Resume

Indholdsfortegnelse

[Indledning 4](#_Toc121404781)

[Redegørelse for lineære transformationer med matricer 4](#_Toc121404782)

[Beskrivelse af den kinematiske struktur i en Dobot 4](#_Toc121404783)

[Analyse af python program til styring af Dobot 5](#_Toc121404784)

[Hvordan er den matematiske viden nødvendig for progammøre? 5](#_Toc121404785)

[Konklusion 5](#_Toc121404786)

[Referencer 5](#_Toc121404787)

# Indledning

# Redegørelse for lineære transformationer med matricer

## Matricer

Vi kender koncept vektor, men dette kan også ses på som en et matrice med en koloner og et antal rækker. Vi bruger dette til at repræsentere et punkt i rummet, som for eksempel

Dette er repræsenter i for hold til koordinatsystemet A. Det er en 3 x 1 matrice, eller bare en helt normal vektor. På denne måde kan et specifikt punkt i rummet beskrives, men det har igen rotation så vi skal også beskrive en rotation. Rotation beskrives ved at beskrive enhedsvektorene i det nye punkt i forhold til det oprindlige kordinatsystem, så hver at det tre enhedsvektorene  beskrives ud fra kordinat system A. Hatten over x, y og z viser at en enhedsvektor. Dette kan sættes sammen til en komplet matrice. Med rotation fra koordinatsystem A til system B

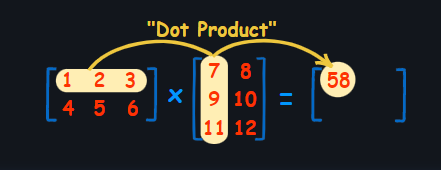
Så er kolonne beskriver den nye enhedsvektor i ude fra det gamle koordinatsystem.

For at flytte et punkt fra et koordinatsystem til andet kortsystem som har samme rotation, lægges de to vektorer sammen. Dette ændre kun hvi

Det er muligt at opbevare både rotation og position i et 4 x 4 matrice.

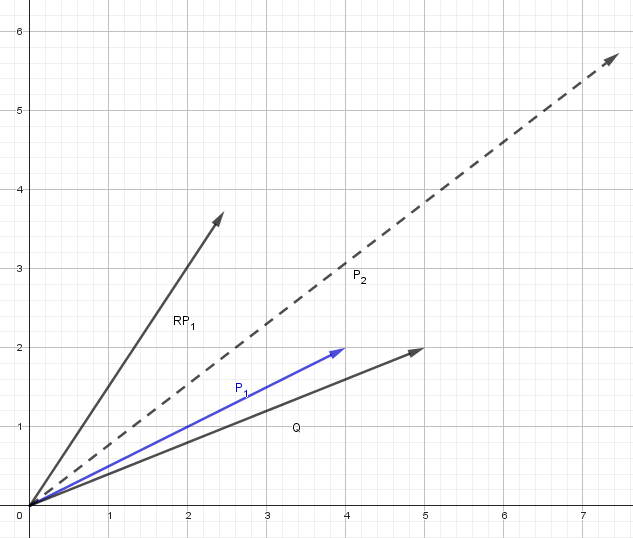
Den første 3 x 3 gange felt er rotation i forhold til den oprindlelige roation og den fjerde kolonne indeholder postionen, den 4 rækker tilføjes for få en kvadratisk matrice. Med denne matrice kan man lave komplet Homogene transformation, det vil sige en rotation og en lineær transformation. Denne homogene transformation matrice kalder vi T.

Så denne transformation kan give os et nyt punkt udfra transformation som består af en translation og en rotation. Så hvordan regnes der med matricer? For at kunne gange to matricer sammen skal den første have det samme at antal kolonner som den anden har række. For det gør det muligt at tage prik produktet af hver række i den første og hver kolonne i den anden matrice, også sættes det givne produkt ind på række nummert fra det første matrice og kolonne nummert fra den andet matrice. På Figur 1 ses der et eksempel hvor det ilustretet hvilke der skal ganges sammen.



Figur 1 Ilustration af matrice multiplikation, billede fra (Pierce, 25)

### Eksempel på homogentransformations matrix

Her er et eksempel en transformation med en transformation matrice

Figur Illustration af homogen transformation

Figur Illustration af homogen transformation

Dette transformation matrice forskyder et punkt med 5 på x aksen og 2 på y aksen, og ikke noget z aksen, og den roterer 30 grader om z, aksen. Punktet som der transformeres er  det sidste 1 tal til føjes for at de for de rigtige størrelser og det resulterer punkt kalder vi .

