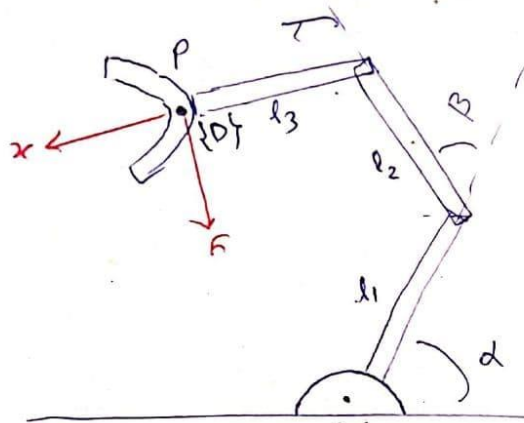


پاسخ پرسش ۱:

اشیا متحرک در یک صفحه ۳ درجه آزادی دارند. یک درجه آزادی مربوط به حرکت در راستای x یکی حرکت در راستای y و دیگری چرخش حول محور z

پاسخ پرسش ۲:

(2)



$${}^A P_D = \begin{pmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{pmatrix} \Rightarrow {}^A P_D = \begin{pmatrix} l_1 \cos \alpha + l_2 \cos(\alpha + \beta) + l_3 \cos(\alpha + \beta + \gamma) \\ l_1 \sin \alpha + l_2 \sin(\alpha + \beta) + l_3 \sin(\alpha + \beta + \gamma) \\ 0 \end{pmatrix}$$

$${}^A R_D = \begin{pmatrix} {}^A x_D & {}^A y_D & {}^A z_D \end{pmatrix}$$

$${}^A x_D = \begin{pmatrix} \cos(\alpha + \beta + \gamma) \\ \sin(\alpha + \beta + \gamma) \\ 0 \end{pmatrix} \quad {}^A y_D = \begin{pmatrix} -\sin(\alpha + \beta + \gamma) \\ \cos(\alpha + \beta + \gamma) \\ 0 \end{pmatrix}$$

$${}^A z_D = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow {}^A_D R = \begin{pmatrix} \cos(\alpha+\beta+\gamma) & -\sin(\alpha+\beta+\gamma) & 0 \\ \sin(\alpha+\beta+\gamma) & \cos(\alpha+\beta+\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} D \\ A \end{pmatrix} R = \begin{pmatrix} A \\ D \end{pmatrix} R^T = \begin{pmatrix} \cos(\alpha+\beta+\gamma) & \sin(\alpha+\beta+\gamma) & 0 \\ -\sin(\alpha+\beta+\gamma) & \cos(\alpha+\beta+\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

CS Scanned with CamScanner

$$D R^A P_D + D P_A = 0 \Rightarrow D P_A = - D R^A P_D$$

$$\Rightarrow {}^D_A T = \begin{pmatrix} D R^A & D P_A \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

CS Scanned with CamScanner

پاسخ پرسش ۳:

زمانی که ربات holonomic باشد اگر در workspace یک حلقه داشته باشیم به این معنی است که رباط به حالت اولیه بازگشته است اما در ربات non-holonomic این گونه نیست. برای مثال ربات میتواند با یک مسافت طی شده یکسان در مکان های مختلفی قرار داشته باشد. در ربات های non-holonomic باید از سرعت لحظه ای استفاده کنیم و با انتگرال گیری مکان نهایی را پیدا کنیم.

پاسخ پرسش ۴:

$$r = r_L = r_R = 3 \text{ cm}$$

(4)

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$\theta_0 = 90^\circ$$

$$v_L = 5 \text{ cm/s}$$

$$v_R = 10 \text{ cm/s}$$

$${}_R \dot{x} = \frac{1}{2} (v_L + v_R) = 7.5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$${}_R \dot{y} = 0$$

$${}_R \dot{\theta} = \frac{1}{d} (v_R - v_L) = 0.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\dot{\mathbf{E}}_I = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} {}_R \dot{x} \\ {}_R \dot{y} \\ {}_R \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} {}_I \dot{x} \\ {}_I \dot{y} \\ {}_I \dot{\theta} \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \dot{\mathbf{E}}_I = \begin{pmatrix} {}_I \dot{x} \\ {}_I \dot{y} \\ {}_I \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7.5 \\ 0 \\ 0.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 7.5 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$



پاسخ پرسش ۵:

(5)

$$\tan(\varphi) = \frac{L}{R} \quad \tan(\varphi_L) = \frac{L}{R - \frac{l}{2}} \quad \tan(\varphi_R) = \frac{L}{R + \frac{l}{2}}$$

$$\begin{cases} R - \frac{l}{2} = \frac{L}{\tan(\varphi_L)} \\ R + \frac{l}{2} = \frac{L}{\tan(\varphi_R)} \end{cases} \Rightarrow \frac{2R}{L} = \frac{\tan \varphi_R + \tan \varphi_L}{(\tan \varphi_R)(\tan \varphi_L)} \Rightarrow$$

$$\tan \varphi = \frac{L}{R} = \frac{2(\tan \varphi_R)(\tan \varphi_L)}{\tan \varphi_R + \tan \varphi_L} \Rightarrow \varphi = \tan^{-1} \left(\frac{2 \tan \varphi_R \cdot \tan \varphi_L}{\tan \varphi_R + \tan \varphi_L} \right)$$

$$\dot{x} = \dot{\omega} r \quad \dot{y} = 0 \quad \dot{\theta} = \frac{\dot{\omega} r \tan \varphi}{L} \quad \boxed{\text{معادلات سرعت}}$$

$$\Rightarrow x(t) = x_0(t) + \int_0^T \dot{x}(t) \cos \theta(t) dt$$

$$y(t) = y_0(t) + \int_0^T \dot{y}(t) \sin \theta(t) dt$$

$$\theta(t) = \theta_0(t) + \int_0^T \dot{\theta}(t) dt$$

$$\boxed{\text{معادلات پهنایی مسیر}}$$



پاسخ پرسش ۶:

سنسورهای مانند دوربین و قطب‌نما passive هستند.

سنسورهای مانند laser و sonar سنسورهای active هستند.

GPS یک سنسور passive است زیرا به محیط انرژی نمی‌دهد و فقط انرژی می‌گیرد (دریافت سیگنال‌های ارسالی از ماهواره‌ها) البته این موضوع برای گیرنده سیگنال برقرار است ولی اگر ماهواره‌ها را هم جز سنسور در نظر بگیریم آنگاه active می‌شود.

پاسخ پرسش ۷:

برای دنبال کردن یک مسیر تعدادی نقطه روی مسیر در نظر می‌گیریم و هر بار یکی از این نقاط را به عنوان هدف قرار می‌دهیم و به سمت آن می‌رویم وقتی به آن رسیدیم هدف را تغییر می‌دهیم و به این ترتیب مسیر مورد نظر را دنبال می‌کنیم. از آنجایی که در دنبال کردن یک مسیر هدف رسیدن به یک نقطه خاص نیست پس بهتر است به جای اینکه دقیقاً به یک نقطه برسیم و بعد هدف را تغییر دهیم وقتی به فاصله کمی از آن رسیدیم هدف را تغییر دهیم. این فاصله در شکل داده شده با d^* نشان داده شده است. این موضوع باعث می‌شود که حرکت ربات روی مسیر smooth تر شود و ربات از مسیر منحرف نشود.

پاسخ پرسش ۸:

در شکل زیر قسمت‌های سفید رنگ خالی هستند. چون ربات فقط می‌تواند چرخش ۹۰ درجه داشته باشد و مربعی شکل است بنابراین چرخش آن تفاوتی ایجاد نمی‌کند.

