Ảnh có chứa bản phác thảo, biểu đồ, hình vẽ, Bản vẽ kỹ thuật

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

**d1**

**Z1**

**d3**

**d2**

**Z3**

**X3**

**Z2**

**a1**

**X45**

**Y0**

**a4**

**a3**

**a2**

**X1**

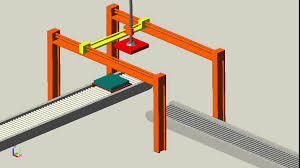
**Z0**

**X2**

**X0**

**Z4**

Robot Cartesian là một loại robot công nghiệp có ba bậc tự do (DOF), trong đó các khâu chỉ có chuyển động tịnh tiến dọc theo ba trục tọa độ (X, Y, Z). Giúp cho robot có độ chính xác cao và dễ dàng điều khiển theo các đường thẳng.



*Hình 1.1: Robot Cartesian*

**Ứng dụng của Robot trong thực tế:**

Với khả năng di chuyển chính xác theo các trục tọa độ cố định, robot này thường được sử dụng trong:

* **Gia công CNC** (hệ thống trục Z trong máy cắt, máy in 3D)
* **Lắp ráp tự động** (các hệ thống pick-and-place trong nhà máy)
* **Hệ thống máy công nghiệp** (cánh tay gắp linh kiện)

Bộ thông số (Denavit - Hartenberg):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Khâu |  |  |  |  |
| 1 | 0 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 | 0 |  | 0 |  |

Ma trận biến đổi tổng quát

Biến đổi từ khâu 0 đến 1:

Biến đổi từ khâu 1 đến 2:

Biến đổi từ khâu 2 đến 3:

Biến đổi từ khâu 3 đến 4:

Biến đổi tổng quát:

Vị trí khâu cuối EEF – End Effector: P = (; ).

Với: +) là các biến tịnh tiến của mỗi khớp độc lập

+) là các tham số cố định của Robot

P = (*hệ tuyến tính)*

**2. Động học ngược của Robot**

Vì theo cấu trúc của Robot 3 bậc tự do với cấu hình TTT. Các khớp di chuyển tịnh tiến độc lập với nhau theo các chiều X, Y, Z nên sẽ có hệ phương trình tuyến tính.

Từ kết quả động học thuận của Robot, ta xác định:

+ Tọa độ trục x:

+ Tọa độ trục y:

+ Tọa độ trục z:

=>

Từ kết quả tính toán động học Thuận - Nghịch của robot 3 bậc tự do (DOF), cấu hình TTT (Cartesian Robots), đã xây dựng và kiểm chứng động học trên Matlab như sau:

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, phần mềm, Biểu tượng máy tính

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

**3. Động lực học Robot**

**3.1. Phương trình Lagrange**

Phương trình Lagrange có dạng:

Với: +) L = K – U là hàm Lagrange (Hiệu giữa động năng K và thế năng U).

+) là tọa độ tổng quát:

**+)**  là lực tác động lên mẫu khâu của Robot

**Động năng (K)**

Tổng động năng của hệ là tổng động năng tuyến tính của các khâu:

Với: +) .

+) là vận tốc tuyến tính của từng khâu.

**Thế năng (U)**

Với: +) g là gia tốc trọng trường.

+) là tọa độ của các khâu theo trục X, Y, Z.

**Hàm Larange được xác định là:**

Áp dụng phương trình Lagrange cho từng tọa độ

Với mỗi phương trình:

Suy ra phương trình động lực học cho mỗi khớp:

**Biểu diễn dưới dạng ma trận:**

**Thiết Kế Bộ Điều Khiển SMC (Sliding Mode Control)**

**Cho Robot Cartesian 3 Bậc Tự Do (DOF) - Cấu Hình TTT**

1. **Đặc điểm hệ thống**

* Robot với 3 bậc tự do (DOF) với các khâu di chuyển tịnh tiến theo ba trục tọa độ *X, Y, Z.*
* Robot không có khớp quay, động học thuận và nghịch: hệ tuyến tính.
* Phương trình động lực học được xây dựng theo phương pháp Larange.

1. **Phương trình động học của Robot**

Từ phương trình Lagrange, tính toán phương trình động lực học tổng quát Robot Cartesian 3 bậc tự do:

Được biểu diễn dưới dạng ma trận như sau:

Trong đó: +) là tọa độ khớp theo phương *X, Y, Z.*

+) Ma trận khối lượng M(q) có dạng:

***M(q)*** =

+) Véc-tơ trọng lực: G(q) =

+) là véc-tơ lực điều khiển.

1. **Thiết kế bộ điều khiển**
   1. **Thiết kế bề mặt trượt**

Bề mặt trượt được chọn theo dạng:

Trong đó: +) là quỹ đạo mong muốn.

+) là hằng số dương để đảm bảo hội tụ.

+) Nếu S = 0, hệ thống sẽ bám sát quỹ đạo mong muốn.

Lấy đạo hàm bề mặt trượt:

Thay phương trình động lực học vào:

* 1. **Thiết kế luật điều khiển**

Để đảm bảo hội tụ về quỹ đạo mong muốn, ta chọn luật điều khiển dạng:

Trong đó: +) là ma trận hệ số dương đảm bảo tốc độ hội tụ.

+)là hàm dấu của bề mặt trượt, đảm bảo lực điều khiển thích ứng sai số.

* 1. **Phân tích tính ổn định**

Chọn hàm Lyapunov:

Lấy đạo hàm:

Thay vào luật điều khiển: