

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
Tác giả (chủ biên) VŨ NGỌC VƯỢNG



GIÁO TRÌNH
ROBOT CÔNG NGHIỆP
(Lưu hành nội bộ NGÀNH CƠ ĐIỆN TỬ)

Hà Nội năm 2012

Tuyên bố bản quyền

Giáo trình này sử dụng làm tài liệu giảng dạy nội bộ trong trường cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

Trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội không sử dụng và không cho phép bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào sử dụng giáo trình này với mục đích kinh doanh.

Mọi trích dẫn, sử dụng giáo trình này với mục đích khác hay ở nơi khác đều phải được sự đồng ý bằng văn bản của trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

LỜI NÓI ĐẦU

Trong chương trình đào tạo của các trường trung cấp nghề, cao đẳng nghề... thực hành nghề giữ một vị trí rất quan trọng: rèn luyện tay nghề cho học sinh. Việc dạy thực hành đòi hỏi nhiều yếu tố: vật tư thiết bị đầy đủ đồng thời cần một giáo trình nội bộ, mang tính khoa học và đáp ứng với yêu cầu thực tế.

Nội dung của giáo trình “ROBOT CÔNG NGHIỆP ” đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung giảng dạy của các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước,.

Giáo trình nội bộ này do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm nhiều năm làm công tác trong ngành đào tạo chuyên nghiệp. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo cao đẳng nghề.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự tham gia đóng góp ý kiến của các bạn đồng nghiệp và các chuyên gia kỹ thuật đầu ngành.

Xin trân trọng cảm ơn!

Bài 01: Tổng quan về Rô bốt

Mục tiêu:

Thời gian: 4 giờ

- Hiểu được định nghĩa, công dụng
- Phân loại Rô bốt
- Ứng dụng điển hình của Rô bốt
- Chủ động, sáng tạo và an toàn trong quá trình học tập.

1. Sơ lược quá trình phát triển.

1. Khái quát về rô bốt công nghiệp

a. Khởi đầu của Robot

Thông thường, Robot được hiểu như là ‘một cỗ máy có hình dáng và hình thái giống con người, và hành động giống con người’.

Từ «Robot» được xuất hiện lần đầu trong tác phẩm được chuyển thể thành vở kịch “Công ty Robot Universal của Rossum” của nhà biên kịch Karel Capek của nước cộng hòa Séc (Czech) năm 1922. Theo ngôn ngữ Xla-vơ, từ đó được phát âm là Robota, nghĩa là người chuyên làm việc. Robot xuất hiện trong vở kịch là búp bê tự động nhân tạo dựa trên các trang trí phức tạp, tỉ mỉ.



Hình 1-1 Robot giống con người thời kì đầu

Vì vậy, từ sau khi Robot xuất hiện trên trái đất cho đến khi Robot được sử dụng trong ngành công nghiệp tập trung trọng tâm của ngành kỹ thuật hiện đại đã tốn mấy chục năm. Ngày nay, việc Robot được điều khiển bằng máy tính, và thực hiện vai trò quan trọng trong công nghiệp với vai trò là người thao tác mang tính cơ khí được tự động hóa với tốc độ cao là sự thật mà tất cả chúng ta đều biết.

Ví dụ trong ‘vở kịch về con người nhân tạo’ liên quan đến việc phát triển Robot thời kì đầu:

Nội dung của nó kể về người bố tên là Rossum và con trai khi đang trong quá trình nghiên cứu về chất nguyên sinh nhân tạo đã quyết định phát triển con người nhân tạo có năng lực trí thức hầu như tương tự với hình dáng xuất hiện của con người. Kết thúc 10 năm nghiên cứu, họ đã thành công trong việc phát minh nhưng sản phẩm mà họ tạo ra là một con người nhân tạo có đặc tính như thế - không còn sự lười nhác và các suy nghĩ tiêu cực của con người, nếu chỉ đưa ra mệnh lệnh thì nó sẽ chỉ làm chăm chỉ theo đúng mệnh lệnh đó. Con người nhân tạo này được nhân bản với số lượng lớn, được bán, và một số lượng tương đối được bán ra giúp con người được trải qua một cuộc sống an bình. Tuy nhiên, những con người nhân tạo đã khiến xã hội suy xét theo luân lý về việc con người giống cả về hình thức và năng lực chỉ đưa ra mệnh lệnh rồi chơi và ăn, và làm rầy lên sự chán ghét những việc làm sai khiến con người bị trừng phạt.

b. Phân loại Robot

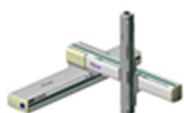
Có rất nhiều định nghĩa về Robot tùy theo các tổ chức hay học giả về robot, tuy nhiên dù có sự khác nhau trong cách thể hiện, nhưng trong ý nghĩa cơ bản chủ yếu vẫn tương tự nhau.

Bảng 1-1 Phân loại robot

Phân loại	Phân loại lớn	Phân loại vừa		Chủng loại
Robot thông minh	Robot phục vụ	Robot dùng cá nhân		Robot có hình dáng vật nuôi Robot dọn dẹp Robot bảo vệ Robot dạy học...
Robot thông minh	Robot phục vụ	Robot chuyên môn	Robot phục vụ chuyên nghiệp	Robot y tế, Robot hướng dẫn...
Robot thông minh	Robot phục vụ	Robot chuyên môn	Robot làm việc trong môi trường vô cùng độc hại	Robot cứu hộ cứu nạn, Robot làm việc trong môi trường điện nguyên tử...
Robot thông minh	Robot dùng trong công nghiệp	Dùng cho ngành chế tạo		Robot hàn Robot vận hành Robot sơn...
Robot thông minh	Robot dùng trong công nghiệp	Dùng cho ngành phi chế tạo		Robot dùng trong ngành nông nghiệp, ngư nghiệp, xây dựng...

(1) Robot dùng trong ngành công nghiệp

Khả năng nhận biết (Perception) tình trạng của bản thân và bên ngoài, khả năng nhận thức (Cognition) bằng phán đoán trên cơ sở đó, và khả năng vận động (Manipulation) mà được khả năng nhận thức quyết định.



a. Robot tọa độ đề-các



b. Robot đa khớp xoay trên mặt phẳng



c. Robot đa khớp xoay theo chiều thẳng đứng



d. Robot tọa độ trụ

Hình 1-2 Robot dùng trong công nghiệp

(2) Robot phục vụ

Là cỗ máy có hình dáng bên ngoài tương tự con người (như đi lại và nói), và có thể thực hiện các hành vi phức tạp của con người. Đồ trang trí di chuyển được theo sự điều khiển tự động.



