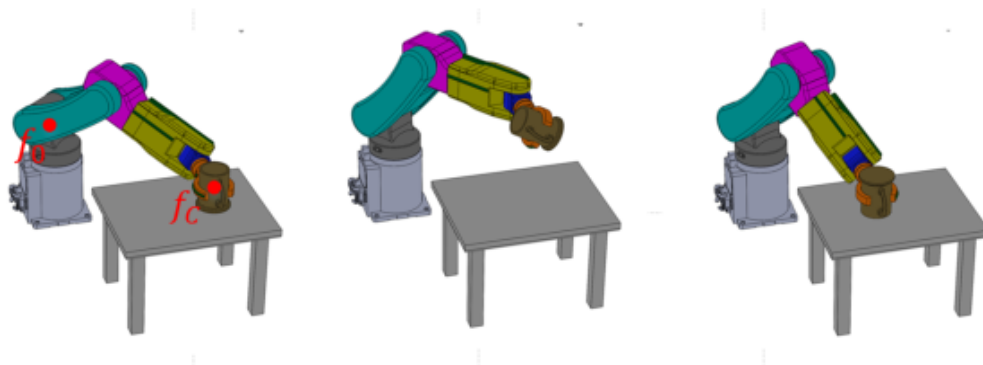


1.

1 分

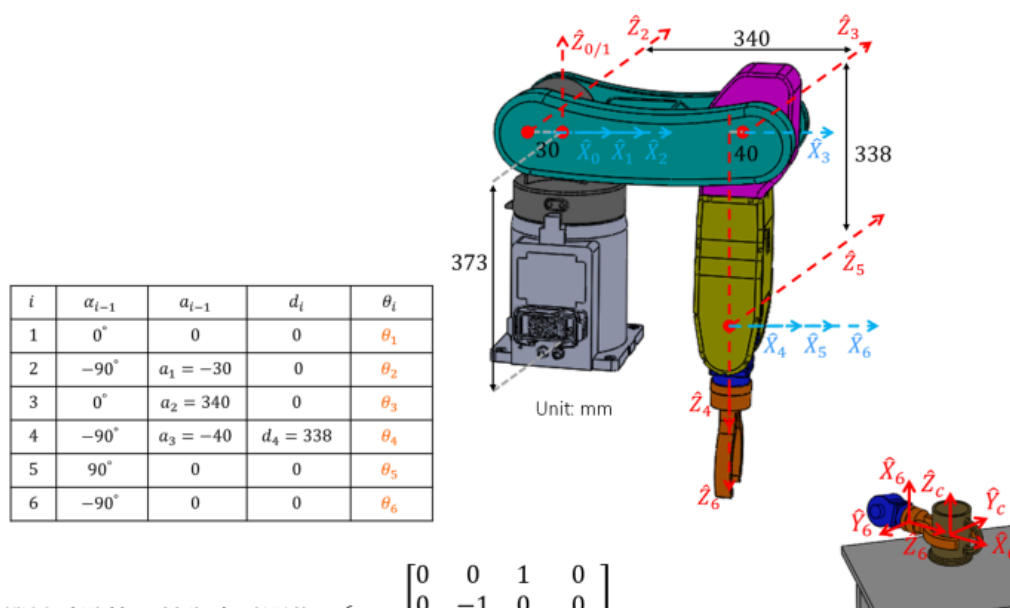


延續課程中採用的六軸機械手臂，以上三圖為手臂將桌上的杯子倒著放的軌跡截圖。從機械手臂的Frame {0}座標系來看，杯子的中心（Frame {C} 原點）在不同時間點的位置及姿態分別在下表列出。

($\phi_{x/y/z}$ 是杯子對應Frame {0} x/y/z軸之旋轉角度)

| | 時間 | X | Y | Z | ϕ_x | ϕ_y | ϕ_z |
|----------------------|----|-----|-----|-----|----------|----------|----------|
| 起點(P ₀) | 0 | 630 | 364 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 中途點(P ₁) | 3 | 630 | 304 | 220 | 60 | 0 | 0 |
| 終點(P ₂) | 7 | 630 | 220 | 24 | 180 | 0 | 0 |

其他資訊包括以下機械手臂尺寸、六軸定義及DH Parameters



請以上列所有資訊，回答本測驗所有問題。

問題：

機械手臂在起點(Initial Point P_0) 時，Frame {6} 對於 Frame {0} 的

$$\text{Transformation Matrix } {}^0_6T_{P_0} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & A & C \\ 0 & B & 0 & D \\ 1 & 0 & 0 & E \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

請以//作區隔，依序填寫A-E的答案，答案需四捨五入至整數。

1// -1// 424// 364// 20

2. 機械手臂在第一個中途點(Via Point P_1)的時候，Frame {6} 對於 Frame

1 分

$$\text{{0}} \text{ 的 Transformation Matrix } {}^0_6T_{P_1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & C \\ A & -0.5 & 0 & D \\ B & -0.866 & 0 & 220 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

請以//作區隔，依序填寫A-D的答案，答案需四捨五入至三個有效數字。

-0.866// 0.5// 424// 304

3. 機械手臂在終點(Final Point P_2) 的時候，Frame {6} 對於 Frame {0} 的

1 分

$$\text{Transformation Matrix } {}^0_6T_{P_2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & C \\ 0 & A & 0 & D \\ B & 0 & 0 & 24 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

請以//作區隔，依序填寫A-D的答案，答案需四捨五入至三個有效數字。

1// -1//424//220

4. 你將需要找出機械手臂分別在三個點時，六個軸的角度，並在第4題至第9題作答。

1 分

機械手臂六軸的限制如下：

$$\theta_1 = [-90, 90], \theta_2 = [-90, 0], \theta_3 = [-90, 0]$$

$$\theta_4 = [-180, 180], \theta_5 = [0, 90], \theta_6 = [-180, 180]$$

當機械手臂在起始點 P_0 時，解出第一軸至第三軸的角度，並以//作區隔，從第一軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合以上提供的限制。

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

41// -32// -37

5. 當機械手臂在起點 P_0 時，解出第四軸至第六軸的角度，並以//作區隔，從第四軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合第4題提供的限制。

1 分

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

-113//45//121

6. 當機械手臂在中途點 P_1 時，解出第一軸至第三軸的角度，並以//作區隔，從第一軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合第4題提供的限制。

1 分

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

36//51//38

7. 當機械手臂在中途點 P_1 時，解出第四軸至第六軸的角度，並以//作區隔，從第四軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合第4題提供的限制。

1 分

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

無答案

8. 當機械手臂在終點 P_2 時，解出第一軸至第三軸的角度，並以//作區隔，從第一軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合第4題提供的限制。

1 分

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

27//44//13

9. 當機械手臂在終點 P_2 時，解出第四軸至第六軸的角度，並以//作區隔，從第四軸開始依序寫下。注意每軸的角度需符合第4題提供的限制。

1 分

答案需四捨五入至整數，以角度為單位。

-136//41//36

10. 最後，你需要為機械手臂設計一個在Cartesian Space下，以Linear function with parabolic blends的方法規劃圓滑的軌跡，讓杯子能在指定的時間下通過三點，並作答第10題至第15題

1 分

註1：圓滑軌跡指除初始點及終點外，整段的速度及加速度必須為連續

註2：軌跡的初始及終點速度為0

註3：每段parabolic的軌跡設定為0.5秒

問題：

當 $t = [0.5, 2.75]$ (Linear Region)，依序寫下杯子的中心(Frame {C}) 在 X, Y, Z 的速度，並以//作區隔。

答案需四捨五入至小數點後第二位。

0// -21.82//72.73

11. 當 $t = [3.25, 6.5]$ (Linear Region)，依序寫下杯子的中心(Frame {C}) 在 X, Y, Z 的速度，並以//作區隔。

1 分

答案需四捨五入至小數點後第二位。

0// -22.4// -52.27

12. 當 $t = [0, 0.5]$ (Parabolic Region)，依序寫下杯子的中心(Frame {C}) 在 X, Y, Z 的加速度，並以//作區隔。

1 分

答案需四捨五入至小數點後第二位。

0// -43.64//145.45

13. 當 $t = [2.75, 3.25]$ (Parabolic Region)，依序寫下杯子的中心(Frame {C}) 在 X, Y, Z 的加速度，並以//作區隔。

1 分

答案需四捨五入至小數點後第二位。

0// -1.16// -249.99

1 分

14. 當 $t = [6.5, 7]$ (Parabolic Region)，依序寫下杯子的中心(Frame {C}) 在 X, Y, Z 的加速度，並以//作區隔。

答案需四捨五入至小數點後第二位。

0//44.8//104.53

15. 當 $t = 1.5$ 時，機械手臂的末端（杯子的中心）相對於世界座標會是？請依序寫下杯子的中心（也就是Frame {C} 的原點座標）相對於世界的座標

$${}^0P_{c\ org, t=1.5} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}, \text{ 並以//作區隔}$$

答案需四捨五入至小數點後第二位。

427.55//307.55//223.55