

Καταγραφή και Δυναμική Ανάλυση της Ανθρώπινης Κίνησης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Stanev Dimitar

jimstanev@gmail.com

25 Μαΐου 2014

1 Εισαγωγή

- Περιγραφή της Διπλωματικής Εργασίας

2 Καταγραφή της Κίνησης

- Η Συσκευή Ανίχνευσης
- Εναλλακτικά Εργαλεία
- Αλγόριθμος Ανίχνευσης Σκελετού
- Θόρυβος
- Αποτελέσματα

3 Μοντελοποίηση και Ανάλυση

- Το Μοντέλο
- Αντίστροφη Κινηματική
 - Τοποθέτηση Ενδείξεων
 - Κανονικοποίησης του Μοντέλου
 - Διεξαγωγή της Αντίστροφης Κινηματικής
- Κατηγορίες Μεθόδων Δυναμικής
- Αντίστροφη Δυναμική
- Ορθή Δυναμική
- Ερωτήσεις

Σκοπός

Σκοπός

- Ανάπτυξη συστήματος καταγραφής της ανθρώπινης κίνησης
- Μοντελοποίηση μυοσκελετικού μοντέλου του ανθρώπου
- Δυναμική ανάλυση της καταγεγραμμένης κίνησης (αντίστροφη κινηματική, αντίστροφη δυναμική, ορθή δυναμική, υπολογισμός μυϊκών διεγέρσεων)

1 Εισαγωγή

- Περιγραφή της Διπλωματικής Εργασίας

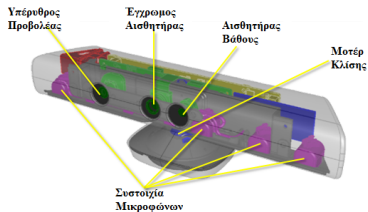
2 Καταγραφή της Κίνησης

- Η Συσκευή Ανίχνευσης
- Εναλλακτικά Εργαλεία
- Αλγόριθμος Ανίχνευσης Σκελετού
- Θόρυβος
- Αποτελέσματα

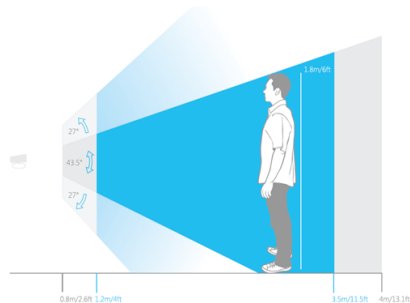
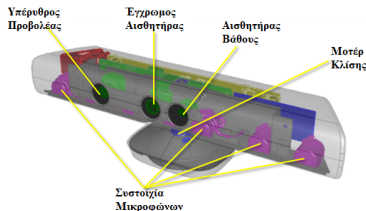
3 Μοντελοποίηση και Ανάλυση

- Το Μοντέλο
- Αντίστροφη Κινηματική
 - Τοποθέτηση Ενδείξεων
 - Κανονικοποίησης του Μοντέλου
 - Διεξαγωγή της Αντίστροφης Κινηματικής
- Κατηγορίες Μεθόδων Δυναμικής
- Αντίστροφη Δυναμική
- Ορθή Δυναμική
- Ερωτήσεις

Χαρακτηριστικά της συσκευής Kinect



Χαρακτηριστικά της συσκευής Kinect

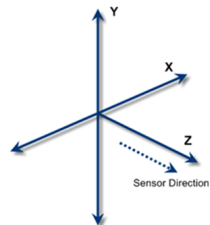
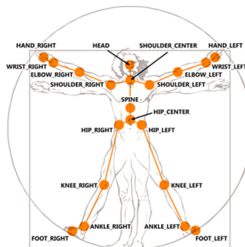
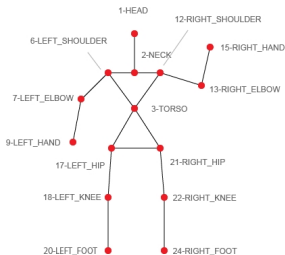


