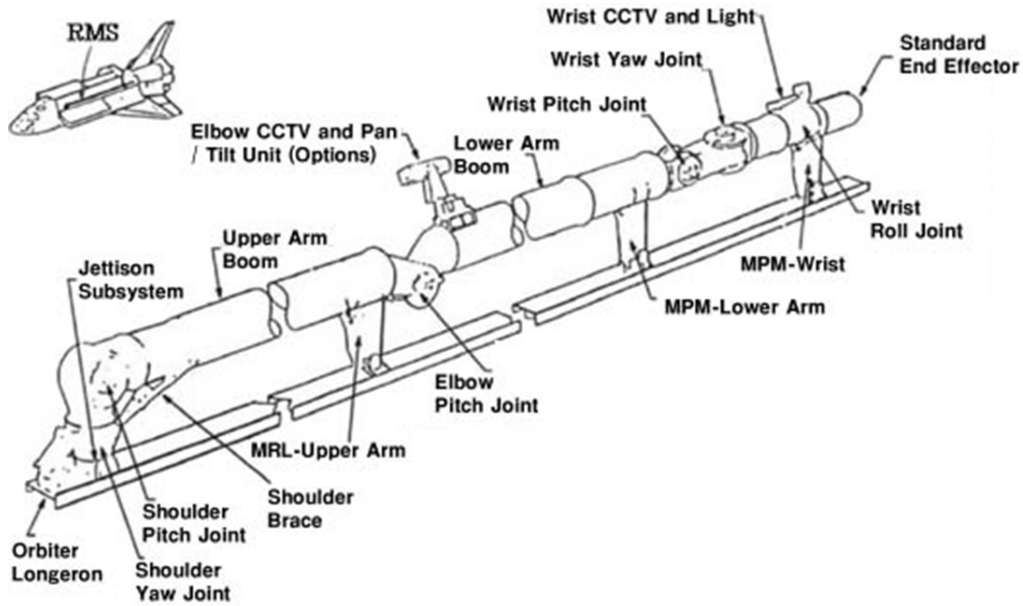
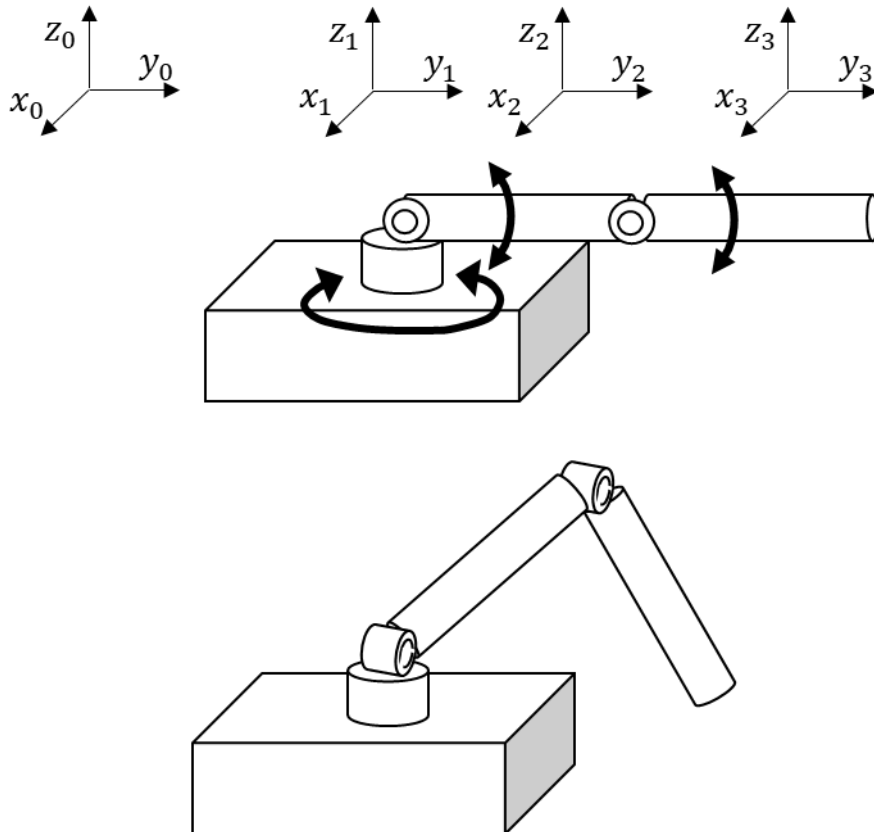


ロボティクス基礎 演習 1

問 1 下の図はスペースシャトルに搭載されているロボットアーム SRMS の概略図である。



先端の手首部分 (Wrist) を固定すると、これは下図のようなマニピュレータとして表現できる。



基準座標系を (x_0, y_0, z_0) とし、第1・第2・第3リンク座標系をそれぞれ、 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) とする。ロボットの初期姿勢と各リンク座標系の配置は図上に示すとおりとする(座標系の原点は関節中心にある)。簡単のため、第1リンクの長さは0、第2・第3リンクの長さをそれぞれ l_2, l_3 [m]とする。

- (1) 軸 q まわりの角度 θ の回転行列を $R(q, \theta)$ で表す。第1関節の回転角を θ_1 、第2関節の回転角を θ_2 、第3関節の回転角を θ_3 とするとき、 (x_0, y_0, z_0) 座標系における手先位置を $R(\cdot, \cdot)$ 等を用いて表わせ。(回転角の符号は右手系にしたがう。)

$$(2) R(x, \theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}, R(y, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}, R(z, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

を用いて、手先位置の具体的な関数形を求めよ。

- (3) 第1関節は初期位置で固定したままとし、第2・第3関節のみを動かす。簡単のため、 $l_2 = l_3 = 1$ [m] とする。それぞれの角度が $\theta_2 = \pi/4$, $\theta_3 = -\pi/12$ [rad] のとき、微小角度変化から (y_0, z_0) 平面上の手先移動量を求める(定数)行列を求めよ。ただし回転角は右手系の符号に従うものとする。
- (4) 手先を y_0 方向に 1 [cm] 動かしたい。必要な各関節の回転量を求めよ。
- (5) このアームは実際には全長約 15m, 直径約 38 cmであり、産業用ロボットに比べるとずいぶん華奢な印象がある。このような設計で問題がないとすればなぜか。
- (6) 先端の手首部にはあと3つの自由度があり、このマニピュレータは計6自由度を持っている。なぜこれだけの自由度が必要であるか答えよ。
- (7) このロボットの手先位置を制御しようとした場合、どのような困難が考えられるか。「ロボットの剛性」から考えて答えよ。