

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Π. Ασβεστάς

Αν. Καθηγητής

Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

E-mail: [pasv@uniwa.gr](mailto:pasv@uniwa.gr)

## Οφέλη Ρομποτικής

- **Ακρίβεια:** ένα ρομπότ (υπό την καθοδήγηση ενός ιατρού) μπορεί να τοποθετήσει ένα χειρουργικό εργαλείο στην επιθυμητή θέση με ακρίβεια χιλιοστού (ή και λιγότερο).
- **Σμίκρυνση εύρους κινήσεων:** οι κινήσεις των χεριών ενός χειρουργού που είναι της τάξης μερικών εκατοστών μπορούν να μεταφραστούν από το ρομπότ σε κινήσεις χιλιοστών.

## Οφέλη Ρομποτικής

- **Σταθεροποίηση κίνησης:** ένα πιθανό τρέμουλο των χεριών ενός χειρουργού φιλτράρεται και εξαλείφεται από το ρομπότ.
- **Ευελιξία κίνησης:** ένα ρομπότ μπορεί να κάνει σύνθετες κινήσεις που ίσως να είναι δύσκολο να γίνουν με τα ανθρώπινα χέρια.
- **Συνδυασμός δεδομένων από πολλαπλές πηγές:** ένα ρομπότ μπορεί να κάνει χρήση δεδομένων (π.χ. εικόνων) για να καθορίζει τη θέση του και την ταχύτητά του (π.χ. Cyberknife).

{ 3 }

## Προδιαγραφές ιατρικών ρομπότ

- **Ασφάλεια γύρω από τον ασθενή και το ιατρικό προσωπικό:**
  - να διασφαλίζεται ότι μια χειρουργική επέμβαση που υποβοηθείται από ένα ρομποτικό σύστημα είναι πιο ασφαλής και ακριβής από ότι εάν γινόταν χωρίς αυτό.
- **Αποστείρωση:**
  - τα μέρη ενός ρομποτικού συστήματος που έρχονται σε άμεση επαφή με τον ασθενή, τον χειρουργό ή το ιατρικό προσωπικό θα πρέπει να αποστειρώνονται πλήρως.
  - Τα μέρη που θα μπορούσαν να έρθουν σε επαφή και δεν μπορούν να αποστειρωθούν πρέπει να καλύπτονται σε αποστειρωμένο υλικό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

{ 4 }

## Προδιαγραφές ιατρικών ρομπότ

- **Χώρος λειτουργίας:**
  - Να μην υπάρχουν εμπόδια (στον βαθμό που είναι εφικτό) στο χώρο που θα λειτουργήσει ένα ρομπότ.
  - Εύκολη η μεταφορά του ρομπότ μέσα και έξω από τον χειρουργικό χώρο, εκτός εάν ο χώρος χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ρομποτικές επεμβάσεις.
  - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα με τον άλλο ιατρικό εξοπλισμό
  - Λειτουργία χωρίς εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό

## Μέρη ρομποτικού βραχίονα

- **Σύνδεσμοι (Links):** επιμέρους στερεά σώματα που απαρτίζουν έναν ρομποτικό βραχίονα.
- **Αρθρώσεις (Joints):** σημεία στα οποία συνδέονται δύο σύνδεσμοι και επιτρέπουν τη σχετική κίνηση του ενός συνδέσμου ως προς τον άλλο.
- **Ενεργοποιητές (Actuators):** εξαρτήματα που ελέγχουν τις αρθρώσεις.
- **Τελικός επενεργητής (End effector):** εξάρτημα που συνδέεται στον τελευταίο σύνδεσμο και εκτελεί την απαιτούμενη εργασία του ρομπότ.
- **Αισθητήρες (Sensors):** εξαρτήματα που συλλέγουν δεδομένα για την εσωτερική κατάσταση του ρομπότ και για το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί.
- **Μονάδα ελέγχου (Control unit):** προγραμματιζόμενο εξάρτημα που δίνει εντολές στους ενεργοποιητές και επεξεργάζεται τα δεδομένα των αισθητήρων.

## Μέρη ρομποτικού βραχίονα

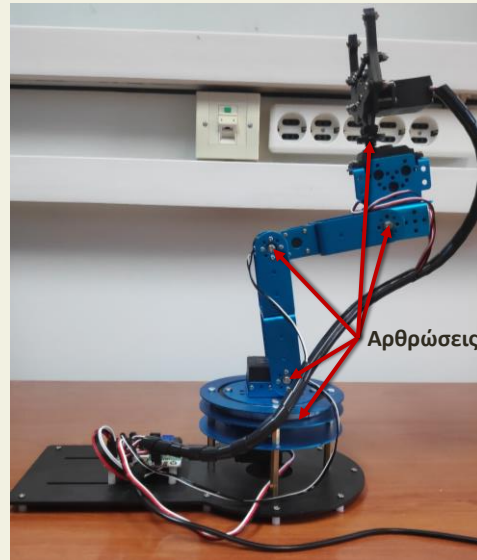
- Αντιστοιχία βραχίονα με ανθρώπινο σώμα

| Ρομποτικός βραχίονας | Ανθρώπινο σώμα |
|----------------------|----------------|
| Σύνδεσμοι            | Οστά           |
| Αρθρώσεις            | Αρθρώσεις      |
| Ενεργοποιητές        | Μύες           |
| Τελικός επενεργητής  | Παλάμη         |
| Αισθητήρες           | Μάτια          |
| Μονάδα ελέγχου       | Εγκέφαλος      |

## Μέρη ρομποτικού βραχίονα – Σύνδεσμοι

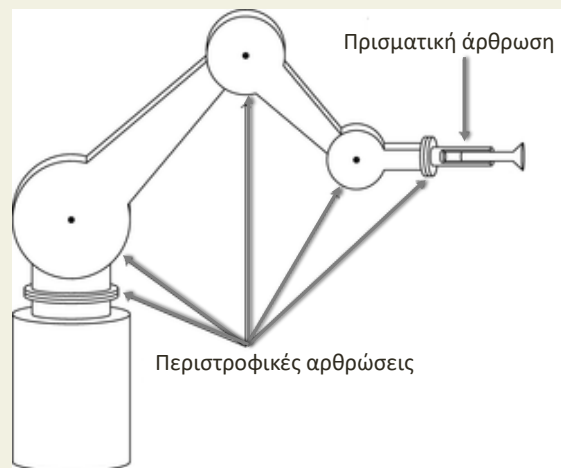


## Μέρη ρομποτικού βραχίονα - Αρθρώσεις

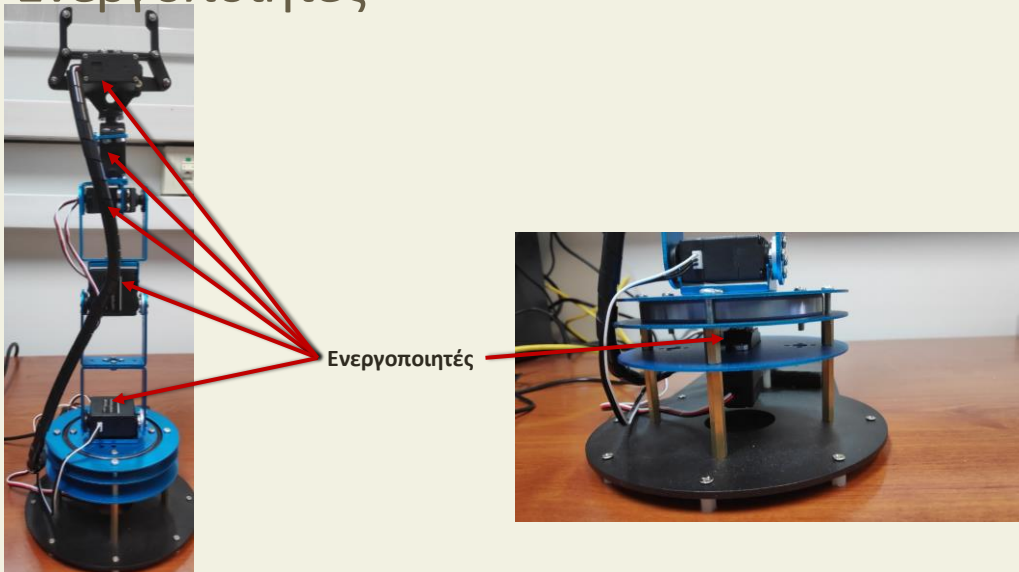


## Μέρη ρομποτικού βραχίονα - Αρθρώσεις

- **Περιστροφικές (revolute):** επιτρέπουν περιστροφική κίνηση συνδέσμων ως προς τον άξονα της άρθρωσης.
- **Πρισματικές (prismatic):** επιτρέπουν τη σχετική μετατόπιση συνδέσμων κατά μήκος του άξονα της άρθρωσης.



