

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Hoàng Anh

**ỨNG DỤNG ROS (ROBOT OPERATING SYSTEM)
ĐIỀU KHIỂN ROBOT DỊCH VỤ BÁN CAFE**

Chuyên ngành: Hệ thống thông tin

Mã số: 8.48.01.04

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

(Theo định hướng ứng dụng)

TP.HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

Người hướng dẫn khoa học: **Tiến sĩ Chung Tấn Lâm**

(Ghi rõ học hàm, học vị)

Phản biện 1:.....

Phản biện 2:.....

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Hệ thống robot dịch vụ có thể chủ động giám sát và thích ứng nhanh với những thay đổi liên tục trong các dây chuyền sản xuất. Bằng khả năng kết nối nhiều thiết bị, robot cộng tác ngày càng thích ứng linh hoạt với không chỉ nhiệm vụ của bản thân nó mà còn cộng tác thực hiện nhiệm vụ với các robot cộng tác khác, các hệ thống thiết bị khác nhau và ngay cả với con người trong các nhà máy thông minh. Vì vậy, nghiên cứu, thử nghiệm, chế tạo robot cộng tác là xu hướng hiện nay và trong tương lai..

Đề tài góp phần vào việc giải quyết các vấn đề nền tảng cần thiết giúp giảm chi phí xây dựng phần mềm, thời gian nghiên cứu giao tiếp phần cứng cho robot cộng tác trong sự phát triển mạnh mẽ của IoT theo sự định hình phát triển Đô thị thông minh trong tương lai. Đề tài có sự tham gia hỗ trợ về định hướng học thuật của Công ty TNHH Chế tạo máy 3C (Công ty được hỗ trợ bởi Quỹ đổi mới sáng tạo Vingroup VINIF trong dự án mã số VINIF.2020.NCUD.DA059) để kết quả đề tài mang tính thực tiễn, có khả năng ứng dụng cao sau khi nghiên cứu..

2. Mục đích nghiên cứu

Mục tiêu chính : Nghiên cứu, tìm hiểu về RoboDK, cách cài đặt, các trình mô phỏng và việc sử dụng nó trên các hệ thống ảo.

Từ mục tiêu chính trên, luận văn sẽ dự kiến các kết quả đạt được như sau:

- Tìm hiểu tổng quan về robot dịch vụ
- Tìm hiểu tổng quan về phần mềm mô phỏng RoboDK và ứng dụng.
- Tìm hiểu các API giao tiếp giữa RobotDK và máy tính.
- Tìm hiểu về một số thao tác robot.
- Tìm hiểu hoạch định quỹ đạo điều khiển robot dịch vụ pha chế cafe.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu chính phần mềm RoboDK và các API giao tiếp.
- Lập trình giao tiếp với RoboDK với máy tính thông qua API dùng C#
- Mô phỏng robot ứng dụng trong dịch vụ pha chế cafe.

Phạm vi nghiên cứu

- Khảo sát phần mềm RoboDK
- Mô hình hóa robot định dạng 3D vào phần mềm RoboDK
- Lập trình cho robot thực hiện 1 số thao tác cơ bản phục vụ cafe bao gồm: lấy ly cafe, rót cafe vào ly và đưa ly cafe vào vị trí phục vụ khách hàng.
- Thực hiện giao tiếp với RoboDK thông qua API dùng C#

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp luận: Dựa trên cơ sở phân tích thiết kế hệ thống, đề xuất hệ thống điều khiển, thực hiện giao tiếp thông qua các API giữa robot và phần mềm.

Phương pháp đánh giá bằng mô phỏng trên máy tính: Xây dựng mô hình robot, mô phỏng điều khiển robot đã đề xuất, kết nối được với môi trường mô phỏng robot dùng C# để từ đó sẵn sàng điều khiển các cơ cấu chấp hành theo thời gian thực với truyền thông EtherCAT.

PHẦN NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN

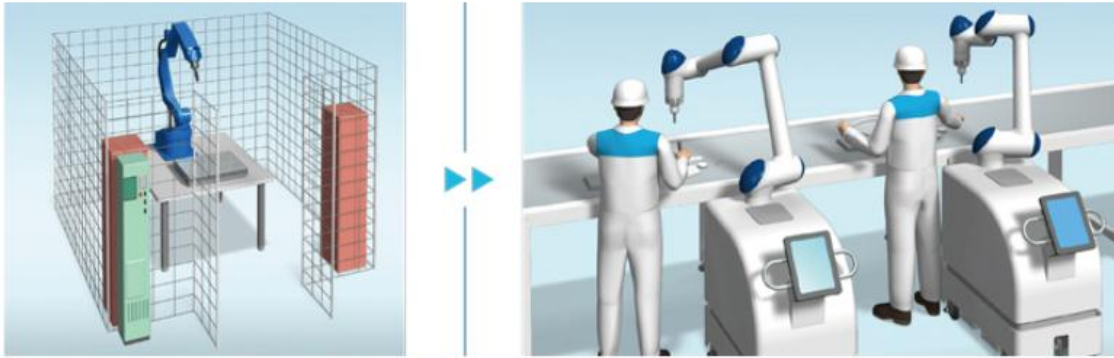
1.1 Tổng quan về robot dịch vụ

Robot dịch vụ hay còn gọi là robot phục vụ là loại người máy phục vụ con người, nó hỗ trợ con người trong rất nhiều các công việc khác nhau từ đơn giản đến phức tạp. Đặc biệt robot dịch vụ được đưa vào sử dụng với các công việc xa xôi, các công việc có tính chất nguy hiểm, độc hại ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Robot này còn được ứng dụng vào các công việc có tính chất lặp đi lặp lại, hoặc công việc nội trợ hàng ngày.

Robot dịch vụ hiện nay có thể hoạt động bán tự động hoặc tự động hoàn toàn nhằm phục vụ các công việc hữu ích theo nhu cầu của con người. Robot hoạt động phục vụ nằm ngoài hoạt động sản xuất đó. Nó được vận hành bởi một hệ thống điều khiển tích hợp với các tùy chọn điều khiển bằng tay, tức là tác động tức thì của con người sẽ làm thay đổi hoạt động của robot theo ý muốn của bản thân và trong khung lập trình cho phép hoạt động của nó

1.2 Robot cộng tác

Robot cộng tác (collaborative robot hay cobot) là một loại robot được thiết kế để làm việc chung với con người trong một không gian chung. Một trong những điểm khác biệt giữa cobot so với robot công nghiệp chính là robot công nghiệp thường hoạt động độc lập, cần có thiết bị bảo vệ và rào chắn để tránh gây nguy hiểm đến con người; còn cobot được đánh giá cao bởi tính an toàn, chính vì thế đây được coi là trợ thủ đáng tin cậy khi làm việc cùng con người trong các hoạt động sản xuất công nghiệp và dịch vụ. Cobot có yêu cầu kỹ thuật và thiết kế cao và khác biệt hơn so với robot truyền thống: Các bộ phận cấu thành cần phải được thiết kế đặc biệt tinh gọn (compact), đảm bảo độ an toàn và tin cậy cao, tương tác linh hoạt và đáp ứng nhanh với người sử dụng và làm việc cùng, dễ điều khiển với chức năng dạy học (teach mode), và phải hiệu quả về mặt chi phí.

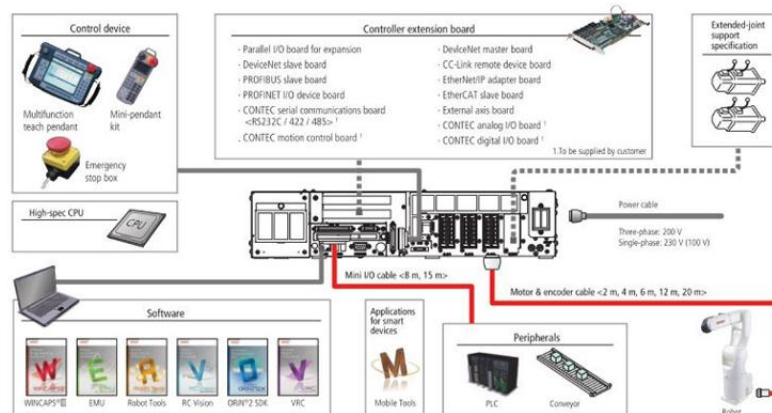


Hình 1.1: Sự khác biệt cơ bản về sự an toàn giữa robot công nghiệp và cobot

1.3 Hệ thống điều hành robot (Robot Operating System)

1.3.1 Hệ thống điều khiển tập trung robot truyền thống

Trong hệ thống điều khiển tập trung, các driver điều khiển động cơ được thiết kế tập trung tại tủ điện điều khiển, do đó có sự kết nối cáp điện khá lớn từ robot về tủ điều khiển. Hệ thống điều khiển này có thể điều khiển các hệ thống robot lớn nhờ các hệ điện tử công suất cao có đủ không gian bố trí trong tủ điện. Trước khi có các nghiên cứu về robot công tác, hệ thống điều khiển tập trung được sử dụng phổ biến trong công nghiệp với tên thường gọi là robot công nghiệp và được ứng dụng trong công nghiệp xe hơi, công nghiệp hàn, công nghiệp sơn, đóng gói hàng nặng trong kho, Một ví dụ minh họa của hệ thống điều khiển robot kiểu tập trung RC8 của hãng Denso. Trong hệ thống này, các servo driver được gắn ngay trên bộ điều khiển với các khe cắm PCI của máy tính công nghiệp được chế tạo chuyên dùng cho hãng Denso.



