课题一 机器人上电及断电操作

课时:2

实训目的:掌握福匠机器人上电及断电操作

教学要点: 福匠机器人控制系统上电及断电方法

实训仪器:福匠机器人

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
机器人上电操作	能够按照步骤正确执行机器人上电操作	45		
机器人断电操作	能够按照步骤正确执行机器人断电操作	45		
职业素养	操作过程中要遵守电工操作守则	10		

安全及注意事项:

在本实训中必须检查电源是否关闭,机器人上电断电要遵守电工基本准则,防止触电事故的发生。机器人断电后要等待3分钟之后才能重新上电。

课后作业:

手动完成机器人上电与断电操作。

教学过程: 机器上电断电步骤过程如下:

机器人上电过程

机器人断电过程



课题二 机器人手动关节轴操作

课时:2

实训目的:掌握机器人各关节轴的轴坐标系操作方法

教学要点: 机器人单轴操作

实训仪器: 福匠机器人

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
J1 轴操作	按要求能够快速反应操作 J1 工作轴进行移动	15		
J2 轴操作	按要求能够快速反应操作 J2 工作轴进行移动	15		
J3 轴操作	按要求能够快速反应操作 J3 工作轴进行移动	15		
J4 轴操作	按要求能够快速反应操作 J4 工作轴进行移动	15		
J5 轴操作	按要求能够快速反应操作 J5 工作轴进行移动	15		
J6 轴操作	按要求能够快速反应操作 J6 工作轴进行移动	15		
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

1. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

2. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

3. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系, 防止在操作过程中机器人撞击外 围设备,导致机器人损坏。

4. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,掌握各种正负方向操作。

2. 听从口令完成各轴动作操作。

教学过程:



2.手动单轴操作按键示意图:



3.机器人各轴运动方向如下:



课题三 机器人线性手动操作

课时:2

实训目的:掌握机器人在直角坐标系下的线性操作方法

教学要点: 机器人线性操作

实训仪器: 福匠机器人

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
X轴操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着X轴方向进行移动	15		
Y轴操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着 Y 轴方向进行移动	15		
Z轴操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着Z轴方向进行移动	15		
RX 操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着 RX 轴方向进行转动	15		
RY 操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着 RY 轴方向进行转动	15		
RZ 操作	按要求能够快速反应操作机器人沿着 RZ 轴方向进行转动	15		
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

5. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

6. 操作过程要注意各轴硬限位的机械位置,同时要注意各关节轴之间的位置关系,防止 各轴互相碰撞。

7. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系, 防止在操作过程中机器人撞击外 围设备,导致机器人损坏。

8. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

9. 操作过程要注意人身安全,防止因为操作不当,造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,掌握各种正负方向操作。

2. 听从口令完成各轴动作操作。

教学过程:

1.机器人的奇异点是在机器人线性操作时,机器人的4、5、6轴共线,这时候机器人的 第4轴急转,极其容易发生危险。



2. 手动线性操作按键示意图:



3. 机器人直角坐标系系统:



课题四 机器人原点校正

课时:2

实训目的:掌握机器人原点校正的方法

教学要点:机器人原点校正

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
原点校正	按要求完成对机器人原点数据的校正	90		
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

10. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

11. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

12. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

13. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

14. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,完成机器人原点数据的校正。

2. 针对不同的机器人,其原点位置也不一样,找到每种机器人原点的位置,完成对其原 点数据的校正工作。

教学过程:

1. 原点位置校正是将机器人位置与绝对编码器位置进行对照的操作。进行原点校正时, 系统会记录编码器于零点位置时的马达转数(multi turn)以及单转数值(single turn)。经 过校正后,通过读取绝对编码器数值就可以计算出当前马达的旋转角度,从而得到各轴手臂 的旋转角。

2. 通常情况下工业机器人出厂之前已经进行了原点校正。所以在正常情况下,没有必要 做原点校正。但是,只要发生以下情况之一,就必须要进行原点校正。

3. ①伺服电机与驱动器及相应配线有故障造成原点位置丢失; ②本体电池电压过低。注意, 机器人的原点数据分别由各轴编码器的电池保持。如果电池没电, 数据将会丢失。为了防止这种情况发生, 电池需要定期更换; ③机器人发生撞机造成原点位置偏移; ④老版软件更新及更换工控机等; ⑤如果系统初始化出现某一轴角度超出限位角度时。(out of range)的警告画面。注意, 该轴的软件移动限制将被忽略, 并允许机器人超正常的移动。所以在未校正的条件下移动机器人需要特别小心, 否则将可能造成人身伤害或者设备损坏; ⑥改变机器人本体与控制柜的组合时; ⑦更换电机、绝对编码器时; ⑧其他原因导致原点异常等情况。

4. 在主面板上点击【初始化】,开启伺服。

5. 在手动示教下以无限位方式,将欲校正的关节转动至定位孔位置,然后将插销插入至 定位孔中(亦可用手动松开刹车的方式来校正,但需注意安全以免关节滑落)。

6. 在主选单中点选【工具 >校正】,开启原点校正页面。勾选需要校正的关节(如果需要 全选,请点击【全选】),然后点击【开始校正】。此时会出现右图对话框,在确认插销已插 入定位孔后,按下【确定】。系统会开始记录编码器零点位置。

B.				a constant	
≌/≢校正 ☑ 31	E開節 12	ビ13 ビ14 ビ. 開始校正	rs ⊠ ≫ [4	校正現在開始。 在點學確定前,請權信校正銷釘在正確位置
主校正位	2置各軸絕	當計議員百馬器器要文值直			HE/C HAIN
	整圈數	小い腹次(により低き中音十)	絶對編	-	
31	0	0		R. D.A	
32	0	0		PORBOT	
33	0	0			
34	0	0			注意!諸先拔出所有銷釘.再點擊確定
75	0	0		<u>•</u>	
36	0	0			
				_	確定 取 加 加 加

7. 当插销移除通知的对话框出现时,请务必把所有插销移除后,再按【确定】。如果某 一轴校正角度位于限位角度之外,系统将自动将该轴移动至最近的限位角度。

8. 接着会出现下面的对话框, 表示校正完成。

FoxBot	
(j)	校正完成!
6	産定

9. 在主面板上点击【退出】离开程序,此时应会出现要求重新启动的对话框,请按【是】。 待重新启动后进入 Windows 画面,校正原点即可永久保存。



10. 机器人各轴原点校正图



课题五 机器人手动示教点创建

课时:2

- 实训目的:掌握机器人示教点的创建方法
- 教学要点:机器人示教点的创建
- 实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
创建轴坐标	按要求能创建在轴坐标系下的机器人示教点	45		

系示教点			
创建直角坐	按要求能创建在直角坐标系下的机器人示教点	45	
标系示教点			
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10	

安全及注意事项:

15. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

16. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

17. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

18. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

19. 操作过程要注意人身安全,防止因为操作不当,造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,完成在不同坐标系下机器人示教点的创建。

2. 合理运用不同坐标系的示教点。

·項目(2) 線幅(E) 解釋線(I) 工具(T) 督助(H)

教学过程:

4.第一步,如图点击1点打开示教页面,在A点处选择不同的坐标系移动机器人,使机器人到达相应的目标点位置。

50	1 程	序編輯器*	🤏 示教 🧰	數據庫・ -	數字量10		
a a	會生權	運動設置	- 1100 工作范围		保存堂前账	項目(P) 編輯(E) 解釋器(I) 工具(I) 幫助(H)	
	9	必要推动	· Le work 0		PICCI AND DESCRIPTION	□ < 程序編輯器* 《 示教 ● 數據庫* ● 數字量IO	
C & 3	直角坐標	示教	. Kan u			◎ ■ ■ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	the second
10	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
HE WI	運動回				0	● 翻坐標(Pose) ◆ ◆ ◆ ◆ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	Infty
津澤			а в		G	⑦ 直角坐標(PoseP) 12(度) 13(度) 14(度)	
			a ×		8	▲ 図 向量(PoseV) 60.883 19.315 -108.377	
			a 5		8	4a	
R			H 10	36	8	3	

5.第二步,如图 2 点点击打开机器人数据库,在点 3 处选择点位列表,点击轴坐标系旁的下拉选项,选择要创建直角坐标系点位,还是要创建轴坐标系点位,或者是创建向量坐标 点位。

6.选择好坐标系后,如图 4、5、6 点,依次点击添加、修改示教点序号、点击确认进行 示教点的添加。注意:如图 7 点,在添加直角坐标示教点的时候,要注意选择工件坐标系与 工具坐标系,选择不同的坐标系创建的示教点,对应的位数据也不一样。

≤程序編輯器* 🔌 🖻	示教 🧼 數據庫 * 🚽 數字量IO	● 程序編輯器* 《 示教 ● 數據庫* ● 數字量10	
■點位列表 ~	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	E 點位列表 举 译加一個點位	X
· ■軸坐標(PoseJ) ~	添加—個點位	· @ 直角坐標(Posef > 配置	
序號 11 (度) 12 □ 0 -66.548 6	新西 類型:	序號 × (產米) ∨ 類型: 序號: □	
		work坐標系:0 Tool坐標系0 位置	
	位置	x 388.729 毫米 RX 890.000 度	
	J1 -00.048 度 J4 -108.3/7 度 J2 66.383 度 J5 0.011 度	Y -320.303 毫米 RY 度 7 140.664 毫米 R7 108.613 度	
	13 19.315 度 16 0000 度	口設置此點寫原點	
4	□設置此點寫原點 確定 取消	確定 取消	*
× III添 📲	删除 🕞 編輯 📔 保存	▲ 添加 × 删除 ▷ 編輯 ● 保存	•

7.如图 B 选项,选择程序编辑器,在编写程序时,按 8、9、10、11 顺序添加运动运动 指令 Move (P 或 L 或 C)指令时,点击 11 点处时,我们就可以看到不同坐标系下的示教点 位,根据自己需要的运动点在 12 处选择相应的目标示教点。

