CSCE 452 Project 1 Report

Raegan Lucero Caleb McWilliams Daniel Bartel

Deriving Forward Kinematics

Link lengths and angles

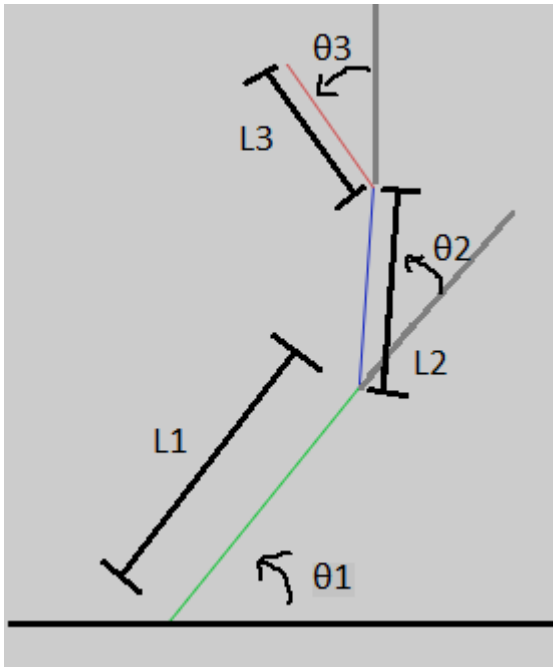

Figure 1: Shows the link lengths and the angles for the paintbot

Frame Attachment

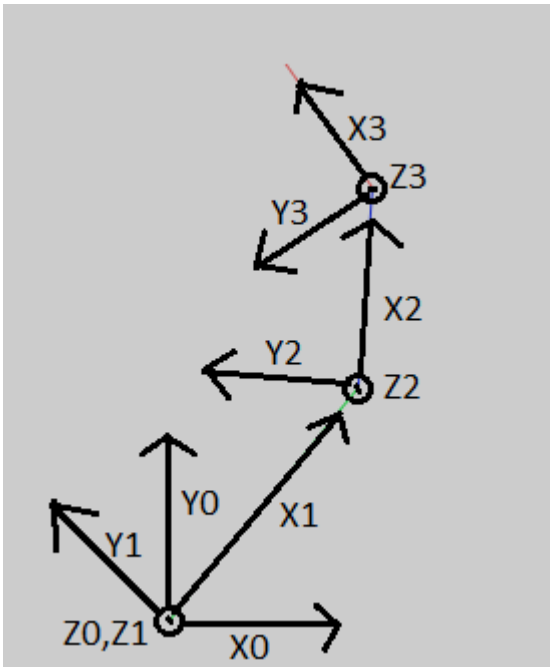

Figure 2: Shows the correct frame attachments for the paintbot. It shows the x,y, and z for each frame. Note that the circle with a dot denotes that the axle is pointing outside of the page

Link Parameters

i	αi-1	ai-1	di	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	0			θ_2
3	0	0	0	θ_3

Figure 3: Shows the link parameters for i one through 3 on the paintbot.

T Matrices for Each Link

$$
{}^{0}_{1}T \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & -\sin\theta_1 & 0 & 0 \\ \sin\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
$$

$$
{}^1_2T \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & L_1 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
$$

$$
{}^2_3T \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & L_2 \\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
$$

Correct Angles from Handout One

Euler Angles

There is one incorrect angle set given. The rest are correct.

Euler XYZ
$$
\begin{bmatrix} \cos\beta\cos y & -\cos\beta\sin y & \sin\beta \\ \sin\alpha\sin\beta\cos y + \cos\alpha\sin y & -\sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & -\sin\alpha\cos\beta \\ -\cos\alpha\sin\beta\cos y + \sin\alpha\sin y & \cos\alpha\sin\beta\sin y + \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\cos\beta \end{bmatrix}
$$

Euler XZY
$$
\begin{bmatrix} \cos\beta\cos y & -\sin\beta & \cos\beta\sin y \\ \cos\alpha\sin\beta\sin y + \sin\alpha\sin y & \cos\alpha\cos\beta & \cos\alpha\sin\beta\sin y - \sin\alpha\cos y \\ \sin\alpha\sin\beta\cos y - \cos\alpha\sin y & \sin\alpha\cos\beta & \sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y \end{bmatrix}
$$

