

محرّفی ربات اندازه گیر - Power paint
تشریح فدا یند اندازه گیری -
تکلیف کللی - ۹۳، ۱۲، ۱۵
صنا بطر یا C.M.M

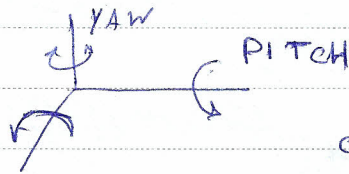
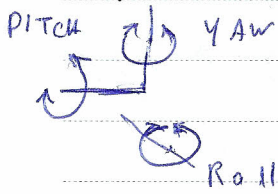
جلسه ۲ - ۹۳، ۱۲، ۱۵

رابطه - قادی به حس و ادراک بوده و بتواند اطلاعات را از محیط اطراف خود جمع آوری نماید -

- قادی به انجام اعمال مختلفی باشد - بتواند جایابی انجام داده و یک کار فیزیکی تطبیق حرکت دادن اشیاء

- قابل برنامه ریزی مجدد باشد

- بتواند بطور خود کار عمل نموده و یا با آدمی ارتباط برقرار نماید -



سیاقول روبات
classical
Reactive
Hybrids
prob ilistic

Robot localization من کجا هستم

به کامپیروم

motion

چگونه بروم

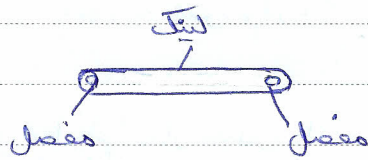
vision - دیدن
voice - صحبت کردن
Tactil - برای لمس و خوردن اشیاء
Force - تشخیص نیرو

جلسه ۲ - ۹۳، ۱۲، ۱۵

پاور پوینت آشنایی و محرّفی ربات ها -

✓ کتاب - تجزیه و تحلیل و کنترل ربات - مولف : آسادی - مترجم : حبیب نژاد

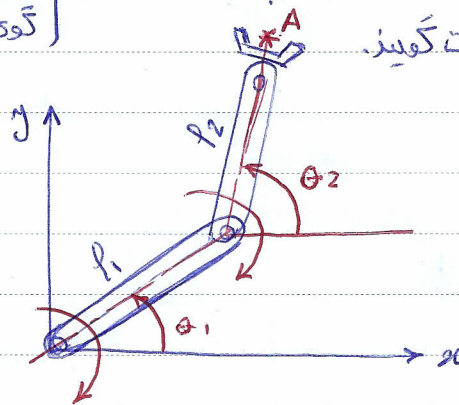
✓ بابم تحریف : بازوی مکانیکی هر ربات ، مجموعه ای از لینک ها و مفاصل می باشد.



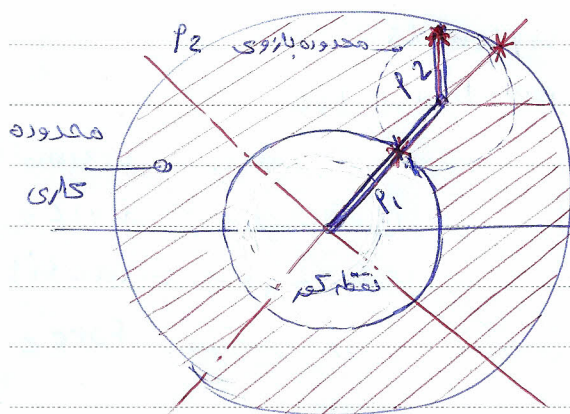
فرض این درس لینک مورد نظر صلب می باشد.
بدون تغییر زمانی که تحت تاثیر نیرو قرار می گیرد
طول لینک در تمام وضعیت های ربات ثابت می باشد

اولا } درجه آزادی مفصل
ثانیا } گوی

✓ فضای کاری ربات : مجموعه نقاط در دسترس ربات را فضای کاری ربات گویند.



* نقطه A در فضای کاری ربات حرکت می کند.



$l_1 + l_2$ شعاع دایره بزرگ :

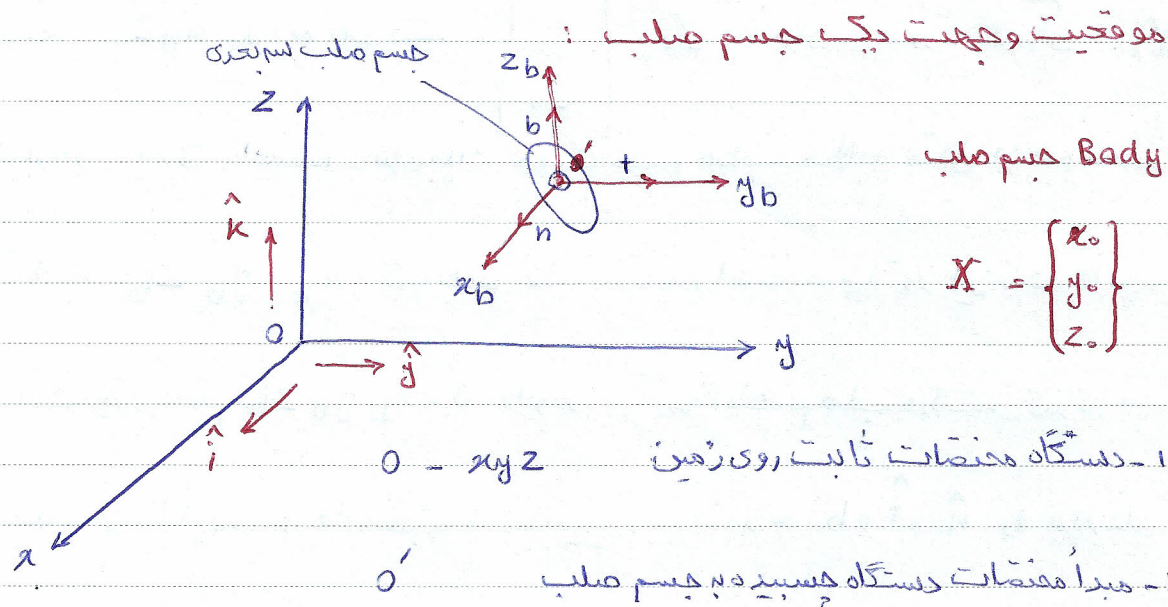
$l_1 - l_2$ شعاع دایره کوچک :

فضای در دسترس ربات : حلقه بین دایره بزرگ و کوچک

✓ سینماتیک ربات ، هندسه

سینماتیک یک بازوی مکانیکی در واقع مطالعه هندسه حرکت بازوی آن می باشد. از

آنجا که انجام وظایف مشخص بوسیله حرکت اهرم های بازو میسر می شود لذا علم سینماتیک خود ابزار مهم در طراحی و کنترل بازوی مکانیکی می باشد.



۳- دستگاه مختصات چسبیده به جسم صلب $O' - x_b y_b z_b$: $\hat{n} + \hat{b}$

توضیح - اهرم‌های بازوی یک عملکرد را می‌توان به صورت یک سیستم صلب مولدسازی کرد

مکان هر کدام از این عضوهای صلب (یا لینک) با موقعیت و جهت آن مشخص می‌شود.

موقعیت جسم صلب - در واقع مختصات مکانی مرکز جرم آن است و جهت جسم صلب

بخشه قرار گرفتن در خط است. موقعیت مورد نظر را می‌توان به وسیله مختصات یک نقطه دلخواه

ثابت نسبت به جسم صلب تعیین نمود مطابق شکل فوق فرض کنید $O - xyz$ یک

سیستم مختصات ثابت متصل به زمین و نقطه O نقطه ای دلخواه (CG مرکز جرم جسم)

متصل به جسم صلب باشد. در نتیجه موقعیت جسم صلب نسبت به این سیستم مختصات

ثابت 2×1 به صورت $\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix}$ بیان می شود. گردان X_0

یک بردار 3×1 است. برای بیان جهت جسم صلب مطابق شکل از سه محور

مختصات x_b, y_b, z_b که به جسم صلب متصلند استفاده می شود این محورها سیستم

مختصات دیگری به نام $0 - x_b, y_b, z_b$ را بوجود می آورند که با جسم صلب حرکت می کنند جهت

جسم صلب توسط این محورها مختصات تعیین می شود. $\hat{n}, \hat{t}, \hat{b}$ را بردارهای

یک مرتبه بگیریم که به ترتیب در جهت محورها مختصات x_b, y_b, z_b باشند مؤلفه ها

هر کدام از این بردارهای یک گسینوس ها هادی هر یک از محورها مختصات هستند که در

سیستم مختصات ثابت 2×1 تصویر شده اند برای راحتی ما هم بردار با هم

ترکیب می کنیم و با استفاده از یک ماتریس 3×3 آنها را به صورت زیر می نویسیم

$$R = \begin{bmatrix} n & t & b \end{bmatrix} \quad \text{ماتریس } R \text{ جهت جسم صلب را به طور کامل و با}$$

$\begin{matrix} \text{ماتریس} & \text{بردار} \\ 3 \times 3 & \begin{matrix} 3 \times 1 & 3 \times 1 & 3 \times 1 \end{matrix} \end{matrix}$

توجه: مرجع مختصات ثابت 2×1 بیان می کند.

توجه داشته باشید که بردارهای ستونی R دو به دو برهم عمود می باشند.

تراشپوز T یا چابوری

$$A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad A^T = [1, 2, 3]$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

$$B^T = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\hat{b}^T \cdot \hat{n} = 0$$

$$\hat{n}^T \cdot \hat{t} = 0$$

$$\hat{t}^T \cdot \hat{b} = 0$$

۰ ضرب داخلی

۸ بردارهای یکجه

باقی به اینکه اندازه (بزرگی) بردارهای یکجه واحدی باشند نیست

$$|b| = 1 \quad \text{اندازه } b$$

$$|n| = 1 \quad \text{اندازه } n$$

$$|t| = 1 \quad \text{اندازه } t$$

داریم

به ماتریسی که در آن ستون دارای طول واحد و عمود بر هم هستند ماتریس متعامد orthonormal

۴ - سیستماتیک ریبات (هندسه حرکت ریبات)

مشغول کردن موقعیت هر نقطه دلفواره فضایی در فضای کاری ریبات

هدف

مشغول کردن جهت قرارگیری جسم صلب (بازوی ریبات) در فضا

$$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k} \quad \text{بردار واحد محورها } x, y, z$$

$$\hat{n}, \hat{t}, \hat{b} \quad \text{بردار واحد } x_b, y_b, z_b$$

x, y, z تصویر مختصات نقطه فضایی P روی محورها x, y, z

$$u, v, w \quad \text{بردار واحد } x_b, y_b, z_b \quad P$$

$$x = \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} \quad \text{بردار مختصات } P \text{ در دستگاه } O - x y z$$

$$x_b = \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} \quad \text{بردار مختصات } P \text{ در دستگاه } O' - x_b y_b z_b$$

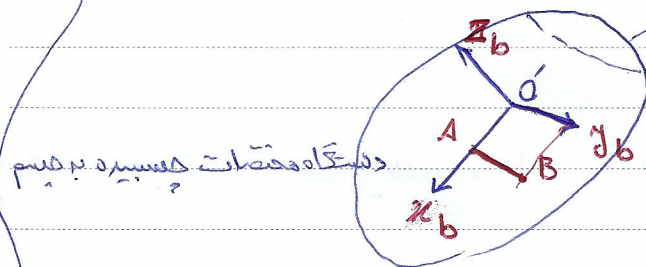
بردار مقصود می‌باشد $\vec{O}$ در دستگاه

$$X_0 \begin{Bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{Bmatrix}$$

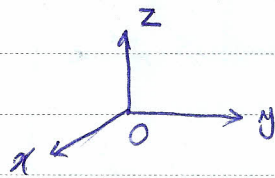
صرفہ کاری / بات

فصل ۱۵، باب ۲

جسم سمجھو (پاور پوائنٹ)



Handwritten:



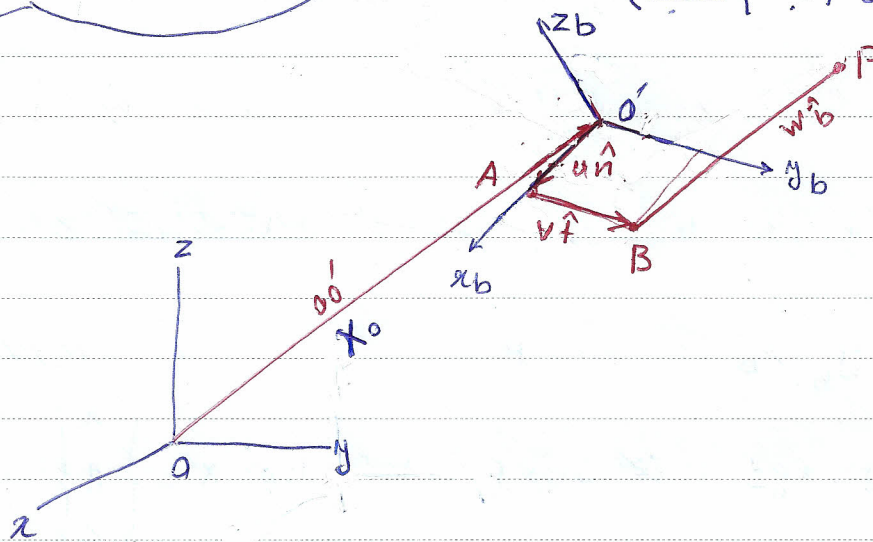
دستگاه مختصات ثابت ربات

نہیں ہے، P نہیں B نہیں

к б у б

نقطه A تصویر نقطه B روی محور x_b

(another part) Body mass B



مشخص کردن موقعیت هر نقطه داخل فضا با در فضای کاری ریاضی -

$$\vec{OP} = \vec{OA'} + \vec{O'A} + \vec{AB} + \vec{BP}$$

$$X = X_0 + u\hat{n} + v\hat{t} + w\hat{b}$$

تبدیل مختصات چسبیده به جسم به مبدأ

$$X = X_0 + \begin{bmatrix} \hat{n} & \hat{t} & \hat{b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix}$$

بردار تبدیل

R

1×3

3×1

X_b

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 5 \end{bmatrix} = 1 \times 2 + 2 \times 1 + 5 \times 3$$

یادآوری:

$X_b = ?$

بر اساس قواعد عملیات های ماتریسی برای بدست آمدن X_b از رابطه $X = X_0 + R X_b$

تبعیت زیر عمل می کنیم - برای این منظور رابطه فوق از سمت چپ در تر اشیا

ماتریس R (یعنی R^T) ضرب می کنیم - داریم:

$$R^T = R^{-1}$$

تابع معکوس

یادآوری: ماتریس تبدیل R ماتریس متعامدی باشد لذا داریم

$$R^{-1} R = I$$

ماتریس واحد

هر ماتریس X ماتریس واحد خودش

$$I X^b = X^b$$

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

و نیز داریم

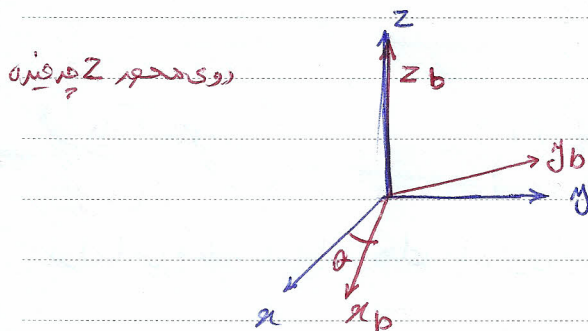
$$\rightarrow R^T X = R^T X_0 + R^T R X^b$$

مقال - مطلوبیت تعیین

مختصات نقطه P بر روی دستگاه‌های x, y, z و x_b, y_b, z_b

زمانیکه مبدأ O بر روی مبدأ O منطبق باشد - فرض کنیم محور z بر محور z_b

منطبق بوده و زاویه بین محور x و محور x_b به اندازه θ باشد.



مکانیزم‌های مکانیکی - Mechanism

از آنجا که بار و حرکت مکانیکی ربات‌ها از یک سری هیله و اتصال تشکیل شده است و انواع

هیله (لینک) و اتصالات می‌توان در ربات استفاده کرد - برای درک بهتر موضوعی اشاره‌ای مختصر

به بحث مکانیزم‌های مکانیکی که موضوع بحث آن به شناخت انواع لینک‌ها و اتصالات و

نحوه طراحی است اشاره می‌کنیم -

تعریف مکانیزم -

مجموعه‌ای از چند جسم صلب (لینک) که به نحوه خاصی به هم متصل شده و

و حرکت تعریف شده‌ای را انجام می‌دهد

فصل دوم مکانیزم (شناخت مفهومی ریات)

۱- تشخیص نوع مکانیزم

۲- شناخت تعداد لینک ها و تعداد درجات آزادی

۳- تحلیل اندازه لینک ها (جهت دیت نمی باشد)



انواع مکانیزم ها

مکانیزم بسته : چنانچه اتصال لینک ها بسته شود (۴ لینک بسته)

دسته بندی ۱

مکانیزم باز : چنانچه اتصال لینک ها باز شود، مثل بازوی ریات



معدای تمام لینک ها در یک صفحه و یا در صفحات موازی با هم حرکت می کنند.

دسته بندی ۲

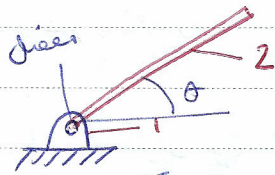
فضایی : با هم حرکت نمی کنند
مثل بازوی ریات

انواع اتصالات در مکانیزم ها

۱- اتصال Lower اتصال که سطح تماس لینک ها با هم فقط یک سطح و معدای است.

۲- اتصال Higher اتصالات نقطه ای یا خطی (فصل مشترک بین دو لینک نقطه یا خط است)

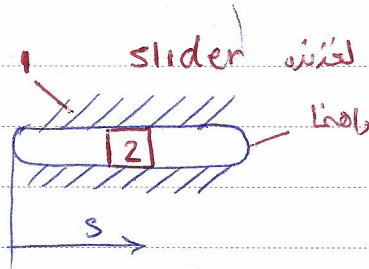
مکانیک Dof = 1



Lower

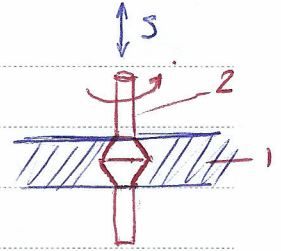
اتصال میانی

Dof = 1



اتصال لغزنده

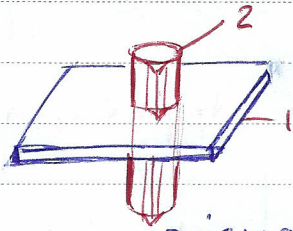
Dof = 1



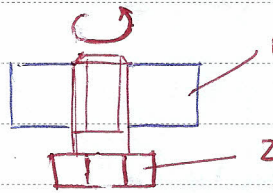
Rivolute

اتصال دایره‌ای

Turning joint



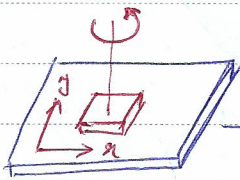
prismatic joint



screw joint

Dof = 1

(مکانیک ارتباط گام)



x-y-z

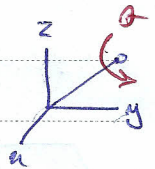
Dof = 3



Dof = 3

spherical joint

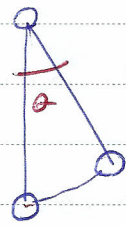
Ball & socket joint



Degree of Freedom

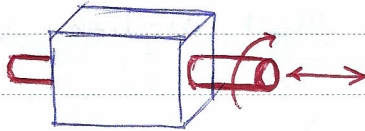
Dof - تعریف

درجه آزادی برای مشخص شدن موقعیت اجسام متحرک



Dof = 1

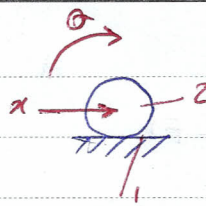
تعداد مختصات هندسی برای تعیین موقعیت جسم
مطلق



Dof = 2

$DOF = 2$

لغزشی

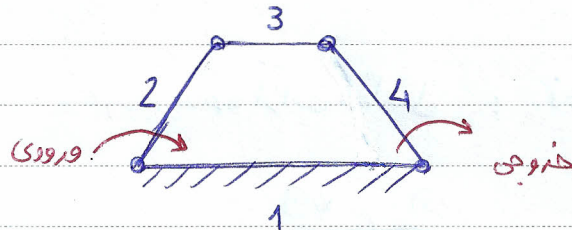


Higher اتصال

$DOF = 1$

غلتشی

محدود برای یک مکانیزم ۴ لینک



لینک ۱ - Frame بدنه (ثابت)

لینک ۲ - اگر حرکت دایمی ۳۶۰ داشته باشد و برای حرکت مکانیزم به این لینک موقعه دایمی

وصل کنیم crank گفته می شود (دوران کامل)

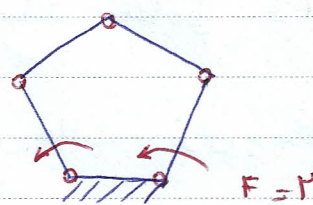
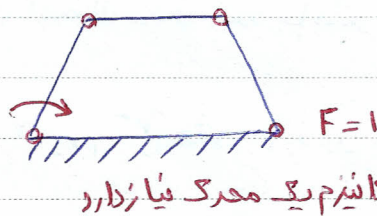
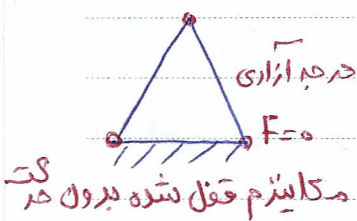
لینک ۴ - لینک خروجی - پیرو - Follower (دوران)

لینک ۳ - رابط بین Follower, crank ← coupler (دوران)

اتصال

۹۴۲، ۴

مکانیزم بسته - اتصالات H و L



دو محرک (موقعه دورانی) برای حرکت کامل مکانیزم نیاز داریم

تجهیز درجه آزادی بر اساس تعداد محرک های مورد نیاز برای به حرکت درآوردن مکانیزم

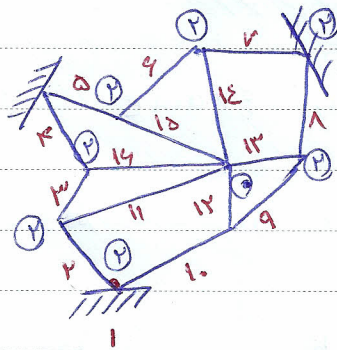
دایم معادله درجه آزادی در یک مکانیزم : اتصالات H

$$F = b(n - j - 1) \sum F_i$$

$$b = \begin{cases} 3 & \text{مکانیزم حرکت صفحه‌ای} \\ 4 & \text{مکانیزم حرکت فضایی} \end{cases}$$

تعداد لینک = n مجموع درجه آزادی معادل $\sum F_i$

تعداد اتصالات L و j



$$n = 14$$

$$j = 23$$

$$\sum F_i = 23$$

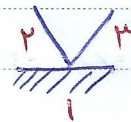
مثال :

درجه آزادی منفی اولاً حرکت ندارد.

ثانیاً تعداد یک درجه آزادی نامحیی در سازه وجود دارد - به عبارت دیگر اگر تعداد یک عضو از سازه به هر دلیل حذف شود سازه فرو ریزد.



