



TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ - KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

HỘI THẢO QUỐC GIA LẦN THỨ XXVIII

Ninh Bình, ngày 15 - 16 tháng 11 năm 2025



MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHỌN LỌC CỦA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Chủ đề: Công nghệ và ứng dụng dựa trên dữ liệu



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ - TRUYỀN THÔNG

118. Thiết kế bộ điều khiển dự báo MPC kết hợp với giải thuật di truyền GA cho hệ thống treo xe chủ động điện từ của xe điện tự hành
Trần Ngọc Sơn 756
119. Thiết kế bộ điều khiển mờ Takagi-Sugeno kết hợp điều khiển trượt cho hệ thống chuyển đổi năng lượng gió sử dụng PMSG nhằm tối ưu công suất đầu ra
Đặng Quốc Du 762
120. Thiết kế mô hình giám sát và bảo vệ sức khỏe cho người có nguy cơ đột quỵ dựa vào công nghệ internet of things (IoT) và cây quyết định mờ
Nguyễn Tấn Thuận, Trần Thị Thủy Trinh, Trinh Sư Trương Thị, Nguyễn Quang ... 768
121. Thiết kế, xây dựng bản sao số Digital Twin cho nhà máy không đèn phục vụ đào tạo và nghiên cứu
Hà Thị Kim Duyên, Đặng Văn Chí, Đặng Quang Huy, Phan Văn Thành, Huỳnh Đức Hoàn, Trịnh Gia Bình, Ngô Mạnh Tiến 775
122. Thuật toán gia tăng rút gọn thuộc tính trong bảng quyết định động dựa trên tập thô mờ trực cảm
Nguyễn Thế Thủy, Nguyễn Long Giang, Nguyễn Ngọc Thủy, Phạm Việt Anh, Đào Xuân Kỳ 781
123. Thuật toán tìm đường đi ngắn nhất cho đội hình robot dựa trên pheromone ảo mô phỏng hành vi đàn kiến tìm kiếm mồi
Phạm Văn Huy, Lê Hùng Lân, Nguyễn Văn Tiêm 790
124. Tích hợp mô hình học máy và học sâu vào phân tích cảm xúc nhằm phân loại sức khỏe tinh thần từ dữ liệu mạng xã hội
Trần Quốc Hưng, Trần Bảo Trung, Nguyễn Huy Hòa 796
125. Tiếp cận tích hợp AI-FM vào CI/CD trong kiểm thử giao thức bảo mật thương mại điện tử
Trần Mạnh Đông, Nguyễn Trường Thắng, Trương Thị Minh Ngọc 801
126. Tối ưu bài toán ngăn chặn ảnh hưởng của thông tin sai lệch trên mạng xã hội có ràng buộc về thời gian và chi phí
Phạm Văn Dũng, Vũ Chí Quang, