



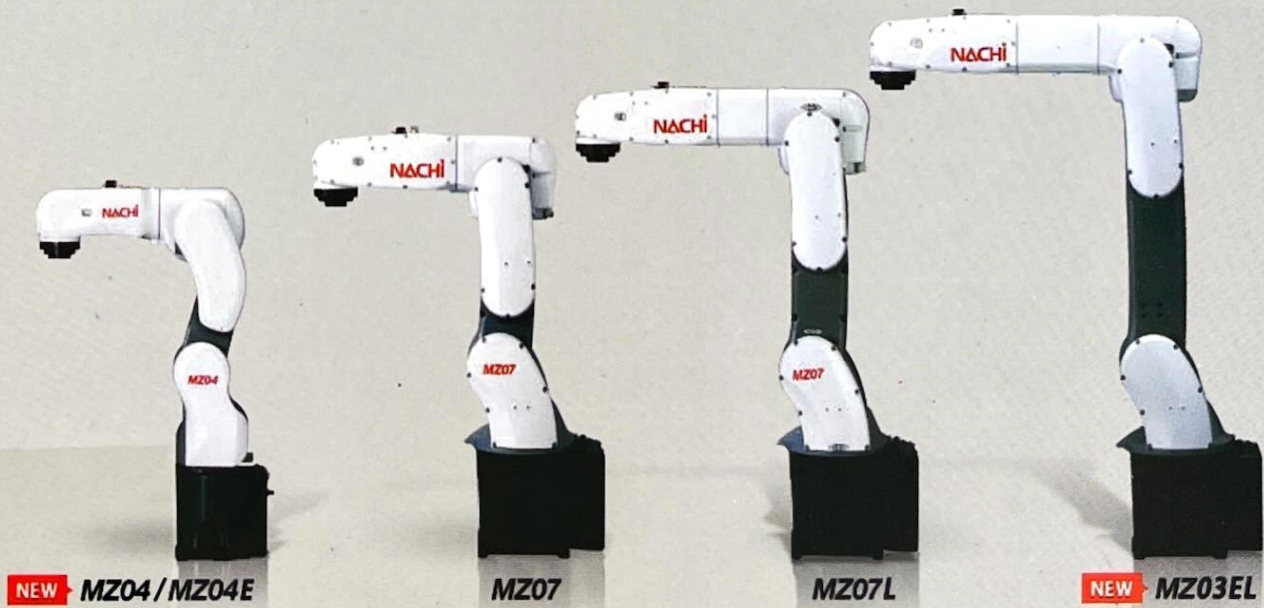
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

KHÔNG MINH (Chủ biên)

NGUYỄN ANH TÚ - NGUYỄN VĂN TRƯỜNG - ĐÀO NGỌC ANH

# Giáo trình

## ROBOT CÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

# TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

ThS. KHỔNG MINH (Chủ biên)

TS. NGUYỄN ANH TÚ - ThS. NGUYỄN VĂN TRƯỜNG

ThS. ĐÀO NGỌC ANH



## GIÁO TRÌNH ROBOT CÔNG NGHIỆP

Những khái niệm, công thức trong giáo trình được trình bày một cách ngắn gọn, có ví dụ minh họa và bài tập áp dụng giúp người học nhanh chóng nắm bắt được phần lý thuyết về robot công nghiệp.

Trong quá trình biên soạn, rất khó để tránh hết được những thiếu sót. Nhóm tác giả mong được sự góp ý của quý bạn đọc.

Mọi sự góp ý xin được vui lòng gửi về: Bộ môn cơ điện tử - Khoa Cơ khí - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Nhóm tác giả



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

*Lời nói đầu*

Giáo trình Robot công nghiệp là tài liệu giảng dạy chính thức của môn học robot công nghiệp cho sinh viên các ngành Cơ điện tử và Kỹ thuật cơ khí Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Giáo trình cũng là tài liệu tham khảo cho sinh viên làm đồ án môn học cơ điện tử và đồ án tốt nghiệp ngành Cơ điện tử theo định hướng thiết kế tay máy robot công nghiệp. ....10

Giáo trình gồm 5 chương: Chương 1 do thạc sĩ Nguyễn Văn Trường viết, Chương 2, 3 do thạc sĩ Không Minh viết, Chương 4 do thạc sĩ Không Minh và tiến sĩ Nguyễn Anh Tú viết, Chương 5 do thạc sĩ Đào Ngọc Anh viết. Chương 1, 2, 3 trình bày, phân tích những khái niệm về tay máy robot công nghiệp, các bài toán động học và động lực học tay máy. Chương 4 trình bày và phân tích cơ sở điều khiển tay máy robot công nghiệp theo quỹ đạo. Chương 5 các hệ thống phân cứng cơ bản có trong robot công nghiệp. ....12

Những khái niệm, công thức trong giáo trình được trình bày một cách ngắn gọn, có ví dụ minh họa và bài tập áp dụng giúp người học nhanh chóng nắm bắt được phần lý thuyết về robot công nghiệp. ....13

Trong quá trình biên soạn, rất khó để tránh hết được những thiếu sót. Nhóm tác giả mong được sự góp ý của quý bạn đọc. ....20

Mọi sự góp ý xin được vui lòng gửi về: Bộ môn cơ điện tử - Khoa Cơ khí - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. ....21

**Nhóm tác giả**

2.2.1. Vector định vị	22
2.2.2. Ma trận định vị	22
2.3. Ma trận quay	24
2.3.1. Khái niệm ma trận quay	24
2.3.2. Phép quay quanh các trục x, y, z	27
2.3.3. Phép quay tổng hợp	30
2.4. Phép biến đổi đồng nhất các hệ tọa độ	38

# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI NÓI ĐẦU.....	3
<b>Chương 1</b>	
<b>CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP</b>	
1.1. Các khái niệm cơ bản và phân loại robot.....	9
1.1.1. Robot và robotics.....	10
1.1.2. Robot công nghiệp.....	12
1.2. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp.....	13
1.2.1. Tay máy.....	13
1.2.2. Hệ thống cảm biến.....	14
1.2.3. Hệ thống điều khiển.....	14
1.2.4. Môi trường làm việc.....	14
1.3. Phân loại robot công nghiệp.....	14
1.3.1. Phân loại theo cấu trúc của tay máy.....	14
1.3.2. Phân loại theo ứng dụng.....	18
<b>Chương 2</b>	
<b>ĐỘNG HỌC TAY MÁY</b>	
2.1. Hệ tọa độ trên tay máy.....	20
2.1.1. Hệ tọa độ gốc.....	20
2.1.2. Hệ tọa độ vật.....	21
2.1.3. Quy tắc bàn tay phải.....	21
2.2. Vectơ định vị và ma trận định vị.....	22
2.2.1. Vectơ định vị.....	22
2.2.2. Ma trận định vị.....	23
2.3. Ma trận quay.....	24
2.3.1. Khái niệm ma trận quay.....	24
2.3.2. Phép quay quanh các trục x, y, z.....	27
2.3.3. Phép quay tổng hợp.....	30
2.4. Phép biến đổi đồng nhất các hệ tọa độ.....	36

2.4.1. Phép biến đổi đồng nhất .....	36
2.4.2. Ma trận biến đổi thuận nhất, ma trận tọa độ thuận nhất .....	36
2.5. Động học thuận .....	38
2.5.1. Khái niệm .....	38
2.5.2. Phép biến đổi đồng nhất các hệ trục tọa độ theo quy tắc Denavit - Hartenberg .....	41
2.5.3. Ma trận biến đổi thuận nhất giữa hai hệ tọa độ theo quy tắc D-H .....	42
2.5.4. Bảng thông tham số động học D-H .....	43
2.5.5. Phương trình động học thuận tay máy .....	43
2.5.6. Các bước lập phương trình động học thuận tay máy theo quy tắc Denavit – Hartenberg .....	44
2.5.7. Các ví dụ áp dụng .....	44
2.6. Động học ngược .....	49
2.6.1. Khái niệm .....	49
2.6.2. Động học ngược tay máy SCARA .....	50
2.6.3. Động học ngược tay máy tọa độ cầu 3 bậc tự do RRR .....	52
2.7. Động học vi phân .....	54
2.7.1. Khái niệm .....	54
2.7.2. Ma trận Jacobi giải tích .....	54
2.7.3. Ma trận Jacobi hình học .....	56
2.7.4. Ví dụ minh họa .....	58
Bài tập .....	59

### Chương 3

#### ĐỘNG LỰC HỌC TAY MÁY

3.1. Khái niệm .....	61
3.2. Phương pháp Lagrange .....	62
3.2.1. Phương pháp Lagrange cổ điển .....	62
3.2.2. Phương pháp Lagrange dưới dạng ma trận .....	71
Câu hỏi ôn tập và bài .....	80

### Chương 4

#### CƠ SỞ ĐIỀU KHIỂN ROBOT

4.1. Thiết kế quỹ đạo .....	83
-----------------------------	----

4.1.1. Các khái niệm cơ bản .....	83
4.1.2. Quỹ đạo trong không gian khớp .....	84
4.1.3. Quỹ đạo trong không gian công tác.....	94
4.2. Điều khiển chuyển động .....	95
4.2.1. Điều khiển trong không gian khớp.....	95
4.2.2. Điều khiển trong không gian công tác .....	95
Câu hỏi ôn tập và bài tập .....	97

## Chương 5

### CÁC THÀNH PHẦN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP

5.1. Hệ thống chấp hành.....	99
5.1.1. Khái niệm.....	99
5.1.2. Các thành phần của hệ thống chấp hành.....	99
5.2. Hệ thống cảm biến.....	103
5.2.1. Khái niệm.....	103
5.2.2. Phân loại cảm biến.....	104
5.3. Hệ thống điều khiển.....	107
5.3.1. Chức năng của hệ thống điều khiển.....	107
5.3.2. Các khối (modul) cơ bản của hệ thống điều khiển.....	108
5.3.3. Môi trường lập trình .....	108
Câu hỏi ôn tập .....	110
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	111



