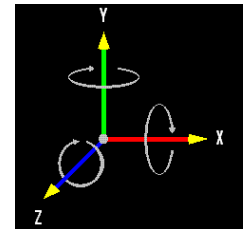


I miniprojektet undersøges drejninger i plan og rum: først med matematiske redskaber og herefter konstrueres en teglstensmur med et motiv som fremkommer ved passende drejninger af hver teglsten. Udgangspunktet for de matematiske beregninger er standardmatricerne for rotationer

i planen om Origo med vinklen θ : $A = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$

i rummet om Z-aksen med vinklen θ : $B = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

i rummet om X-aksen med vinklen θ : $C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$.



1. Gør rede for at en drejning med vinklen θ om et punkt P_0 i planen med stedvektor $\overrightarrow{OP_0} = \mathbf{x}_0$ er på formen $D(\mathbf{x}) = A\mathbf{x} + (I_2 - A)(\mathbf{x}_0)$.
Tag udgangspunkt i en skitsetegning.

2. Vi vælger nu $\theta = \cos^{-1}(0.8) \sim 36.86989764^\circ$.
Så gælder $\cos \theta = 0.8$ og $\sin \theta = 0.6$.
Beregn, for denne vinkel θ , matricerne B, C samt produkterne BC og CB .
Kommentar?

Begge produktmatricer BC og CB er standardmatricer for drejninger om akser i rummet. De tre følgende opgaver handler om disse akser:

3. Gør rede for at vektor $\mathbf{x} = [3, 1, 3]^T$ ligger på akserne for rotationen givet ved BC ; til dette beregnes matrixvektor-produktet $(BC)\mathbf{x}$.

4. Beregn vinklerne mellem $\mathbf{x} = [3, 1, 3]^T$ og de tre koordinatplaner.
Vink: Det er vinklerne mellem \mathbf{x} og dens ortogonalprojektioner på disse tre planer. Man kan i stedet begynde med at beregne vinklerne mellem \mathbf{x} og vektorerne $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2$ og \mathbf{e}_3 på koordinataksene.

5. Bestem en vektor \mathbf{y} på akserne for rotationen givet ved matricen CB .
Vink: Vektor \mathbf{y} skal opfylde $(CB)\mathbf{y} = \mathbf{y}$ eller $(CB - I_3)\mathbf{y} = \mathbf{0}$.
Løs dette ligningssystem!¹

6. **Grasshopper:** Plane drejninger skal sættes i system for at bygge en teglstensmur med mønster. Tag udgangspunkt i denne vejledning. Som motiv kan I for eksempel vælge dette foto.

¹Vink: Gang først alle rækker med 100!

I miniprojektet skal I demonstrere en række færdigheder. Her kommer en checkliste:

Matematik:

- Matrixligninger til geometriske beskrivelser
- Matrix-vektor-produkt
- Matrix-matrix-produkt
- Prikprodukt og vinkelberegning
- Løsning af lineære ligningssystemer

Grasshopper: (se også forsiden)

- Datastrukturen "træ" i Grasshopper
- Parametriske relationer mellem store objektmængder
- Flere nye komponenter