab**。点击用户坐标系的 U1 键后点击 Tree 框的 **crd\_panel**。

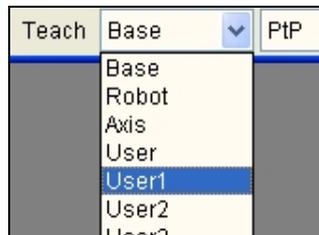
在下列选项中选择一项与虚拟控制器相关的联动方式。

<p><b>从 VRC 获得反映</b></p>	<p>虚拟控制器的用户坐标系变化会即刻反映到虚拟控制器。 是在载入现场的机器人控制器文件后在 3D 画面进行观察或用虚拟示教盒进行操作练习时非常有用的设置。</p>
<p><b>以 VRC 进行反映</b></p>	<p>HRSpace3 的用户坐标系变化会即刻反映到虚拟控制器。 是在 3D 画面设计工作单元后创建机器人控制器文档时非常有用的设置。</p>

现在点击确认键来关闭对话框。



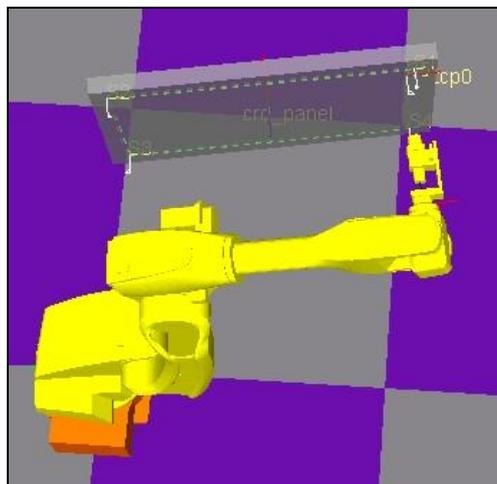
现在利用 Step 创建/修改对话框在 Panel 表面进行各 Step 示教。此时示教栏的坐标系 Drop down 列表必须设置为 user1。



可以看到 Step 创建/修改对话框中出现的坐标不是机器人坐标系、而是用户坐标系。



示教结束后进行模拟。如果结果正常、变更 Panel 的位置/方向后在机器人属性的坐标系页面点击‘以 VRC 进行反映’键后重新进行模拟。可以看到以变更前相同的 Panel 表面位置移动工具末端。



虚拟控制器是控制参数相关设置、最多可有 10 个用户坐标系。如果要把该信息应用到 HRSpace3 上、请选择‘以 VRC 进行反映’单选按钮。创建机器人模型的子模型即坐标系模型、把机器人模型的坐标系属性设置为自动。

之后在虚拟控制器变更用户坐标系值时也会反映到 HRSpace3。





現代重工業

10

应用功能



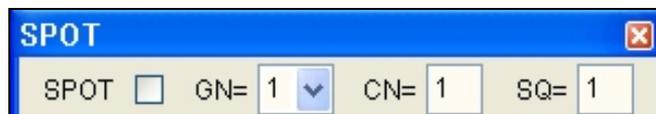
## 10.1. 点焊应用功能

Hi5 控制器功能说明书 - 请参照点焊相关内容、预先了解点焊功能使用方法。

### 10.1.1. 输入 SPOT 指令

Hi5 控制器都以 SPOT 指令指示气动焊枪和伺服焊枪的焊接动作。

使用 SPT 工具栏可更加方便地输入 SPOT 指令。点击记录键时、关闭 SPOT 复选框只记录 MOVE 内容(经由点)、选中复选框时可同时记录 MOVE 内容和 SPOT 内容(焊接点)。记录 SPOT 内容时按照点焊具显示栏的焊枪编号(GN=)、条件(CN=)、序号(SQ=)设置自动输入参数。



用虚拟示教盒记录时、打开键盘的 GUN 键后点击记录键即可。(修改 SPOT 指令记录条件等详细内容请参考点焊功能说明书。)