## Μέρη ρομποτικού βραχίονα - Ενεργοποιητές

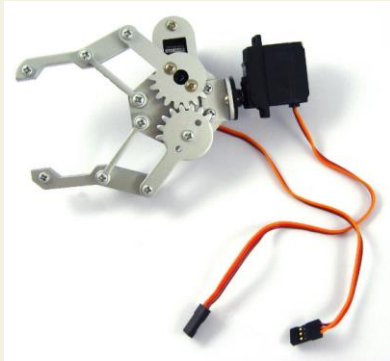


## Μέρη ρομποτικού βραχίονα – Τελικός επενεργητής



## Μέρη ρομποτικού βραχίονα – Τελικός επενεργητής

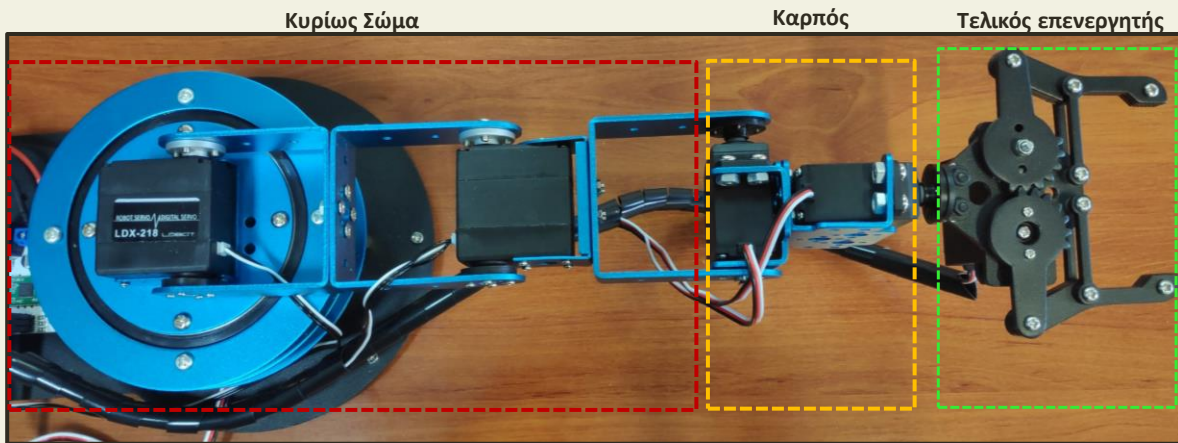
- Ο **τελικός επενεργητής (end effector)** είναι το εξάρτημα που συνδέεται στον τελευταίο σύνδεσμο και εκτελεί την απαιτούμενη εργασία του ρομπότ



