

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1
วันพฤหัสบดีที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2546
วิชา 217-451 : เทคโนโลยีหุ่นยนต์

ประจำปีการศึกษา 2546
เวลา 9.00-12.00 น.
ห้อง R300

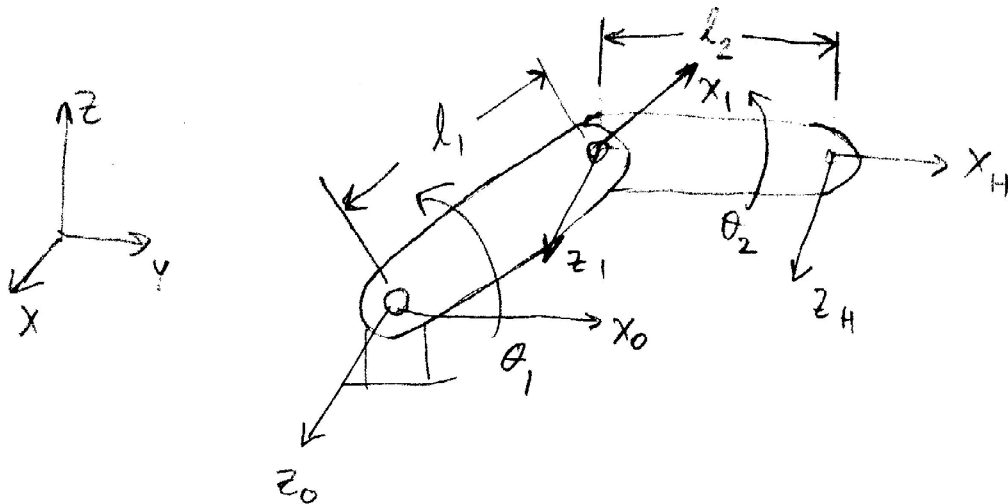
คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำในสมุดคำตอบทุกข้อ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้
3. อนุญาตให้นำเอกสารประกอบการสอนที่แจกให้เข้าห้องสอบได้

ผศ.ดร.วราวุธ วิสุทธิเมธางกูร
ผู้ออกข้อสอบ

1. A coordinate frame is initially coincident with the reference frame. It is then subject to the following transformation;
- rotation about x-axis of the reference frame by 180°
 - translation along its own z-axis (a-axis) by 3 units
 - rotation about y-axis of the reference frame by -90°
 - translation along y-axis of the reference frame by 2 units
- Determine the transformation matrix of this frame relative to the reference frame and find its inverse.

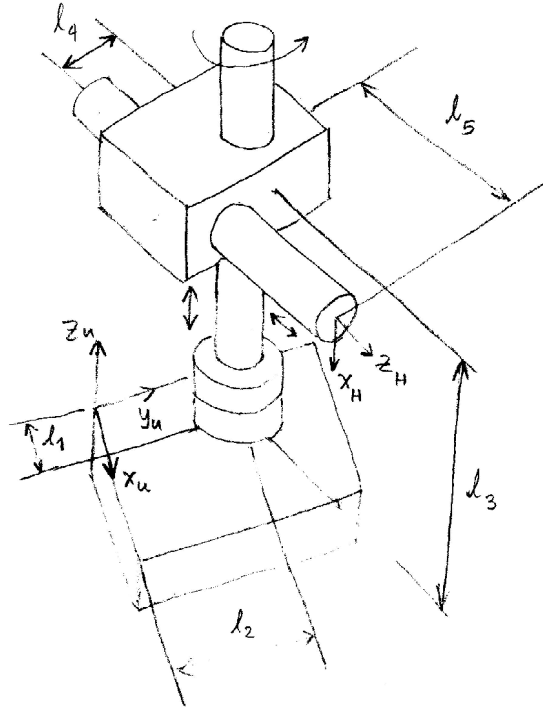
2. The robot in the figure has 2 degrees of freedom and the transformation matrix ${}^0[T]_H$ is given in the symbolic form as well as in numerical form for a specific location. The length of each link l_1 and l_2 is 2 ft.



$${}^0[T]_H = \begin{bmatrix} C_{12} & -S_{12} & 0 & l_2 C_{12} + l_1 C_1 \\ S_{12} & C_{12} & 0 & l_2 S_{12} + l_1 S_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.866 & -0.5 & 0 & 3.1463 \\ 0.5 & 0.866 & 0 & -0.4142 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Derive the inverse kinematic equation for θ_1 and θ_2 in symbolic form.
- Calculate the values of θ_1 and θ_2 for the given location.

3. A robot arm with 3 degrees of freedom is designed as shown in the figure.
- Assign coordinate frames as necessary based on D-H representation.
 - Fill out the parameter table.
 - Find the ${}^U[T]_H$ matrix.



4. The equation of transformation matrix for a cylindrical robot is as follows;

$${}^R[T]_P = [T]_{cyl} = \begin{bmatrix} C \alpha & -S \alpha & 0 & r C \alpha \\ S \alpha & C \alpha & 0 & r S \alpha \\ 0 & 0 & 1 & l \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Differentiate proper elements to develop a set of symbolic equations relating differential motions of the hand and the differential motions of the joints of this robot, and write the corresponding Jacobian.

5. For the cylindrical robot in problem 4

a) Find the three components of the velocity of the hand frame given the following;

$$\begin{array}{lll} \dot{x} = 0.3 \text{ in/sec} & \dot{\alpha} = 0.05 \text{ rad/sec} & \dot{z} = 0.2 \text{ in/sec} \\ r = 20 \text{ in} & \alpha = 60^\circ & l = 15 \text{ in} \end{array}$$

b) Find the three joint velocities that will generate the given hand frame velocity

$$\begin{array}{lll} \dot{x} = 1 \text{ in/sec} & \dot{y} = 3 \text{ in/sec} & \dot{z} = 5 \text{ in/sec} \\ r = 20 \text{ in} & \alpha = 60^\circ & l = 15 \text{ in} \end{array}$$