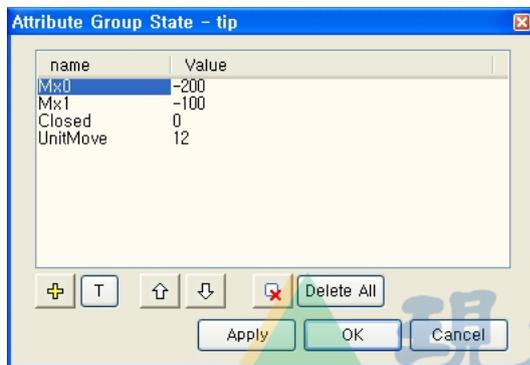


## 10.1.2. 执行焊接动作-气动焊枪

气动焊枪的动作根据脚本文件来执行。脚本在接收焊接指令信号 Weld 后显示移动电极的加压动作后输出 Complete 命令。

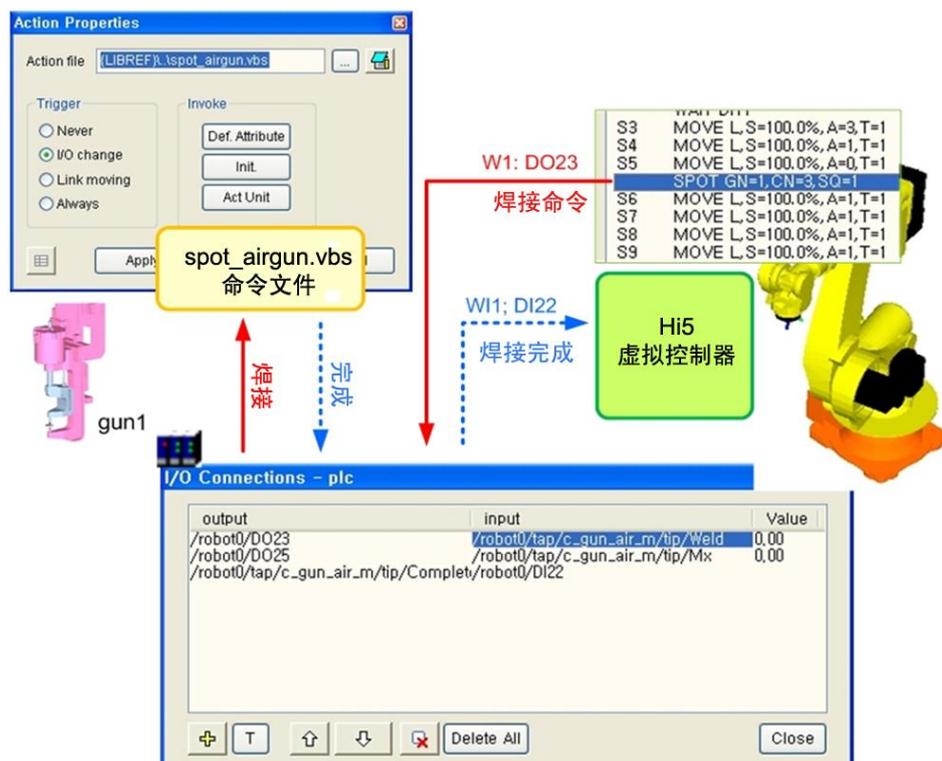
<b>spot_airgun.vbs</b>	C 焊枪用、通过信号控制气动焊枪
<b>x_gun.vbs</b>	X 焊枪用、通过信号控制气动焊枪及 X 焊枪 Link 动作

这一脚本需要如下特性设置。



名称	含义
Mx0	Mx 值为 0 时的移动电极轴值
Mx1	Mx 值为 1 时的移动电极轴值
Closed	加压时的移动电极轴值
UnitMove	移动电极的动作单位 (值越大、速度越快)

如下图所示、执行 SPOT 指令时、机器人在输出 W1 输出分配信号后进入等待状态。  
(输出分配和输入分配用虚拟示教盒在系统/应用参数/点焊菜单进行设置。)



因要把 Weld 信号输入到移动电极、如下例所示、请在 plc 模型设置 I/O 连接。(根据作业空间、请进行合理的路径设置。)

输出	输入
/robot0/DO23	/robot0/tap/g_gun/tip/Weld

移动电极的脚本即 spot\_airgun.vbs 在输入 Weld 信号时在执行焊接动作后输出 Complete 信号、因此应以 WI1 输入分配信号把该信号输入到机器人上、如下例所示、请在 plc 模型设置 I/O 连接。

输出	输入
/robot0/tap/g_gun/tip/Complete	/robot0/DI22

等待中的语言解读器在接到 WI1 信号后执行下一指令。这种 I/O 连接与实际工程中的气动焊枪动作方式相同。

### 10.1.3. 执行焊接动作-伺服焊枪

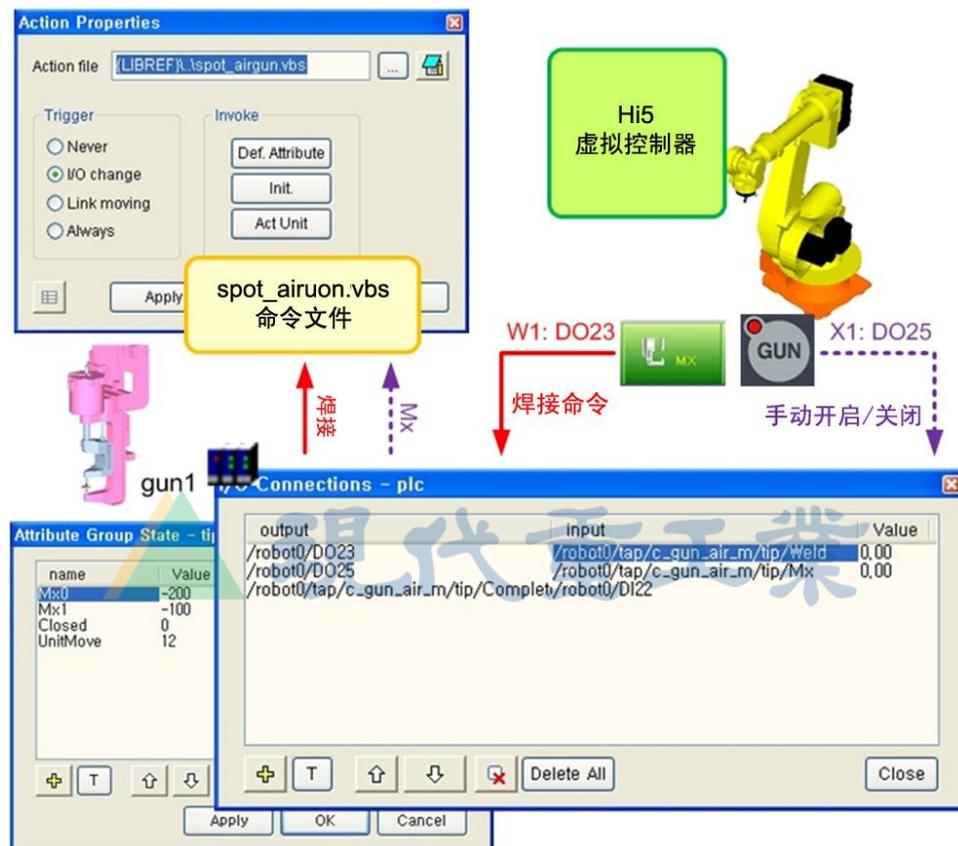
伺服焊枪与气动焊枪不同、不需要脚本、根据实际情况通过虚拟示教盒以附加轴合理设置伺服焊枪即可。第一个功能是有 SPOT GN=1.. 指令的 Step 被确认为焊接点。虚拟控制器在执行 MOVE 指令的同时用焊枪同时控制已设置好的附加轴、移动电极也会以实际相同的轨迹移动。

\*像 X 焊枪、移动电极并不单纯时则使用脚本。

### 10.1.4. 大开放/小开放和手动加压-气动焊枪

对于非焊接点的经由点 Step、则需要以小开放或大开放进行设置。

气动焊枪以 MOVE 指令的 X1~X4 输出选项进行设置。如果有 X1 输出选项、虚拟控制器将输出 X1 输出分配信号、请利用 I/O 连接模型把该信号连接成输入到移动电极的 Mx 信号。