Dette eksempel kan ses på Figur 2 hvor den er delt i rotation af det oprinde lige punkt, og translation. Og den resultaterne vektor er mærket ved at være stiplet.

For at forstå hvorfor det virker at tage prikprodukt mellem to matricer på denne måde, isoler vi det først at se hvordan en translation fungere. Et transformations matrice der kun laver en translation, ser så da her ud.

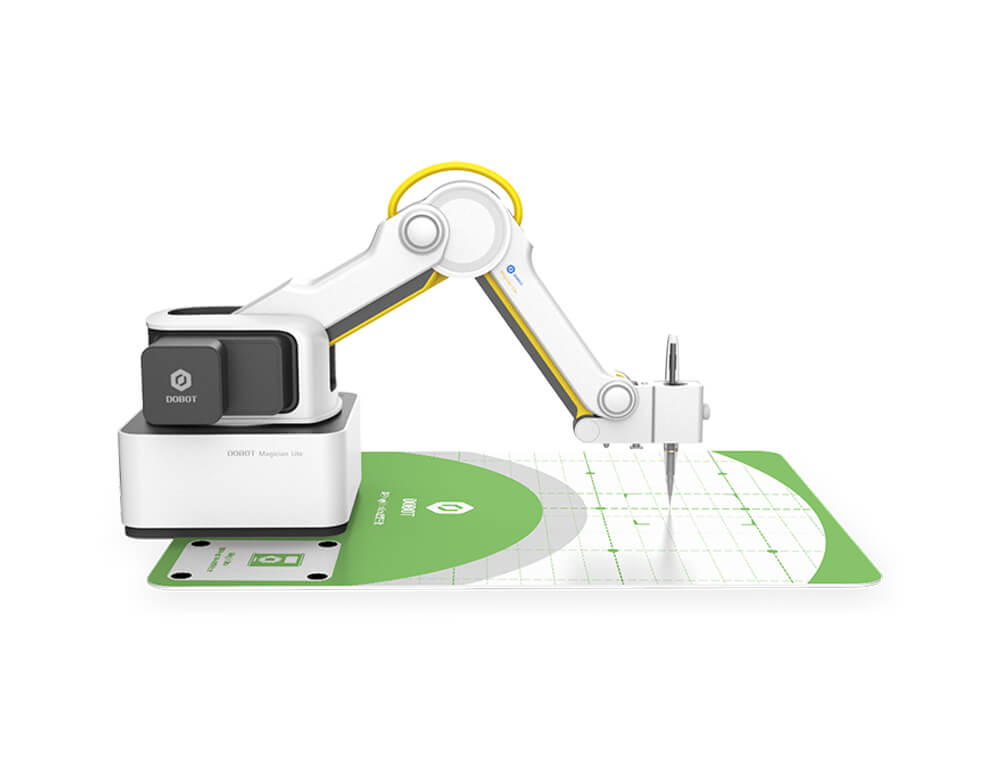
Og en transformation med

Når der uden lukkende ses på en translation, er det tydeligt at denne måde at gange dem sammen på giver det samme som at lægge to vektor normalt sammen. Det samme kan gøres med rotation, hvor transformations matricer ser sådan her ud for en rotation om z aksen, med vinkel θ

Og en transformation med

Det mangler en god forklaring her

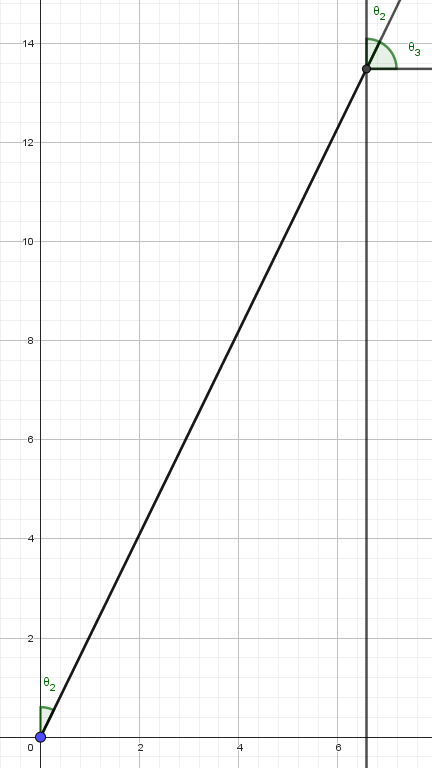
# Beskrivelse af den kinematiske struktur i en Dobot

