

# BỘ ĐIỀU KHIỂN PARALLEL ROBOT

*KS. Từ Diệp Công Thành, PGS. TS. Đặng Văn Nghìn*  
*Bộ Môn Cơ Điện Tử, Khoa Cơ Khí, Đại Học Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh*  
*Email: [tdcthanh@dme.hcmut.edu.vn](mailto:tdcthanh@dme.hcmut.edu.vn)*

## Tóm tắt

*Khác với loại Robot nối tiếp (Serial Robot), Robot song song (Parallel Robot) có những ưu điểm vượt trội như độ cứng vững, khả năng thay đổi vị trí và định hướng linh hoạt, độ chính xác và ổn định cao, v. v.. được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Bài báo giới thiệu loại Robot song song - Parallel Robot có cấu trúc khép kín được tạo bởi 6 chân và điều khiển độc lập. Tuy nhiên nếu dùng những phương pháp điều khiển thông thường thì tính đáp ứng của robot sẽ chậm. ở đây, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu về bộ điều khiển song song kết hợp với giải thuật điều khiển song song để làm tăng tính đáp ứng và linh hoạt cho Robot.*

## Abstract

*Different from many Serial Robots, Parallel Robot has some advantages such as: rigidity, changing position ability and flexible navigation, accuracy and high stability... They are applied in a lot of fields. The Paper introduce the Parallel Robot with closed-loop structure constructed by 6 dof and controlled independently. However, if we use the control method as usual the respond of robot will slow. Hereby, we talk about the research results about the Parallel Controller compacted with Parallel Algorithm in order to increase the respond and flexibility for Robot.*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, các kỹ thuật Robot với sự hỗ trợ của máy tính đã đáp ứng được độ chính xác cao, thời gian thu nhận và xử lý các tín hiệu nhanh chóng, tin cậy, đã làm tăng năng suất lao động, hạn chế các tai nạn và độc hại cho con người, v. v... Tuy nhiên với loại Serial Robot hiện nay trong rất nhiều lĩnh vực đã bộc lộ rõ những nhược điểm như tính linh hoạt thấp, tốc độ xử lý và khả năng đáp ứng không cao, độ cứng vững cũng như tính chính xác chưa đảm bảo. Để khắc phục phần nào các khuyết điểm trên một loại Robot mới ra đời đó là Parallel Robot.

Serial Robot là loại Robot liên tiếp có kết cấu hở được liên kết với các khâu động học và được điều khiển tuần tự hoặc song song. Khác hẳn với Serial Robot, theo J-P. Merlet, Parallel Robot là cơ cấu vòng kín trong đó khâu tác động cuối được liên kết đến nên bởi ít nhất hai chuỗi động học độc lập. Trên hình 1 giới thiệu một loại Parallel Robot .



Hình 1: Một loại Parallel Robot

Do nhu cầu của thực tế, Parallel Robot đã phát triển theo nhiều hướng khác nhau như:

- Theo bậc tự do Parallel Robot có thể có 3, 4, 5 hoặc 6 bậc tự do.
- Theo vận tốc dịch chuyển có các loại vận tốc trung bình và vận tốc cao ( $v/5m/s$ )

và còn nhiều kiểu phân loại khác nữa.

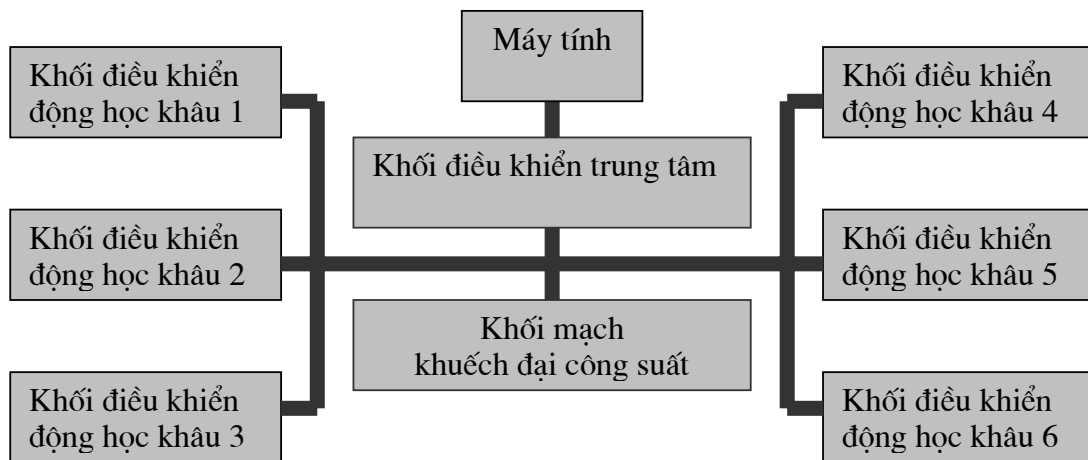
Tuy nhiên nhìn chung tất cả các loại Parallel Robot đều có những ưu điểm như: khả năng chịu tải cao, gia tốc lớn, độ cứng vững cơ khí cao, khối lượng động thấp, tần số riêng cao, kết cấu đơn giản và các cơ cấu chấp hành đều có thể định vị trên tấm nền

