99 100

出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：四技机械三甲　學號：99081531　姓名：林文明

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

Repeatability 重复度只：机器人可-再重新回至原先教导所指定位置的能力。

Orientation：机器人操作时，不论用目标是操纵器连杆，工件或项，都需以两个特质来描述：位置与姿位。这二者都以物于空间中某些参考座标系。

2.試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

解：直角坐标系统由三个~~旋转轴~~构成，第一轴、第二轴、第三轴均为P.(滑动)(平移关节)

关节坐标系统由三个旋转轴构成，第一轴、第二轴、第三轴均为R(旋转).(旋转关节)

直角坐标系统应用于取置工作，包装应用，组合，工具机操作以及弧焊。

关节坐标系统用于组合、压铸、铸件清理、气焊、弧焊与喷装。

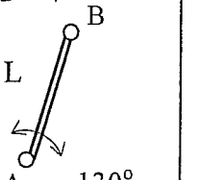
3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍爲 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)爲 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)爲何？(假設 10bit DACS)

解：$\delta\theta = \frac{(130/180)\pi}{2^{10}} = 0.002215\,rad$

$L = 250\,mm$

故顶端 CR. $CR = 250 \times \delta\theta = 250 \times 0.002215 = 0.5538\,mm$　$MI = 0.03\,mm$

$\therefore SR = CR + MI = 0.5538 + 0.03 = 0.5838\,mm$

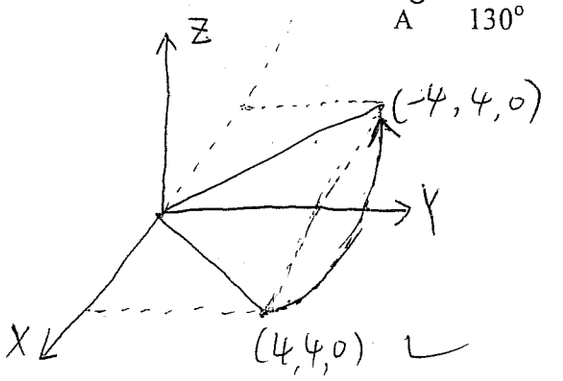


若为滑行臂，则 CR. $CR = \frac{250}{2^{10}} = 0.2441\,mm$

$\therefore MI = 0.03\,mm$

$\therefore SR = MI + CR = 0.2441 + 0.03 = 0.2741\,mm$

4.(20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？



解：设新座标为P_1

则 $P_1 = Rot(Z,90^\circ)\cdot P$

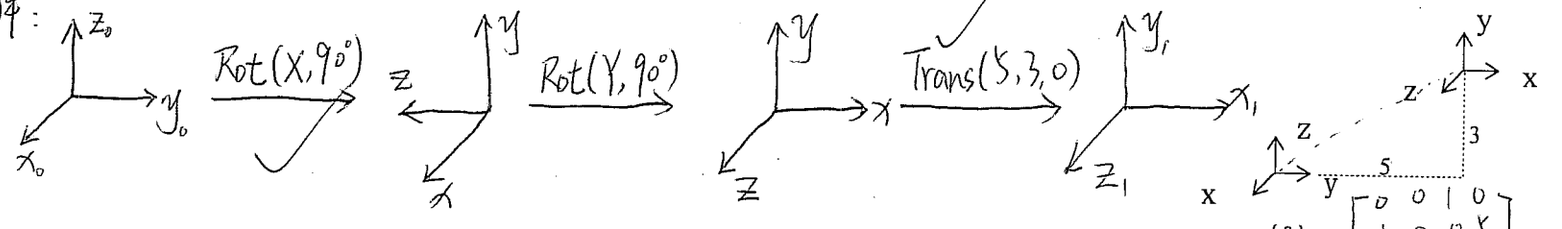
$$Rot(Z,\theta) = \begin{bmatrix} C\theta & -S\theta & 0 & 0 \\ S\theta & C\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

得 $P_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^0_1T$。(需繪轉換圖)

{1}

解：



$${}^0_1T = Rot(X,90^\circ)\cdot Rot(Y,90^\circ)\cdot Trans(5,3,0)$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} 5 \\ 3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0 \\ 3 \\ 5 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -5 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：機四乙　學號：96401095　姓名：李宗修

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

Repeatability：機器人可一再重新回至原先教導所指定的能力

Orientation：三個方位向量來定義手爪在空間的姿態。

99

2.試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

直角座標系統：無旋轉關節，全部為平移關節，用於簡單的運動。

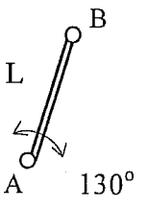
3

關節座標系統：至少有3個旋轉關節，用於組合、壓鑄、鑄件清理…等等之複雜運動。

3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍為 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)為 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)為何？(假設 10bit DACS)