Χαρακτηριστικά

Ανάλυση	1280 × 960, 1024 × 768, 640 × 480, 320 × 240
Υπέρυθρη αόρατη δέσμη	0.4m έως 3.5m
Χάρτης βάθους, RGB ροή δεδομένων	μέχρι 30 FPS
Ρύθμιση κάθετης κλίσης	±27°
Κάθετο πεδίο ορατότητας	43.5°
Οριζόντιο πεδίο ορατότητας	57°

Kinect Microsoft API vs OpenNI

- Υποστήριξη λειτουργικού συστήματος
- Γλώσσες προγραμματισμού
- Βαθμονόμηση συσκευής
- Δυνατότητες ανίχνευσης σκελετού
- Δομές φίλτρων



Βασικά πλεονεκτήματα του αλγορίθμου

Πλεονεκτήματα αλγορίθμου

- Υπάρχει εσωτερική υλοποίηση
- Δεν απαιτεί κάποια ρύθμιση από τον χρήστη
- Ταχύτατος (υλοποίηση σε υλικό εσωτερικά)
- Καλύπτει μεγάλη ποικιλία ανθρώπων (προσαρμοστικός, αυτοεκπαίδευση)
- Μεγάλα ποσοστά ακρίβειας (90%)

Αντιμετώπιση θορύβου στις μετρήσεις



Κριτήρια Φιλτραρίσματος

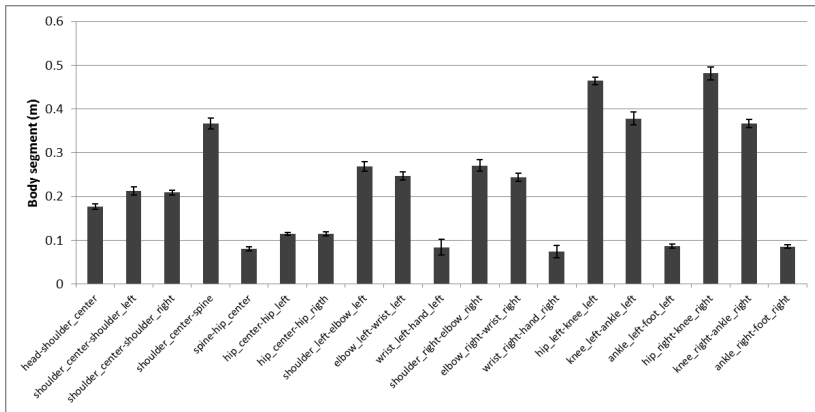
- Την φύση της κίνησης (ταχύτητα)
- Εισαγωγή καθυστέρησης λόγω φιλτραρίσματος
- Εφαρμογή πραγματικού ή μη πραγματικού χρόνου

Αντιμετώπιση θορύβου στις μετρήσεις

Παράμετροι	Κανονικό	Μέτριο	Δυνατό
Εξομάλυνση	0.5	0.5	0.7
Διόρθωση	0.5	0.1	0.3
Πρόβλεψη	0.5	0.5	1.0
Ακτίνα θορύβου	0.05	0.1	1.0
Μέγιστη απόκλιση	0.04	0.1	1.0

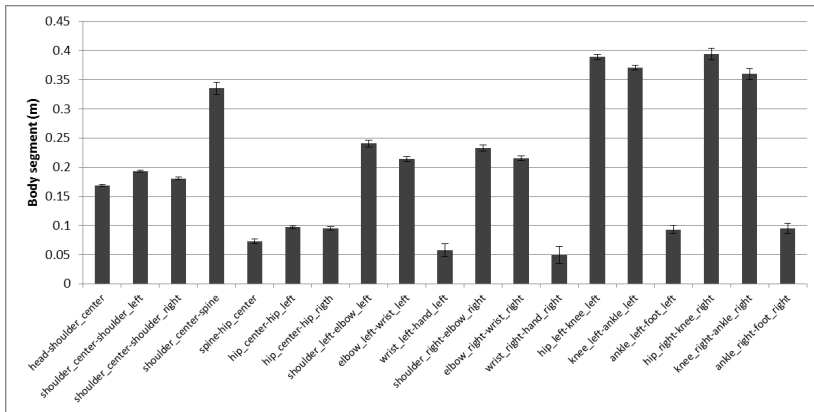


Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά



$$std_{min} = 0.0030m, std_{max} = 0.0182m$$

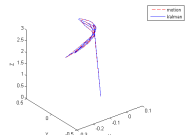
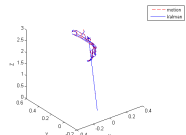
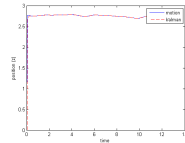
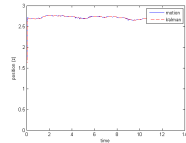
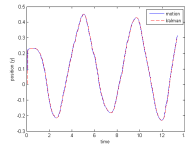
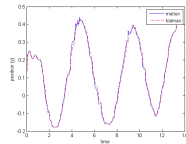
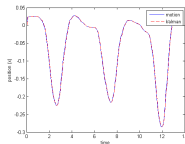
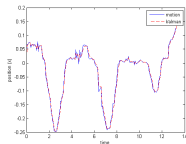
Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά



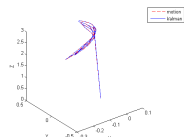
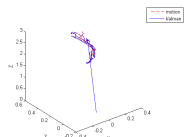
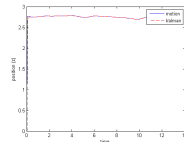
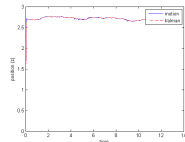
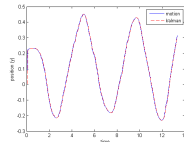
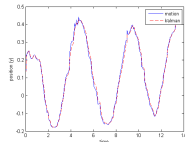
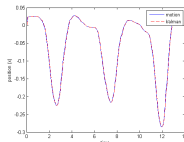
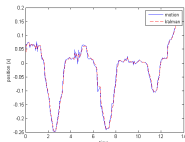
$$std_{min} = 0.0019m, std_{max} = 0.0146m$$

Αποτελέσματα

Φιλτράρισμα



Φιλτράρισμα



Πρόβλεψη

$$\hat{p}_t = p_{t-1} + u_t, \quad u_t = \frac{p_{t-1} - p_{t-2}}{t_{t-1} - t_{t-2}}$$

$$\hat{P} = P_{t-1} + Q$$

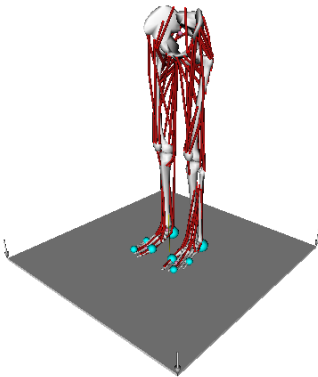
Διόρθωση

$$K = \frac{\hat{P}}{\hat{P} + R}$$

$$p_t = \hat{p}_t + K \cdot (p_t - \hat{p}_t)$$

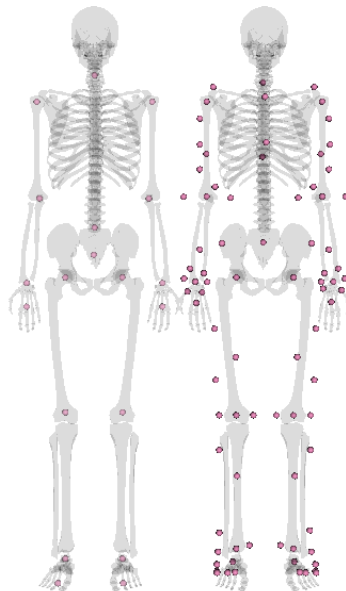
$$P_t = (1 - K) \cdot \hat{P}$$

- 1 Εισαγωγή
 - Περιγραφή της Διπλωματικής Εργασίας
- 2 Καταγραφή της Κίνησης
 - Η Συσκευή Ανίχνευσης
 - Εναλλακτικά Εργαλεία
 - Αλγόριθμος Ανίχνευσης Σκελετού
 - Θόρυβος
 - Αποτελέσματα
- 3 Μοντελοποίηση και Ανάλυση
 - Το Μοντέλο
 - Αντίστροφη Κινηματική
 - Τοποθέτηση Ενδείξεων
 - Κανονικοποίησης του Μοντέλου
 - Διεξαγωγή της Αντίστροφης Κινηματικής
 - Κατηγορίες Μεθόδων Δυναμικής
 - Αντίστροφη Δυναμική
 - Ορθή Δυναμική
 - Ερωτήσεις



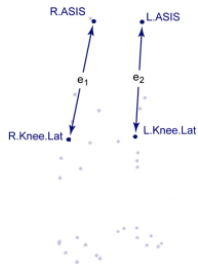
Άρθρωση	Κάτω όριο	Πάνω όριο
pelvis_till (z)	-90°	$+90^{\circ}$
pelvis_list (x)	-90°	$+90^{\circ}$
pelvis_rotation (y)	-90°	$+90^{\circ}$
pelvis_tx	-5	$+5$
pelvis_ty	-1	$+2$
pelvis_tz	-3	$+3$
hip_flexion	-95°	$+95^{\circ}$
hip_adduction	-50°	$+15^{\circ}$
hip_rotation	-20°	$+20^{\circ}$
knee_angle	-120°	$+0^{\circ}$
ankle_angle	-30°	$+30^{\circ}$
subtalar_angle	-20°	$+20^{\circ}$
mtp_angle	-30°	$+30^{\circ}$

Τοποθέτηση ενδείξεων

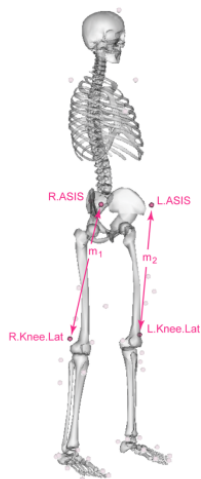


Κανονικοποίησης του μοντέλου

Πειραματικές Ενδείξεις



Εικονικές Ενδείξεις



Αντίστροφη κινηματική

Ορισμός

Είναι η διαδικασία που μετατρέπει τις θέσεις των αρθρώσεων από το καρτεσιανό τρισδιάστατο χώρο σε γενικευμένες συντεταγμένες του μοντέλου (γωνίες), έτσι ώστε κάθε χρονική στιγμή το μοντέλο να είναι στην ίδια διάταξη με τις μετρήσιμες θέσεις των αντίστοιχων αρθρώσεων.

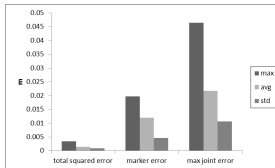
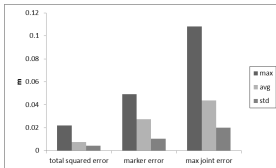
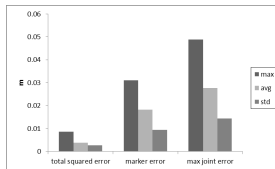
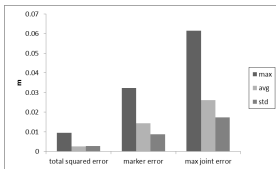
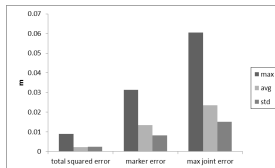
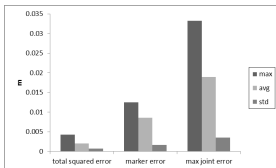
Αντίστροφη κινηματική