## Μέρη ρομποτικού βραχίονα – Μονάδα Ελέγχου



## Μέρη ρομποτικού βραχίονα

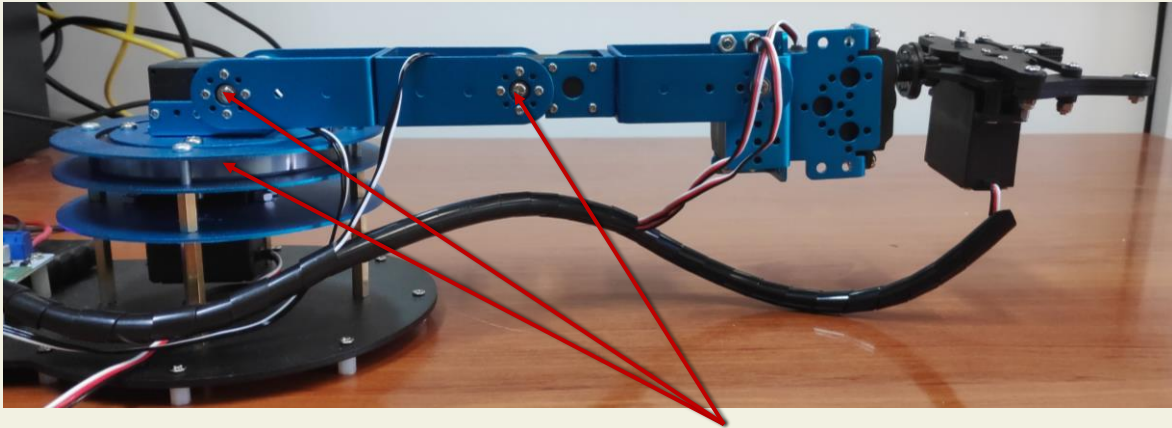


## Βαθμοί ελευθερίας

- Ένας τυπικός βραχίονας έχει **6 αρθρώσεις** (ή **6 βαθμούς ελευθερίας**).
- Οι τρεις πρώτες αρθρώσεις (ξεκινώντας από τη βάση του βραχίονα) συνδέουν τους συνδέσμους που απαρτίζουν το **κυρίως σώμα** του ρομπότ.
- Καθορίζουν τη γεωμετρία του βραχίονα και τη **θέση** του τελικού επενεργητή στον χώρο.
- Οι άλλες τρεις αρθρώσεις που ακολουθούν, συνδέουν το κυρίως σώμα με τον τελικό επενεργητή και απαρτίζουν τον **καρπό (wrist)** του ρομποτικού βραχίονα.
- Οι αρθρώσεις αυτές είναι περιστροφικές και στην ουσία μπορούν να δώσουν οποιοδήποτε **προσανατολισμό** στον τελικό επενεργητή.