8

$$\frac{(\frac{130}{180}\pi)}{(0)4} = 0.0007052 \text{ rad}$$

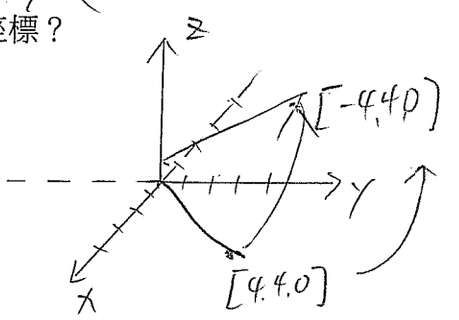


$$250 \times 0.0007052 = 0.1763 \text{ mm}$$

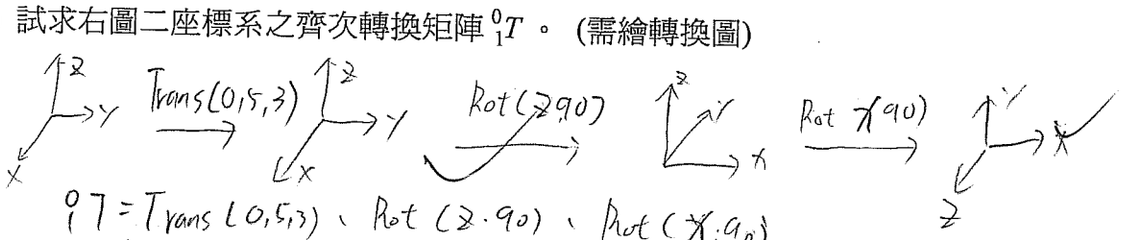
$$0.1763 + 0.03 = 0.2063 \text{ mm}$$

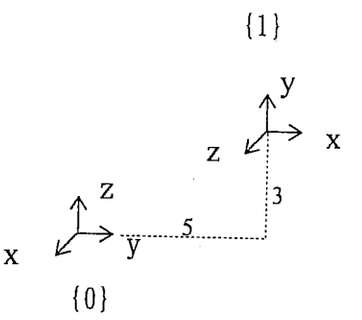
4.(20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$



5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^0_1T$ 。 (需繪轉換圖)





$${}^0_1T = Trans(0,5,3) \cdot Rot(Z,90) \cdot Rot(X,90)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：四技私四甲　學號：96401039　姓名：朱家彥

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

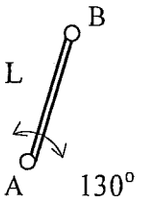
二 重覆性：私器人可一再重新回至原先教導所指定的能力。

二 Orientation：三個方向分位向量來定義手爪在空間的姿態。 67

2.試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

14 機器人直角座標是應用在計算空間而關節座標是計算軸和軸之間相對座標。

3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍爲 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)爲 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)爲何？(假設 10bit DACS)



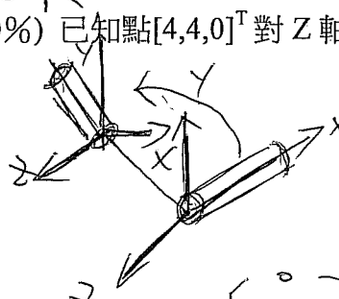
SR=

$\tan 60 = \frac{(130°/180)\pi}{1024} = \frac{0.72\pi}{1024}$

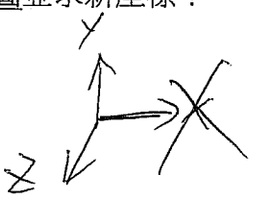
$CR = \frac{L \times \theta}{\text{SR}} = \frac{2.2698}{1024} = 0.126$

$CR = 25 \times 0.126 = 3.172$

4.(20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？



[4,4,0]



$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

新座標 P＝(-4, 4, 0)

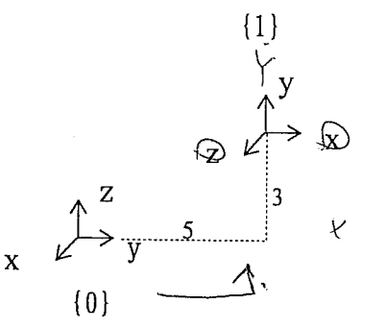
5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^0_1T$。(需繪轉換圖)

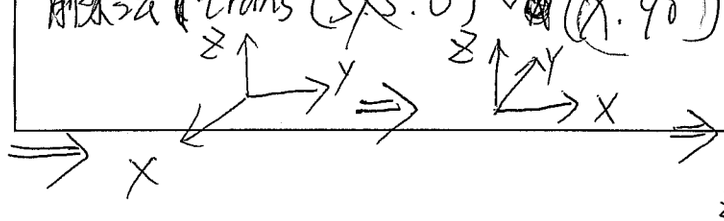
10 ${}^0_1T = trans(5,3,0) \cdot Rot(X,90°) \cdot Rot(Z,90°)$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & 5 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 3 \\ \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Rot

前乘法 (trans(5,3,0) (X,90°) . Rot(Z,90°)