Với những ưu điểm trên, Parallel Robot đã được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực như: Y học, thiên văn học, trắc địa, các máy công cụ, v.v.

Parallel Robot là chuỗi nhiều khâu khớp kín cho nên nó hết sức đa dạng và điều khiển rất phức tạp, để thực hiện một tác động điều khiển cho khâu động học cuối, các khâu động học phải được điều khiển đồng thời. Đây là một đòi hỏi khó khăn cho thiết kế bộ điều khiển.

## 2. BỘ ĐIỀU KHIỂN SONG SONG

Như đã giới thiệu, để thực hiện việc điều khiển cho Parallel Robot, cần có một bộ điều khiển sao cho đảm bảo được tính đồng thời, khả năng nhớ và quản lý từng khâu động học độc lập. Ở đây, chúng tôi giới thiệu một bộ điều khiển dùng cho Parallel Robot có 6 bậc tự do (hình 2).



Hình 2: Sơ đồ khối của bộ điều khiển Parallel Robot

Bộ điều khiển Parallel Robot là hệ thống phức tạp, gồm một tập hợp các phân tử xử lý độc lập liên lạc với nhau bằng cách trao đổi các thông tin. Mỗi một bộ xử lý độc lập sẽ thực hiện một loạt các chỉ thị của chính nó và làm việc trên một tập các dữ liệu riêng biệt.

### **Giới thiệu các phương pháp điều khiển song song**

Các nghiên cứu đã được triển khai nhằm tìm kiếm phương pháp tạo ra những chương trình có thể thực thi đồng thời trên những chương trình song song. Các nghiên cứu triển khai việc song song hoá có thể được phân thành 4 mức :

- Ở mức ứng dụng: Các chương trình được thực thi đồng thời trên những bộ xử lý khác nhau hoặc những máy khác nhau và có thể có sự trao đổi thông tin lẫn nhau. Chúng thực hiện việc phân phối các ứng dụng cho các bộ xử lý theo không gian và thậm chí theo thời gian. Ở mức này, mỗi chương trình ứng dụng vẫn thực thi tuần tự.

- Ở mức chương trình: Người lập trình sẽ tìm kiếm giải thuật có thể thực thi đồng thời cho vấn đề cần giải quyết. Do đó, trách nhiệm song song hoá chương trình sẽ do người lập trình thực hiện. Bằng tư duy của con người cũng như tùy theo đặc thù của mỗi bài toán, người lập trình có thể tìm ra cách thức song song hoá khác nhau sao cho chương trình có thể thực thi đồng thời một cách hiệu quả nhất.