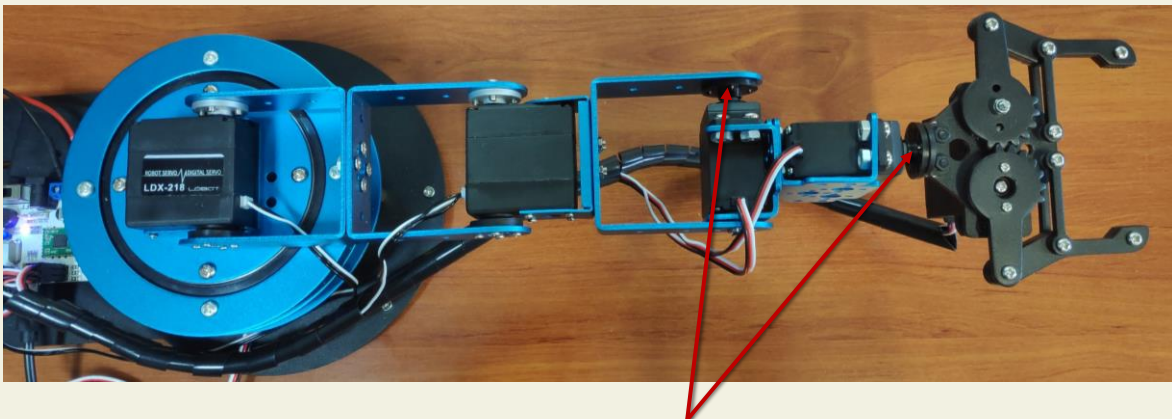


## Βαθμοί Ελευθερίας – Καθορισμός θέσης



Αρθρώσεις που καθορίζουν τη θέση στον χώρο και τη γεωμετρία του βραχίονα

## Βαθμοί Ελευθερίας – Προσανατολισμός



Αρθρώσεις που καθορίζουν τον προσανατολισμό

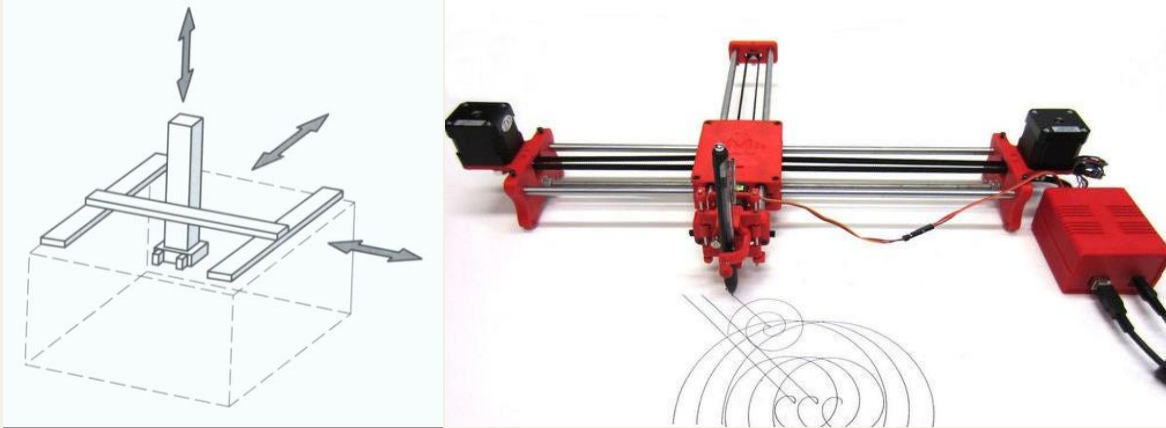
## Βαθμοί ελευθερίας



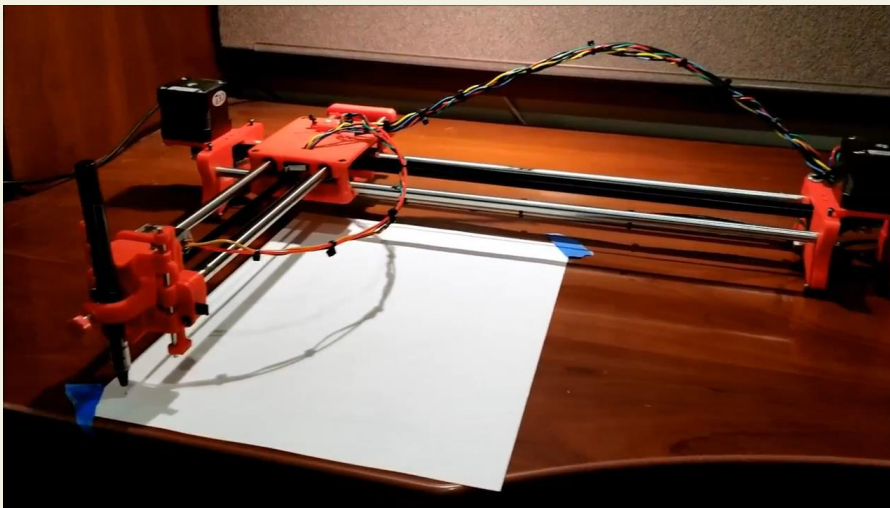
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων

- Υπάρχουν 5 βασικοί τύποι ρομποτικών βραχιόνων που χρησιμοποιούνται στην πράξη.
- Οι τύποι αυτοί αναφέρονται μόνο στο είδος των τριών πρώτων αρθρώσεων που απαρτίζουν το κυρίως σώμα του βραχίονα και στον τρόπο σύνδεσής τους.
- Οι τύποι είναι:
  - Καρτεσιανό
  - Κυλινδρικό
  - Σφαιρικό
  - SCARA
  - Ανθρωπομορφικό