Hình 1.2: Hệ thống điều khiển tập trung RC8 cho robot truyền thống của hãng Denso

1.3.2 Hệ thống điều khiển phân tán cải tiến cho robot cộng tác

Với sự bảo hòa của việc ứng dụng robot trong công nghiệp, các nhà hoạch định chiến lược robot mong muốn mở rộng khả năng robot trong nhiều lĩnh vực khác, nhất là trong lĩnh vực dịch vụ làm việc chung với con người. Hệ thống điều khiển cũng được cải tiến thay đổi tương ứng thành hệ thống điều khiển phân tán chuyên dùng cho robot cộng tác. Trong hệ thống điều khiển phân tán các servo driver được thiết kế tích hợp ngay trên các động cơ khớp của robot tạo thành mộ khối tích hợp mật độ cao được gọi là Joint actuator (cơ cấu chấp hành khớp) xem hình 1.5. Do đó bộ điều khiển phân tán không có các servo driver mà chúng đã được phân tán trên các khớp quay của robot. Việc kết nối điện giữa robot và tủ điện cũng gọn hiệu quả hơn nhiều vì chỉ còn có sự kết nối truyền thông (không phải là các kết nối điện công suất cao) giữa tủ điện và robot. Một kết nối truyền thông sử dụng phổ biến trong trường hợp này là EtherCAT.

Hệ thống điều khiển phân tán dựa trên nền tảng truyền thông realtime EtherCAT thông qua cổng LAN Gigabit. Các module chuyên dùng EtherCAT slave như Servo motor driver, I/O mô-đun, ADC/DAC mô-đun được giao tiếp có dây với Master EtherCAT với tốc độ truyền realtime. Như vậy hệ thống điều khiển cobot được cải thiện đáng kể về tốc độ truyền và kết cấu phân cứng nhỏ gọn kiểu mô-đun hóa. Trên hình là minh họa bộ điều khiển cobot phân tán cải tiến cho cobot của hãng Denso. Hệ thống sử dụng nền tảng realtime win10 trên IPC của hãng Beckhoff. Với nền tảng này thì khả năng mở rộng của bộ RC9 rất linh hoạt và có thể tích hợp theo nhu cầu thực tế của ứng dụng.

1.4 Phần mềm mô phỏng robot - RoboDK

RoboDK là một phần mềm mô phỏng và lập trình ngoại tuyến cho robot công nghiệp. Phần mềm mô phỏng có thể được sử dụng cho nhiều dự án sản xuất bao gồm lĩnh vực công nghiệp như phay, hàn, gấp-đặt, đóng gói và dán nhãn, xếp kho hàng, sơn, lắp ráp, và lĩnh vực dịch vụ như nhà hàng, siêu thị, ẩm thực,

Chương trình điều khiển robot có thể được lập trình cấp cao thao tác trực tiếp trên robot mô phỏng, sau đó được xuất ra chương trình tương thích với các robot thật

hiện có trên thị trường. Môi trường mô phỏng có thể được giao tiếp thông qua API có thể được viết bằng C#, C ++, Python, Matlab.

Thư viện robot khá lớn có thể truy cập thư viện các robot công nghiệp và các đồ gá từ hơn 40 nhà sản xuất robot trên thế giới.

Bộ xử lý xuất chương trình RoboDK hỗ trợ nhiều bộ điều khiển robot thương mại trên thị trường, bao gồm:

- ABB RAPID (mod/prg)
- Fanuc LS (LS/TP)
- KUKA KRC/IIWA (SRC/java)
- Motoman Inform (JBI)

1.5 Kết luận chương

Chương này tổng quan các vấn đề liên quan đến đề tài bao gồm tổng quan về robot công tác, các loại robot dùng trong lĩnh vực dịch vụ như robot di động phục vụ và robot dịch vụ trong lĩnh vực bếp, phân loại các loại bộ điều khiển robot bao gồm bộ điều khiển robot tập trung và bộ điều khiển phân tán để làm tiền đề cho việc định hướng nội dung và các giới hạn nghiên cứu phù hợp cho đề tài. Tìm hiểu về phần mềm RoboDK chuyên dùng cho mô phỏng các loại robot công nghiệp và các loại robot cộng tác đóng vai trò quan trọng trong việc ứng dụng nhanh robot vào lĩnh vực phục vụ. Với các tìm hiểu tổng quan về robot dịch vụ như vậy đề tài định hướng việc ứng dụng vào việc sử dụng hiệu quả phần mềm RoboDK trong việc thiết kế robot thực hiện phục vụ các thao tác pha chế cà-phê. Robot pha chế cà phê này được đặt trong một không gian nhỏ gọn tại các khu vực giải trí, nhà hàng, khách sạn, sân bay, bệnh viện, trường học ... mà không cần nhân viên dịch vụ. Với những tính năng này nhằm hướng tới các đô thị thông minh trong xu hướng chuyển đổi số các hoạt động của cuộc sống trong tương lai.

CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH HÓA ROBOT PHA CHẾ

2.1 Xây dựng mô hình robot

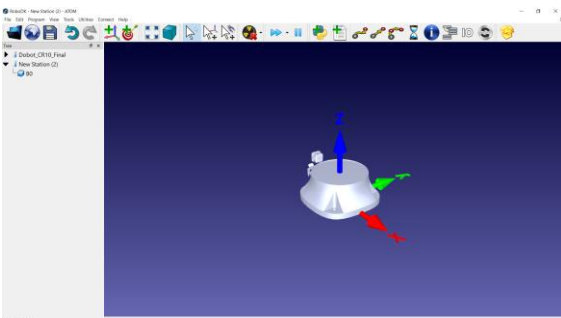
Robot khảo sát để ứng dụng mô phỏng thao tác pha chế trong chương này là Dobot-CR10 (hãng DOBOT) [8]. Robot này có 6 bậc tự do bao gồm 6 khớp được đánh số là J1, J2, J3, J4, J5, J6. Việc phân tích và xây dựng biểu thức động học của robot dạng cánh tay 6 bậc tự do này được trình bày trong [3]. Trong đề tài này sử dụng công cụ có sẵn trên RoboDK để minh họa tính linh hoạt và đa năng của phần mềm này.

2.1.1 Xây dựng các đối tượng 3D của robot

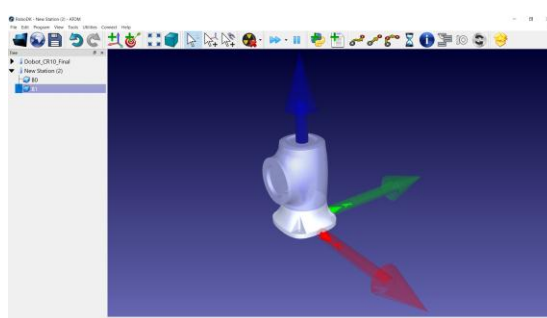
Trước tiên, ta cần thu thập thông tin về robot:

1. Mô hình 3D (như tập tin STEP hay IGES) bao gồm: nền (Hình 2.1a), khớp 1 (Hình 2.1b), khớp 2 (Hình 2.1c), khớp 3 (Hình 2.1d), khớp 4 (Hình 2.1e), khớp 5 (Hình 2.1f), khớp 6 (Hình 2.1g), và mô hình đầy đủ (Hình 2.2)
2. Datasheet của robot hay sổ tay kỹ thuật robot (robot manual) để có khoảng cách của của khớp (Hình 2.3)

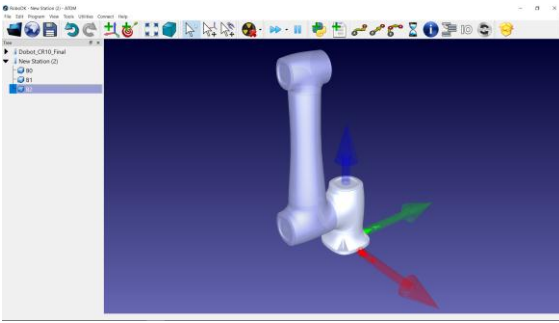
Khi có tập tin 3D vào RoboDK, ta **Kéo thả** robot vào RoboDK hay chọn select **file** và sau đó **open**. Thực hiện chia nhỏ một object robot thành các thành phần khác nhau để có thể xử lý từng phần riêng biệt như hình 2.1.