Ορισμός

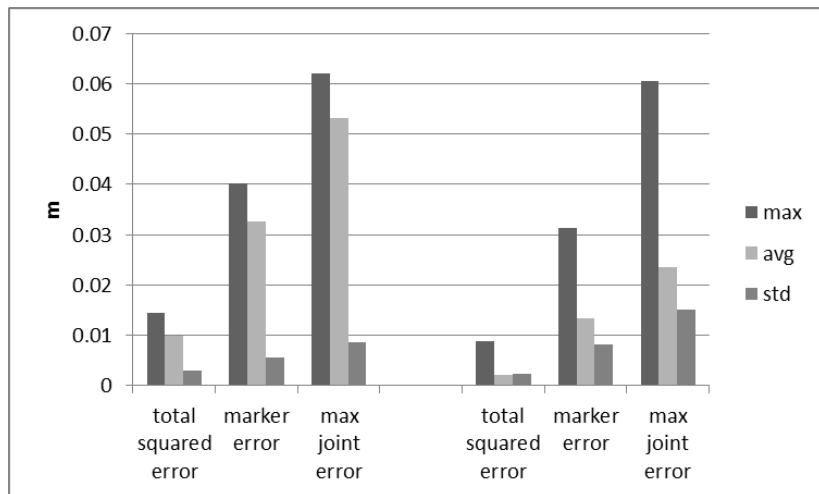
Είναι η διαδικασία που μετατρέπει τις θέσεις των αρθρώσεων από το καρτεσιανό τρισδιάστατο χώρο σε γενικευμένες συντεταγμένες του μοντέλου (γωνίες), έτσι ώστε κάθε χρονική στιγμή το μοντέλο να είναι στην ίδια διάταξη με τις μετρήσιμες θέσεις των αντίστοιχων αρθρώσεων.

$$\begin{aligned} & \underset{q}{\text{minimize}} && \sum_{j=1}^N w_j \cdot \|p_j - p(q_j)\|^2 \\ & \text{s.t.} && c_j(q_j) \leq b_j, \quad i = 1, \dots, N. \end{aligned}$$

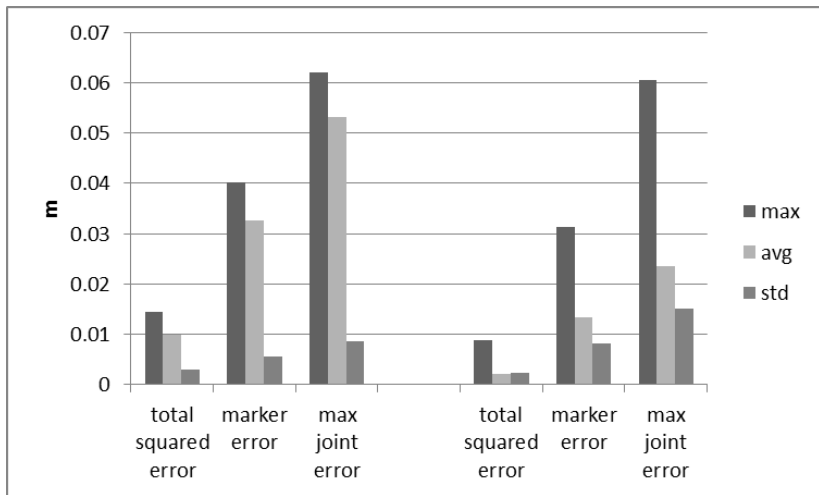
Αποτελέσματα αντίστροφης κινηματικής



Αποτελέσματα αντίστροφης κινηματικής



Αποτελέσματα αντίστροφης κινηματικής



Κατηγορίες των μεθόδων δυναμικής ανάλυσης

Κατηγορίες μεθόδων

- Μέθοδοι αντίστροφης δυναμικής

Κατηγορίες των μεθόδων δυναμικής ανάλυσης

Κατηγορίες μεθόδων

- Μέθοδοι αντίστροφης δυναμικής
- Μέθοδοι ορθής δυναμικής

Κατηγορίες των μεθόδων δυναμικής ανάλυσης

Κατηγορίες μεθόδων

- Μέθοδοι αντίστροφης δυναμικής
- Μέθοδοι ορθής δυναμικής
 - Μεθόδων βασιζόμενοι στην ρύθμιση (PD έλεγχος)

Κατηγορίες των μεθόδων δυναμικής ανάλυσης

Κατηγορίες μεθόδων

- Μέθοδοι αντίστροφης δυναμικής
- Μέθοδοι ορθής δυναμικής
 - Μεθόδων βασιζόμενοι στην ρύθμιση (PD έλεγχος)
 - Μέθοδοι βασιζόμενοι σε κριτήρια βελτιστοποίησης

Αντίστροφη δυναμική

Ορισμός

Είναι η έρευνα των γενικευμένων ροπών ή δυνάμεων που πρέπει να ασκηθούν στις αρθρώσεις, ώστε το σύστημα να παράξει την συγκεκριμένη κίνηση.