Robot có hình dáng vật nuôi



Robot dọn dẹp



Robot dùng trong chiến tranh



Robot có hình dáng con người

Hình 1-3 Robot phục vụ

(3) Quá trình phát triển của Robot

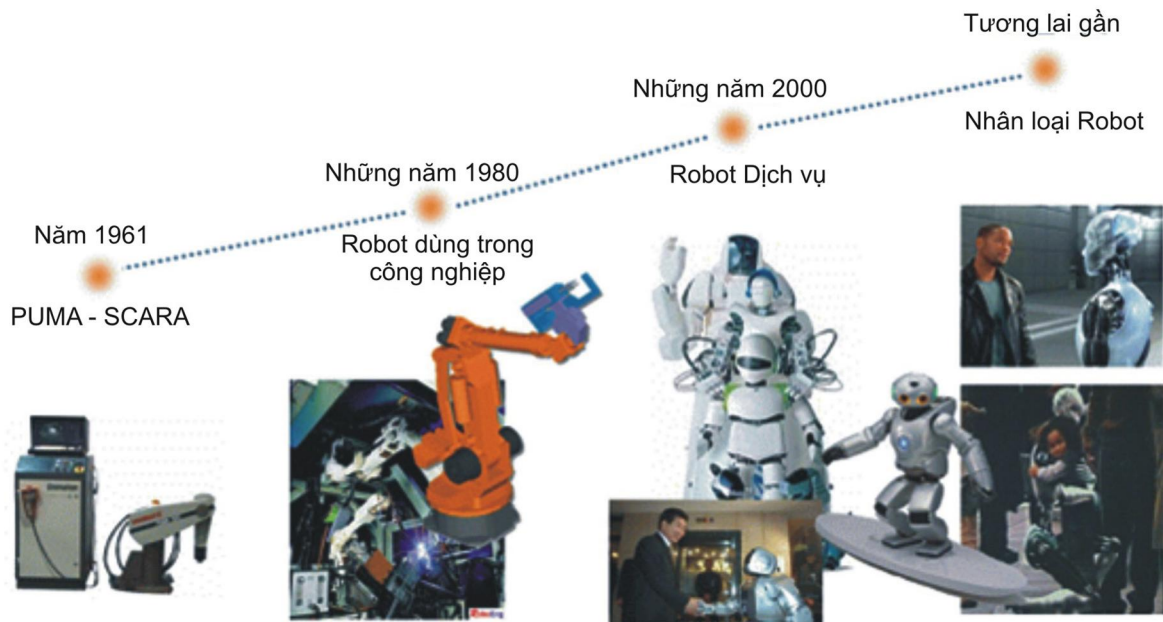
Về lịch sử của robot, từ trước cuộc khởi nguồn mang tính lịch sử, khái niệm đó đã liên tục được thảo luận, và được đề cập trong nhiều tác phẩm văn học. Tuy nhiên, thông qua việc giới thiệu về hệ thống mà hình dạng đã được cụ thể hóa như một thực thể mang tính hiện thực, với khởi điểm là việc hệ thống thủy lực được sử dụng trong truyền động lực cho các khẩu súng của chiến hạm Virginia của Mỹ năm 1906, so với quá khứ đã tương đối tinh tế và được tự động hóa trong hệ thống sản xuất số lượng lớn 'Model T' của công ty ô tô Ford năm 1912, tính cần thiết và sự nhiệt tình nhằm nâng cao khả năng sản xuất của ngành chế tạo đã được hình dung ra.

Năm 1954, ông George Devol người Mỹ đã tạo nên khái niệm hệ thống vận chuyển hàng hóa tự động dựa trên một chương trình và ngay sau đó, ông đã cùng Joseph Engelberger phát minh hệ thống có thể coi là tiên phong của robot dùng cho công nghiệp theo khái niệm ngày nay.

Năm 1961, công ty Unimation của Mỹ đã lắp đặt robot có tên là Unimate vào dây chuyền đúc áp lực của công ty ô tô Ford, tuy nhiên khi đó, hệ thống máy vi tính không được sử dụng với vai trò người điều khiển. Sau đó, tại nhiều nhà máy công nghiệp, robot đã thay thế con người và đã và đang được nâng cao vai trò trong các công việc nguy hiểm và độc hại.

Năm 1974, lần đầu tiên, robot có lắp đặt hệ thống máy vi tính bên trong với vai trò là người điều khiển đã xuất hiện với tên gọi là Cincinnati Milacron. Mặc dù vì hệ thống máy vi tính khi đó vẫn chưa được máy vi tính Micro tổng quát hóa nên máy vi tính mini đã được sử dụng

Năm 1978, tại công ty Unimation, PUMA(Programmable Universal Machine for Assembly) – con robot đa khớp cử động theo phương thẳng đứng đã được phát minh, và theo đó, tại trường đại học Yamanishi của Nhật Bản đã phát minh ra robot SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) – robot đa khớp hoạt động theo phương nằm ngang - phát minh được ứng dụng nhiều trong lĩnh vực lắp ráp chính xác cao tốc độ cao các linh kiện điện tử.



Hình 1-4 Quá trình phát triển của robot

c. Đào tạo về robot

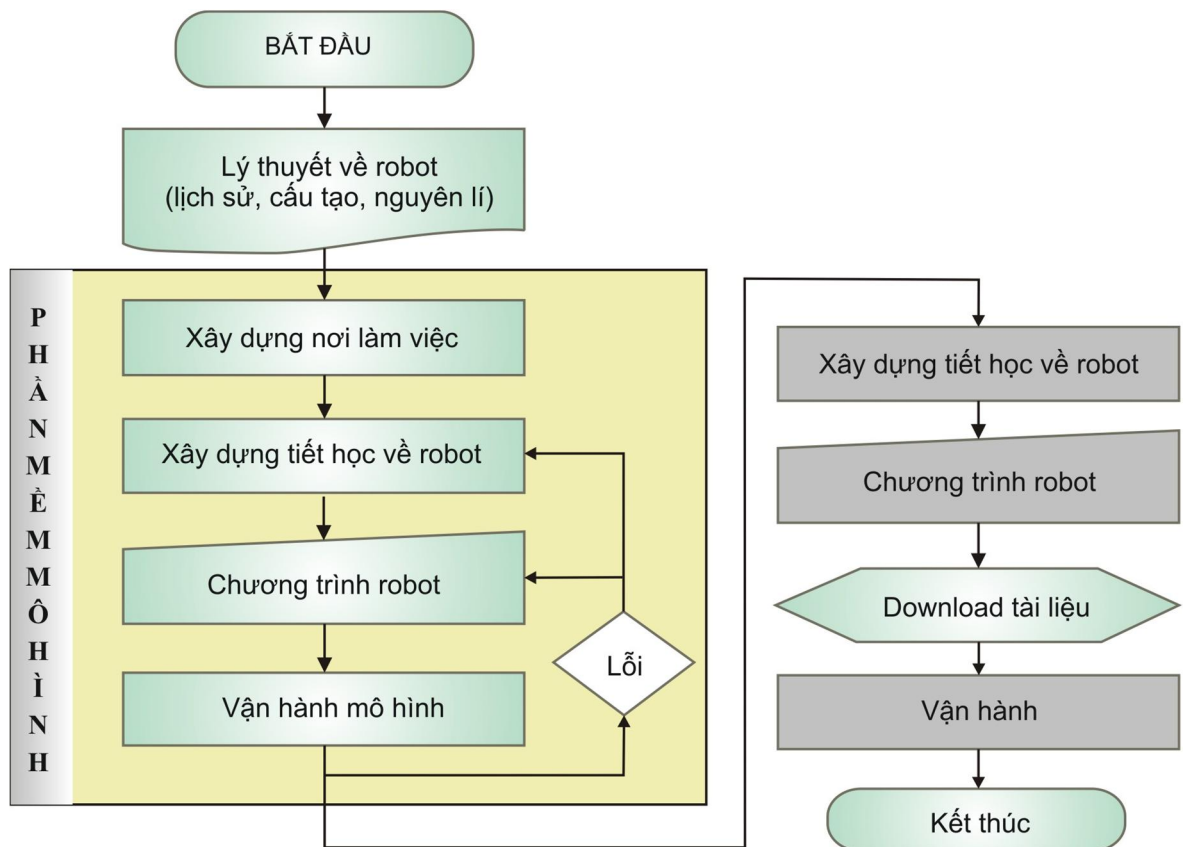
Robot dùng trong công nghiệp từ năm 1980 – khi tốc độ tự động hóa trong công nghiệp tăng nhanh đã bắt đầu thực hiện vai trò quan trọng và được ứng dụng nhiều trong quá trình tự động hóa, và việc đào tạo kỹ sư liên quan đến công nghệ robot đã được yêu cầu. Để đáp ứng nhu cầu này, trải dài suốt đầu và giữa những năm 1990, các con robot 6 trục đa khớp theo chiều thẳng đứng... đã được giới thiệu và công cuộc dò đường nhằm đào tạo ngành công nghệ robot cũng đã được thực hiện. Tuy nhiên, đa phần robot là sản phẩm nhập khẩu không thể sử dụng được trong quá trình đào tạo do những khóa khóa về phát triển quá trình nhằm mục đích giáo dục hay duy tu bảo trì

Từ năm 1999, cùng với robot, sự mô phỏng robot cũng được cung cấp, đồng thời robot dùng trong công nghiệp được ổn định và tổng quát hóa. Bước vào năm 2003, việc đào tạo công nghệ robot ngày càng được phát triển, tạo tiền đề cho sự phát triển quá trình nhằm đào tạo công nghệ robot thông minh – robot được tuyển chọn nhờ nền kỹ thuật trưởng thành 10 năm tuổi đạt tới đỉnh cao..

Nhưng quá trình này không đơn giản. Công nghệ robot thông minh phải được phát triển một cách toàn diện cùng với các công nghệ liên quan thông qua việc phát triển kỹ thuật mang tính định hướng mục tiêu trên cơ sở lĩnh vực kỹ thuật phức hợp phải được phát triển trên nền tảng kỹ thuật tiên tiến như cơ, điện tử, máy vi tính, khoa học về não...

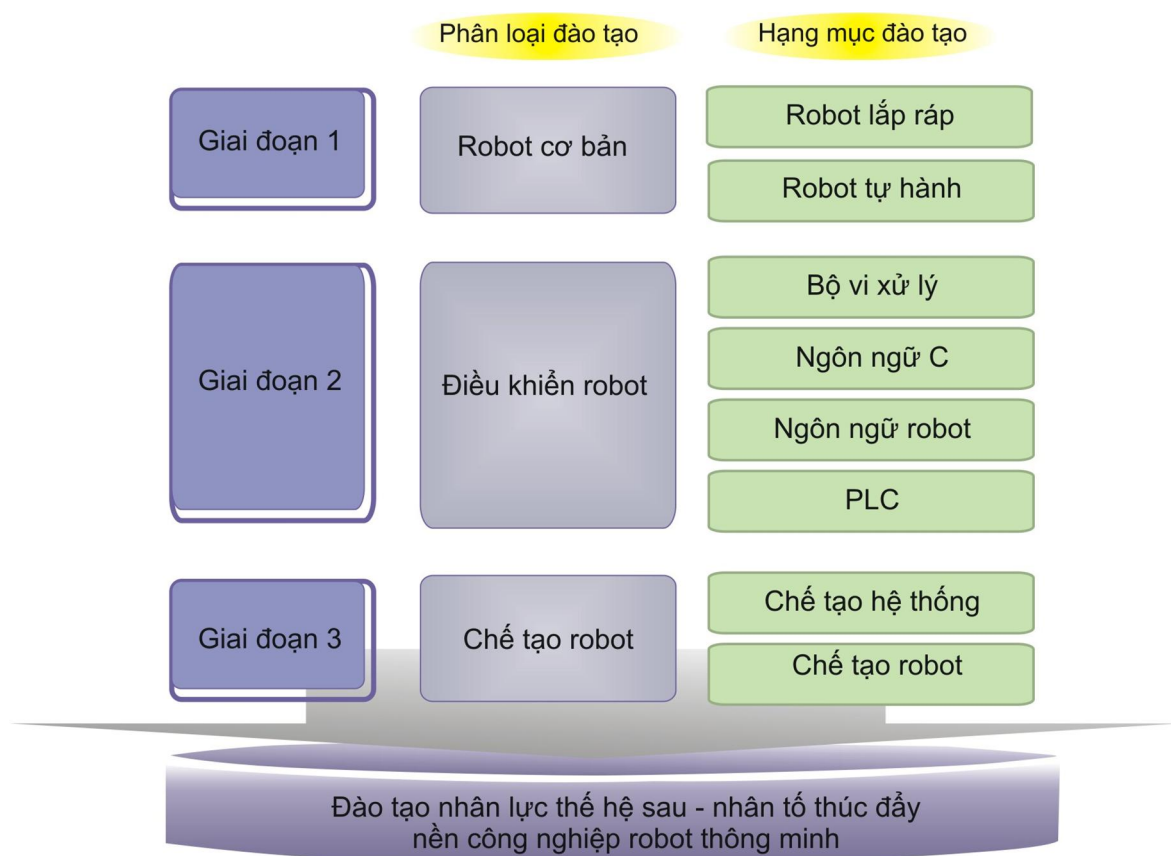
Để ứng dụng kỹ thuật phức hợp cần thiết trong công nghệ robot thông minh, yêu cầu cần có sự thay đổi về giáo viên và trường học, học sinh...

d. Các ví dụ minh họa về quá trình đào tạo công nghệ robot sử dụng trong ngành công nghiệp



Hình 1-5 Sơ đồ tiến trình của quá trình đào tạo về robot

e. Các ví dụ minh họa về quá trình đào tạo công nghệ robot thông minh



Hình 1-6 Ví dụ về đào tạo công nghệ robot thông minh

2. Những ứng dụng điển hình của Rô bôt

a) Tự động hóa và robot

Tự động hóa (Automation; cơ khí tự động, hệ thống tự động) và robot là công nghệ có liên quan mật thiết lẫn nhau. Tự động hóa trong ngành công nghiệp là ‘với vai trò là kỹ thuật đo đạc . điều khiển thao tác, việc chế tạo mang tính cơ khí, điện tử, là một kỹ thuật liên quan đến hệ thống mà lấy máy vi tính làm nền tảng cơ bản’. Kỹ thuật này đang được ứng dụng đa dạng trong nhiều ngành công nghiệp như hệ thống điều khiển phản hồi, dây chuyền chế tạo, cơ khí dùng trong lắp đặt tự động hóa, cơ khí CNC, robot...

Robot có thể coi là một hình thức của kỹ thuật tự động hóa công nghiệp cùng với hệ thống công nghiệp này thay thế cho thao tác của con người. Vì robot phục vụ công nghiệp được sử dụng trong hệ thống ngành công nghiệp đang được sử dụng theo mục đích trên cơ sở nguyên tắc chung trong hệ thống chế tạo, nên có thể gọi là thiết bị máy móc có chương trình mang đặc tính con người. Robot phục vụ ngành công nghiệp dù không có hình dáng của con người và không cần hành động giống con người. Có nhiều trường hợp robot phục vụ ngành công nghiệp được cố định vào sản của nhà máy, và có nhiều trường hợp mà cả sự di chuyển đó cũng được thực hiện theo cánh tay ở một bên.