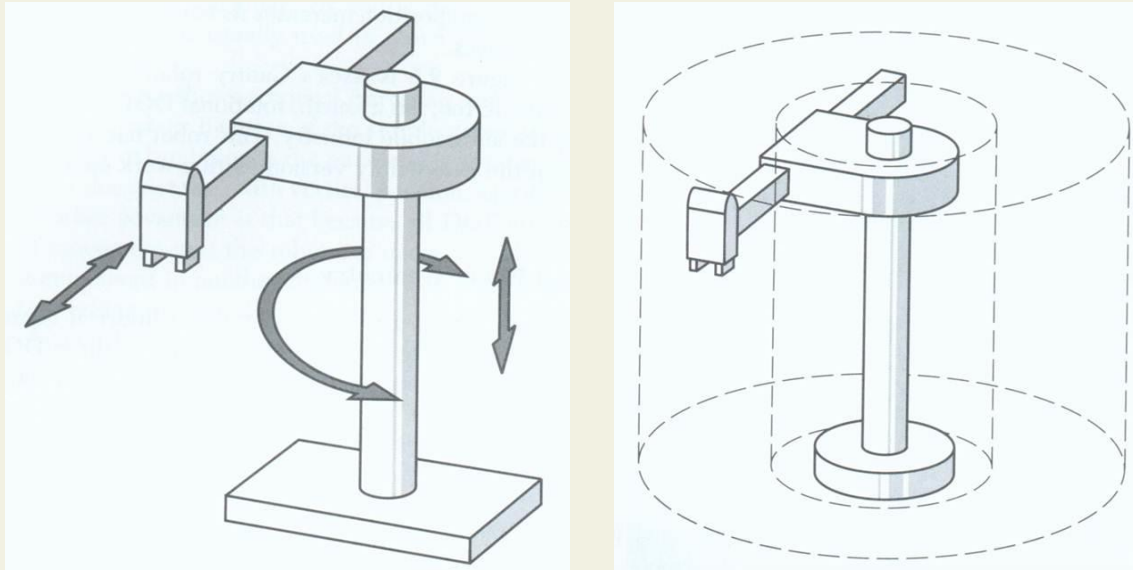
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Καρτεσιανό



## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Καρτεσιανό



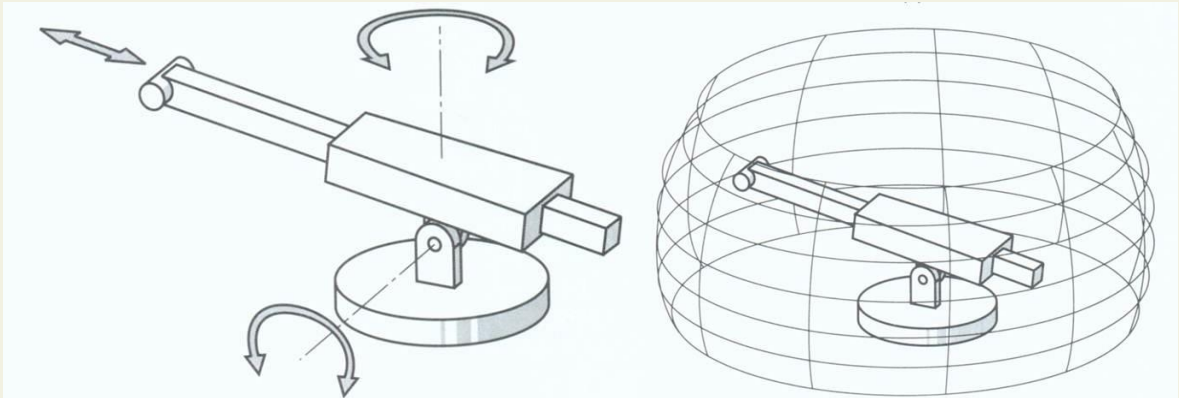
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Κυλινδρικό



## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Κυλινδρικό



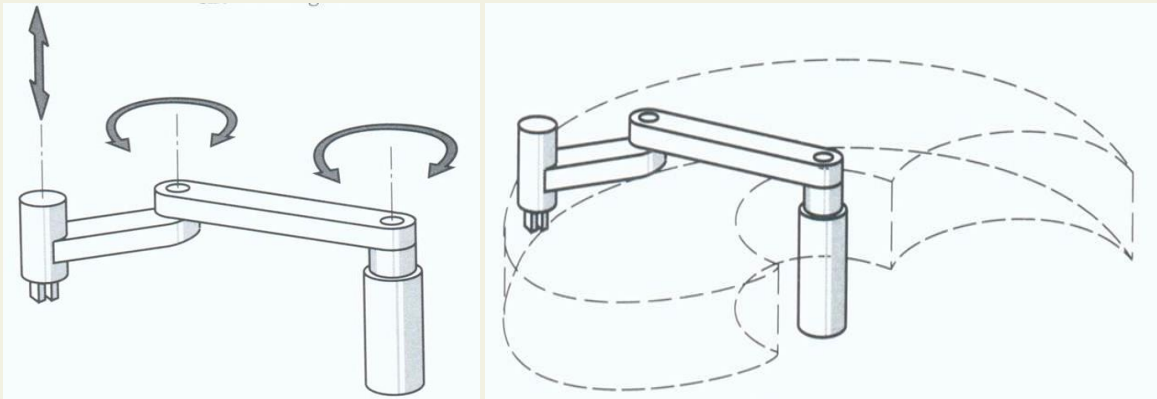
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Σφαιρικό



