

인체동역학 중간 시험

[30 점]

2006. 4. 18.

대학원 기계공학과

1. [6점] 다음 물음에 답하시오.

(a) 공학(engineering)이란 무엇인가? 2문장 이내로 서술하시오.

(b) 동역학(dynamics)의 내용을 운동학(kinematics)과 운동역학(kinetics)으로 구분하여 2 문장 이내로 서술하시오

(c) 일반적인 system에 대해 input과 output의 관계로 block diagram을 도시하듯이, 인체동역학(human-body dynamics)의 윤곽을 block-diagram으로 나타내시오.

2. [4점] Biomechanics에 대한 과학적 접근(scientific approach) 과정을 네 단계로 구분하고, 각 단계의 역할을 간단히 설명하시오.

3. [3점] 교재 부록의 Table A.2 Filtered Kinematic Data에서 stance 기간 중인 50 번째 frame의 coordinate들을 사용하여 다음 물음에 답하시오.

(a) spatial reference system에서 shank (leg)의 absolute angle을 계산하시오.

(b) spatial reference system에서 foot의 absolute angle을 계산하시오.

(c) leg와 foot이 90° 의 각도를 이룰 때를 기준으로 하여 ankle joint angle를 계산하고, 그 부호(+/-)에 따른 의미를 언급하시오.

4. [2점] 교재 부록의 Table A.2 Filtered Kinematic Data에서 swing 기간 중인 4, 5, 6번째 frame의 data들을 사용하여 다음 물음에 답하시오.

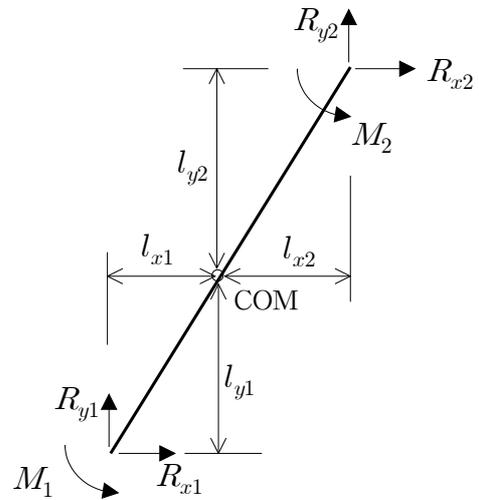
(a) x 좌표 데이터를 사용하여, 5번째 frame 때 heel의 x 방향 가속도를 계산하시오.

(b) x 방향 속도 데이터를 사용하여, 5번째 frame 때 heel의 x 방향 가속도를 계산하시오.

(뒷면에 계속)

5. [4점] 교재 부록에 제시된 인체에 대해서,
 (a) 정강이 다리(shank, leg = ankle부터 knee까지)의 질량 m 을 계산하고, 질량 중심에 대한 회전 관성모멘트(moment of inertia) I_0 를 계산하시오.
 (b) 정강이 다리(shank, leg)가 무릎(knee)을 중심으로 회전할 때의 관성모멘트(moment of inertia) I_k 를 계산하시오.

6. [6점] leg segment에 대하여, 교재 부록 Table A.5(a)에 제시된 ankle의 반발력(reaction force) R_{x1} , R_{y1} 과 모멘트 M_1 데이터를 사용하기 위하여, leg를 다음과 같이 자유물체도(free-body diagram)로 나타내었다. 질량이 m 이고, 질량 중심(COM)에서 가속도 a_x , a_y 와 각가속도 α 및 질량관성모멘트 I_0 를 알고 있을 때, knee에서의 force R_{x2} , R_{y2} 와 moment M_2 를 계산하는 식을 유도하여 제시하시오.



7. [2점] 교재 부록 Table A.2 Filtered Kinematic Data에서 swing 기간 중인 15번째 frame의 coordinate들을 사용하여, 위 그림의 l_{x1} , l_{y1} , l_{x2} , l_{y2} 를 계산하시오. 단, 질량 중심(COM)으로부터 ankle까지의 거리는 segment 길이의 6/10이라고 가정함.
8. [3점] force plate와 accelerometer를 사용하여 heel contact시 ankle의 reaction force를 알아낼 방안을 제시하시오.

(끝)

인체동역학 학기 말 시험

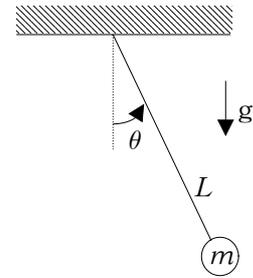
[30 점]

2006. 6. 13.

대학원 기계공학과

1. [4점] Calculate the potential, translational kinetic, and rotational kinetic energies of the thigh segment for frame 70 using appropriate kinematic data.
2. [4점] 교재의 Figure 5.17에 있는 무릎관절(knee)의 각변위(angle), 모멘트, 파워 그래프의 관계를 설명하십시오. (각 그래프가 극대값, 극소값, 0을 나타내는 시점들을 구분하여 각 구간의 부호나 기울기를 연관시킴)

3. [4점] 보행 중 다리의 swing을 그림과 같이 집중 질량의 진자(pendulum)으로 단순화하여 모델링하고자 한다. Lagrange의 방정식을 이용하여 운동방정식을 유도하십시오.



4. [4점] Euler 각 변환은 z 축- x' 축- z'' 축을 중심으로 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 의 각도로 차례로 회전한다. 그 결과는 global system에서의 각도 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 와 다음의 관계가 있다.

$$\begin{bmatrix} \theta_x \\ \theta_y \\ \theta_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_2 s_3 & c_3 & 0 \\ s_2 c_3 & -s_3 & 0 \\ c_2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix}$$

이 관계를 이용하여, global system에서의 torque 성분 τ_x, τ_y, τ_z 와 generalized torque $Q_{\theta_1}, Q_{\theta_2}, Q_{\theta_3}$ 의 다음 관계를 유도하십시오.

$$\begin{bmatrix} Q_{\theta_1} \\ Q_{\theta_2} \\ Q_{\theta_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_2 s_3 & s_2 c_3 & c_2 \\ c_3 & -s_3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_x \\ \tau_y \\ \tau_z \end{bmatrix}$$

(뒷면에 계속)

5. [5점] 인체의 하퇴부(leg)를 link-segment로 모델링 하고 어느 시점에 Cardan sequence $x-y'-z''$ 에 따라 global reference system의 좌표를 anatomical axes system의 좌표로 변환시키는 [G to A] matrix를 구한 결과가 다음과 같다.

$$[G \text{ to } A] = \begin{bmatrix} 0.559 & -0.817 & 0.142 \\ 0.829 & 0.555 & -0.068 \\ -0.023 & 0.156 & 0.987 \end{bmatrix}$$

x 축, y' 축, z'' 축에 대한 회전각 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 를 구하시오.

6. [5점] 점성감쇠와 탄성이 결합된 muscle에 대하여 교재의 Fig. 8.17a에 두 가지 모델이 제시되어 있다. 좌측의 모델(일명 Voigt model)과 우측의 모델(일명 Maxwell model)이 동가(equivalent)임을 전제로, 식 (8.4)의 관계들을 유도하시오. 점성감쇠력은 $F = k x$, 탄성복원력은 $F = b \dot{x}$ 임을 사용함.

7. [4점] Motor unit action potential에 관하여 교재의 Figure 9.4에 제시된 그래프의 의미를 파악하여 서술하시오 (교내나 노트의 표현을 직역하지 말 것).

(끝)