Når den kinematikse struktur af en robot skal beskrive, skal leddenes indbyrdes potion beskrives. En Dobot som ses på Figur 3 har 4 led der er drevet og 2 der mekanisk, som mekanisk holder en vinkel. For at beskrive robotten bruges Denavit-Hartenberg notation, som beskriver to frames indbyrdes postions og rotation. Til at beskrive den næste frame bruges dens for hold til den forrige frame. Så der startes med en stationer frame 0, denne frame står stille i bunden af robotten og den flytter sig aldrig, efter denne frame tælles der op ad så frame 1, 2 og 3 ind til alle led er beskrevet. I starten og slutning kan det være nødevendigt med en en forskydning for der hvor ledene starter ikker i bunden af robotten og eller at tool i robot armens ende punkt ikke er lige i slutning af det sidste led. Denavit-Hartenberg notation beskrives hvert led med 4 parameter . Først roteter man med grader rundt om den er oprindelige x akse, så forskydes med langs den samme x akse, nu roteres denne nye frame med og den nye z akse, det efter en forskydning med hen langs z aksen. Normalt bruges disse to sidste parametere de er led variable, det vil sige at det dem der ændres på når robotten ændrer postion, hvis ledet er et rotations led bruges led variablen til at beksrive rotation, sættes til nul og bliver ikke brugt. Det er omvendt ved led som bevæger sig med linær forskydning. På denne måde kan to frames indbyrdes placering beskrives.

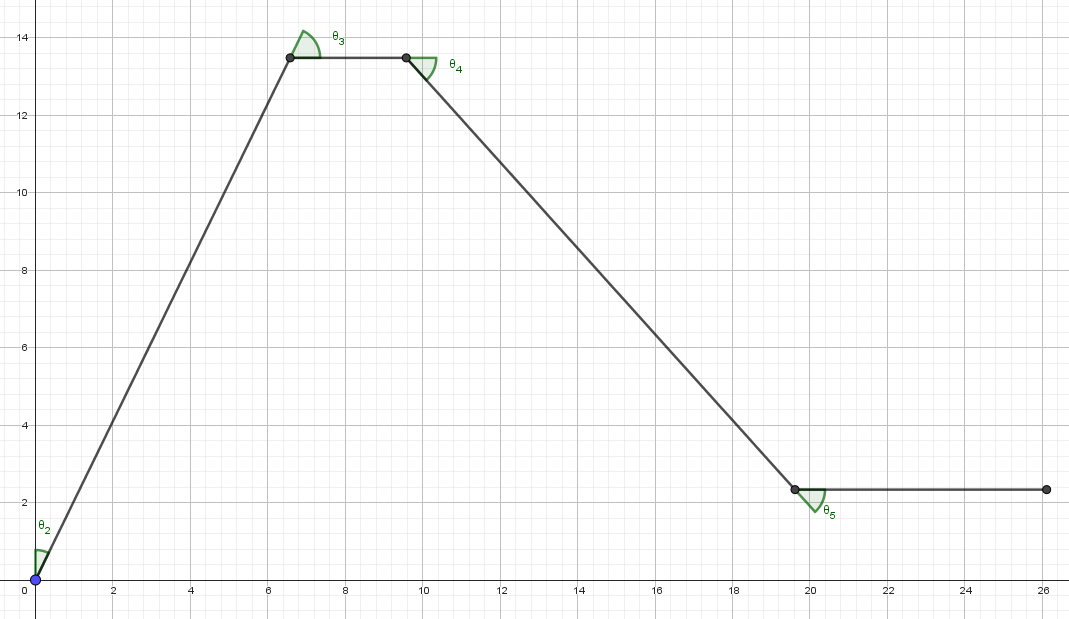
Figur 4 Dobot Magician Lite, billed fra (STEM EDUCATION WORKS, n.d.)

Denne proces består af en rotation om den opridnelige x akse så en translation langs x aksen og så ny rotation om den nye z akse og til sidst en translation langs den nye z akse

Og når disse matricer ganges sammen, får vi en transformation fra den tidligere frame til det nye matrixe i et komplet matrix. Denne transformation kan beskrives med denne matrix