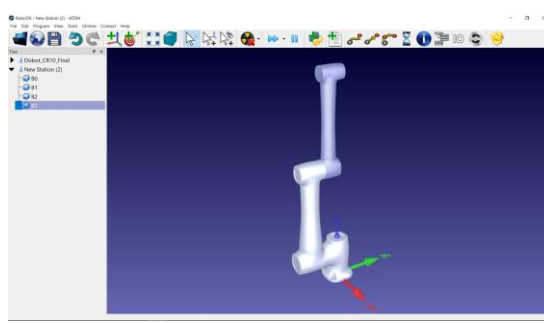
Hình 2.1a: Mô hình 3D nền (B0)



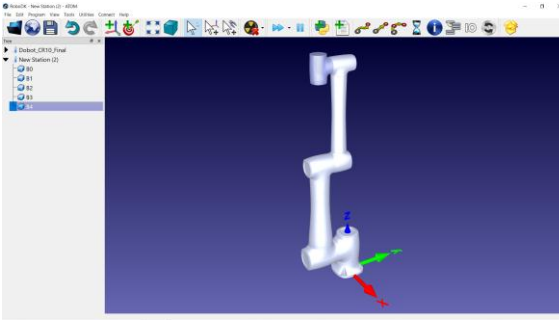
Hình 2.1b: Mô hình 3D khớp 1 (B1)



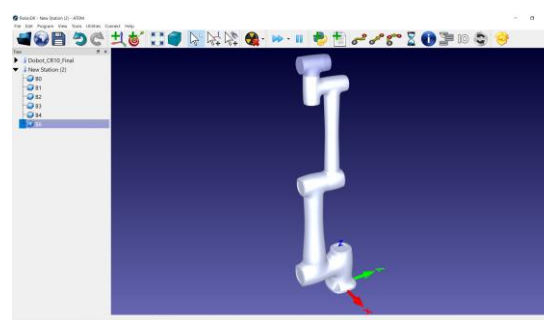
Hình 2.1c: Mô hình khớp 2 (B2)



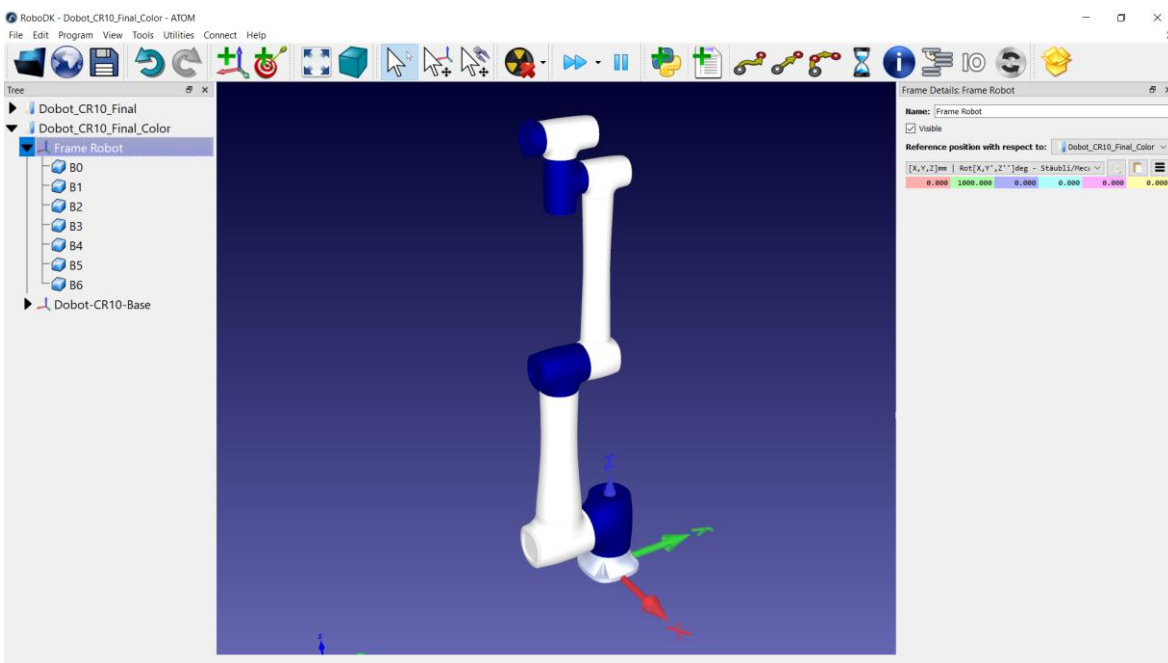
Hình 2.1d: Mô hình 3D khớp 3 (B3)



Hình 2.1e: Mô hình khớp 4 (B4)



Hình 2.1f: Mô hình 3D khớp 5 (B5)



Hình 2.1: Các mô hình 3D Cobot CR10: nền (B0), khớp 1 (B1), khớp 2 (B2), khớp 3 (B3), khớp 4 (B4), khớp 5 (B5), khớp 6 (B6)

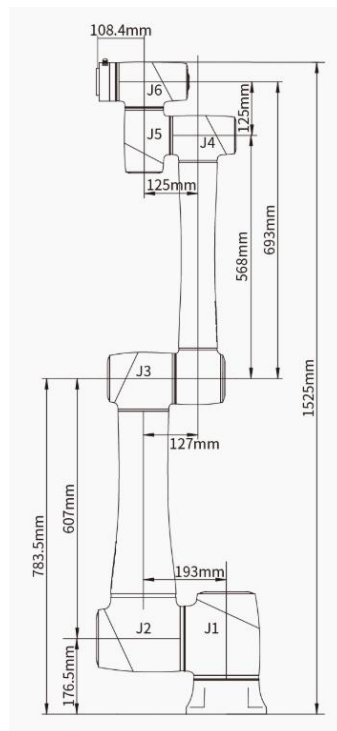
2.1.2 Cài đặt các thông số động học và giới hạn chuyển động khớp

Với các mô hình 3D tính được ghép lại, ta có thể thực hiện các bước để định nghĩa mô hình động học cho robot bằng cách sau: Chọn **Utilities** → **Model Mechanism or Robot**. Dưới mục **Robot Type**, chọn **6 Axis Collaborative Robot**.

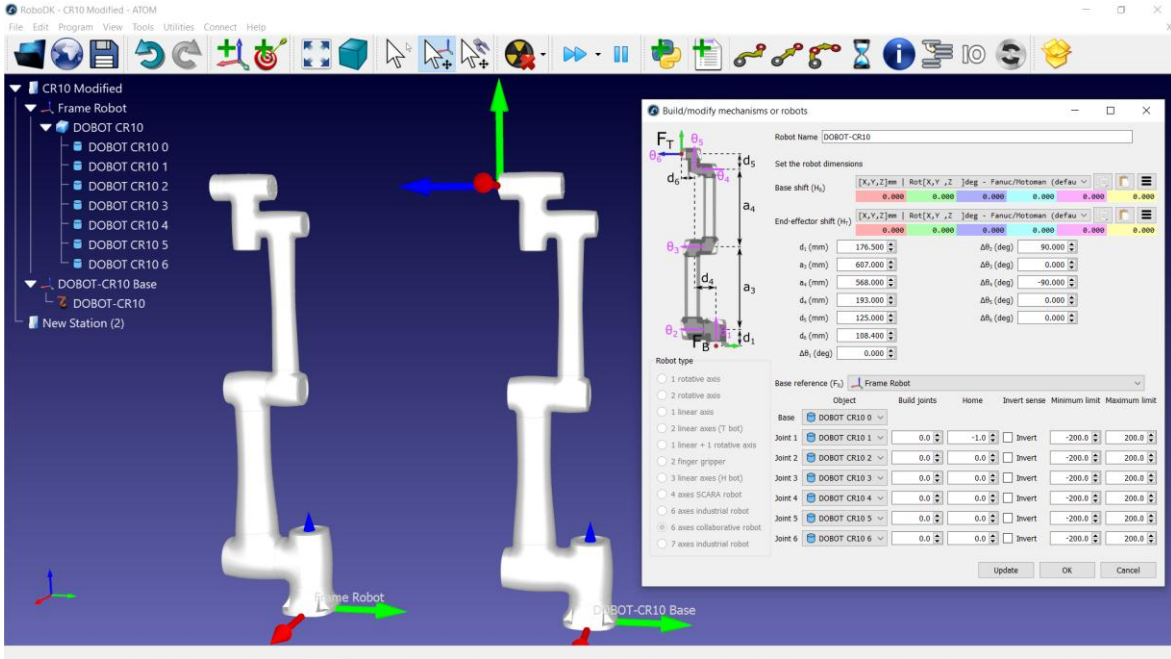
Nếu các thành phần của robot theo đúng thứ tự, thì tất cả các mô hình 3D được gộp lại theo đúng thứ tự đó. Khi đó, ta có thể liên kết bằng tay từng object tạo thành một robot đúng theo thứ tự trong Robot Builder.

Điền thông tin kích thước của robot bằng cách mở **data sheet** của Dobot-CR10 (Hình 2.3). Trên bản vẽ 3D của data sheet, ta sẽ tìm được tất cả giá trị kích thước cần tìm (Bảng 2.1). Điền các giá trị đó vào RoboDK, và khi kết quả thỏa mãn chuyển động động học của robot, chọn Update (Hình 2.4).

Dùng bảng điều khiển robot để quay từng khớp để bảo đảm số liệu động học nhập chính xác (Hình 2.4). Xác định các thông số góc quay giới hạn của từng khớp (Hình 2.5).



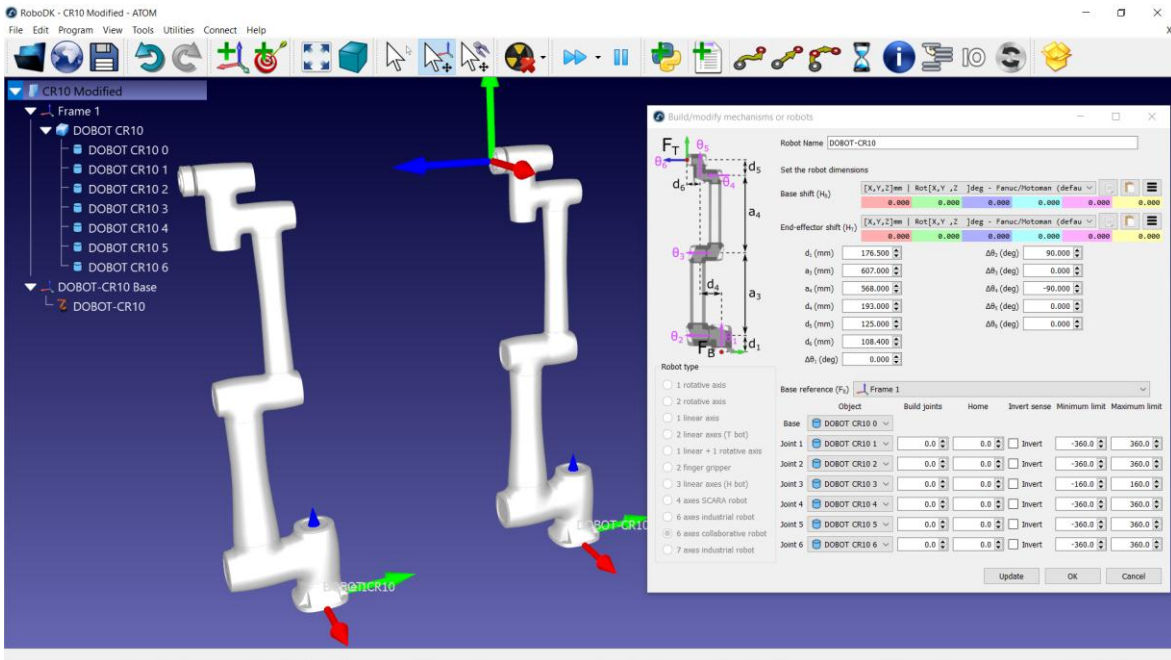
Hình 2.4: Kích thước Dobot CR10



Hình 2.5: Xác định và nhập các kích thước động học trên robot builder

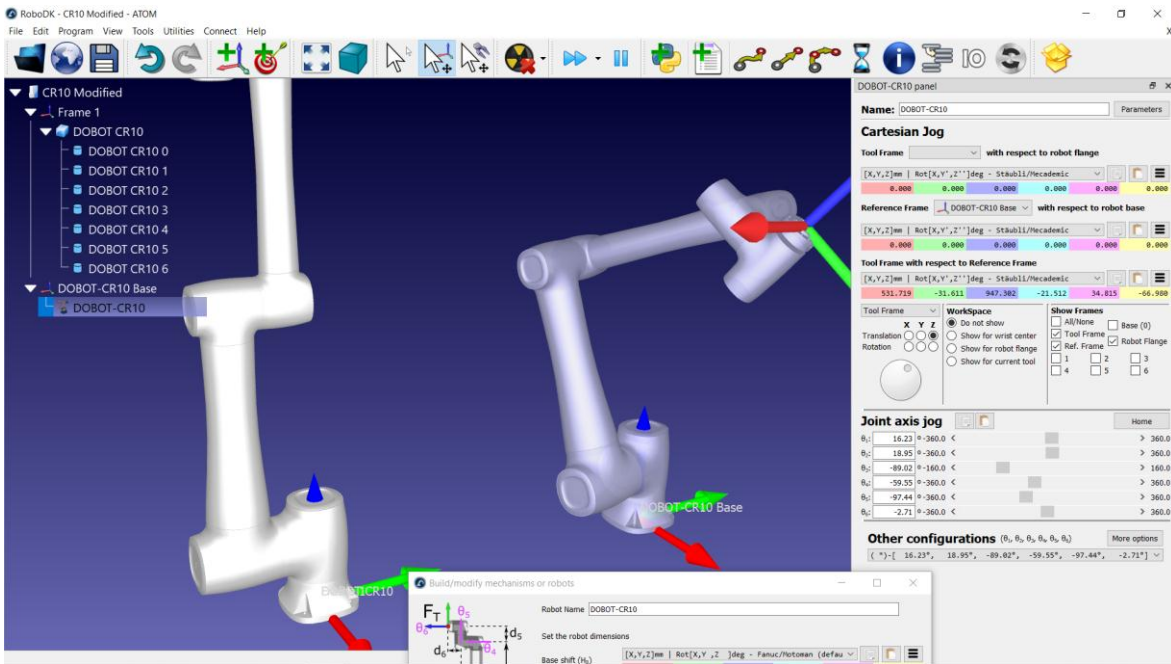
Bảng 2.1: Thông số Dobot CR10

| Tên cobot | | DOBOT CR10 |
|------------------------------|----|------------|
| Khối lượng (Weight) | | 40kg |
| Tải tối đa (Maximum Payload) | | 10kg |
| Tầm vươn (Max Reach) | | 1525mm |
| Maximum Speed of TCP | | 4m/s |
| Giới hạn khớp (Joint Ranges) | J1 | 360° |
| | J2 | 360° |
| | J3 | 160° |
| | J4 | 360° |
| | J5 | 360° |
| | J6 | 360° |



Hình 2.5: Xác định các giới hạn góc quay của khớp trên robot builder

2.1.3 Thử nghiệm mô hình robot



Hình 2.6: Test hoạt động của robot trên robot Panel

2.2 Xây dựng mô hình máy pha cafe

Mô hình máy pha Cafe bao gồm:

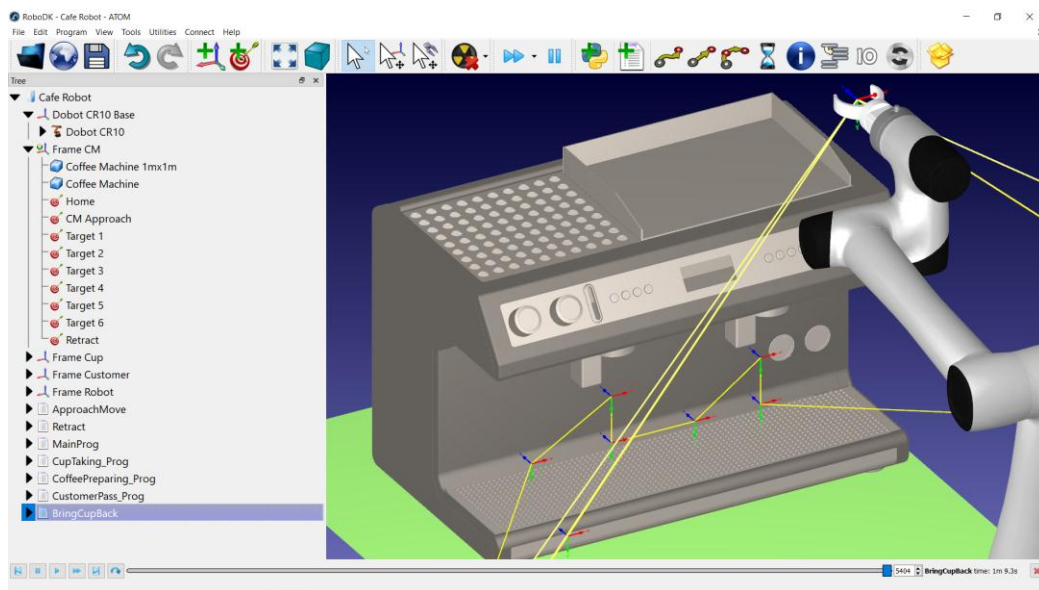
1. Hệ tọa độ tham chiếu (Reference Frame): Frame CM
2. Các đối tượng (objects):

- **Cafe Machine 1mx1m:** đối tượng khu vực đặt máy Cafe

- **Cafe Machine:** máy rót Cafe

3. Các mục tiêu (Targets) sau:

- **Home:** vị trí Home của robot
- **CM Approach:** vị trí an toàn tiếp cận máy Cafe
- **Target 1, Target 2, Target 3, Target 4, Target 5, Target 6:** vị trí trình tự rót Cafe vào ly
- **Retract:** vị trí an toàn ra khỏi máy pha Cafe



Hình 2.7: Mô hình máy pha Cafe

2.3 Xây dựng mô hình cấp ly cafe và bộ giao cafe

(1) **Mô hình cấp ly Cafe:** bao gồm

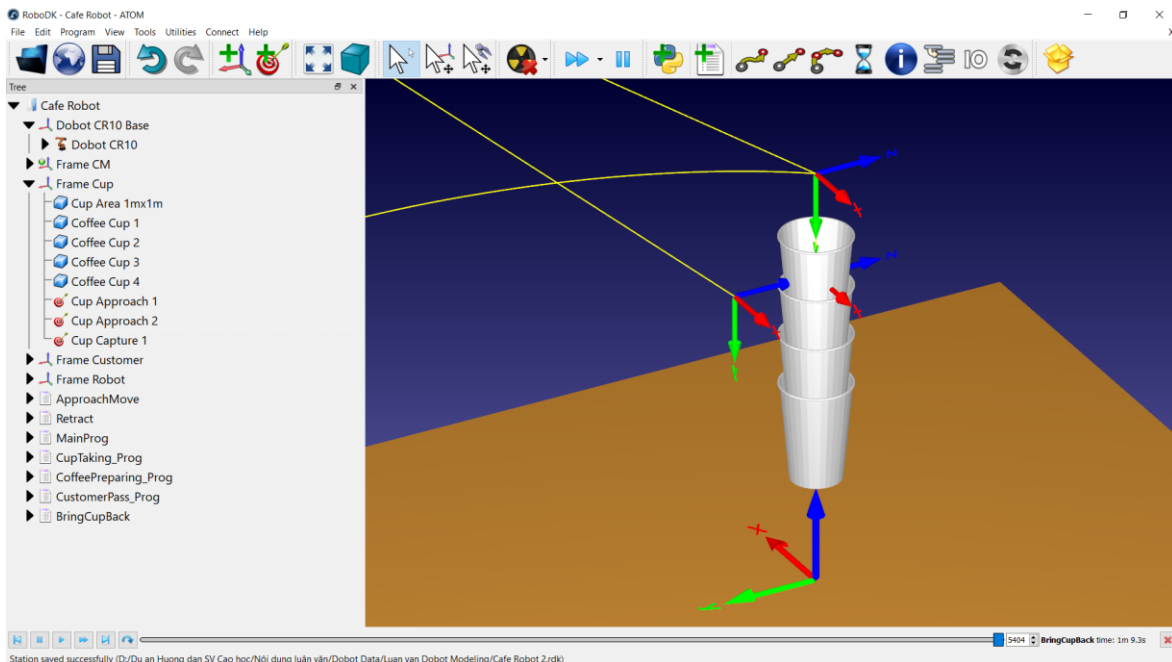
1. Hệ tọa độ tham chiếu (Reference Frame): **Frame Cup**

2. Các đối tượng (objects):

- **Cup Area 1mx1m:** đối tượng khu vực cung cấp ly Cafe
- **Cafe Cup 1, Cafe Cup 2, Cafe Cup 3, Cafe Cup 1:** ly cafe

3. Các mục tiêu (Targets) sau:

- **Cup Approach 1:** Vị trí tiếp cận ly 1
- **Cup Approach 2:** Vị trí tiếp cận ly 2
- **Cup Capture 1:** Vị trí lấy ly ra khỏi chõng ly



Hình 2.8: Mô hình cấp ly CAFE

(2) Mô hình bộ giao Cafe cho khách hàng: bao gồm

1. Hệ tọa độ tham chiếu (Reference Frame): **Frame Customer**

2. Các đối tượng (objects):

- **Customer Area 1mx1m**: đối tượng khu vực đặt ly Cafe
- **Cafe Base**: bộ ly Cafe

3. Các mục tiêu (Targets) sau:

- **Customer Retract 1**: vị trí tiếp cận ly 1
- **Customer Retract 2**: vị trí tiếp cận ly 2
- **Customer Cup Capture**: vị trí gắp ly
- **Customer Approach**: vị trí an toàn lấy ly ra

2.4 Tổng kết chương

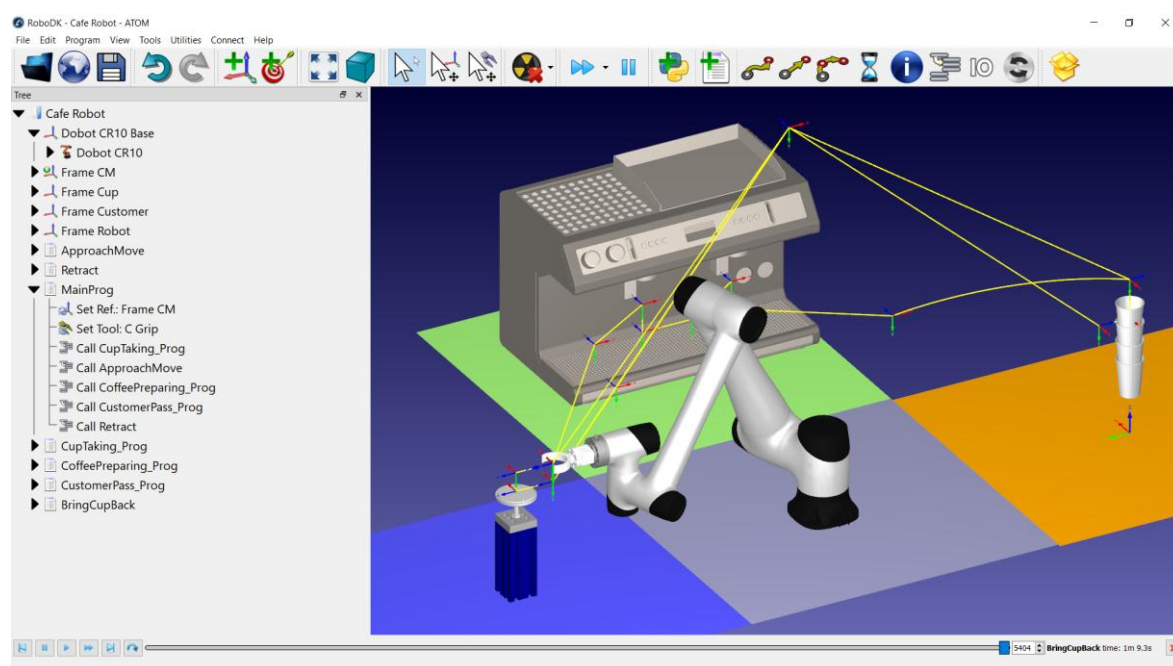
Chương này trình bày trình tự xây dựng một mô hình trạm robot dịch vụ. Robot dịch vụ dạng cánh tay 6 bậc tự do được xây dựng hoàn chỉnh từ các khối 3D rời rạc. Với tính năng xây dựng cấu trúc động học của phần mềm RoboDK (tính năng *Model Mechanism or Robot*). Mẫu thử nghiệm Dobot-CR10 được gắn các khớp quay vào các trục phù hợp tạo các chuyển động hợp lý cho cánh tay robot. Ngoài ra, các mô hình khác cũng được dựng như mô hình cấp ly CAFE, mô hình máy pha CAFE, mô hình bộ giao CAFE phục vụ cho việc

mô phỏng. Với mô hình trạm robot dịch vụ này, chúng ta có thể thực hiện việc lập trình cho các chuyển động thao tác chế biến ở chương sau.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG THAO TÁC PHA CHẾ