出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：機四乙　學號：9640107　姓名：李佐鈞

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

Repeatability：重複度，機器人手-再回至曾先教導所指定位置的能力

Orientation：方位　三個方位向量定義手爪在空間的姿態

60

2.試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

直角座標：平移無旋轉

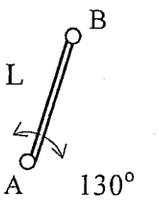
關節座標系統：具有至少3個旋轉關節，用於組合左右、鑄件清理、氣焊、弧焊與噴漆

3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍爲 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)爲 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)爲何？(假設 10bit DACS)

$\frac{130/180\pi}{1024} = 0.004315$

$250 \times 0.004315 = 1.079875$

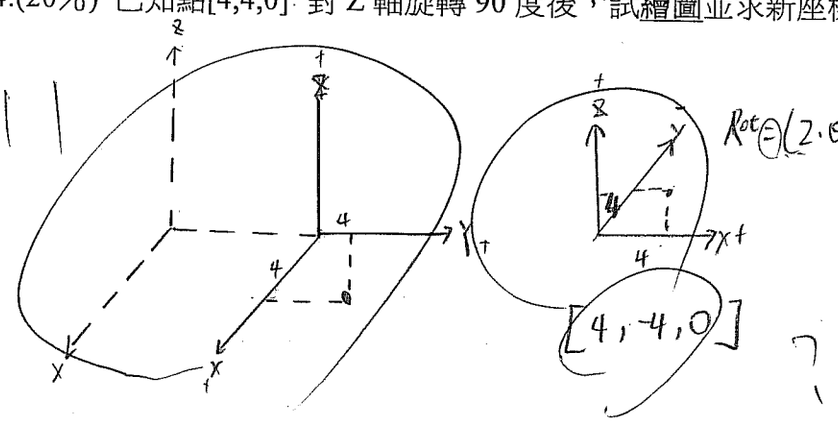
$1.079875 + 0.03 = 1.109875$ mm



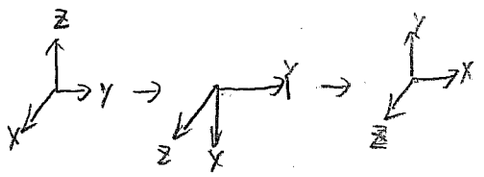
4.(20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？

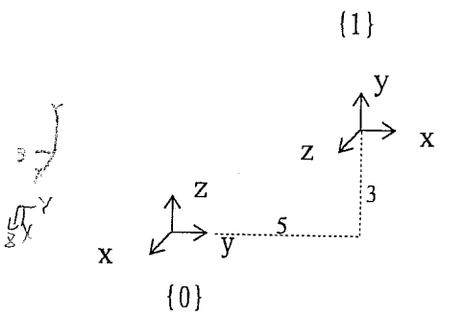
$\begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$Rot(z,\theta) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 \\ 4 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$



5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^0_1T$ 。 (需繪轉換圖)





出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：机械四乙　學號：9649031　姓名：黃永昌.

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

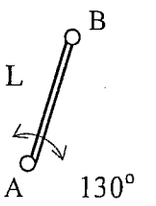
Repeatability 重複性,机器人回-再回至原先教導所指特定位置的能力.

Orientation(方位)三个方位向量来定義机座空間姿態.

10

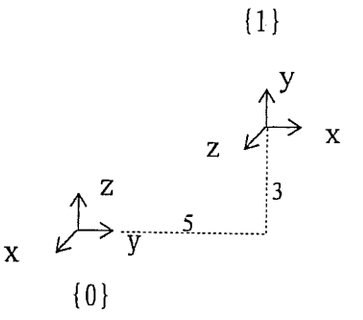
2. 試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍爲 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)爲 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)爲何？(假設 10bit DACS)



4. (20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？

5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^0_1T$ 。 (需繪轉換圖)



出題負責教師：蔣祥第

建國科技大學 99 學年度 第 2 學期　班級：四技機四 A　科目：機器人學　(期中考) 考試試題

班級：機械四乙　學號：B9401021　姓名：吳哲豪

1. 名詞解釋：(10%)

Repeatability, Orientation

Repeatability：重複精度，機器人可一再回覆的

Orientation：(方位) 三個方位向量來定義手爪在空間的姿態

9

12

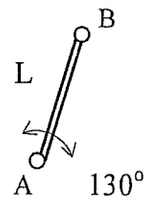
2.試簡述機器人直角座標系統與關節座標系統之結構，並略述二者應用之差異。(20%)

直角：

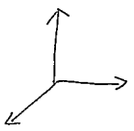
關節：機器人的種個位置都可轉動。

3

3. (30%) 若一關節機械手臂 AB 長度 L＝250 mm，若連桿操作範圍爲 130°，機械誤差(mechanical inaccuracy)爲 0.03mm，試求 B 端之空間解析度(spatial resolution, SR)爲何？(假設 10bit DACS)



4. (20%) 已知點$[4,4,0]^T$對 Z 軸旋轉 90 度後，試繪圖並求新座標？



5. (30%) 試求右圖二座標系之齊次轉換矩陣 ${}^{0}_{1}T$。 (需繪轉換圖)