-	→ 把应编起现:	速度 (10%)	
Gu	● 1 五/丁2/市两年月 ☆☆	小市教 ● 數據単一 ● 数子里0]
-	addf.pac		7
	Sub Main	2% 5% 10%]
	. Sub Horn	指令格式 50% 75% 100%	1
2	End Sub	Move P, @0, P(0), 100 選擇目標點	K
4	End Sub	要要迈回信(指令参数放车抵排中)	
8		▶ 直角坐標(PoseP)	
-		指令列表	
2		Home 🔨 參數 1 🔿 數值 1/1	
		12P Interpolation _ Point-to-	
12		MoveEx Target (PoseP/J) P(0)	
-		Pltinit Speed (%) 100 [9]	
		Plövext 10	
-		P2J Record	
38	δ –	Rotate 返回值 名字	
		SafeError	
		描述	
Þ	1	以點到點(PTP)、直線(Line)或者圓弧(Arc)方式,運動	
			1
à	修 編譯]
~		精簡 <<	1
準備	Andry and a state of the	工程師模式 09:50:05	MC
1		50% 75% 100	No
-7	End Sub	Move P, @0, P(0), 100 選擇目標點	×
×		需要原用值(指令参数的应抵制用)	
		前 軸坐標(PoseJ) 汉 退出]
		指令列表	-
2		Home ^ 參數 數值 1/1	
1		J2P Interpolation Point-to-	
21		MoveEx Target (PoseP/J) P(0)	
		Pltinit Speed (%) 100 [0] 1	
		Pitviext	
and the second s		rzj	

课题六 机器人坐标系的创建

课时:2

实训目的:掌握机器人坐标系的创建方法

教学要点:机器人坐标系的创建

实训仪器: 福匠机器人

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
创建平面	按要求能创建机器人平面工作坐标系	40		
工作坐标				
系				
创建斜面	按要求能创建机器人斜面工作坐标系	50		
工作坐标				
系				
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

20. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

21. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

22. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

23. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

24. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,完成机器人工作坐标系的创建。

2. 运用所创建的工作坐标系系统进行机器人移动操作,以及运用新的坐标系进行示教点的创建。

教学过程:

8.第一步在要创建工作坐标系平面上示教三个示教点,第一个点位坐标系原点,第二个 点位坐标的X轴方正向上的一点,第三个点位Y轴正方向上的一点。



^{9.}示教的点位数据界面。

10.第二步创建工作坐标系过程如下所示。

点击数据库→选择坐标系定义→点击添加新 坐标系→编辑坐标系序号→选择示教方法(三点 示教法)→点击通过示教方法编辑→依次勾选坐 标系的三个示教点(原点、X轴正方向一点、XY 平面某一点)→依次点击确认进行添加→查看新 创建的工作坐标系系统→选择新创建的坐标系统 进行机器人移动操作。





医程	序編輯器	、示教	文臣	男妻	刺動
軸坐標	運動設置 運動模式:	1	工作科	范圍	內
福 回	沿坐標系:	14	Work	0	~
」角坐				1	

课题七 机器人点动模式与点位运动手动操作

课时:2

实训目的:掌握机器人点动模式与点位运动的操作

教学要点:机器人点动模式与点位运动应用

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
工作范围内	按要求在工作范围内模式下,对机器人进行手动操作。	25		
固定距离	按要求在固定距离模式下,对机器人进行手动操作。	25		
无限位	按要求在无限位模式下,对机器人进行手动操作。	20		
点位运动	按要求选择不同的示教点位,对机器人进行不同示教点	20		
	位运动,判断该点是否符合编程示教点的位置要求。			
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

25. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

26. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

27. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

28. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

29. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 根据任务要求,分别在三种点动模式下,完成对机器人手动的操作任务,并完成一定 数量示教点的创建。

2. 根据要求,选择不同的示教点进行点位运动测试。

無限位

教学过程:

1. 点动模式可分为以下三种:

1) 工作范围内

沿某方向连续运动,直到按钮弹起为止。

2)固定距离 固定距離

沿某方向移动一个固定位移,又称之为寸动。此位移量可在面板上点选【高级】或于【工 具>选项>示教】对话框中设定。

3) 无限位

与工作范围内相同,但无视各轴角度极限,且外部最高速度百分比限定为10%。一般用 于原点校正时。(4.1版本中无无限位点动模式)

2. 点位运行

以点对点或直线方式(透过运行路径模式钮来切换点对点 🗭 或直线 🖍)运行列表中所选择的点位。

一般模式:勾选的点位会依 ID 顺序由小而大连续运行,中间无停顿。勾选欲运行点 位之 ID 方块。您可以逐一勾选,或者先选择多个点位,然后点击 ID 标题栏亦可勾选在面板 上按下【运行】,在确认运行点位对话框中按下【确定】,即开始进入一般模式。在运行过程 中如需暂停,可按【暂停】。暂停后如需继续运行,可按【继续】。如果中途需停止,可按【停 止】或松开示教器上的使能开关。如图 3-6 所示。

						- 112
2 直角坐	標(PoseP)		9 - 9 P	2 連		習得
序键	X (毫米)	Y(毫米)	Z (毫米)	RX (度)	RY (度)	RZ (B
00	90.000	0.000	2180.000	-0.000	-0.000	-0.0
1	10.000	60.000	2180.000	0.000	0.000	0.0
2	10.000	50.000	2180.000	0.000	0.000	0.00
3	70.000	0.000	2180.000	0.000	0.000	0.00
4	/ 10.000	9.000	2180.000	0.000	6.000	0.00
0s/	10.000	55.000	2180.000	0.000	0.000	0.00
2	ε. 					
:						2

图 3-6 点位运行

课题八 机器人程序创建与命名

课时:4

实训目的:掌握机器人新程序的创建与命名技巧

教学要点:机器人创建方法

- 实训仪器: 福匠机器人实训台
- 评分标准:

评分内容	评分标准		扣分	得分
创建新程序	按要求创建一个机器人新的任务程序。			
程序的命名	按要求创建的机器人程序要清晰易懂	30		
程序注释	按要求对程序进行注释说明,明确告诉操作者该程序的			
	用途及程序涉及的内容。			
职业素养	操作过程中要遵守机器人安全操作守则	10		

安全及注意事项:

30. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

31. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

32. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

33. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

34. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

35. 正确新建程序

课后作业:

1. 根据任务要求, 创建机器人新的程序, 命名为自己名字的简写+班级。

2. 根据要求,对程序进行注释,能被使用者快速读出当前程序的用途,及操作方法。

教学过程:

1.程序新建步骤:如下图所示,按照操作进行①点击新建程序按钮;②在弹出的对话框 中输入程序名称,并且选择程序路径;③点击确定按钮即可完成程序的新建。

2. 新增子程序的方法:如下图所示, ⑩使用键盘输入 Sub *** --- End Sub 创建程序结构 。(')后面添加程序的注释。



3. 程序的命名原则

①以简单通俗易懂为原则。如以"机器人号_产品名"为名称。子程序命名应根据其实现功能命名,方便他人阅读和修改。变量命名应尽量简单易懂。

②程序的清晰首先在于逻辑的清晰,然后才是格式的清晰。应该利用适当的阶梯形式使 程序的层次结构清晰明显。

③尽量采用简单的算法和数据结构,由于程序的复杂度往往直接依赖于算法和数据结构 的复杂度,所以,在对程序的执行效率没有决定性影响的前提下,应尽量考虑选用简单的算 法和数据结构。

④避免滥用语言特色----程序应简洁、易读、好懂。

⑤应尽可能的多加注释,以帮助理解每段程序的作用。不要用注解去精确地重复代码 -----使注释有价值。使用有意义的、简化的变量名及词语标号。

课题九 机器人的变量类型及数据类型

课时:4

实训目的:掌握工业机器人的变量类型及数据类型

教学要点:掌握 Byte、Boolean、String、Integer、Single、Double 变量的使用

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
新程序的创建	掌握不同任务程序的创建	10		
添加 Byte 变量	正确声明 Byte 变量数据	10		
添加 Boolean 变量	正确声明 Boolean 变量数据	10		
添加 String 变量	正确声明 String 变量数据	10		
添加 Integer 变量	正确声明 Integer 变量数据	10		
添加 Single 变量	正确声明 Single 变量数据	10		

添加 Double 变量	正确声明 Double 变量数据	10	
对变量进行赋值	正确对每一个变量进行赋值	30	

安全及注意事项:

36. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

37. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

38. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

39. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

40. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

41. 正确新建程序

课后作业:

1. 新建一个程序,在程序内添加不同的变量类型程序数据,如:Byte、Boolean、String、Integer、Single、Double。

2. 对题 1 中的每个变量都进行相关数据赋值,赋值的数据如:0;我是谁;
 123;123.123;-123;0.2*10¹⁰⁰。

教学过程:

一、变量

变量是在程序运行过程中可以改变值的量,变量通常用来表示存储程序的中间结果和最终结果。变量在使用前必须进行声明。

变量有4个属性(或者说从4个方面去描述变量)

名称:每个变量必须有唯一的名称。

值:变量的值是指与这个变量相关联的存储单元的内容。

类型:类型决定了变量可以存储的值的范围。

范围: 分为局部变量和全局变量。

二、变量及常数名称

变量和常数名称必需以一个字母作为起始。名称中可以包含字母 A 至 Z、a 至 z、下划线"_",以及数字。不得超过 40 个字符,不可使用保留字,不可使用 P, J, V, PA, PB, PC, PD 等系统变量。注意,为了增加程序的可阅读性,变量的名称应该是能够完全而又准确地描述变量所代表的实体。

三、变量赋值

把 B 的值赋给变量 A, 这个过程称为赋值。记做 A=B。其中"="为赋值符号。 赋值语句的一般形式为:变量名=表达式

四、变量类型

变量类型	说明	数值范围
Byte	字节类型,存储右边范围内的正整数	0~255
Boolean	布尔类型,用来描述变量真/假状态	True 或 False
String	字符串类型,存储字符串内容,如 a= "foxconn"	0~65535 个字符
Integer (%)	短整型,存储右边范围内的整数,可以 是负数	-32768~32767
Long (&)	长整型,存储右边范围内的整数,可以 是负数	-214783648~214783647
Single (!)	单精度,存储右边范围内的实数,可以 有小数点	3/4E-38~3/4E+38
Double (#)	双精度,存储右边范围内的实数,可以 有小数点	1/7E-308~1/7E+308