Euler YXZ
$$
\begin{bmatrix} \sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & \sin\alpha\sin\beta\cos y - \cos\alpha\sin y & \sin\alpha\cos\beta \\ \cos\beta\sin y & \cos\beta\cos y & -\sin\beta \\ \cos\alpha\sin\beta\sin y - sin\alpha\cos y & \cos\alpha\sin\beta\cos y + \sin\alpha\sin y & \cos\alpha\cos\beta \end{bmatrix}
$$

Euler YZX
$$
\begin{bmatrix} \cos\alpha\cos\beta & -\cos\alpha\sin\beta\cos y + \sin\alpha\sin y & \cos\alpha\sin\beta\sin y + \sin\alpha\cos y \\ \sin\beta & \cos\beta\cos y & -\cos\beta\sin y \\ -\sin\alpha\cos\beta & \sin\alpha\sin\beta\cos y + \cos\alpha\sin y & -sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y \end{bmatrix}
$$

Euler ZXY
$$
\begin{bmatrix} -\sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & -\sin\alpha\cos\beta & \sin\alpha\sin\beta\cos y + \cos\alpha\sin y \\ \cos\alpha\sin\beta\sin y + \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\cos\beta & -\cos\alpha\sin\beta\cos y + \sin\alpha\sin y \\ -\cos\beta\sin y & \sin\beta & \cos\beta\cos y \end{bmatrix}
$$

Euler ZYX
$$
\begin{bmatrix} \cos\alpha\cos\beta & \cos\alpha\sin\beta\sin y - \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\sin\beta\cos y + \sin\alpha\sin y \\ \sin\alpha\cos\beta & -\sin\alpha\sin\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & \sin\alpha\sin\beta\cos y - \cos\alpha\sin y \\ -\sin\beta & \cos\beta\sin y & \cos\beta\cos y \end{bmatrix}
$$

Note: This (ZYX) is incorrect on handout

Euler XYX
$$
\begin{bmatrix} \cos\beta & \sin\beta\sin y & \sin\beta\cos y \\ \sin\alpha\sin\beta & -\sin\alpha\cos\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & -\sin\alpha\cos\beta\cos y - \cos\alpha\sin y \\ -\cos\alpha\sin\beta & \cos\alpha\cos\beta\sin y + \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\cos\beta\cos y - \sin\alpha\sin y \end{bmatrix}
$$

Euler XZX
$$
\begin{bmatrix} \cos\beta & -\sin\beta\cos y & \sin\beta\sin y \\ \cos\alpha\sin\beta & \cos\alpha\cos\beta\cos y - \sin\alpha\sin y & -\sin\alpha\cos y - \cos\alpha\cos\beta\sin y \\ \sin\alpha\sin\beta & \sin\alpha\cos\beta\cos y + \cos\alpha\sin y & -\sin\alpha\cos\beta\sin y + \cos\alpha\cos y \end{bmatrix}
$$

Euler YXY
$$
\begin{bmatrix} -\sin\alpha\cos\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & \sin\alpha\sin\beta & \sin\alpha\cos\beta\cos y + \cos\alpha\sin y \\ \sin\beta\sin y & \cos\beta & -\sin\beta\cos y \\ -\cos\alpha\cos\beta\sin y - \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\sin\beta & +\cos\alpha\cos\beta\cos y - \sin\alpha\sin y \end{bmatrix}
$$

Euler YZY
$$\begin{bmatrix} \cos\alpha\cos\beta\cos y - \sin\alpha\sin y & -\cos\alpha\sin\beta & \cos\alpha\cos\beta\sin y + \sin\alpha\cos y \\ \sin\beta\cos y & \cos\beta & \sin\beta\sin y \\ -\sin\alpha\cos\beta\cos y - \cos\alpha\sin y & \sin\alpha\sin\beta & -\sin\alpha\cos\beta\sin y + \cos\alpha\cos y \end{bmatrix}$$

Euler ZXZ
$$\begin{bmatrix} -\sin\alpha\cos\beta\sin y + \cos\alpha\cos y & -\sin\alpha\cos\beta\cos y - \cos\alpha\sin y & \sin\alpha\sin\beta \\ \cos\alpha\cos\beta\sin y + \sin\alpha\cos y & \cos\alpha\cos\beta\cos y - \sin\alpha\sin y & -\cos\beta \\ \sin\beta\sin y & \sin\beta\cos y & \cos\beta \end{bmatrix}$$

Fixed Angles

All provided Fixed Angles are correct