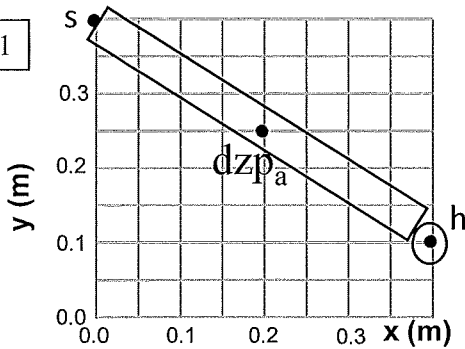


tentamen mechanische analyse 2013-2014

Vraag 1



Gegevens:

$$I_{a,s} = 0.8 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$$

$$m_a = 6 \text{ kg}$$

$$\mathbf{g} = [0 \ -10] \text{ m/s}^2$$

$$\mathbf{h} = [0.4 \ 0.1]$$

$$\mathbf{dzp}_a = [0.2 \ 0.25]$$

$$\mathbf{s} = [0.0 \ 0.4]$$

Gegevens:

$$\mathbf{F}_{h,ham} = [-20 \ -80] \text{ N}$$

$$M_{h,ham} = -20 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{a}_{dzp_a} = [-8 \ -2] \text{ m/s}^2$$

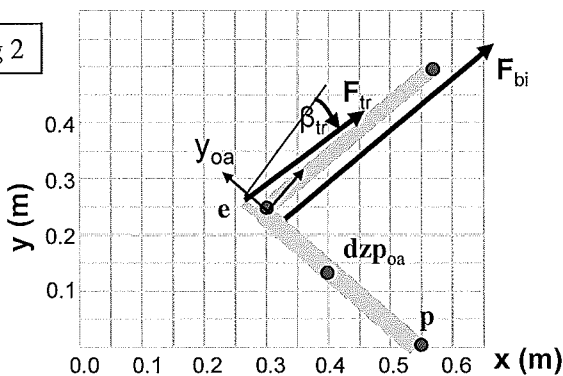
$$\alpha_{pa} = -16 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega_{ba} = -5 \text{ rad/s}$$

Getekend is de gehele rechterarm van een timmerman, in zij-aanzicht gezien vanaf de rechter kant, tijdens de zwaai van de arm bij het slaan met een hamer op een spijker. Beschouw de gehele arm samen als 1 segment (a). De exacte coördinaten van het contactpunt van de hand met de hamer (h), van het zwaartepunt van het segment (\mathbf{dzp}_a) en van de schouder (s) zijn gegeven. De timmerman oefent bij de hand een gegeven kracht ($\mathbf{F}_{h,ham}$) en moment ($M_{h,ham}$) uit op de hamer. De versnelling (\mathbf{a}) is gegeven voor het zwaartepunt. Verder is de hoeksnelheid (ω) en hoekversnelling (α) van het segment gegeven, evenals de massa van het segment (m_a) en het traagheidsmoment van het segment ten opzichte van de schouder ($I_{a,s}$).

- (3 p) Schets het free body diagram en (los hiervan) het kinetisch schema van het arm segment. Gebruik de aangegeven afkortingen.
- (8 p) Stel een vergelijking in symbolen op voor momentenvergelijking 3a: momentenvergelijking rond de **schouder** met I rond de **schouder** (de vergelijking die de term Ma_i bevat). Bereken volgens deze momentenvergelijking het moment **rond de schouder** dat op het arm segment geleverd wordt.
- (2 p) Leg uit of de gevonden uitkomst betekent dat de spieren rond de schouder een (ante)flecterend moment of juist een extenderend (retroflecterend) moment leveren.

Vraag 2



Gegevens:

$$d_{bi,s} = 0.04 \text{ m}$$

$$d_{bi,e} = 0.03 \text{ m}$$

$$\mathbf{r}_{ins,tr,oa} = [-0.01 \ 0.04]$$

$$\beta_{tr} = -20^\circ$$

$$M_{e,oa,netto} = -100 \text{ Nm}$$

$$M_{s,ba,netto} = 120 \text{ Nm}$$

$$m_{oah} = 4 \text{ kg}$$

Gegevens:

$$I_{oa} = 0.3 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$$

$$\mathbf{g} = [0 \ -10] \text{ m/s}^2$$

$$\mathbf{e} = [0.3 \ 0.25]$$

$$\mathbf{p} = [0.55 \ 0.0]$$

$$\mathbf{dzp}_{oa} = [0.4 \ 0.13]$$

$$\omega_{oa} = -2 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{ba} = 2.5 \text{ rad/s}$$

Bovenstaande tekening stelt de rechterarm voor van iemand die zich aan het opdrukken is. De exacte coördinaten van de elleboog, pols en het zwaartepunt van de onderarm (oa) staan bij de gegevens. Het lokale assenstelsel van de onderarm, waarvan het nulpunt de elleboog is, heeft een y-as die loopt van de pols naar de elleboog (voor de helderheid van de tekening ontbreekt een label bij de x-as). We veronderstellen dat er rond de elleboog slechts 2 spieren zijn: een monoarticulaire triceps en een bi-articulaire biceps. De spieren zijn slechts ruw geschetst. Voor de biceps geldt dat de scalaire momentsarm zowel bij de schouder ($d_{bi,s}$) als bij de elleboog ($d_{bi,e}$) gegeven is. De biceps wordt 'aangestuurd' door het schoudermoment: rond de schouder wordt een gegeven netto anteflecterend moment geleverd ($M_{s,ba,netto}$), waarvan de biceps 30% levert. Voor de triceps is de **hoek met de x-as** van de onderarm (β_{tr}) en de vector naar de insertie in het onderarm assenstelsel ($\mathbf{r}_{ins,tr,oa}$) gegeven. Verder zijn de hoeksnelheid van de onderarm en bovenarm gegeven.

- (2 p) Bereken de scalaire spierkracht van de biceps en het moment dat de biceps rond de elleboog levert op de onderarm.
- (6 p) Bereken de spierkrachtvector van de tricepskracht op de onderarm in het lokale onderarm assenstelsel.
- (6 p) Bereken de totale (potentiële plus kinetische) energie van de onderarm. **Ga er vanuit dat de snelheid van de pols nul is.**
- (3p) Bereken het gewrichtsvermogen, geleverd rond de elleboog. Leg aan de hand van het teken van het vermogen kort uit of de persoon omhoog of omlaag beweegt op het gegeven tijdstip.

Vraag 3

Bij een springer zijn de grondreactiekracht en de posities van gewrichten tijdens de afzetsfase gemeten. De springer stond net als bij het practicum met de neus naar rechts. Je hebt reeds de beschikking over de volgende variabelen (tussen haakjes staat telkens het aantal rijen en kolommen van de variabele):

$y(500,4)$ = tijdserie met in kolom 1-4 de y positie van respectievelijk de teen, enkel, knie en heup

$z(500,4)$ = idem voor z

$fs(1,1)$ = de sample frequentie

$Mkob(500,1)$ = het netto moment rond de knie op het onderbeen. n.b: **deze tijdserie bevat zowel positieve als negatieve momenten.**

$Fkob(500,1)$ = de netto reactiekracht in de knie op het onderbeen.

Verder is gegeven dat er maar 1 spier is: de hamstrings. Deze spier heeft een constante momentsarm van 5 cm ten opzichte van de knie. De spier trekt precies in de lengte richting van het bovenbeen, dus in de richting van de lokale z -as van het bovenbeen.

Schrijf een matlab programma waarin je de onderstaande berekeningen uitvoert. Zorg dat punten (.) en maal-tekens (*) duidelijk herkenbaar zijn. Je mag hierbij gebruik maken van alle functies waar je tijdens de practica ook de beschikking over had. Als hulp staan de eerste regels van deze functies hiernaast. Verder mag je ook de zelfgemaakte functie cross2D gebruiken.

```
function [odata] =afgcol (idata,fs)
function [angle] = angle2d (vectors)
function [y, z] = dattoyz (data)
function [data] = yztoat (y,z)
function [m1, m2, m3, ...] = split (matrix, dim)
function [yloc, zloc]=createaxes (distaal,proximaal)
function [vectorglob] = projectloc2glob (yloc,zloc,vectorloc)
function [vectorloc] = projectglob2loc (yloc,zloc,vectorglob)
```

- (2 p) Bereken de scalaire spierkracht van de hamstrings.
- (4 p) Bereken de spierkracht vector van de hamstrings op het onderbeen in het lokale assenstelsel van het onderbeen.
- (2 p) Bereken de echte gewrichts kracht op het onderbeen in het lokale assenstelsel van het onderbeen.

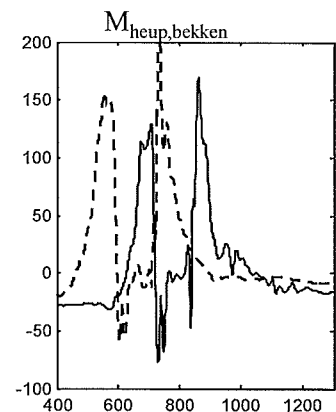
Vraag 4

Rechts is het in practicum 1 berekende netto moment rond de heup op het bekken weergegeven, voor de sprong met de armen vast (stippellijn) en de sprong met de armen los (doogetrokken lijn).

- (2 p) Leg kort uit waarom het positieve piekmoment bij de afzet kleiner was bij de sprong met de armen los.

Bij beide sprongen is een negatief piekmoment te zien kort na de afzet.

- (2 p) Als we er vanuit gaan dat die piek klopt, wat kan hier dan de oorzaak van zijn?
- (2 p) De piek kan ook (ten dele) veroorzaakt zijn door fouten. Noem twee plausible foutenbronnen.



Rechts zijn de Y en Z component weergegeven van de krachtvector van de quadriceps op het onderbeen, zoals berekend voor de sprong met de armen los in practicum 3. De stippellijn is de kracht berekend in opdracht 1 (het model met 2 spieren). De doorgetrokken lijn is de kracht van de quadriceps (gesommeerd over mono- en bi-artculaire deel van de spier) berekend in opdracht 2 (het model met 5 spieren).

Leg uit waarom:

- (2 p). De piek van de Z-kracht in opdracht 2 veel hoger is dan in opdracht 1.
- (2 p). De piek van de Y-kracht desondanks in opdracht 2 lager is dan in opdracht 1.

Vraag 5