۲ اتصال لازم



خالی مهم :

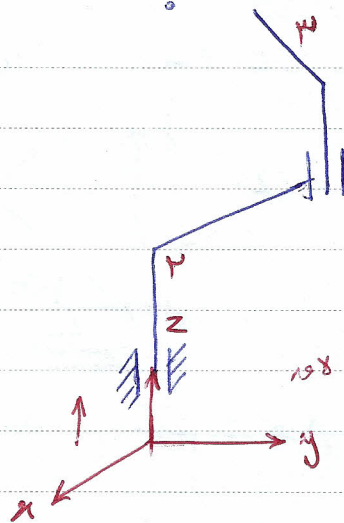
چنانچه چیدمان یک اتصال وصل شده باشد تعداد اتصالات معادل $\leftarrow$ = ۱ - تعداد لینک

نکته : اگر $F < 1$ به مکانیزم قفل شده (بدون حرکت از این حالت می توان به مکانیزم

سازه گفته شود) اگر $F > 1$ مکانیزم قابل حرکت است

اگر $F = 0$ مکانیزم محدود و مقید است

مثال ۱:



لینک‌های

حرکت فضایی

$$b = 4$$

محداریت

$$n = 3$$

تعداد اتصالات

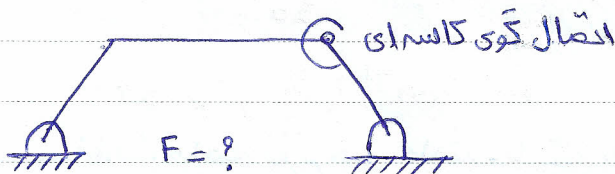
$$j = 2$$

$$\sum F_i = 2$$

$$F = b(n - j - 1) + \sum F_i$$

$$= 4(3 - 2 - 1) + 2 = 2$$

تکلیف



اتصال گوی کاسه‌ای

$$F = ?$$

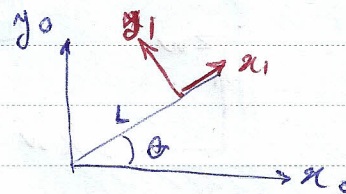
سیستم - مستقیم و معکوس

مستقیم - با گرفتن هر Setup نقطه انتهایی ربات کجا خواهد بود -

غیرمستقیم - با آمدن هر نقطه انتهایی ربات در محل مورد نظر قرار گیرد.
(معکوس)

End effector

$$x_0 = L \cos \theta \Rightarrow \frac{x_0}{L} = \cos \theta$$



$$y_0 = L \sin \theta \Rightarrow \cos^{-1} \left(\frac{x_0}{L} \right) = \frac{\cos^{-1} \cos \theta}{\theta}$$

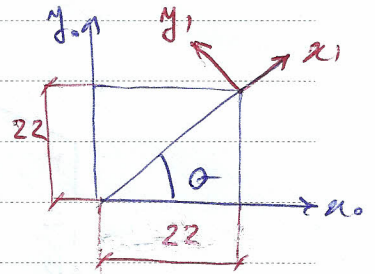
$$\theta = \cos^{-1} (x_0 / L)$$

$$L = 30 \quad \theta = 45^\circ$$

$$x_0 = L \cos \theta = 30 \cos 45^\circ = 22 \text{ cm} \quad \text{مثال:}$$

$$y_0 = L \sin \theta = 30 \sin 45^\circ = 22$$

$$\theta = \cos^{-1}(x_0/L)$$



$$x_0 = 10 \text{ cm}$$

$$y_0 = 15 \text{ cm}$$

$$L = 30 \text{ cm}$$

در اینجا یک مستقیم یک جواب خواهیم داشت

اما در اینجا یک معکوس مشکل چند جوابی دارد -

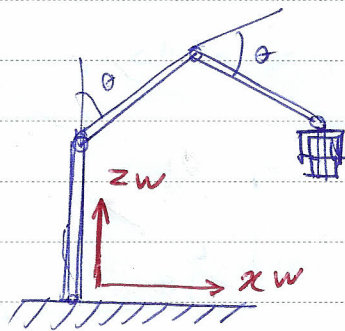
$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{x_0}{L}\right)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{10}{30}\right) = 10^\circ$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{y_0}{L}\right)$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{15}{30}\right) = 30^\circ$$

معکوس است معادلات حاصل غیر خطی باشد و با توجه به موقعیت بهترین راه را انتخاب کرد.



world Basic

اندازه جهانی

P - دستگاه مختصات قطعی

T - انتهای ربات - Tool Frame

R - ربات یا بدن - حرکت چرخشی دارد

W - جهانی - world Basic - حرکت چرخشی ندارد