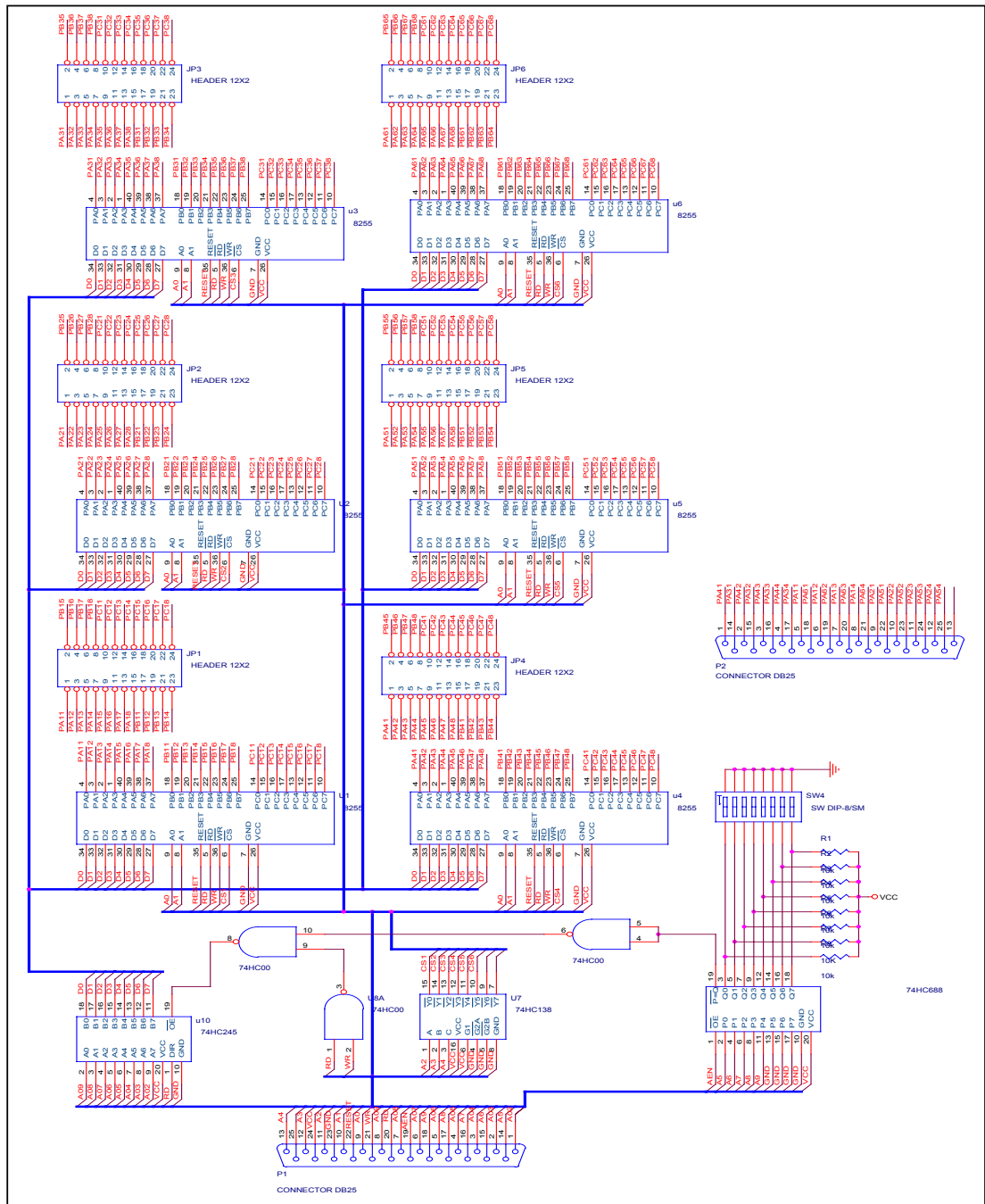
- Ở mức phát biểu: Chương trình dịch sẽ đảm nhiệm vai trò song song hoá chương trình. Nó sẽ tìm kiếm trong một chương trình tuần tự từ những khả năng song song hoá, thực hiện các biến đổi để tạo ra mã chương trình song song, sinh thêm các mã đồng bộ và trao đổi thông tin. Ưu điểm chính của mức này là khó khăn của người lập trình được giảm nhẹ và chương trình có tính linh hoạt và có thể áp dụng trên những mô hình máy khác nhau vì chương trình dịch sẽ thực hiện việc tạo mã thích hợp cho mô hình máy mà nó đang dịch sang.

- Ở mức lệnh máy: Các bộ xử lý sẽ tìm cách thực hiện nhiều lệnh máy đồng thời theo các cơ chế khác nhau.

Qua phân tích khả năng công nghệ và tính kinh tế, chúng tôi lựa chọn phương pháp giả lập song song từ máy tính ở mức chương trình.

