

Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ và tải trọng tới độ chính xác lặp của robot Staubli-TX40

TS NGUYỄN TRỌNG DOANH

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

KS TRẦN VĂN DIỆN

Trung tâm Máy gia tốc 30MeV
Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Độ chính xác lặp của robot thường bị ảnh hưởng bởi các biến quá trình vận hành như: tốc độ, tải trọng, nhiệt độ... Nghiên cứu này tập trung khảo sát ảnh hưởng của tốc độ và tải trọng ở điểm tác động cuối của robot tới độ chính xác lặp. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, tốc độ và tải trọng trong quá trình làm việc có ảnh hưởng đáng kể tới độ chính xác lặp của robot Staubli-TX40 6 bậc tự do, đặc biệt khi robot mang tải và chạy với tốc độ cao. Trong dải tốc độ từ 20% đến 60%, độ chính xác lặp ổn định và hầu như không bị ảnh hưởng của tải trọng.

Từ khóa: độ chính xác lặp, robot tx40, tải trọng, tốc độ.

STUDY THE EFFECT OF SPEED AND
PAYLOAD ON THE REPEATABILITY OF ROBOT
STAUBLI-TX40

Summary

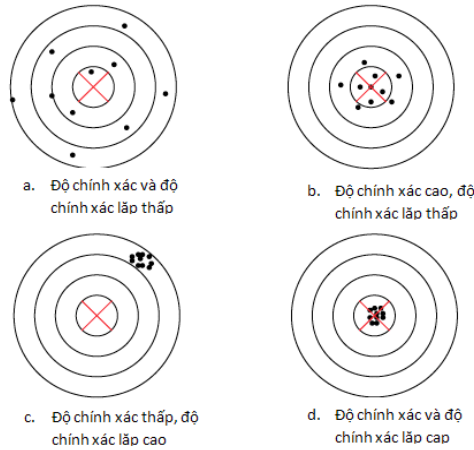
The repeatability of robot is often affected by process variables such as speed, payload, temperature... This study has investigated how process variables such as speed of the tool center and payload affect the repeatability. The results of the study show that: Speed and payload affect significantly the repeatability of six-degree robot Staubli-TX40, especially when it carries weight and runs at high speed. In the range of speed from 20% to 60%, the repeatability is stable and hardly affected by payload.

Keywords: repeatability, robot tx40, payload, speed.

Đặt vấn đề

Hiện nay, robot công nghiệp được sử dụng trong nhiều lĩnh vực: chế tạo máy, sản xuất theo dây chuyền tự động hóa... Tại Trung tâm Máy gia tốc 30MeV, các robot được sử dụng để thao tác xử lý các bia đã chiếu xạ và chia liều các dược chất phóng xạ. Quá trình chia liều thuốc phóng xạ đòi hỏi robot phải có độ chính xác lặp cao. Độ chính xác lặp thấp có thể gây rủi ro đổ, vỡ, phát tán các chất phóng xạ ngoài khu vực kiểm soát. Vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của các biến quá trình đến độ chính xác lặp của robot là rất cần thiết.

Độ chính xác lặp được định nghĩa là khả năng của robot trở lại vị trí đặt được trước đó trong không gian làm việc của nó. Điều này khác với độ chính xác, là khả năng robot đi tới một điểm đã chỉ định trong không gian làm việc của robot. Độ chính xác lặp và độ chính xác đều chỉ thị về mặt sai số của robot trong quá trình làm việc. Hình 1 minh họa về độ chính xác và độ chính xác lặp của robot [1].



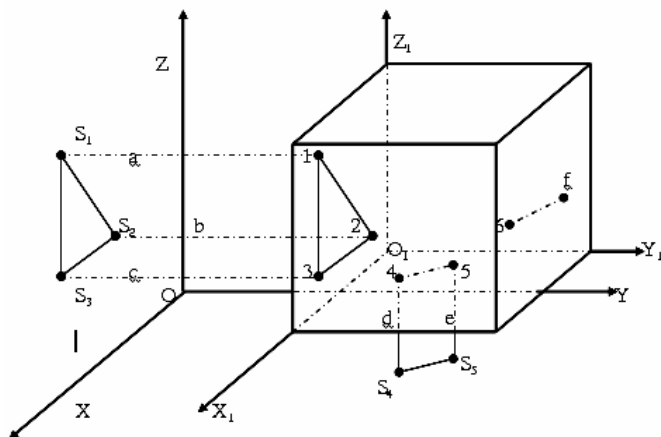
Hình 1: tương quan giữa độ chính xác và độ chính xác lắp

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: độ chính xác lắp của robot Staubli-TX40 6 bậc tự do đang được sử dụng tại Trung tâm Máy gia tốc 30MeV để chia liều được chất phóng xạ.

Phương pháp nghiên cứu: phương pháp thực nghiệm bao gồm việc thiết kế hệ thống đo, đo và xử lý số liệu thu được theo tiêu chuẩn ISO 9238 [2].

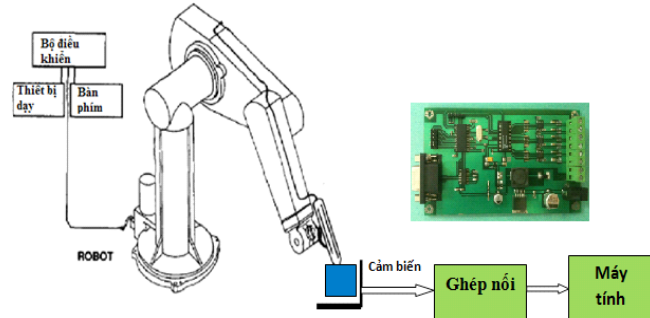
Phương pháp đo: phương pháp đo sai số của khối lập phương gắn ở đầu tác động cuối của robot so với khối âm bản đặt cố định trong không gian làm việc của robot (hình 2) [3].



Hình 2: phương án sử dụng 6 cảm biến 3-2-1

Hệ thống đo và phần mềm thu thập dữ liệu: để thực hiện đo độ chính xác lắp của robot, nhóm nghiên cứu đã thiết kế một hệ thống đo gồm:

giá âm bản bố trí các cảm biến điện từ không tiếp xúc LD701-2/5; card ADC-12bits để chuyển tín hiệu đo được từ các cảm biến về máy tính; phần mềm điều khiển đo và thu thập dữ liệu (hình 3 và 4).



Hình 3: sơ đồ cấu trúc thực nghiệm



Hình 4: vị trí lắp đặt và giao diện phần mềm

Các bước tính toán giá trị độ chính xác lắp:

Với N là số lần đo, vị trí yêu cầu là (X_c, Y_c, Z_c) , vị trí đạt được là (X_r, Y_r, Z_r) .

Trong đó:

$$\begin{cases} X_r = f \\ Y_r = (a + b + c) / 3 \\ Z_r = (d + e) / 2 \end{cases}$$

Giá trị trung bình:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_r \quad \bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_r \quad \bar{Z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_r$$

Độ lệch chuẩn:

$$l_i = \sqrt{(X_r - \bar{X})^2 + (Y_r - \bar{Y})^2 + (Z_r - \bar{Z})^2}$$

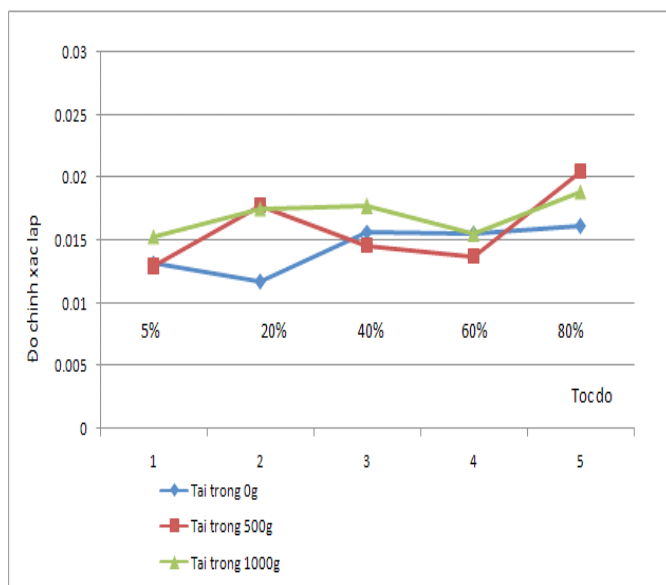
$$\bar{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i$$

$$S_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (l_i - \bar{l})^2}{N - 1}}$$

Và độ lặp vị trí là: $RP_I = \bar{I} + 3 * S_I (*)$

Kết quả và thảo luận

Thực hiện đo độ chính xác lặp cho robot ở các điều kiện tải trọng là 0 g, 500 g và 1.000 g với tốc độ lần lượt là 5%, 20%, 40%, 60%, 80% với số lần đo tại mỗi điểm làm việc là $N = 20$. Hình 5 trình bày kết quả đo được về độ chính xác lặp khi thay đổi tải trọng và tốc độ của robot.



Hình 5: ảnh hưởng của tốc độ và tải trọng tới độ chính xác lặp của robot TX40

Các số liệu thực nghiệm thu được chỉ ra rằng: khi tăng tốc độ từ 5% đến 80% thì giá trị RP_I tăng, điều đó có nghĩa là độ chính xác lặp của robot giảm; nói cách khác là có sự nghịch biến giữa tốc độ và độ chính xác lặp.

Khi robot không mang tải (tải trọng 0 g), cho dù tốc độ tăng lên đến 80% thì giá trị RP_I vẫn tăng không đáng kể và ở giá trị thấp nhất so với trường hợp robot có mang tải (tải trọng 500 g và 1.000 g). Có thể khẳng định rằng, robot mang tải trọng càng lớn, tốc độ càng lớn thì độ chính xác lặp càng giảm. Tuy nhiên, tốc độ và tải trọng ảnh hưởng tới độ chính xác lặp ở mức độ khác nhau. Cụ thể là: tốc độ ít ảnh hưởng tới độ chính xác lặp khi robot không mang tải, khi mang tải và tốc độ trong khoảng 70-80% thì độ chính xác lặp giảm đáng kể.

Kết quả thực nghiệm cũng chỉ ra rằng: độ chính xác lặp tốt nhất tương ứng với giá trị $RP_I = 0,0117$ mm khi robot không mang tải, tốc độ 20% và kém nhất ứng với $RP_I = 0,0205$ mm khi robot mang tải 500 g, tốc độ 80%. Trong dải tốc độ từ 20% đến 60%, độ chính xác lặp ổn định và hầu như không bị ảnh hưởng của tải trọng. Vì vậy, để đảm bảo độ chính xác lặp cao nhất nên đặt robot làm việc ở tốc độ từ 20% đến 60%.

Kết luận

Tốc độ và tải trọng trong quá trình làm việc có ảnh hưởng đáng kể tới độ chính xác lặp của robot Staubli-TX40 6 bậc tự do, đặc biệt khi robot mang tải và chạy với tốc độ cao. Khi tăng tải trọng và tăng tốc độ cao khoảng 80% thì độ chính xác lặp của robot giảm. Trong dải tốc độ từ 20% đến 60%, độ chính xác lặp ổn định và hầu như không bị ảnh hưởng của tải trọng.

Hệ thống đo được sử dụng trong nghiên cứu này có thể sử dụng để đo độ chính xác lặp của nhiều loại robot khác nhau. Kết quả của nghiên cứu này cho phép tối ưu vận hành robot chia liều được chất phóng xạ tại Trung tâm Máy gia tốc 30MeV ■

Tài liệu tham khảo

- [1] Brethe. F and all: "Modelling of repeatability phenomena using the stochastic ellipsoid approach", Robotica, Volum 24 Issue 4, July 2006.
- [2] ISO 9283, Manipulating industrial robots-performance criteria and related test methods, International Standards Organization, 1998.
- [3] Nguyễn Trọng Doanh, Đỗ Anh Tuấn: "Đánh giá độ chính xác lặp của robot Pegasus", Tạp chí Cơ khí Việt Nam số 4, tháng 5.2012.