a. Hệ thống robot hàn điện khung xe moto



b. Robot đóng gói Palletizing

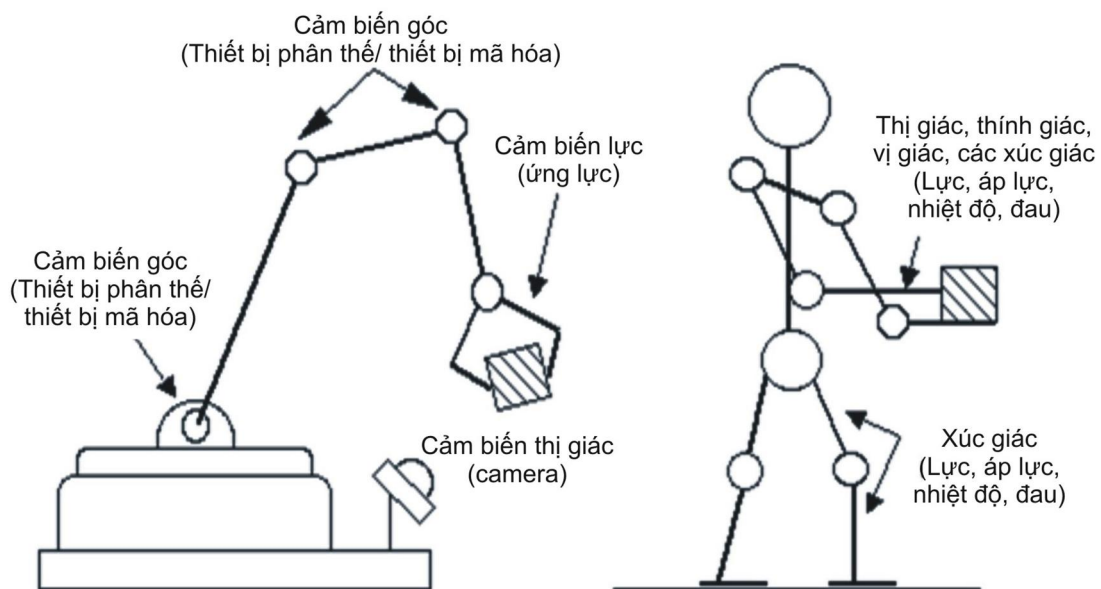
Hình 1-7 Robot tại xưởng công nghiệp

3. Một số định nghĩa.

3.1 Ngành cơ điện tử & rô bốt

Thông thường, robot không nhất thiết phải giống với hình dáng con người. Do đó, vẫn không có máy tự động có nhiều khả năng và có thể xử lý công việc được như con người.

Cấu tạo cơ bản của robot dùng trong công nghiệp được phân loại thành loại theo tọa độ đề-các, hệ tọa độ cực, loại đa khớp. Robot có hình dáng gần với chân của con người nhất là robot đa khớp. Loại robot đa khớp này nếu so với con người thì có các điểm giống nhau như sau.



Hình 2-1 So sánh con người và robot

Robot dùng trong công nghiệp thông thường có một số lượng cảm biến không nhiều như cảm biến góc để đo cảm giác của các khớp, cảm biến lực mà được xác nhận là gây nguy hiểm khi cầm nắm di chuyển vật thể... Mặt khác, con người có 5 giác quan (cảm biến) tuyệt diệu như mắt (thị giác), tai (thính giác), mũi (khứu giác), lưỡi (vị giác), da (xúc giác). Và cũng có cả cảm giác cảm nhận được toàn bộ nhiệt độ trên bề mặt da của cơ thể, cảm giác cảm nhận được nỗi đau. Các

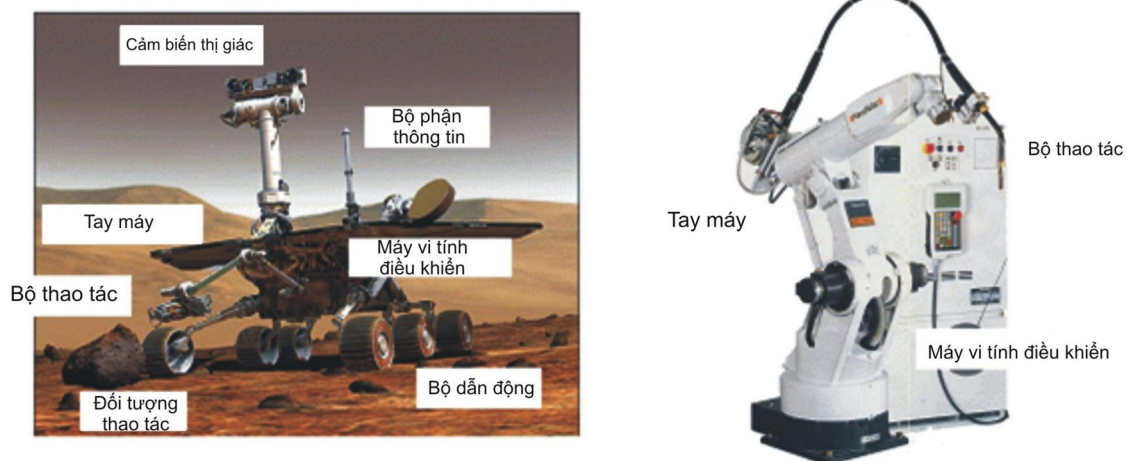
ngiên cứu dự định để tạo cho robot những cảm giác này hoặc có được khả năng học tập này đang được diễn ra liên tục trên khắp thế giới.

Tuy nhiên, robot có một đặc trưng có khả năng mà con người tuyệt đối không thể. Đó là khả năng có thể làm việc trong thời gian dài cả ngày lẫn đêm với tốc độ nhanh mà con người tuyệt đối không thể đạt được mà không mệt mỏi, không cần nghỉ và không có cả sự bất mãn than phiền.

a. Tìm hiểu về robot

1) Yếu tố hình thành robot

Các loại robot rất đa dạng nhưng dưới đây là ý nghĩa và chức năng sử dụng của yếu tố đang tạo ra nó.



Hình 2-2 Cấu tạo của robot

2) Bộ dẫn động (Actuator)

Bộ dẫn động là cơ cấu truyền động giống như động cơ hoặc xy lanh –bộ phận mà động lực được cung cấp thông qua nguồn điện, nguồn áp suất không khí, bộ nguồn thủy áp... và tạo cử động cho robot. Bộ phận này có chức năng đáp ứng được cơ bắp nếu nói theo cách mô tả cơ thể con người.

3) Bộ phận thông tin

Là thiết bị truyền thông tin hoặc truyền chỉ thị đến robot nhờ vào bộ điều khiển từ xa. Bộ phận này có thể ví như tai (thiết bị nhận thông tin âm thanh), miệng (thiết bị phát thông tin âm thanh), mũi (thiết bị nhận thông tin về mùi).

4) Máy vi tính điều khiển

Với vai trò là máy chủ xử lý thông qua tín hiệu từ máy vi tính siêu nhỏ dùng để xử lý, tính toán các thông tin vật lý (nhiệt độ, ánh sáng, âm thanh...) mà cảm biến được bố trí ở nhiều chỗ bên trong robot phát hiện ra, được ví như hai não của con người.

5) Bộ thao tác (end effector)

Là tên gọi chung của các máy móc hoặc dụng cụ như tay kẹp dùng để giữ vật tác nghiệp, súng phun dùng để sơn đồ vật, tiếp điểm điện cực của que hàn điểm, mỏ hàn của việc hàn, mũi khoan, máy mài, máy cắt bằng tia nước.... Các thiết bị được gắn liền với đầu cánh tay của robot để sử dụng.

Người ta cũng gọi bộ phận này là ‘bộ phận tác động’, nhưng có nhiều trường hợp ghi là ‘bộ thao tác’(end effector) trong các tài liệu ghi chép về robot. Bộ phận này tương ứng như tay của con người.

6) Tay máy (manipulator)

Là bộ phận làm việc cấu thành cánh tay, tay kẹp cơ bản dựa trên cơ chế liên kết. Nếu ví với

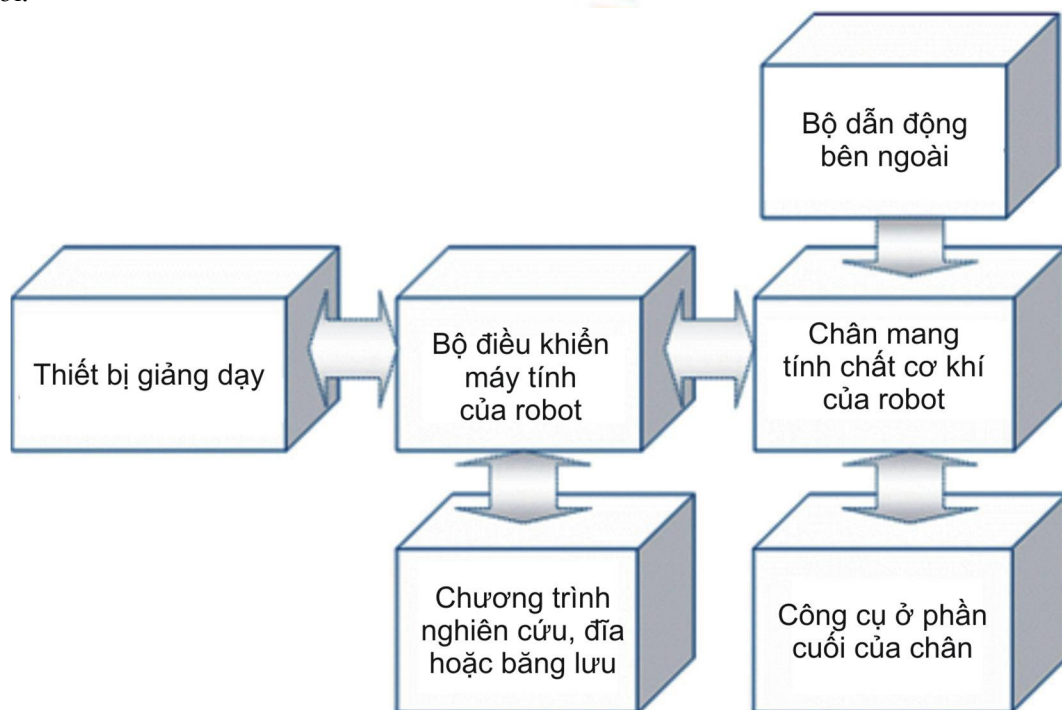
bộ phận của con người thì nó tương ứng với cái chân.

7) Nguồn năng lượng

Là nguồn năng lượng cung cấp cho các hoạt động của robot và có thể tích lũy được giống như pin. Trường hợp robot không có nguồn năng lượng độc lập cần sử dụng dây điện hoặc ống để cung cấp điện hoặc áp lực khí (thủy áp) từ bên ngoài cho robot. Các phương tiện giao thông (những cái mà cũng có thể nghĩ là robot cỡ lớn) như máy bay, tàu, xe ô tô đều có nguồn năng lượng là nhiên liệu phản lực, dầu nặng, gasoline..., và những nguồn năng lượng đó cũng tương ứng như thực phẩm đối với con người.

b. Cảm biến (sensor)

Là thiết bị chuyển hóa thông qua tín hiệu điện sau khi nhận được thông tin hoặc hiện tượng mang tính vật lý của bên ngoài (môi trường bên ngoài mà robot được lắp đặt) hay bên trong (chân của robot, hay vị trí hoặc góc độ của bộ thao tác). Bộ phận này tương ứng với 5 cảm giác của con người.



Hình 2-3 Yếu tố cấu thành hệ thống robot

4. Phân loại Rô bôt

Bài 02: Các chuyển động cơ bản của Robot công nghiệp

1. Các khái niệm ban đầu.

Hệ tọa độ

Để khảo sát chuyển động của các khâu, ta thường dùng phương pháp hệ tọa độ tham chiếu (reference frame) hay hệ tọa độ cơ sở như cơ học lý thuyết đã trình bày. Bằng cách “gắn cứng” lên mỗi khâu động thứ k một hệ trục tọa độ vuông góc $(Oxyz)_k$ - còn gọi là các hệ tọa độ tương đối và gắn cứng với giá cố định hệ trục tọa độ vuông góc $(Oxyz)_0$ - còn gọi là hệ tọa độ tuyệt đối, hệ tọa độ tham chiếu hay hệ tọa độ cơ sở, ta có thể khảo sát chuyển động của một khâu bất kỳ trên tay máy hoặc chuyển động của một điểm bất kỳ thuộc khâu.

Tọa độ của điểm M thuộc khâu thứ k được xác định bởi bán kính vector $\overline{O_k M}$ với các thành phần tương ứng của nó trong hệ tọa độ $(oxyz)_k$, gắn cứng với khâu lần lượt là $x_M^{(k)}$, $y_M^{(k)}$, $z_M^{(k)}$ được gọi là **tọa độ tương đối** của điểm. Nếu M là điểm cố định trên khâu thì tọa độ tương đối của M sẽ không thay đổi khi khâu chuyển động.

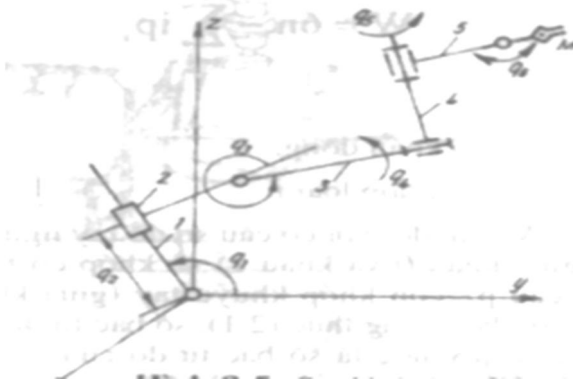
Dưới dạng ma trận ta có thể biểu diễn:

$$r_M^{(0)} = \begin{bmatrix} x_M^{(0)} \\ y_M^{(0)} \\ z_M^{(0)} \end{bmatrix} = (x_M^{(0)}, y_M^{(0)}, z_M^{(0)})^T; R_M^{(k)} = \begin{bmatrix} x_M^{(k)} \\ y_M^{(k)} \\ z_M^{(k)} \end{bmatrix} = (x_M^{(k)}, y_M^{(k)}, z_M^{(k)})^T \quad (3.1)$$

Bằng cách mô tả như trên, ta có thể coi tay máy như là một chuỗi các hệ tọa độ liên tiếp có chuyển động tương đối với nhau.

- Quỹ đạo

Do tay máy là một chuỗi động hờ của nhiều khâu, ta dễ nhận thấy rằng có nhiều cách phối hợp chuyển động của các khâu thành viên để làm thay đổi vị trí của các khâu cuối bên trong vùng không gian hoạt động của nó. Nói cách khác, tùy thuộc vào tập hợp các dịch chuyển tức thời so với giá trị ban đầu nào đó lấy làm mốc tính toán, gọi là các **tọa độ suy rộng (hoặc còn gọi là các biến khớp)**, có thể là chuyển vị góc ở các khớp quay hoặc chuyển vị dài ở các khớp tịnh tiến của các khâu thành viên mà ta có những cách khác nhau để đưa các khâu tác động cuối tới vị trí và hướng mong muốn.



Gọi $q_1, q_2, \dots, q_n$ là các **tọa độ suy rộng (biến khớp)** tương ứng với các yếu tố chuyển động tương đối giữa các khâu, ta có thể biểu diễn:

$$\begin{aligned} x_M &= x_M(q_1, q_2, \dots, q_n) \\ y_M &= y_M(q_1, q_2, \dots, q_n) \\ z_M &= z_M(q_1, q_2, \dots, q_n) \end{aligned} \quad (3.2)$$

Một khi đề cập tới chuyển động, biến độc lập thực sự của các tọa độ suy rộng là thời gian t . Bằng cách thiết lập các hàm tọa độ trong (3.2) với các biến vị trí là hàm của thời gian $q = q(t)$ ta sẽ được phương trình chuyển động của điểm M thể hiện dưới dạng các hàm tọa độ $X_M = X_M(t)$, $Y_M = Y_M(t)$, $Z_M = Z_M(t)$. Sự thay đổi vị trí của điểm M theo thời gian trong không gian hoạt động của tay máy cho ta khái niệm **Quỹ đạo** (trajecetory) của điểm.

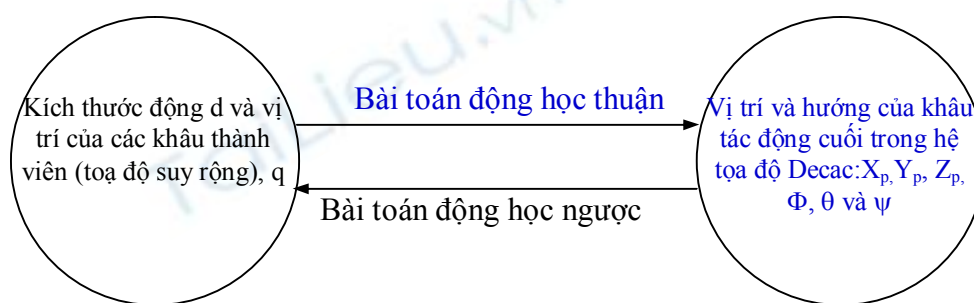
- Bài toán động học thuận

Cho trước cơ cấu và quy luật của các yếu tố chuyển động thể hiện bằng các tọa độ suy rộng q ta phải xác định quy luật chuyển động của điểm trên khâu tác động cuối nói riêng hoặc của điểm bất kỳ trên một khâu nào đó của tay máy nói chung trong hệ trục tọa độ vuông góc (hệ trục tọa độ Descartes).

Bài toán động học thuận ở tay máy có nội dung gần giống như bài toán phân tích động học cơ cấu.

- Bài toán động học ngược

Cho trước cơ cấu và quy luật chuyển động của điểm trên khâu tác động cuối (hoặc quy luật chuyển động của khâu cuối bao gồm vị trí và hướng của nó) được biểu diễn trong hệ trục tọa độ vuông góc, ta phải xác định quy luật chuyển động của các khâu thành viên thể hiện thông qua các tọa độ suy rộng q . Khi giải quyết vấn đề có nhiều lời giải bài toán ngược người ta đưa ra các ràng buộc về mặt động học đối với các tay máy hoạt động bên trong của vùng không gian làm việc của nó (gọi là không gian có bậc tự do thừa - redundancy) hoặc đặt ra vấn đề phải tối ưu hoá hoạt động của tay máy theo một hàm mục tiêu nào đó để chọn lời giải phù hợp nhất.



Hình 2.1- Sơ đồ mô tả khái niệm của các bài toán động học tay máy

- **Số bậc tự do** hay bậc chuyển động của tay máy là số khả năng chuyển động độc lập của nó trong không gian hoạt động.

- Thông thường các tay máy có trên một bậc tự do.

- Trong lĩnh vực robot học (robotic) người ta hay gọi mỗi khả năng chuyển động (có thể là chuyển động thẳng; dọc theo hoặc song song với một trục, hoặc chuyển động quay quanh trục) là một trục, tương ứng theo đó là một tọa độ suy rộng dùng để xác định vị trí của trục trong không gian hoạt động.

- Mỗi trục của tay máy đều có cơ cấu tác động và cảm biến vị trí được điều khiển bởi một bộ xử lý riêng.

- Thông qua các khảo sát thực tế, người ta nhận thấy là để nâng cao độ linh hoạt của tay máy sử dụng trong công nghiệp, các tay máy phải có số bậc chuyển động cao. Tuy nhiên, *số bậc chuyển động này không nên quá sáu*. - Sáu bậc chuyển động được bố trí gồm:

- Ba bậc chuyển động cơ bản hay chuyển động định vị.
- Ba bậc chuyển động bổ sung hay chuyển động định hướng.

a. Bậc chuyển động cơ bản hay chuyển động định vị

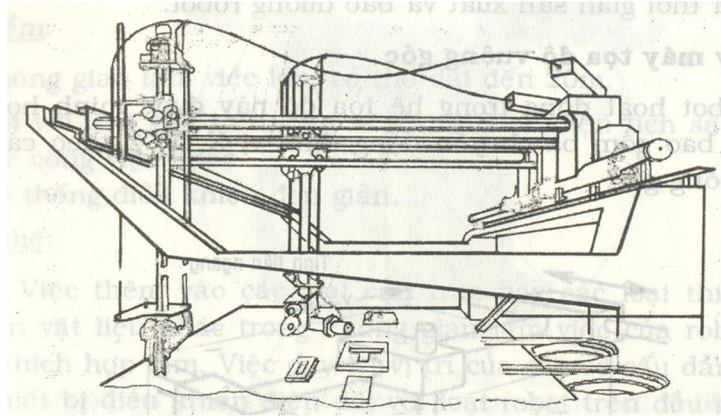
+ Về mặt nguyên lý cấu tạo, tay máy là một tập hợp các khâu động được liên kết với nhau thông qua các khớp động để hình thành một chuỗi động hở.

+ Khớp động được sử dụng trên các tay máy thường là các khớp loại 5 (khớp tịnh tiến hoặc khớp quay loại 5)-

+ Tay máy có số chuyển động độc lập thường là từ ba trở lên (dưới đây ta sẽ gọi là bậc tự do hay bậc chuyển động).

+ Các chuyển động độc lập có thể là các chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay.. Như vậy *khái niệm bậc tự do hay bậc chuyển động cũng chính là số khả năng chuyển động độc lập mà một tay máy có thể*

thực hiện được.



Hình 2.2: Sơ đồ cấu tạo của Robot Olivetti có hai tay máy (tr51)

b. Bậc chuyển động bổ sung (bậc chuyển động định hướng).

+ Một tay máy đều yêu cầu một bộ phận công tác trang bị ở khâu tác động cuối (End Effector), có thể là một bộ gắp, kẹp hoặc súng phun sơn, phun vữa, ống dẫn dây hàn, v.v...

+ Để hoàn toàn định hướng đến tư thế làm việc với đối tượng thao tác cũng cần tối thiểu *ba bậc chuyển động*, tương tự như các chuyển động xoay của cổ tay người;

3. Nhiệm vụ lập trình điều khiển rô bốt

Lập trình điều khiển robot thể hiện mối quan hệ giữa người điều khiển và robot công nghiệp. Tính phức tạp của việc lập trình càng tăng khi các ứng dụng công nghiệp đòi hỏi sử dụng đồng thời nhiều robot với các máy tự động khả lập trình khác tạo nên hệ thống sản xuất tự động linh hoạt.

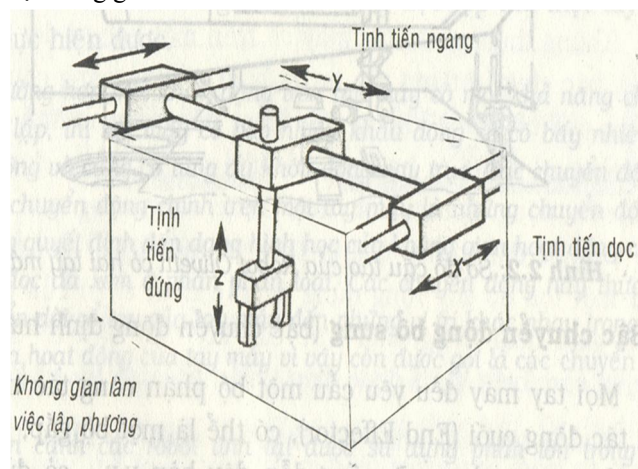
Robot khác với các máy tự động cố định ở tính linh hoạt, nghĩa là có thể lập

trình được (Programmable : khả lập trình). Không những chỉ có các chuyển động của robot mà ngay cả việc sử dụng các cảm biến cũng như những thông tin quan hệ với máy tự động khác trong phân xưởng cũng có thể lập trình. Robot có thể dễ dàng thích nghi với sự thay đổi của nhiệm vụ sản xuất bằng cách thay đổi chương trình điều khiển nó.

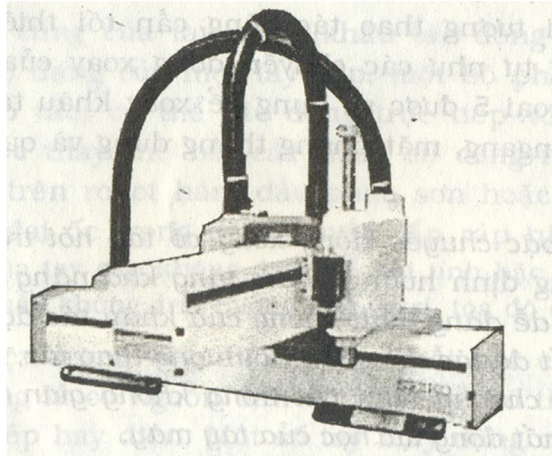
4. Hệ tọa độ và vùng làm việc

- Tay máy tọa độ vuông góc

Robot hoạt động trong hệ tọa độ này được minh họa như hình 2.3 bao gồm ba chuyển động định vị X, Y, Z theo các trục tọa độ vuông góc.



Hình 2.3- Sơ đồ robot hoạt động trong hệ tọa độ vuông góc (tr52)



Hình 2.4- Một dạng robot hoạt động trong hệ tọa độ vuông góc (tr52)

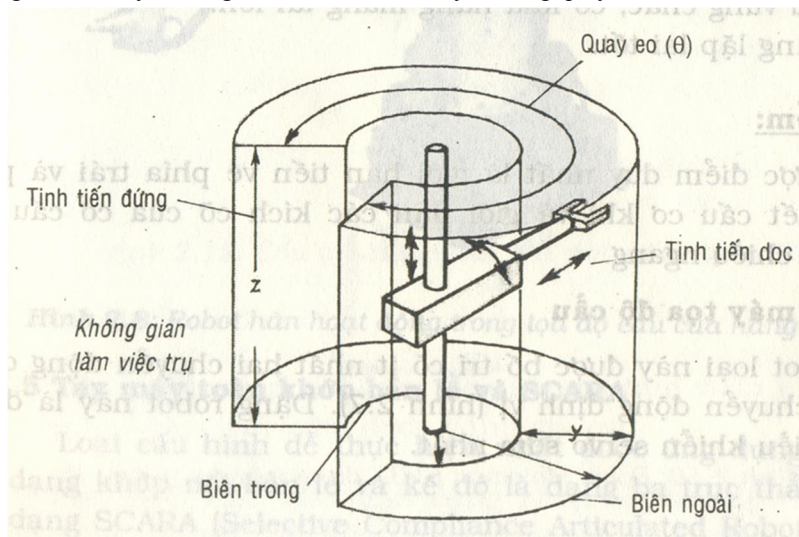
Ứng dụng chính của robot loại này là các thao tác vận chuyển vật liệu, sản phẩm, đúc, dập, chất dỡ hàng hoá, lắp ráp các chi tiết máy, v.v...

Ưu điểm:

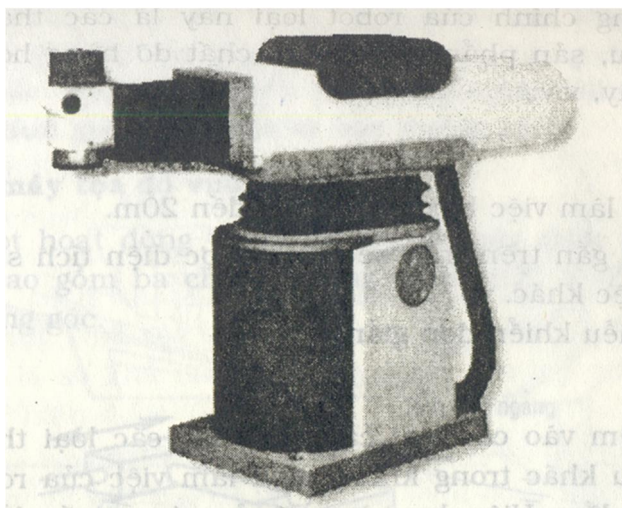
- Không gian làm việc lớn, có thể dài đến 20m.
- Đối với loại gắn trên trần sẽ dành được diện tích sàn lớn cho các công việc khác.
- Hệ thống điều khiển đơn giản.

- Tay máy tọa độ trụ

Hình 2.6 tiêu biểu cho một robot hoạt động trong hệ tọa độ trụ. Trong ba chuyển động chính, robot được trang bị hai chuyển động tịnh tiến và một chuyển động quay.



Hình 2.4- Không gian hoạt động của robot tọa độ trụ (tr53)



Hình 2.5- Một dạng robot hoạt động trong hệ tọa độ trụ (tr53)

Ưu điểm:

- (1) có khả năng chuyển động ngang và sâu vào trong các máy sản xuất.
- (2) Cấu trúc theo chiều dọc của máy để lại nhiều khoảng trống cho sàn.
- (3) Kết cấu vững chắc, có khả năng mang tải lớn.
- (4) Khả năng lặp lại tốt.

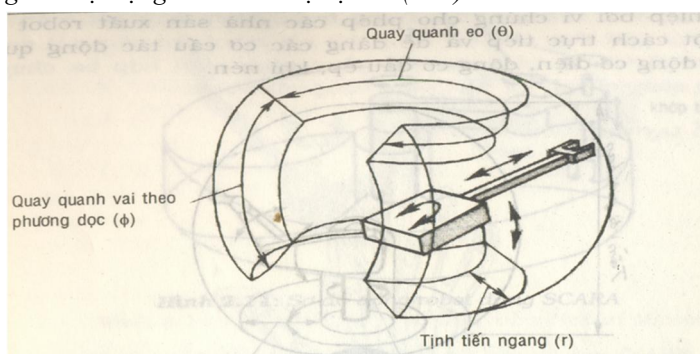
Nhược điểm:

Nhược điểm duy nhất là giới hạn tiến về phía trái và phía phải do kết cấu cơ khí và giới hạn các kích cỡ của cơ cấu tác động theo chiều ngang.