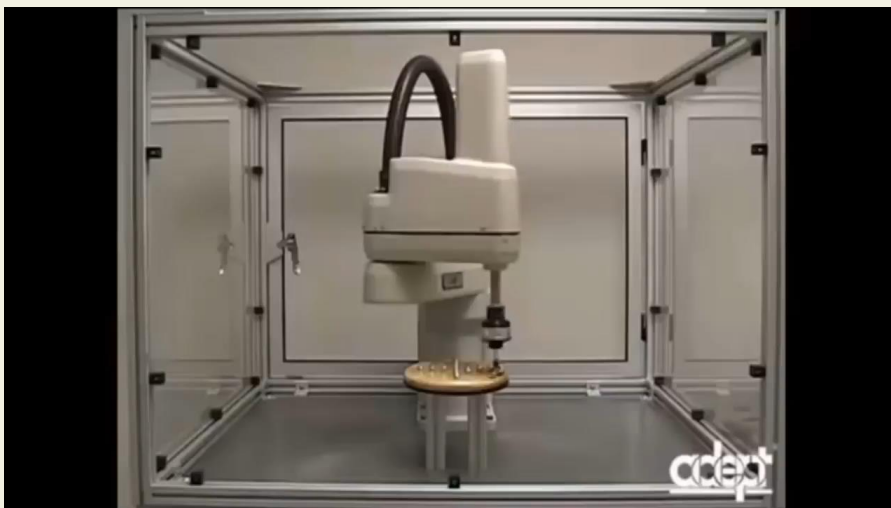
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - Σφαιρικό



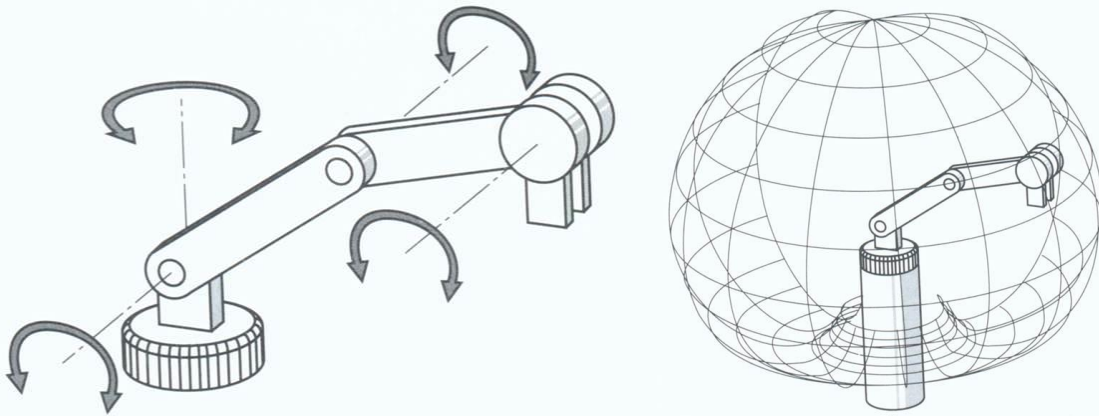
## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - SCARA



## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων - SCARA



## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων – Ανθρωπομορφικό



## Τύποι ρομποτικών βραχιόνων – Ανθρωπομορφικό

Jointed Spherical Arm Geometry (Articulated)





# Τύποι ρομποτικών βραχιόνων – Ανθρωπομορφικό



Περιστροφική  
Άρθρωση  
(Αγκώνας)

Περιστροφική  
Άρθρωση (Ώμος)

Περιστροφική  
Άρθρωση (Μέση)