### **Thiết kế bộ điều khiển song song**

Bộ điều khiển song song được thiết kế dựa trên giải thuật giả lập song song từ máy tính và giao tiếp với máy tính thông qua Slot chuẩn ISA. Từ đó để đảm bảo tính nhớ và khả năng quản lý các khâu động học độc lập thì ứng với từng khâu yêu cầu phải có địa chỉ riêng, ngoài ra phải có khả năng mở rộng port điều khiển và giám sát quá trình điều khiển. Chúng tôi đã lựa chọn IC 8255 làm nhiệm vụ quản lý và lập trình điều khiển cũng như xác định 6 địa chỉ port và điều khiển cho các khâu động học (hình 3).



Hình 3: Bộ điều khiển Parallel Robot

### 3. GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN GIẢ LẬP SONG SONG

Trên các hệ thống lập trình song song, khi thiết kế cần phải đảm bảo các đặc tính như: khả năng mở rộng (scalability), khả năng hoạt động cục bộ (locality) và có tính module (modularity).

- Tính đồng thời là khả năng thực hiện nhiều hành động đồng thời, thực chất là để chương trình thi hành cùng lúc trên nhiều processor.

- Tính mở rộng nhằm đạt được vấn đề quan trọng là cài đặt chương trình một lần, nhưng có thể hoạt động trên các hệ thống khác nhau không phụ thuộc vào số processor. Nói cách khác, chương trình có thể cài đặt mà không quan tâm đến số processor sẽ thi hành.
- Tính cục bộ được thoả mãn thì chi phí của thuật giải giảm đáng kể bởi việc truy cập đến dữ liệu cục bộ xảy ra thường xuyên hơn việc truy cập đến dữ liệu ở xa.
- Thuộc tính modularity được mong đợi giống với sự mong đợi trong lập trình tuần tự. Đây chính là sự phân chia của những thực thể phức tạp thành các thành phần đơn giản hơn.

Phương pháp thiết kế giải thuật giả lập song song có thể được xây dựng nhờ một tiến trình thiết kế tổng quát qua 4 giai đoạn riêng biệt :

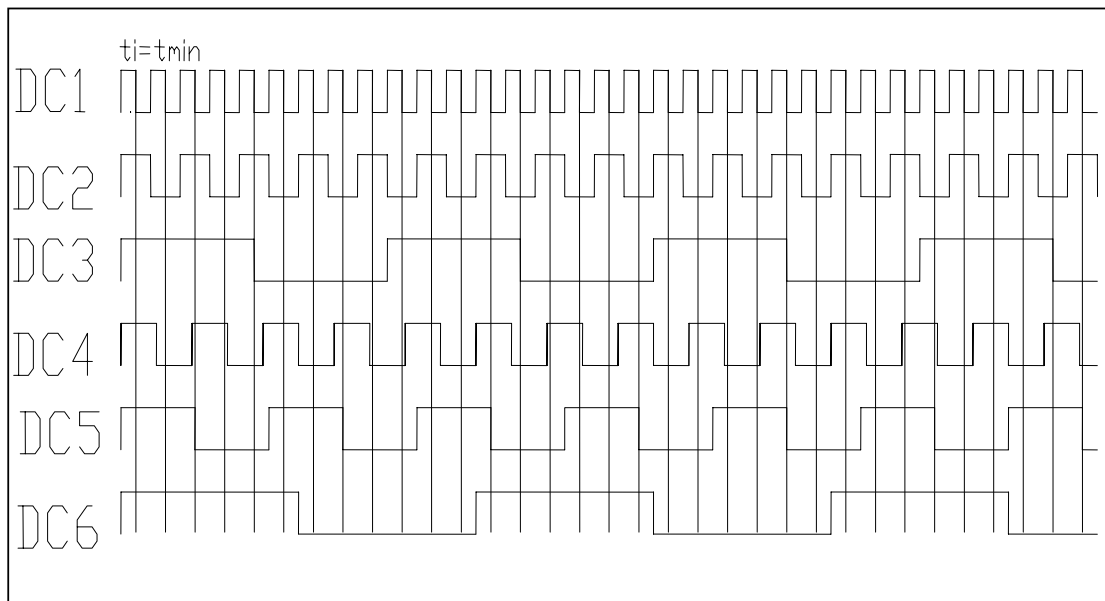
- Sự phân chia: Việc tính toán được thực hiện trên những vùng dữ liệu nhỏ hơn và các thao tác được đưa về thành những nhiệm vụ nhỏ hơn.
- Sự thông tin: Xác định các cấu trúc và thuật giải truyền thông giữa các nhiệm vụ để có sự hoạt động phù hợp.
- Sự kết hợp: Nhiệm vụ và các cấu trúc truyền thông được xác định trong hai giai đoạn đầu được đánh giá đối với những yêu cầu của việc thực hiện và chi phí của việc cài đặt. Nếu cần thiết, những nhiệm vụ kết hợp lại để có những nhiệm vụ lớn hơn từ đó tăng hiệu suất thực hiện hoặc giảm chi phí của thuật giải.
- Sự sắp xếp: Mỗi nhiệm vụ được gán đến một processor sao cho tận dụng tối đa số processor và tối thiểu về chi phí truyền thông.