输出	输入
/robot0/X1	/robot0/tap/g_gun/tip/Mx

移动电极的脚本在 Mx 信号输入有所变化时、按照特性设置的 Mx0、Mx1 值执行小开放或大开放动作。

在 Hi5 虚拟 T/P 同时点击用户键 MX 和[Shift]键时、X1~X4 输出分配信号在 0 和 1 之间进行手动切换、从而执行手动开闭动作。

且按住虚拟 T/P 的[Shift]+[GUN]键时输出 W1~W4 信号从而执行手动加压动作。

### 10.1.5. 大开放/小开放和手动加压-伺服焊枪

伺服焊枪可忽略 X1~X4 输出选项、根据记录位置通过虚拟控制器开放移动电极。

在 Hi5 虚拟 T/P 同时点击用户键的手动开闭键和[Shift]键时可执行手动开闭动作。

在 Hi5 虚拟 T/P 同时点击用户键的手动加压键和[Shift]键时可执行手动加压动作。





現代重工業

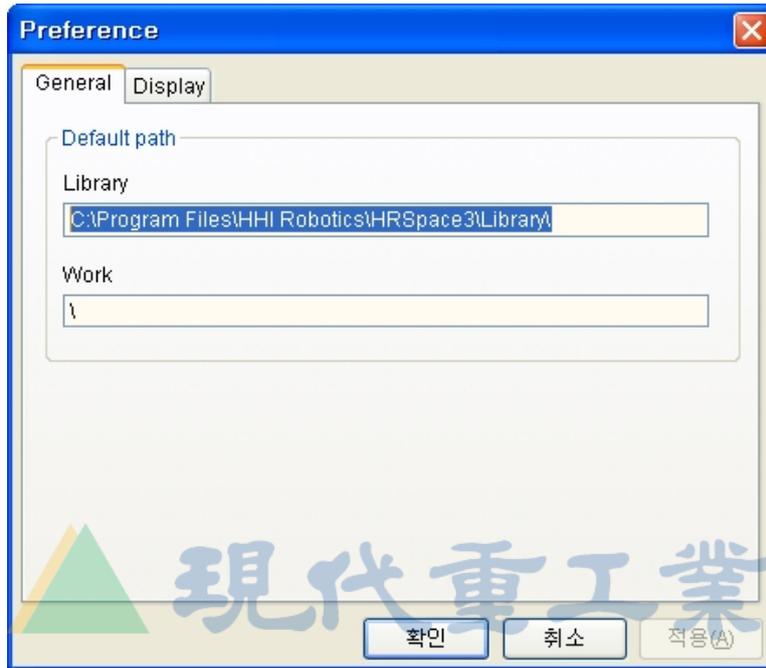
11

其他功能

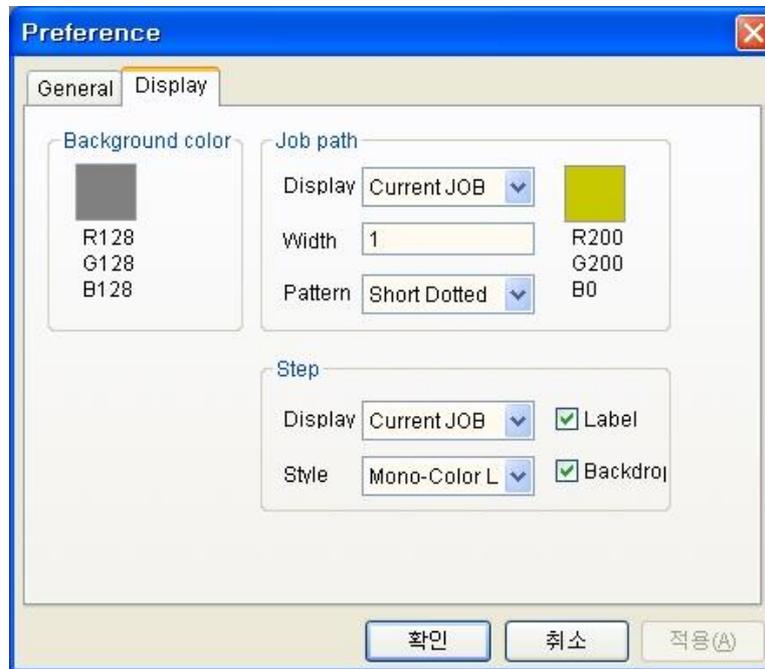


## 11.1. 选项对话框

在选项对话框可设置 HRSpace3 的各种选项。  
该设置并不保存到文件上、而是保存于 Windows 注册表。



- 默认路径 - Library  
在弹出菜单选择载入模型时、设置默认打开的文件夹路径。基本上被设置为 HRSpace3 下的 Library 文件夹。
- 默认路径 - 作业  
是保存用户作业的默认位置。



- 画面显示 - 背景颜色  
设置三维画面的背景颜色。
- 画面显示 - Job 路径  
决定 Job 的 Step 和 Step 之间的直线路径显示方式。包括颜色和粗细、实线或虚线等项目。
  - 显示方式

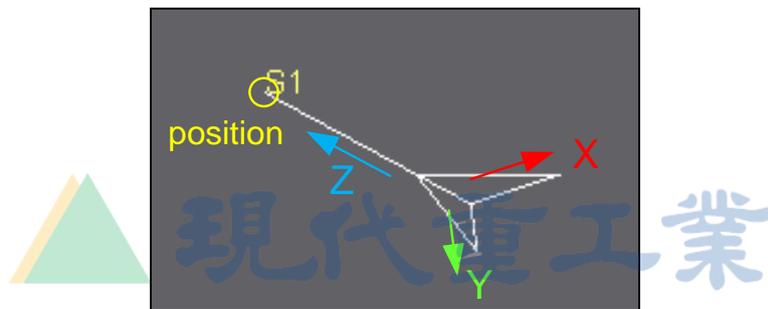
<b>Hide</b>	不显示 Step 之间的路径。
<b>Selected JOB</b>	显示由用户在三维画面或 Tree 框点击选择的 JOB 相关路径。
<b>Current JOB</b>	只显示当前 Program Counter 即 JOB 有关的路径。
