

인체동역학 중간시험

[25 점]

대학원 기계공학과

2011. 10. 25.

1.[6점] 인체동역학에 관한 다음 물음에 답하시오.

(a) “인체동역학” 과목이 “기계공학”의 전공과목 중 하나인 이유를 설명하되, “기계공학(mechanical engineering)”의 정의와 “동역학(dynamics)”의 정의 및 “생체역학(biomechanics)”의 정의와 관련하여 설명하시오.

(b) 생체역학(biomechanics)에 대한 과학적 접근(scientific approach) 과정을 네 단계(measurement - description - analysis - assessment)로 구분할 때, 각 단계의 역할을 설명하시오.

(c) 인체 운동 계측에서,

(c1) 계측 방법 중 하나인 광학계(optical systems)의 장점과 단점을 각각 4가지 이상 제시하시오.

(c2) 계측된 좌표 데이터로부터 가속도를 계산할 때, 데이터에 포함된 고주파 잡음(high-frequency noise)이 문제점을 초래하는 이유를 설명하시오.

2.[4점] 함수 $x(t)$ 의 autocorrelation $R_{xx}(\tau)$ 는 다음과 같이 정의 된다.

$$R_{xx}(\tau) = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t+\tau) dt}{R_{xx}(0)}$$

(a) 함수 $x(t) = A \cos(\omega t)$ 일 때, $R_{xx}(\tau)$ 를 구하시오.

(b) $R_{xx}(\tau)$ 의 성질(property)을 3가지 이상 제시하시오.

3.[3점] 교재 부록의 Table A.2 Filtered Kinematic Data에서 stance 기간 중인 60번째 frame의 x, y coordinate들을 사용하여 다음 물음에 답하시오.

(a) spatial reference system에서 후족부(heel과 metatarsal 사이)의 absolute angle을 계산하시오.

(b) spatial reference system에서 전족부(metatarsal과 toe 사이)의 absolute angle을 계산하시오.

(c) 후족부와 전족부가 일직선일 때를 기준으로 하여 중족관절(metatarsal joint) angle를 계산하고, 그 부호(+/-)에 따른 의미를 언급하시오.

(뒷면에 계속)

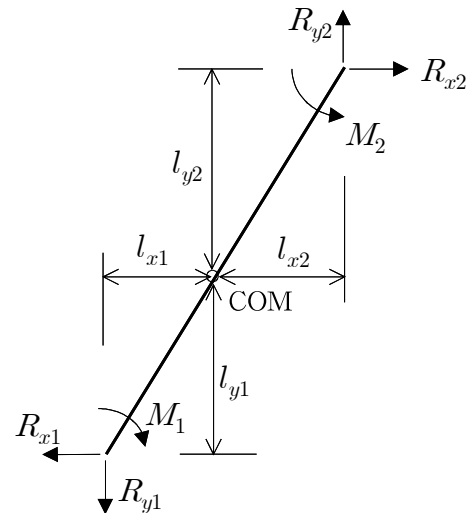
4.[3점] 교재 부록의 Table A.3(b) Leg Angular Kinematics Data에서 swing 기간 중인 frame의 data들을 사용하여 다음 물음에 답하시오.

- (a) θ 데이터를 사용하여, 20번째 frame 때 하퇴(leg)의 각속도 ω (rad/s)를 계산하시오.
- (b) θ 데이터를 사용하여, 20번째 frame 때 하퇴(leg)의 각가속도 α (rad/s²)를 계산하시오.

5.[3점] 교재 부록에 제시된 인체에 대해서,

- (a) 넓적 다리(thigh = knee부터 hip까지)의 질량 m_t 을 계산하고, 질량 중심에 대한 회전 관성모멘트(moment of inertia) I_0 를 계산하시오.
- (b) 넓적 다리(thigh)가 hip을 중심으로 회전할 때의 관성모멘트(moment of inertia) I_h 를 계산하시오.

6.[6점] thigh segment에 대하여, 교재 부록 Table A.5(a)에 제시된 knee의 반발력(reaction force) R_{x1} , R_{y1} 과 모멘트 M_1 데이터를 사용하기 위하여, thigh를 다음과 같이 자유물체도(free-body diagram)로 나타내었다.



- (a) 질량이 m_t 이고, 질량 중심 (COM)에서 가속도 a_x , a_y 와 각가속도 α 및 질량관성모멘트 I_0 를 알고 있을 때, hip에서의 force R_{x2} , R_{y2} 와 moment M_2 를 계산하는 식을 유도하여 제시하시오.
- (b) calculate the reaction forces R_{x2} and R_{y2} at the hip in the x and y directions for frame 20.
- (c) calculate the hip moment of force M_2 for frame 20.