五、变量的声明

格式:Dim 变量名 As 变量类型

范例:

- Dim X As string
- Dim Y As Double

Dim a, b as integer

Dim b as integer, c As Double

注意,全局变量需声明在 sub main 函数外面。

六、变量范围

假如在任何函数定义之外声明了一个变量,则该变量为全局变量,且该变量 的值在整个持续范围内都可以访问和修改。假如在函数内声明了一个变量,则该 变量为局部变量。每次执行该函数时都会创建和破坏该变量;且它不能被该函数 外的任何事物访问。 七、变体变量和串联

字符串和数字符串联的结果是字符串。使用"&"操作符可以确保无论何种 数据类型都能连接成功,&操作符不能对数值进行数学运算,它只是简单地把它 们当作字符串连接起来。

范例:

```
Dim a As integer
a=3
Print "b=" & a
```

八、数组

支持一维和多维数组。数组可以使用相同的名称,代表一系列具有相同数据 类型的变量,数组中所有的元素都有相同的数据类型。数组有上下边界,声明数 组时必须给出数组上边界,并且上边界必须是整数。

注意,内建结构型,如P(10),V(10),J(10)等不能作为数组使用。 范例:

Dim a(10) As Interger

课题十 机器人的基本运算法则

课时:6

实训目的:掌握机器人的基本运算法则

教学要点: 掌握+、-、*、/、>、<、>=、<=、≠、And 、or 等的运算

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
新程序的创建	掌握不同任务程序的创建	10		
基本法则应用	掌握+、-、*、/、的应用	10		
关系运算符	掌握关系运算符的使用	10		
逻辑运算符	掌握逻辑运算符的使用	10		
优先级排序	掌握运算符优先级排列表	10		
三角函数	掌握三角函数的用法	10		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	10		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	10		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	10		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

42. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

43. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

44. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

45. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

46. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 编辑机器人程序,定义不同的数据类型 A、B、C、D,当 A=2, B=10, C=9, 计算 A*B-C*A+B/C 的值,将该值存入 D 中。

3. 求三角函数,已知直角边 A=5,B=10,求斜边 C、B 边与 C 边的夹角的正弦 值 β 值。

教学过程:

异致烂异门		
运算符	功能	用法
^	乘方	$x = y^2$
_	负数	x = -2
*	乘法	x = 2 * 3
/	除法	x = 10/2
Mod	取余数	$x = y \mod z$
+	加法	x = 2 + 3
_	减法	x = 6 - 4
	+ xx 是 并 fi 运算符 - * / Mod + _	运算符 功 能 · 乘方 - 负数 * 乘法 / 除法 Mod 取余数 + 加法 - 减法

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

例如:

程序可写成: (-b+sqr(b²-4*a*c))/(2*a)

 土玄运管位
 大 尔 丛 昇 小

运算符	功能	用法
<	小于	Х<у
<=	小于或等于	Х<=у
=	等于	X=y
>	大于	X >y

>=	大于或等于	X >=y
\diamond	不等于	Х<>у

三、逻辑运算符

操作数	功 能	用 法
Not	逻辑非	If Not (x)
And	逻辑与	If $(x \ge y)$ And $(x \le Z)$
0r	逻辑或	if $(x = y)$ Or $(x = z)$
Xor	互斥	if $(x = y)$ Xor $(x = z)$

Xor:只能是两种条件满足其一才执行,若同时满足则不执行。

四、运算符优先级

在一个表达式中如果同时存在多个运算符,那么运算符优先级较高的运算符 会先被系统处理。

如表达式: If x>y and x<z Then

因为>和<的优先级高于 And,所以 x>y 和 x<z 优先处理,然后两个运算结果以 And 作运算。

运算符	优先级
()	最高
^	
_	
/, *	
Mod	
+, -, &	
=, <>, <, >, <=, >=	
Not	
And	
Or	最低

五、运算符优先级排列表

六、常用数学函数

Abs	(***)	,	求绝对值
Atn	(***)	,	求反正切
Cos	(***)	,	求余弦值
Sin	(***)	,	求正弦值
Tan	(***)	,	求正切值
sqr	(***)	,	求平方根

用法例如:

Sub Main

	Dim	nVar , nInt	As	Integer
	Dim	Rad ,ang As	Dou	ble
	Dim	dVar As Double	е	
	nInt	= Abs(nVar)	,	求 nVar 的绝对值
	Ang	= Atn (Rad)	,	求 Rad 的反正切值
	dVar	= Cos(Rad)	,	求 Rad 的余弦值
	dVar	= Sin(Rad)	,	求 Rad 的正弦值
	dVar	= Tan(Rad)	,	求 Rad 的正切值
	dVar	= Sqr(nVar)	,	求 nVar 的平方根
End	Sub			