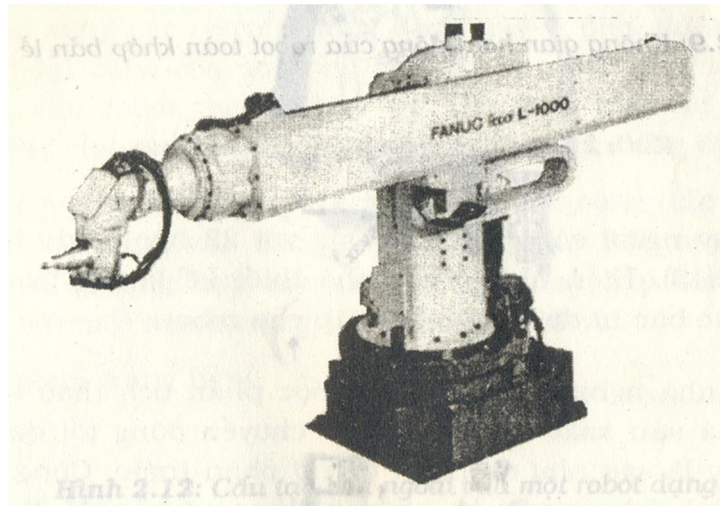
- Tay máy tọa độ cầu

Robot loại này được bố trí có ít nhất hai chuyển động quay trong ba chuyển động định vị (hình 2.7). Dạng robot này là dạng sử dụng điều khiển servo sớm nhất.

Hình 2.6- Không gian hoạt động của robot tọa độ cầu (tr55)



Hình 2.7- Robot hàn hoạt động trong tọa độ cầu của hãng FANUC



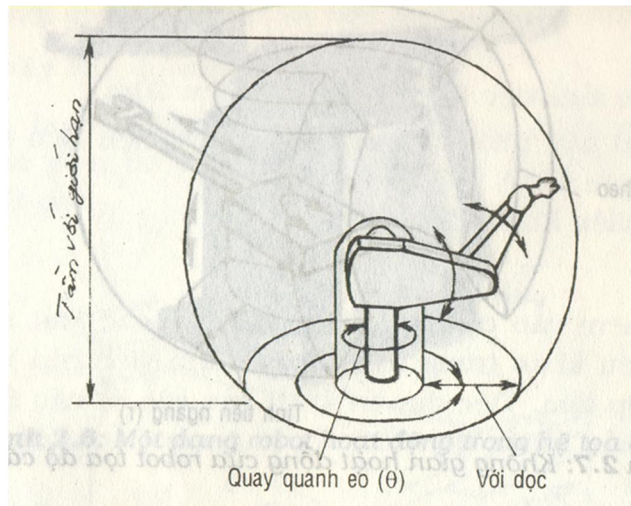
Hình 2.12: Cấu tạo của robot dạng cánh tay nổi bằng bản lề.

- 1.1. Cấu hình tọa độ cực.
- 1.2. Cấu hình tọa độ trụ.
- 1.3. Cấu hình cánh tay nổi bằng bản lề.

Tay máy toàn khớp bản lề và SCARA

Loại cấu hình dễ thực hiện nhất được ứng dụng cho robot là dạng khớp nối bản lề và kế đó là dạng ba trục thẳng, gọi tắt là dạng SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Actuator). Dạng này và dạng tọa độ trụ là phổ cập nhất trong ứng dụng công nghiệp bởi vì chúng cho phép các nhà sản xuất robot sử dụng một cách trực tiếp và dễ dàng các cơ cấu tác động quay như các động cơ điện, động cơ dầu ép, khí nén.

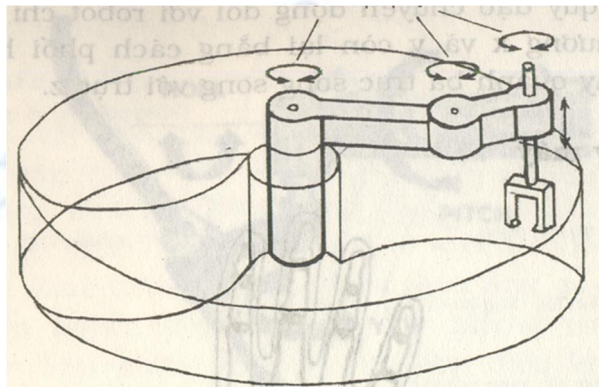
Hình 2.8- Không gian hoạt động của robot toàn khớp bản lề



Hình 2.9- Robot motoman SV3X dụng toàn khớp bản lề



Hình 2.10- Sơ đồ động robot dạng SCARA



Hình 2.11- Cấu tạo bên ngoài của một robot dạng ACARA



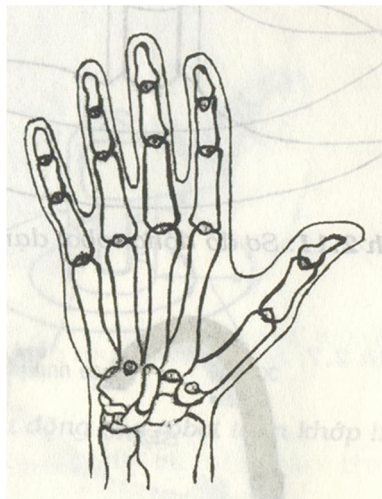
Ưu điểm:

(1) Mặc dù chiếm diện tích làm việc ít song tầm vươn khá lớn. Tỷ lệ kích thước/tầm vươn được đánh giá cao.

(2) Về mặt hình học, cấu hình dạng khớp nối bản lề với ba trục quay bố trí theo phương thẳng đứng là dạng đơn giản và có hiệu quả nhất trong trường hợp yêu cầu gấp và đặt chi tiết theo phương thẳng đứng

- Cổ tay máy

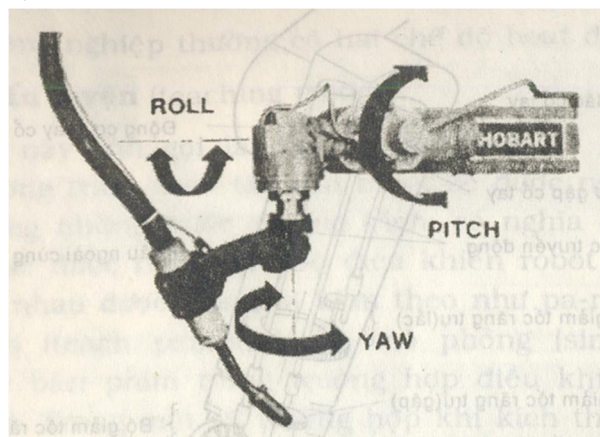
Hình 2.12- Cấu trúc xương bàn tay người



Bàn tay người có 27 khúc xương với 22 bậc tự do rất phức tạp (hình 2.13). Hiện nhiên, các nhà thiết kế không bao giờ áp dụng hết các bậc tự do đó vào tay gấp của robot. Cũng ở phần trước đã trình bày, ngoài ba chuyển động cơ bản để thực hiện chuyển động định vị, tay máy sẽ được bổ sung tối đa là ba chuyển động định hướng dạng ba chuyển động quay quanh ba trục vuông góc, gồm:

- Chuyển động xoay cổ tay (ROLL), góc quay ρ
- Chuyển động gấp cổ tay (PITCH), góc quay δ
- Chuyển động lắc cổ tay (YAW), góc quay ε

Hình 2.13- Cổ tay 3 bậc tự do trên robot Hobart Motoman



Hai chuyển động *gập* (PITCH) và *lắc* cổ tay (YAW) thực hiện trên hai *phương vuông góc*.

Loại robot SCARA không cần thiết phải bổ sung các chuyển động dạng này vì điều đó sẽ phá vỡ đặc trưng hoạt động của nó.

Hình 2.14- Cách bố trí động cơ truyền động cho cổ tay trên robot hàn Unimation Puma