(끝)

인체동역학 학기말시험

[25 점]

대학원 기계공학과

2011. 12. 20.

1.[4점] Using the following equations and appendix tables, carry out the calculation of a power balance for the leg segment for frame 20.

power $P_j = \mathbf{F}_j \cdot \mathbf{V}_j$ at joints, $P_m = M_j \cdot \omega_s$ at muscles

rate of change of energy $\frac{dE_s}{dt} = P_{jp} + P_{mp} + P_{jd} + P_{md}$

2.[6점] Table 7.3 및 Table 7.4를 사용하여, frame 7에서의 leg에 관한 다음 사항들을 구하시오. (leg의 질량 $m = 3.22$ kg)

(a) Global Reference System에서, leg의 질량 중심의 가속도가 $a_X = 6.20$ m/s², $a_Y = 1.25$ m/s², $a_Z = -1.15$ m/s² 일 때, knee에서 X, Y, Z 방향의 reaction force R_X, R_Y, R_Z .

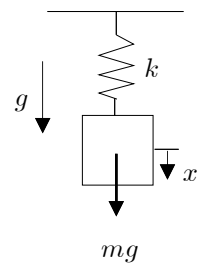
(b) [G to A] matrix

(참고 : $\begin{bmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_2c_3 & s_3c_1 + s_1s_2c_3 & s_1s_3 - c_1s_2c_3 \\ -c_2s_3 & c_1c_3 - s_1s_2s_3 & s_1c_3 + c_1s_2s_3 \\ s_2 & -s_1c_2 & c_1c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix}$)

(c) Local (즉 anatomical) Reference System에서 x, y, z 축에 관한 각속도 $\omega_x, \omega_y, \omega_z$.

(참고 : $\begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_2c_3 & s_3 & 0 \\ -c_2s_3 & c_3 & 0 \\ s_2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{bmatrix}$)

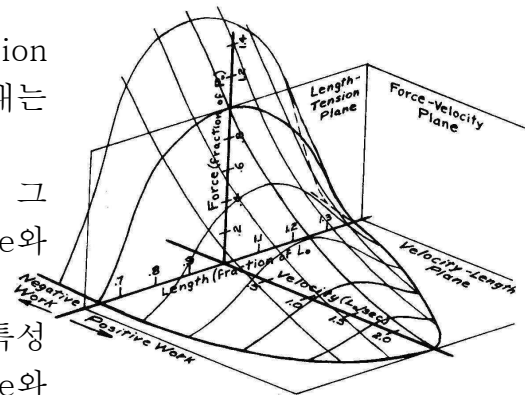
3.[4점] 보행 중 다리의 근육과 발을 그림과 같이 스프링과 집중 질량의 1자유도계로 단순화하여 모델링하고자 한다. Lagrange의 방정식을 이용하여 운동방정식을 유도하시오.



4.[4점] 근육에서 contractile element의 tension 변화를 velocity와 length의 함수로 나타내는 3차원 그래프가 그림과 같다.

(a) 이 그래프에 나타난 force-length 특성 그래프를 그리고, 근육의 tension force와 length 간의 관계를 설명하시오.

(b) 이 그래프에 나타난 force-velocity 특성 그래프를 그리고, 근육의 tension force와 velocity 간의 관계를 설명하시오.



(뒷면에 계속)

5.[3점] 근전도(EMG) 측정 때 나타나는 common-mode 신호가 있다.

- (a) common-mode 신호란 무엇이며 왜 생기는가?
- (b) common-mode 신호를 배제시키는 방안은 무엇인가?
- (c) common-mode rejection ratio(CMRR)란 무엇인가?

6.[4점] 보행의 한 주기 동안에 하지(lower limb)의 각 관절의 모멘트 profile을 구하는 실험을 9일 동안 반복하여 ensemble average를 구한 사례가 있다.

- (a) CV (coefficient of variance = 표준편차 ÷ 평균)를 계산해보니, 고관절(hip)의 모멘트 M_h 에서 68%, 슬관절(knee)의 모멘트 M_k 에서 60%로 나타났다. 이에 반해 $M_{h+k}(=M_h+M_k)$ 에서 21%로 나타났다. M_{h+k} 에서 CV 값이 작은 결과의 의미를 설명하시오.
- (b) stance 구간에서 모멘트의 mean variance를 계산해보니, 고관절 모멘트 M_h 에서 $\sigma_h^2 = 15.8^2$, 슬관절 모멘트 M_k 에서 $\sigma_k^2 = 12.7^2$ 으로 나타났다. M_{h+k} 에서 $\sigma_{h+k}^2 = 6.5^2$ 로 나타났다면, M_h 와 M_k 간의 mean covariance는 몇 %인가?

(끝)