<b>All</b>	显示所有机器人所有 JOB 的所有 Step 之间的路径、根据情况解读性会有所减弱、JOB 和 Step 数量过多时也会降低 3D 的显示速度。

- 画面显示 - Step  
决定 Step 的显示方式。

- 显示方式

<b>Hide</b>	不显示 Step。
<b>Selected JOB</b>	显示由用户在三维画面或 Tree 框点击选择的 JOB 相关 Step。
<b>Current JOB</b>	只显示当前 Program Counter 即 JOB 有关的 Step。
<b>All</b>	显示所有机器人所有 JOB 的所有 Step 之间的路径、根据情况解读性会有所减弱、JOB 和 Step 数量过多时也会降低 3D 的显示速度。

如果以单色线选择 Step 类型、Step 会显示成箭头形状。此时位置和方向如下。





■ **Head Office**

1, Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan, Korea  
TEL : 82-52-230-7901 / FAX : 82-52-230-7900

■ **BEIJING HYUNDAI**

JINGCHENG MACHINERY CO.,LTD.  
NO.2NANLI,LUGOUQIAO, FENGTAI  
DISTRICT,BEIJING  
TEL : 86-010-8321-2588 / FAX : 86-010-8321-2188  
E-Mail : [robot\\_as@yahoo.com.cn](mailto:robot_as@yahoo.com.cn)  
POST CODE : 100072

■ **韩国现代重工业本部**

蔚山市东区田下洞 1 番地  
TEL : 82-52-230-7901 / FAX : 82-52-230-7900

■ **北京现代京城工程机械有限公司**

北京市丰台区卢沟桥南里 2 号  
电话 : 86-010-8321-2588 / 传真 : 86-010-8321-2188  
电子邮箱 : [robot\\_as@yahoo.com.cn](mailto:robot_as@yahoo.com.cn)  
邮编 : 100072