Những đặc tính được yêu cầu cho việc thiết kế các giải thuật song song và đồng thời 4 giai đoạn trong phương pháp thiết kế giải thuật giả lập song song là cơ sở cho việc thiết kế chương trình điều khiển giả lập song song được ứng dụng cho mô hình song song Parallel. Robot. Chương trình điều khiển giả lập song song được thiết kế trên những ứng dụng với mỗi mức ứng dụng là một chương trình điều khiển cho một cơ cấu chấp hành nhằm thực hiện một tác vụ có liên quan, đó là thay đổi chiều dài của các chân nhằm định hướng, vị trí của tấm di chuyển trong không gian.

Trình tự các bước tiến hành cho việc thiết kế chương trình điều khiển giả lập song song theo cơ chế phân chia thời gian thực như sau:

- Xây dựng mô hình toán học nhằm xác định thời gian thực yêu cầu của từng ứng dụng
- Kiểm soát hệ thống các dữ liệu liên quan đến từng mức ứng dụng và đồng thời tổ chức sắp xếp trình tự yêu cầu của mỗi mức ứng dụng
- Xác định bit địa chỉ tương ứng với trình tự yêu cầu của mỗi mức ứng dụng
- Tiến hành phân chia khe thời gian tương ứng với trình tự yêu cầu của mỗi mức ứng dụng, nhằm đáp ứng khả năng song song hoá các chương trình điều khiển của mỗi mức ứng dụng.

Giải thuật điều khiển giả lập song song được trình bày trên hình 4.



Hình 4: Giải thuật điều khiển giả lập song song

#### 4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã triển khai chế tạo bộ điều khiển Parallel Robot và qua quá trình nghiên cứu lý thuyết cũng như thực hiện một số thử nghiệm bộ điều khiển Parallel Robot hiện đang được ứng dụng để điều khiển mô hình HEXAPOD-2001. Kết quả là ban đầu đã chứng tỏ nó có khả năng đảm bảo tính giả lập song song, quản lý được các khâu động học độc lập, tính ổn định và nâng cao được khả năng đáp ứng thời gian thực trong quá trình điều khiển Parallel Robot.

Hướng nghiên cứu phát triển tiếp tục là nâng cao tính ổn định, khả năng đáp ứng thời gian thực và kỹ thuật lập trình giả lập song song của loại bộ điều khiển này và ứng dụng trong các mô hình Parallel Robot khác hiện đang được triển khai tại Bộ môn Cơ Điện Tử – Khoa Cơ Khí - Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] **TRẦN NGUYỄN DUY PHƯƠNG**, Thiết kế và điều khiển Hexapod, Luận án cao học, Đại học Bách Khoa TPHCM 2000.
- [2] **LUNG WEN TSAI** - *Robot Analysis* - Department of Mechanical Engineering and Institute for Systems Research University of Maryland - 1999.
- [3] **T. D. BURTONM**, *Introduction to Dynamic Systems Analysis*, McGraw-Hill, Inc 1994.
- [4] **FRANCIS C. MOON**, *Applied Dynamics With Applications to Multibody and Mechatronics Systems*, John Willey& Sons, Inc 1998.
- [5] **K.S. FU, R.C. GONZALEZ, C.S.G. LEE**, *Robotics Control, Sensing, Vision, And Intelligene*, McGraw-Hill, Inc 1987.
- [6] **LORENZO SCIAVICCO, BRUNO SICILIANO**, *Modeling And Control of Robot Manipulators*, McGraw-Hill, Inc 1996.
- [7] **DEVDA SNETTY, RICHARD A. KOLK**, *Mechatronics System Design*, PWS Publishing Company, 1997.
- [8] [www.parallelemic.org](http://www.parallelemic.org)
- [9] [www.hexapod.com](http://www.hexapod.com)