*Hình 1.1. Vở kịch Rossum's Universal Robots*

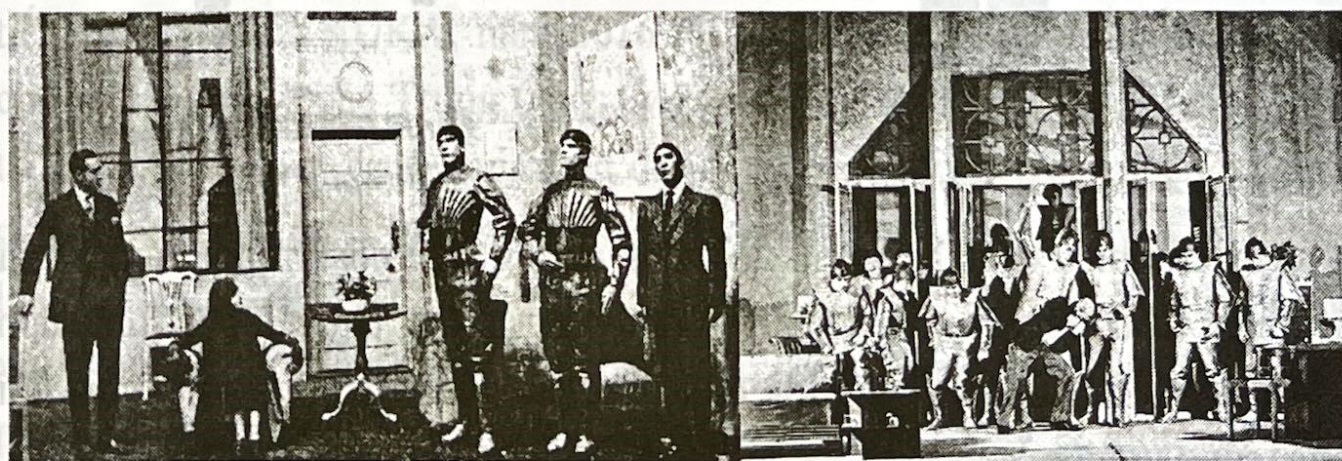
## Chương 1

# CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP

Trong chương này sẽ giới thiệu những khái niệm cơ bản nhất về robot công nghiệp: Lịch sử phát triển, các khái niệm, cấu trúc chung, cách thức phân loại robot công nghiệp cũng như xu hướng phát triển của robot công nghiệp. Các tài liệu sử dụng trong Chương 1 được cập nhật mới nhất (năm 2016) giúp cho bạn đọc có được cái nhìn rõ ràng, chi tiết về sự phát triển robot công nghiệp trong thời đại công nghiệp 4.0.

### 1.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ PHÂN LOẠI ROBOT

Robot từ lâu đã xuất hiện trong các tác phẩm khoa học viễn tưởng. Tuy nhiên, thuật ngữ Robot lần đầu tiên xuất hiện là trong vở kịch Rossum's Universal Robots của nhà viết kịch người Séc Karel Capek (1890–1938) vào năm 1920 [1.1]. Trong vở kịch, robot ban đầu được mô tả là một cỗ máy giúp người chủ quán bung bê các khay đồ ăn cho khách. Từ robot có nguồn gốc từ từ “robota” trong tiếng Séc có nghĩa là phục vụ, tạp dịch. Sau đó, những cỗ máy phục vụ này trở nên thông minh, biết tự suy nghĩ, robot chiếm quán ăn, chiếm quốc hội... con người bây giờ lại trở thành những “robota” cho những cỗ máy, Hình 1.1.



Hình 1.1. Vở kịch Rossum's Universal Robots

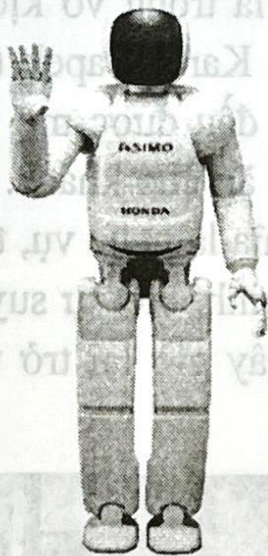
### 1.1.1. Robot và robotics

Có rất nhiều khái niệm khác nhau về robot và ngành khoa học robot (robotics), trong giáo trình này, lựa chọn một số khái niệm phổ biến nhất giới thiệu với bạn đọc để có thể so sánh, đối chiếu.

#### a. Khái niệm Robot

Tiêu chuẩn quốc tế ISO 8373 định nghĩa robot như sau: *Robot là một loại máy có thể lập trình được nhiều hơn hoặc bằng hai trục với một mức độ tự chủ, nó có thể di chuyển trong môi trường của mình để thực hiện nhiệm vụ nhất định [1.2].*

Từ điển Cambridge trực tuyến định nghĩa robot: *Robot là một loại máy được điều khiển bởi một máy tính, sử dụng để thực hiện những công việc tự động [1.3].*