3.1 Thiết kế trình tự pha chế bằng robot

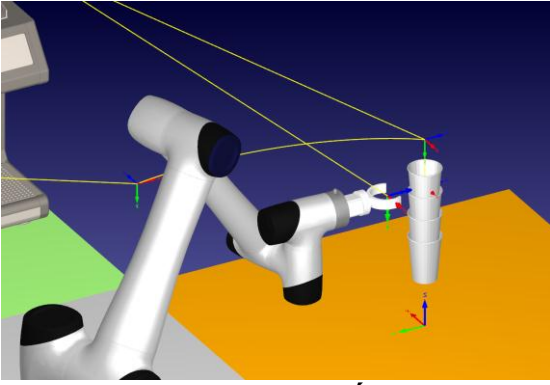
Hoạt động của một robot dịch vụ CAFE được thiết kế là một điều khiển trình tự gồm nhiều bước đi qua các vị trí được xác định trong không gian làm việc của robot, và được chia thành 4 chương trình con chính và 1 chương trình con phụ trợ bao gồm: chương trình con lấy ly (CupTaking_Prog); Chương trình con tiếp cận máy pha CAFE (ApproachMove); chương trình con pha chế CAFE (CAFEPreparing_Prog); chương trình con đưa ly vào bệ cho khách hàng (CustomerPass_Prog).



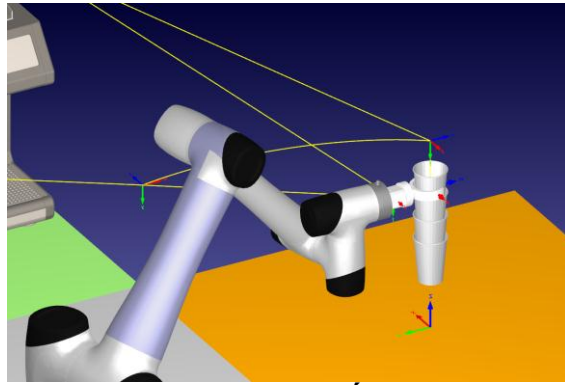
Hình 3.1: Mô hình trạm pha CAFE dùng robot

3.2 Thao tác lấy ly

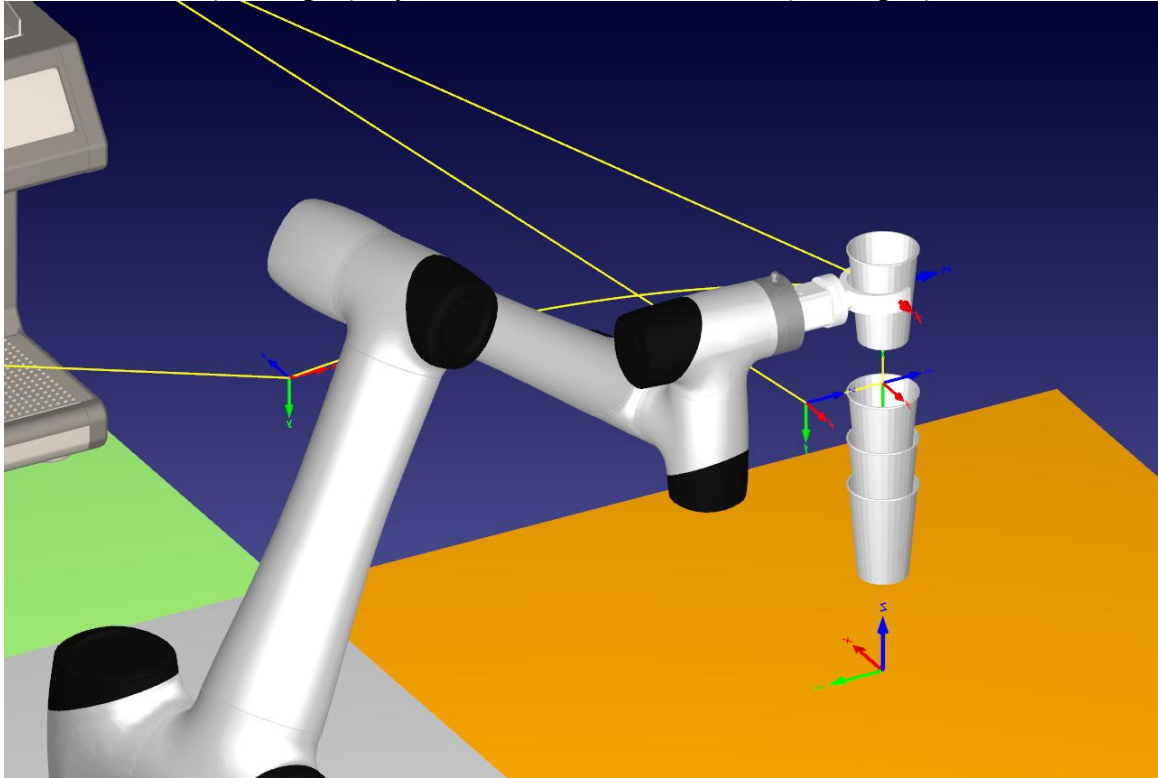
Chồng ly được giả định úp ngược, ly có dạng hình côn (phía dưới nhỏ hơn phía trên) và có một khoảng cách nhất định giữa các ly. Thao tác lấy ly được đơn giản hóa bao gồm thao tác đưa tay kẹp vào vị trí phía dưới ly và di chuyển thẳng phía trên để lấy ly ra khỏi chồng ly. Để thực hiện thao tác, cần có 3 target mà robot cần đi qua: vị trí tiếp cận chồng ly (Cup Approach 1), vị trí tiếp cận ly (Cup Approach 1) và vị trí thoát ra khỏi chồng ly (Cup Capture). Chương trình con thực hiện lấy ly được cho trong Hình 3.3a và chương trình con tiếp cận máy pha chế cho trên hình 3.3b.