Αντίστροφη δυναμική

Ορισμός

Είναι η έρευνα των γενικευμένων ροπών ή δυνάμεων που πρέπει να ασκηθούν στις αρθρώσεις, ώστε το σύστημα να παράξει την συγκεκριμένη κίνηση.

$$M(q) \cdot \ddot{q} + V(q, \dot{q}) + G(q) + F(q, \dot{q}) = \tau$$

Αντίστροφη δυναμική

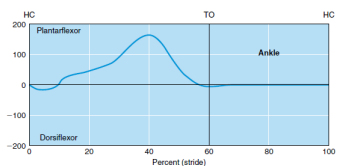
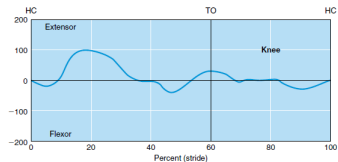
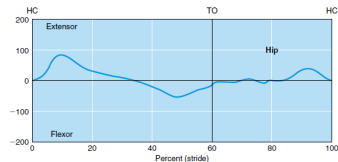
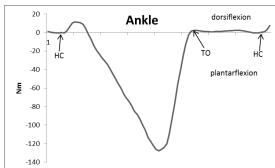
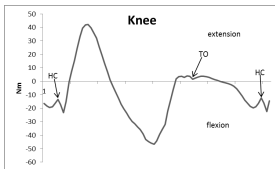
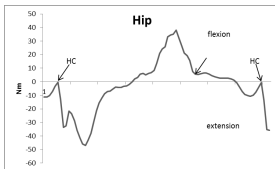
Ορισμός

Είναι η έρευνα των γενικευμένων ροπών ή δυνάμεων που πρέπει να ασκηθούν στις αρθρώσεις, ώστε το σύστημα να παράξει την συγκεκριμένη κίνηση.

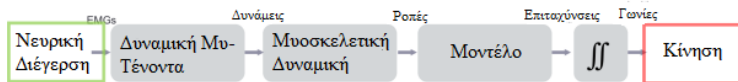
$$M(q) \cdot \ddot{q} + V(q, \dot{q}) + G(q) + F(q, \dot{q}) = \tau$$

Απαιτείται η γνώση εξωτερικών δυνάμεων
Απαιτείται η γνώση της κατανομής της μάζας