课题十一 机器人运动指令应用

课时:6

实训目的:掌握工业机器人运动指令应用

教学要点: 点对点插补指令 Move P、直线运动指令 Move L、圆弧运动指令 Move C

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
新程序的创建	掌握不同任务程序的创建	10		
Move P 应用	掌握点对点插补指令 Move P 的用法	10		
Move L 应用	掌握 Move L 指令的用法	10		
Move C 应用	掌握 Move C 指令的用法	20		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	10		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	10		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	10		
任务4程序	编写任务4程序,并且运行结果正确。	10		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

47. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

48. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

49. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

50. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

51. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

52. 正确新建程序

课后作业:

要求:根据任务要求,创建机器人不同任务新的程序,命名为自己名字的简写+班级+ 任务名简写。根据要求,对程序进行注释,能被使用者快速读出当前程序的用途。根据任务 要求,使用 Move P、Move L、Move C 完成不同任务程序的编程及调试。

如图所示



- 1、使用 Move P 指令完成1号轨迹程序编程及调试。
- 2、使用 Move L 指令完成 2 号轨迹程序编程及调试。
- 3、使用 Move L 指令完成 3 号轨迹程序编程及调试。

4、使用 Move C 指令完成 4 号轨迹程序编程及调试。

教学过程:

一、Move 指令

功能:将机器人法兰(flange)移动到指定的目标位置。

格式:Move (插补方法), @(到达目标确认形式), (路径目标), (速度比)

参数:

(1) 设定运动插补方式,可用的类型三种: P(点对点)、L(直线)、C(圆弧)。

(2) 机器人末端法兰(flange)到达目标位置确认参数。有三种类型:@0、@P、@E。

- (3)目标点位,可为轴坐标或直角坐标。
- (4) 速度比,内部区域速度比例,范围从1至200。

范例:

Dim s1, s2 as integer

s1=35 s2=100 Move L,@P,P(0),s1 Move p,@0,P(1),s2

```
二、绝对运动与相对运动
```

绝对运动

直接移动至示教点的运动称之为绝对运动,其运动不受先前执行之运动所影响。执行绝对运动的指令有 Move, GoHome, DriveA。

范例1

Move L, @O, P(2), 100 ' 100 代表速度 Move L, @O, P(3), 100

相对运动

从当前位置移动一个指定的距离称之为相对运动。因为相对运动会以当前位置做为参考

点,故其运动会受到先前执行之运动所影响。执行相对运动的指令有 Draw, Drive。

范例 2

Move L, @O, P(2), 100

Draw L, @O, V(3), 100 ! V(3)为 P2 与 P3 间的相对距离



如果从范例1及范例2程序中删除了第一条指令 Move L, @0, P(2), 100, 那么它们的运动将会改变, 如下图, 在范例1中, 机器人以绝对运动方式移动至P(3)。然而, 范例2则从目前位置以相对运动方式移动V(3)。



二、机器人运动及路径规划

插补控制

法兰移动到指定的目标位置的路径。有三种方式:

点对点(Point-to-Point, PTP)

机器人从 P1 点运动到目标位置 P2,运动轨迹取决于机器人各轴间之运动,绝大部分是 非直线。指令为 Move P、Draw P。



直线(Line)

强制沿直线从目前位置 P1 运动到的目标位置 P2。指令为 Move L、Draw L,如果机器人法兰在 P1 及 P2 点时的方位 (RX, RY, RZ) 设定不同,那么在做该运动时会复合旋转运动部分。

圆弧(Circular Arc)

产生一个连接 P1-P2-P3 的圆弧。其中 P1 为起始位置, P2 为中继点, P3 为目标位置。 指令为 Move C,如果机器人法兰在 P1 及 P3 点时的方位(RX, RY, RZ)设定不同,那么在做 该运动时会复合旋转运动部分。

确认到达位置

当机器人从一个运动切换至下一个运动时,有三种方式可决定前一个运动完成时的状态:

顺滑运动 @P

行经目标点位区域而不停止的运动,可和接下来的运动指令产生连续性运动。



定点运动 @0

可决定机器人是否已到达目标点位的运动,当伺服系统的命令位置与目标点位相符时即 算是到达,如程序的最后一个运动为@P(其后无其它运动存在),那么该运动会以@0方式结 束。

Move P,@O, P(2), 100

Move P, @0, P(3), 100



编码器数值确认运动 @E

编码器数值确认和定点运动相类似,但它是以编码器数值来确认目标点位是否已到达, 其定位精度依各机型机器人而有不同。 P1 ●

MoveP,@E, P(2), 100

MoveP, @E, P(3), 100



将一条由 Move 指令所产生的路径切割成 100 等份,透过格式 Move @N 或 Move @PN 即可 控制触发点,其中 N 值表示距终点位置长度 K 与全路径长 L 度之比例,以百分比表示(100-0,100 表示位于起点,0 表示位于终点),@P 将与@P100 具有相同之意义,当下了一道 Move @P 命令后系统会立即执行后面的非运动指令。@P50 或@50 表示当运动命令执行至一半时开 始执行后面的非运动指令,而@P0 或@0 则表示要等到命令完全结束后才执行后面的非运动指 令。



如:

```
Move L, @70, P(0), 100
SetOutp PB, 0, True '当路径还剩 70%时,将 PBO 设为有输出
Delay 2000
WaitMotion 30
SetOutp PB, 0, False '当路径还剩 30%时,将 PBO 设为无输出
```

在此三者运动中, @P 的运动速度最快,时间最短。其次则为@0 运动,然后是@E 运动。

课题十二 常用输出控制指令

课时:2

实训目的:掌握屏幕输出指令的使用

教学要点: Print 、Msgbox 的用法

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
新程序的创建	掌握不同任务程序的创建	10		
使用 Print 指令	掌握 Print 指令的用法	20		
使用 msgbox 指令	掌握 msgbox 指令的用法	20		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	10		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	20		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	10		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

53. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

54. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

55. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

56.操作过程中要注意机器人的奇异点。

57. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

58. 正确新建程序

59. 正确使用 Print、Msgbox 指令。

课后作业:

1. 启动工业机器人后,在工业机器人的输出窗口写出:"启动工业机器人程 序,请操作人员注意安全"。

2. 当按下停止按钮时,停止工业机器人程序,并在工业机器人屏幕上,输停 止信息出对话框,写出:"当前工业机器人触发停止操作,请操作技术人员核实 情况后,并排除故障后才能再次启动工业机器人"。

3. 计算 3. 14*10-2*10÷80. 5 的数值,并在工业机器人屏幕上的信息出对话 框输出计算结果。

教学过程:

1.Print

格式: Print 字符串 变量 常量

功能:输出字符串到主面板输出窗口。

范例:

```
Dim s as string '声明变量
S="boy"
```

Print "Hello"

Print "sex="& s

2. Msgbox

格式: msgbox 字符串 变量 常量

功能:产生一个通用对话框,并中断当前程序。

范例:

Dim s as string '声明变量

```
S= "boy"
```

Msgbox "Hello"

课题十三 机器人常用时间指令

课时:2

实训目的:掌握机器人常用时间指令

教学要点: Delay、timer 指令的应用

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
Delay 指令	掌握 Delay 指令的用法	10		
timer 指令	掌握 timer 指令的用法	10		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	10		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	20		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	20		
任务4程序	编写任务4程序,并且运行结果正确。	20		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

60. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

61. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

62. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

63. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

64. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

如图



5、合理使用指令完成图中轨迹1的程序,要求在起点延时5S后开始运动,结束时延时2S离开该轨迹。

6、合理使用指令完成图中轨迹 2 的程序,要求在起点延时 2S 后开始运动,中间每个过渡点延时 1S,结束时延时 3S 离开该轨迹。

7、合理使用指令完成图中轨迹 3 的程序,要求在起点延时 1S 后开始运动,中间每个过 渡点依次延时 1S、2S、3S,结束时延时 1S 离开该轨迹,计算整个过程节拍时间。

8、合理使用指令完成图中轨迹4的程序,计算完成该轨迹的节拍时间。

教学过程:

一、Delay 指令

功能:使目前程序延迟一段时间,单位为毫秒(ms)。范围: 0-32767ms。

范例

Delay 1000 '延时1秒后程序往下运行

单一 Delay 函式最长延迟时间 32767ms,若需要延缓的时间大 32767ms,可 重复呼叫此函数。

例如:延迟6s时间

Delay 3000

Delay 3000

二、Timer 指令

功能:计算程序执行经过时间。

范例

Sub Main()

Dim T1, T2 As Double

T1=timer

Delay 1234

T2=timer

Msgbox t2-t1

End Sub

课题十四 机器人速度控制指令应用

- 课时:2
- 实训目的:掌握机器人速度控制指令的应用
- 教学要点: Speed、Accel、Decel 的用法
- 实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
新程序的创建	掌握不同任务程序的创建	10		
Speed 指令	掌握 Speed 指令的用法	10		
Accel 指令	掌握 Accel 指令的用法	10		
Decel 指令	掌握 Decel 指令的用法	10		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	10		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	10		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	15		
任务4程序	编写任务4程序,并且运行结果正确。	15		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

65. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

66. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

67. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

68. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

69. 操作过程要注意人身安全,防止因为操作不当,造成人员伤亡。

70. 正确新建程序

71. 正确使用不同的速度控制指令。

课后作业:

要求:根据任务要求,创建机器人不同任务新的程序,命名为自己名字的简写+班级+ 任务名简写。根据要求,对程序进行注释,能被使用者快速读出当前程序的用途。根据任务 要求,使用 Move P、Move L、Move C 完成不同任务程序的编程及调试。

如图所示



9、使用 Move P 指令完成 1 号轨迹程序编程及调试,同时使用 Speed 指令、Accel 指令、 Decel 指令,对程序进行速度调节。

10、使用 Move L 指令完成 2 号轨迹程序编程及调试,同时使用 Speed 指令、Decel 指令, 对程序进行速度调节。

11、使用 Move L 指令完成 3 号轨迹程序编程及调试,同时使用 Speed 指令、Accel 指令, 对程序进行速度调节。

12、使用 Move C 指令完成 4 号轨迹程序编程及调试,同时使用 Speed 指令、Accel 指令, 对程序进行速度调节。

教学过程:

1、速度控制

机器人的速度控制:外部(external)速度、内部(internal)速度控制,两者均以百分比表示。外部速度比和内部速度比的乘积决定为实际速度比例大小:

外部速度比: 70%

内部速度比: 30%

实际速度比= 70%*30% = 21%

外部速度比可由软件操作面板或由 SpeedEx 指令设定。

2、加减速度控制

加减速控制分为外部(external)加减速及内部(internal)加减速控制。外部加减速时间和内部加减速比的除积可决定为实际加减速时间大小:

外部加减速时间: 100ms

内部加减速比: 50%

实际加减速时间: 100/50% = 200ms

其中外部加减速时间(ms)可由软件工具选项中设定。

注意,外部加减速时间愈大,实际加速度则愈小,反之亦然。而内部加减速比是由 Accel

及 Decel 指令设定。

3、速度控制
 Speed 程序的内部速度比, 范围 1-200
 格式: Speed 50
 Accel 内部加速度比例,范围 1-200
 格式: Accel 50
 Decel 内部减速度比例,范围 1-200
 格式: Decel 50

课题十五 机器人关节控制指令及坐标获取

课时:2

实训目的:掌握机器人关节控制指令及坐标获取

教学要点:掌握 DriveA、PoseP、PoseJ、PoseV 指令的使用

实训仪器: 福匠机器人实训台

评分标准:

评分内容	评分标准	配分	扣分	得分
DriveA 指令	掌握 DriveA 指令的含义及用法	10		
PoseP 指令	掌握 PoseP 指令的含义及用法	10		
PoseJ 指令	掌握 PoseJ 指令的含义及用法	10		
PoseV 指令	掌握 PoseV 指令的含义及用法	10		
任务1程序	编写任务1程序,并且运行结果正确。	20		
任务2程序	编写任务2程序,并且运行结果正确。	10		
任务3程序	编写任务3程序,并且运行结果正确。	10		
任务4程序	编写任务4程序,并且运行结果正确。	10		
安全操作	操作过程注意人身安全和设备安全	10		

安全及注意事项:

72. 操作过程要注意手动操纵速度,速度不能大于10%。

73. 操作过程要注意各轴的硬限位,同时要观看各轴之间的位置关系,防止互相碰撞。

74. 操作过程要注意机器人与外围设备之间的位置关系,防止在操作过程中机器人撞击 外围设备,导致机器人损坏。

75. 操作过程中要注意机器人的奇异点。

76. 操作过程要注意人身安全, 防止因为操作不当, 造成人员伤亡。

课后作业:

1. 编辑机器人程序,完成规定的回原点动作,依次为 J4=0°、J5=90°、J6=0°、J1=0° J2=0°、J3=0°,没移动一个关节轴,都要等待 0.5 秒,才能执行下一个轴的运动。

2. 任意示教两个机器人点 P(1)、P(2), 计算两点间的 X、Y、Z 差值为多少,并在机器人运行记录中写屏显示对应差值。

3. 任意示教两个机器人点 j(3)、j(4), 计算两点间的 3 轴的角度差为多少, 并在机

器人运行记录中写屏显示对应差值。

4. 任意示教两个机器人点 V(6)、V(7),计算两点间的 X轴向量差值为多少,并在机器人运行记录中写屏显示对应差值。

教学过程:

1.DriveA 指令

功能:将某一轴旋转至目标角度。

范例:

DriveA	J2,	10	,	J2 轴旋转到 10 度
DriveA	J3,	0	,	J3 轴旋转到 0 度

DriveA J4, -25 'J4 轴旋转到-25 度

2. 坐标结构类型指令

PoseP:描述一个直角坐标类型结构。

PoseP (X, Y, Z, RX, RY, RZ)

PoseJ: 描述一个轴类型结构。

PoseJ (J1, J2, J3, J4, J5, J6)

PoseV: 描述一个向量类型结构。

PoseV(X, Y, Z)

3. 点位数据库中数值的获取

直角坐标系(PoseP)

直角坐标系中的点位在程序中使用 P(n)获取。

说明: n 表示点位 ID 号。

例如:显示 p(2) 点的 x 值坐标。Msgbox p(2).x

轴坐标系(PoseJ)

轴坐标系中的点位在程序中使用 j(n)获取。

说明: n 表示点位 ID 号。

例如:显示 j(2) 点的 j1 值坐标。Msgbox j(2). j1

向量坐标系(PoseV)

向量坐标系中的点位在程序中使用 v(n)获取。

说明: n 表示点位 ID 号。

例如:显示 v(2) 点的 x 值坐标。msgbox v(2).x

注意: P(),J(),V()是系统自定义结构体,不需进行声明。系统自定 义结构体间不能直接进行四则运算,

例如: msgbox p(1).x-p(2).x 错

应该改写为以下方式:

Dim a, b , c as double a=p(1).x b=p(2).x c=a-b '计算两点间的差值, 赋值给 c Msgbox c