Hình 3.2a: Vị trí tiếp cận ly cafe 1



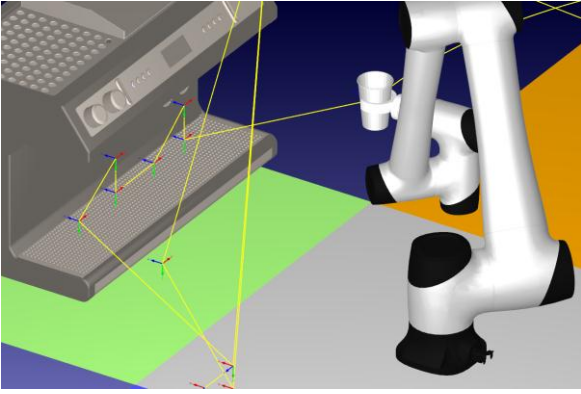
Hình 3.2b: Vị trí tiếp cận 2



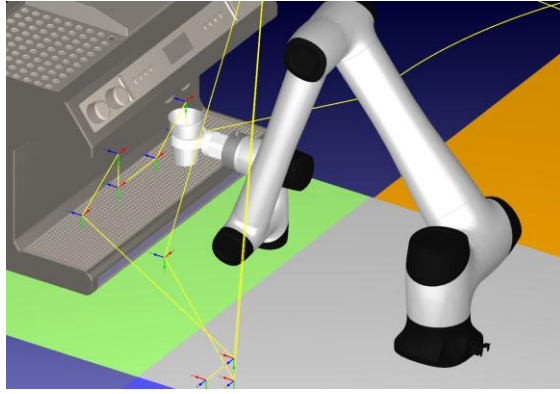
Hình 3.2c: Vị trí lấy ly cafe ra

3.3 Thao tác pha chế CAFE

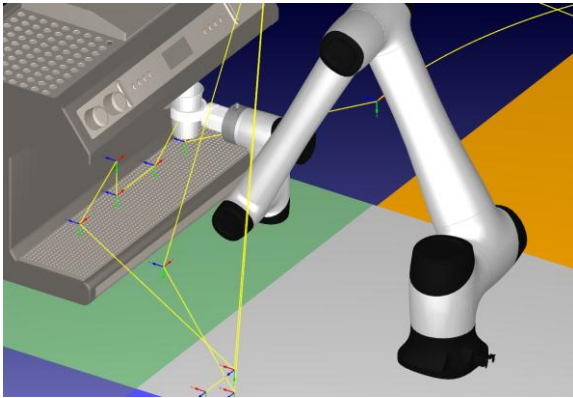
Thao tác pha chế CAFE được đơn giản hóa bao gồm thao tác châm CAFE và thao tác châm kem sữa. Để thực hiện thao tác này, cần có 6 target mà robot cần đi qua. Ngoài ra, còn có 2 vị trí đặc biệt là vị trí tiếp cận máy pha CAFE (CM Approach) và vị trí thoát ra khỏi máy pha CAFE an toàn (Retract). Chương trình con thực hiện pha chế được cho trong Hình 3.5a và hệ tọa độ máy pha CAFE cho trên hình 3.5b.



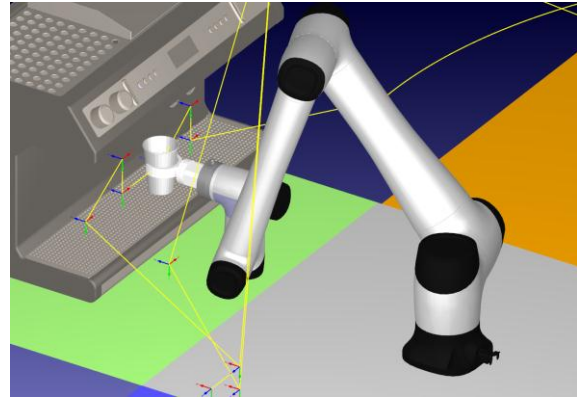
Hình 3.3a: Tiếp cận máy pha cafe



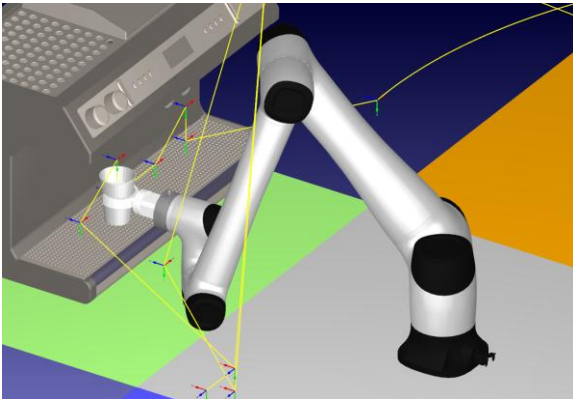
Hình 3.3b: Vị trí rót cafe 1



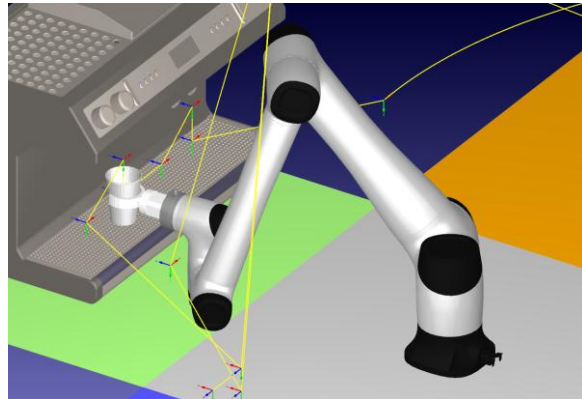
Hình 3.3c: Vị trí rót cafe 2



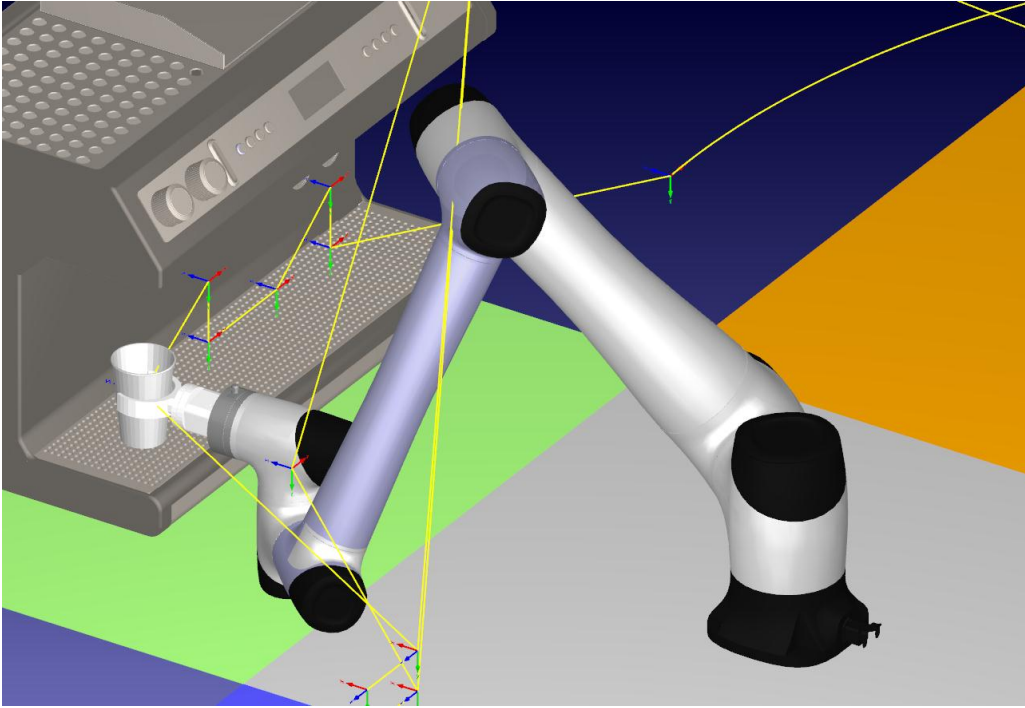
Hình 3.3d: Vị trí trung gian



Hình 3.3e: Vị trí rót kem sữa 1



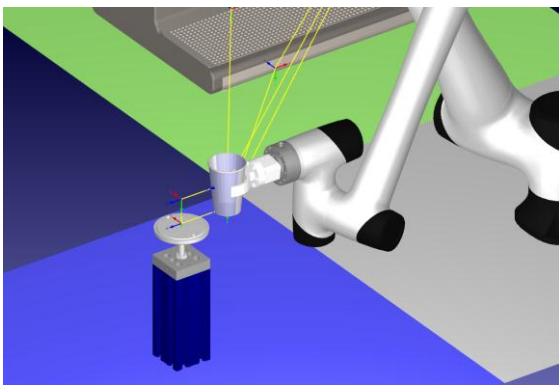
Hình 3.3f: Vị trí rót kem sữa 2



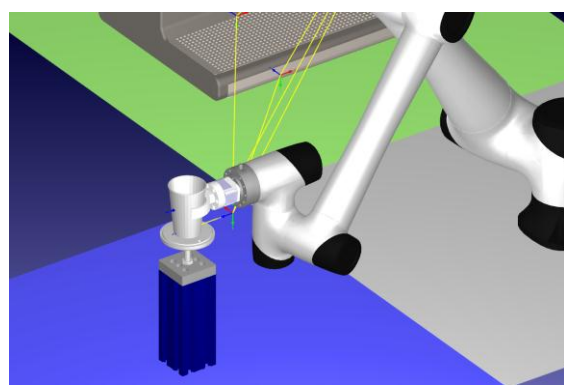
Hình 3.3g: Vị trí an toàn ra khỏi máy pha cafe

3.4 Thao tác đưa khách hàng

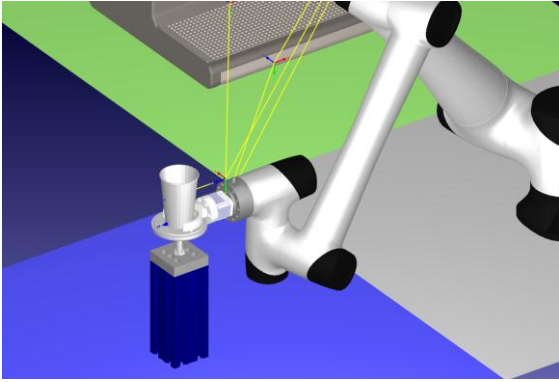
Thao tác pha chế CAFE được đơn giản hóa bao gồm thao tác châm CAFE và thao tác châm kem sữa. Để thực hiện thao tác này, cần có 6 target mà robot cần đi qua. Ngoài ra, còn có 2 vị trí đặc biệt là vị trí tiếp cận máy pha CAFE (CM Approach) và vị trí thoát ra khỏi máy pha CAFE an toàn (Retract). Chương trình con thực hiện pha chế được cho trong Hình 3.5a và hệ tọa độ máy pha CAFE cho trên hình 3.5b.