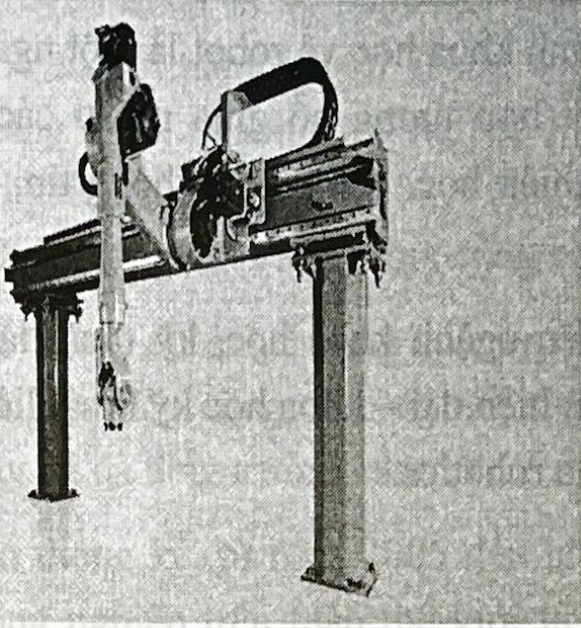
**Hình 1.2.** Robot Asimo của Honda [1.4]



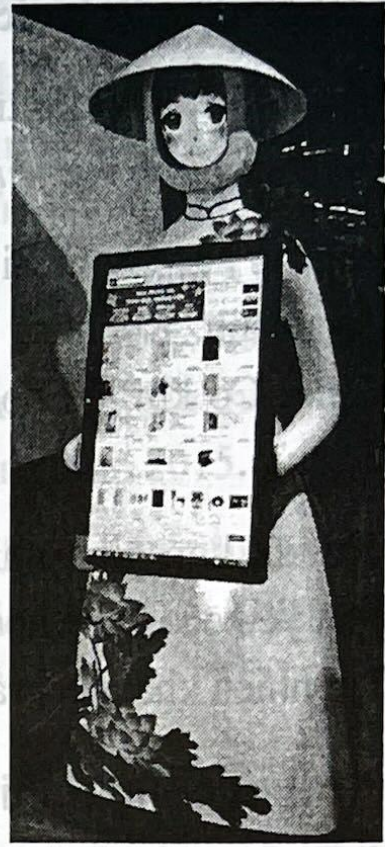
**Hình 1.3.** Robot BigDog của Boston Dynamics [1.5]

Tuy có nhiều các khái niệm về robot, nhưng về cơ bản robot là một loại máy móc tự động với những chuyển động mô phỏng chuyển động của con người hay các loài động vật, ứng dụng vào các lĩnh vực khác nhau của đời sống, công nghiệp.





**Hình 1.4.** Robot công nghiệp KR 60 JET của Kuka [1.6]



**Hình 1.5.** Robot lễ tân của NTQ (Việt Nam) [1.7]

Những năm trở lại đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và ứng dụng robot ngày một nhiều hơn. Hình 1.2 là robot Asimo của hãng Honda Nhật Bản, đi kèm với sự ra đời của Asimo là hàng ngàn những phát minh, bài báo khoa học được công bố (Hình 1.3) là robot Big Dog của công ty Boston Dynamics (Hoa Kỳ), đây là loại robot chuyên phục vụ cho những ứng dụng quân sự với khả năng mang vác và giữ cân bằng. Boston Dynamics là một công ty đi đầu thế giới trong việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào robot. Hình 1.4 là robot KR 60 JET đây là một dạng tay máy robot công nghiệp, thuộc thương hiệu nổi tiếng của Đức là KUKA, năm 2016 thương hiệu này đã được nhượng lại cho một Công ty của Trung Quốc. Với sự năng động của nền kinh tế, hiện tại các quốc gia châu Á đang ứng dụng mạnh mẽ robot trong công nghiệp cũng như đời sống, Việt Nam cũng nằm trong số đó. Hình 1.5 là một robot lễ tân của Công ty NTQ Việt Nam, robot có khả năng tự hành, nhận dạng và xử lý ảnh, ứng dụng trong các công việc như lễ tân, thuyết trình du lịch, phục vụ trong các nhà ga, trung tâm thương mại... Đây là một sản phẩm được thiết kế và chế tạo hoàn toàn tại Việt Nam.