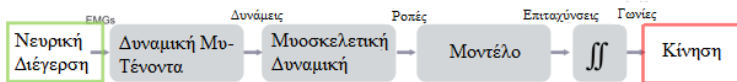
Αποτελέσματα αντίστροφης δυναμικής



Μέθοδος της ορθής δυναμικής

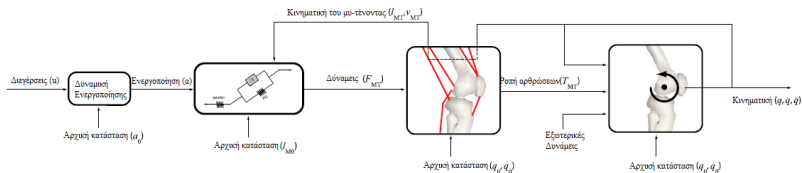


Μέθοδος της ορθής δυναμικής

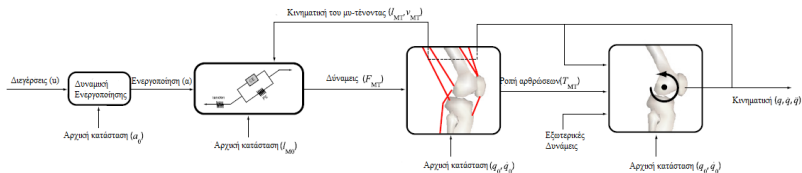


$$\ddot{q} = M(q)^{-1} \cdot \{\tau - V(q, \dot{q}) - G(q) - F(q, \dot{q})\}$$

Μυοσκελετική συσχέτιση



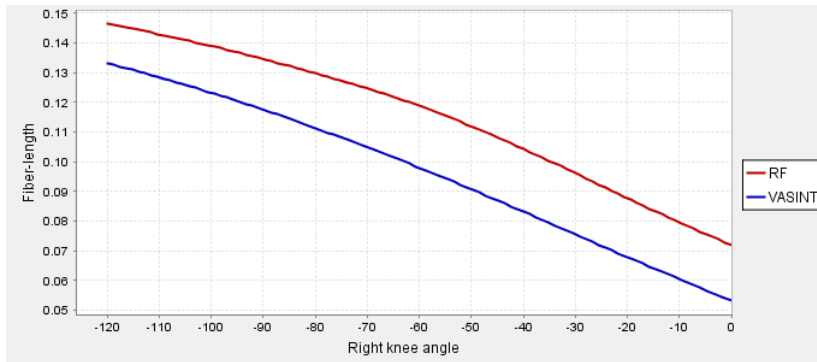
Μυοσκελετική συσχέτιση



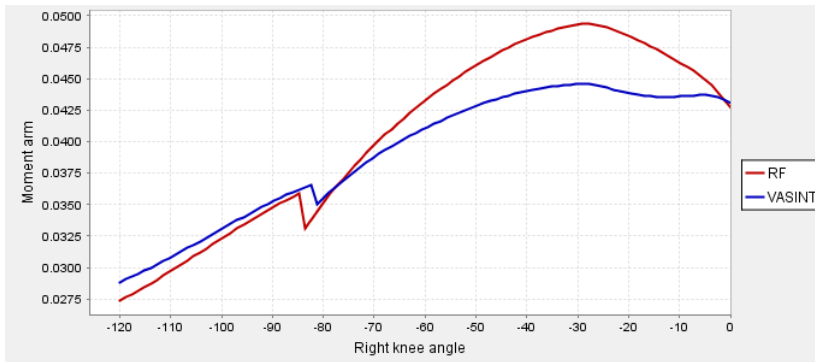
$$\ddot{q} = M(q)^{-1} \cdot \{R(q) \cdot F^M - V(q, \dot{q}) - G(q) - F(q, \dot{q})\}$$

$$f^M = f_o^M \cdot (a \cdot f^L(\tilde{l}^M) \cdot f^V(\tilde{v}^M) + f^{PE}(\tilde{l}^M))$$

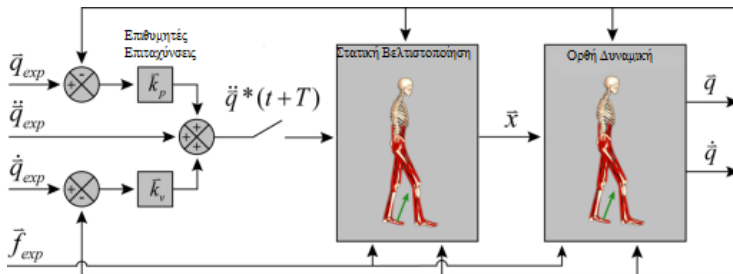
Χαρακτηριστικά μυών



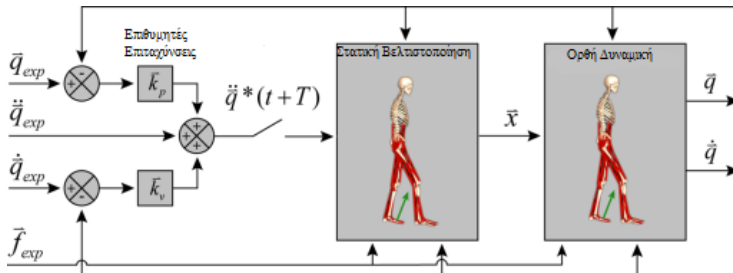
Χαρακτηριστικά μυών



Μέθοδος υπολογισμού μυϊκών διεγέρσεων

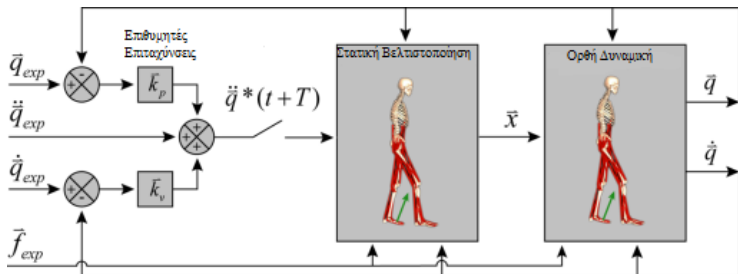


Μέθοδος υπολογισμού μυϊκών διεγέρσεων



$$\vec{k}_v = 2 \cdot \sqrt{\vec{k}_p}$$

Μέθοδος υπολογισμού μυϊκών διεγέρσεων

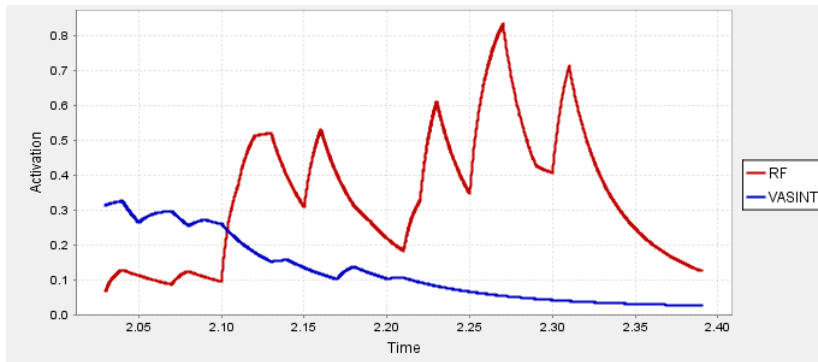


$$\vec{k}_v = 2 \cdot \sqrt{\vec{k}_p}$$

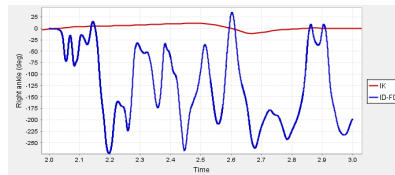
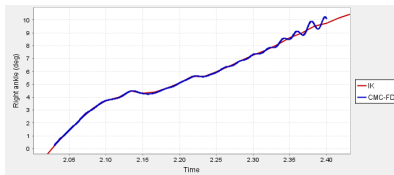
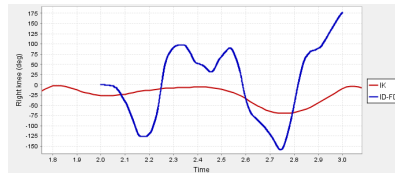
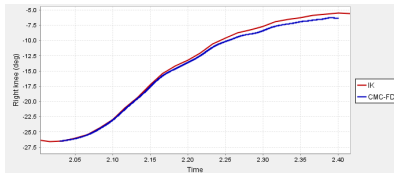
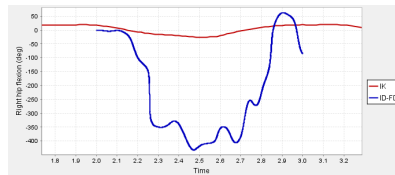
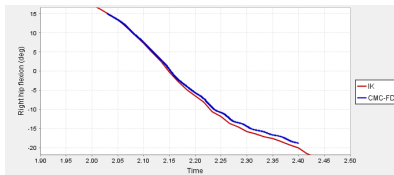
$$\underset{a}{\text{minimize}} \sum_{i=1}^N a_i^p$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^N (a_i \cdot f(f_i^o, l_i, v_i)) \cdot R_{ij} = \tau_j, \quad \forall j$$

Αποτέλεσμα της ορθής δυναμικής



Αποτέλεσμα της ορθής δυναμικής



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Ερωτήσεις