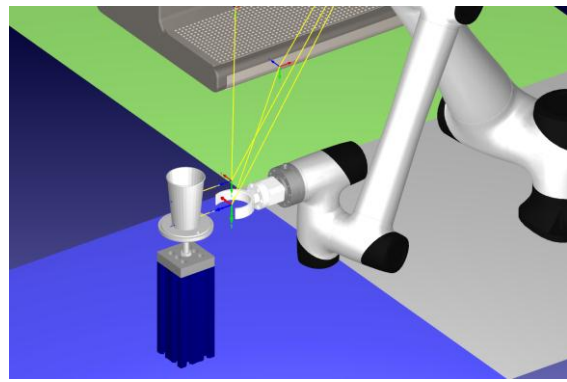
Hình 3.4a: Vị trí tiếp cận bộ



Hình 3.4b: Vị trí đặt ly lên bộ



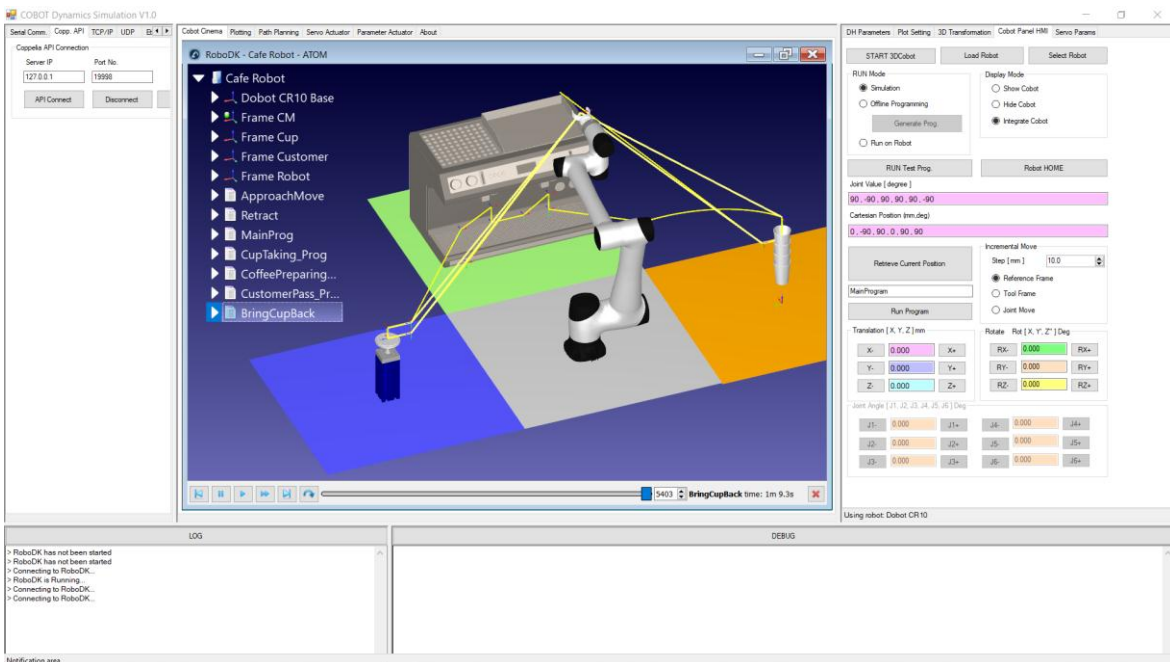
Hình 3.4c: Vị trí tiếp cận bộ



Hình 3.4d: Vị trí tiếp cận 2

3.5 Giao tiếp API RoboDK dùng C#

RoboDK API dùng C# là một tập tin nguồn RoboDK.cs có chứa RoboDK class, RoboDK.Item class, và một số công cụ khác về robotics như tính toán ma trận RoboDK.Mat với các phép biến đổi không gian 3D.



Hình 3.5: Giao tiếp API dùng C#

3.6 Tổng kết chương

Chương này trình bày việc lập trình cho robot dịch vụ thực hiện thao tác pha chế CAFE. Các chương trình con thực hiện các bao gồm: (1) thao tác lấy ly, (2) thao tác tiếp cận máy pha CAFE; (3) thao tác pha chế CAFE; (4) thao tác đưa ly vào bộ cho khách hàng. Xây dựng một chương trình trung gian RoboDK API được sử dụng để giao tiếp với chương trình mô phỏng và đồng thời sẽ được giao tiếp tiếp với phần cứng thật theo truyền thông realtime EtherCAT (được đề xuất trong phần hướng phát triển).

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

4.1 Kết luận

Đề tài bao gồm 4 chương thực hiện một mục tiêu chính, đó là, xây dựng một hệ điều hành robot tích hợp: bao gồm một phần mềm mô phỏng roboDK và một phần mềm trung gian giao tiếp RoboDK API dùng C# để sẵn sàng cho các tính năng điều khiển realtime cho robot thực. Đề tài chọn ứng dụng robot dịch vụ CAFE để minh họa cho quá trình nghiên cứu của mình. Các công việc thực hiện như sau:

- (1) Tìm hiểu robot cộng tác ứng dụng dịch vụ và phần mềm mô phỏng RoboDK
- (2) Mô hình hóa 3D robot cộng tác Dobot-CR10 và các thành phần tương ứng như mô hình máy pha CAFE, mô hình cấp ly và mô hình bộ giao CAFE.
- (3) Lập trình mô phỏng cho robot thực hiện pha chế một ly CAFE: thao tác lấy ly CAFE, thao tác pha chế CAFE, thao tác đưa khách hàng.
- (4) Lập trình giao tiếp RoboDK API truy xuất các tính năng của RoboDK như load station, thực hiện các lệnh cơ bản, đọc các vị trí hiện hành của Tool, điều khiển vị trí tool đến vị trí mới.
- (5) Hệ thống được kiểm chứng bằng cách cho chương trình robot gọi chạy từ chương trình trung gian.

4.2 Hướng phát triển

Như đã trình bày trong mục 1.3, việc khảo sát bộ điều khiển của robot cộng tác với nền tảng realtime EtherCAT, đề tài thực hiện việc giao tiếp RoboDK API. Đây là bước quan trọng nhất của phần mềm trung gian để tiếp tục thực hiện bước điều khiển cấp thấp với robot thật để hiện thực hệ điều hành robot chuyên dùng cho nghiên cứu và phát triển thuật toán sau này. Đây là giải pháp cho bài toán điều khiển cấp thấp nhất, đó là cấp điều khiển các cơ cấu chấp hành thông minh (smart actuators). Các hướng phát triển của đề tài như sau:

- Kết nối hệ thống thiết kế quỹ đạo cho robot RoboDK vào hệ thống thu nhận dữ liệu để phòng kỹ thuật có thể thiết kế và truyền chương trình robot xuống khu vực hiện trường khi sử dụng robot đó cho một dịch vụ khác

- Lập trình tính năng điều khiển cấp thấp dùng truyền thông EtherCAT để điều khiển robot thật, sử dụng hiệu quả dữ liệu vị trí trên phần mềm mô phỏng RoboDK.

- .Lập trình tính năng khảo sát động lực học cho robot cộng tác phục vụ cho việc nghiên cứu tính năng quan trọng là phát hiện va chạm trên robot cộng tác.

- Lập trình giao tiếp với cảm biến và các cơ cấu chấp hành khác để hoàn thiện phần mềm Hệ điều hành robot.

- Lập trình hệ điều hành robot giao tiếp với bộ điều khiển camera là một tính năng không thể thiếu đối với robot cộng tác