På denne måde kan der laves en forward kinematik model for en robot hvis man kender alle Denavit-hartenberg paramenterne, ved at gange hvert matrix med det forige fås den komplete forward kinematik model. For at beskrive dobotten, startes der med at placeres frame 0 det vil sige den der ikke rykker sig. Jeg placer frame 0 inde i robbotten med postiv lige ud af robbotten, og postiv y lige ud mod venstre, og dermed er z aksen postiv op, og den placere i en højde så det ligger på højde med det første leds rotation punkt. På denne måde kan den første frame bare beskrives med som beskriver rotation af hele robotten om z-aksen. For at beskrive den næste frame (frame 2), skal deres bruges en rotation om frames 1’s x-akse. Den rotateres med det vil sige at for frame 2 er , det er negativ for at sørger for at de næste ikke kommer til at dreje den forkerte vej, da de altid drejer i positiv omløbsretning om rotationsaksen. Når denne rotations er fundet afsted kan den næste led betrages som en planar robbot da de kan beskreves fuldstændigt i et plan. Dette plan kan ses på Figur 6. Ved undersøgelse fandt jeg ud af at når det andet led stod i nul stod den lodret op. Og den vinkel der forventes af transformations matrix, er fra x aksen i postiv omløbsretning. Der for beskrives led variable til den frame 2 som . På denne måde giver det 90 når er 0, så er vinklen mellem y aksen og den først armdel af robotten, dette kan også ses på Figur 5. Frame 3 er først en forskydning langs x aksen dette er selve længden af ledet så af er 150 mm. Rotation af dette frame er fast langt mekanisk i robotten, det vil sige at den kun afhænger af , og den sørger for at den altid er vandret. Dette opnået med at lave et parallelogram af 2 pinde op til dette punkt. For at finde en vinkel der simulerer denne med dennavit-hartberg parameterne. Ved at bestemme hvad vinkel skal være ud fra , skal være så stor at nye linje skal være parrall med x-aksen. Der tegnes en linje der er parralel med y aksen, og da de er parraller kan vinkel overføreres til skæring med robbot arm og linjen. Og for at den nye linje er parralle med x aksen, skal den stå 90 grader på y aksen. Udfra figur ? kan det ses det at . På denne måde kan frame 3 beskrives ud fra frame 2 ved hjælp af . Frame 4 er helt normal ved at det kun har en forskydning på og vinklen vender naturligt den rigtige retning. Frame 5 skal forskydes 150 mm på grund af længden af armenen, og da denne frame på samme mådes som frame 3 skal være parallelt med x-aksen, men her skal den bare være modsat den rotation som blev lavet i frame 4, så derfor . Den sidste frame er ikke, lige som de 4 forrige, en planar så derfor skal roters den så den kommer til at stå som den oprindlige frame, det gøres ved at sætte . Og så har den en helt normal som beskriver rotation af helt spidsen af roboten. De komplete dennavit-hartberg ses i Tabel 1

Figur Udsnit af planar model af dobot



Figur Model af planar del af dobot

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 0 |  |
| 2 |  | 0 | 0 |  |
| 3 |  | 150 | 0 |  |
| 4 | 0 | 30 | 0 |  |
| 5 | 0 | 150 | 0 |  |
| 6 |  | 65 | 0 |  |

Tabel Denavit-Hartenberg parameter for en dobot

Nu opstilles der et transformationsmatrix fra være frame til den næste ud Denavit-Hartenberg parameterne og det matrix som beskriver transformation fra et frame til en anden. Så transformation fra frame 0(basen) til frame 1 ser sådan her ud

På samme måde kan man få resten

For at få den komplette transformation fra bunden af robotten til værktøjet på robotten, ganges disse matricer samme for at for en matrix der beskriver

Med denne matrix kan positionen af værktøjet på robotten beregnes hvis alle vinklerne kendes, det vil sige at dette er den fremadrettede kinematek beskrevet.

## Inverse kinematik

Nu kendes den fremadrettede kinematik for dobotten, men for at kunne sige til robbotten at den skal gå et bestem sted hen, i rummet ud fra et sæt koordinater og en rotation af værktøjet. Er det nødvendigt at kunne gå den anden vej, det vil sige fra et positions matrix til 4 vinkler de 4 led. Lad os sige at vi gerne vil til postion.

# Analyse af python program til styring af Dobot

# Hvordan er den matematiske viden nødvendig for programmør?

# Konklusion

# Referencer

Craig, J. J. (2005). *Introduction to Robotics mechanics and control* (3 ed.). Upper Saddle River, United States of America: Pearson Prentice Hall.

Pierce, R. (25, August 2021). *How to Multiply Matrices*. Retrieved December 8, 2022, from Math Is Fun: http://www.mathsisfun.com/algebra/matrix-multiplying.htm

STEM EDUCATION WORKS. (n.d.). *DOBOT MAGICIAN LITE*. Retrieved December 12, 2022, from stemeducationworks: https://stemeducationworks.com/product/dobot-magician-lite/

Bilag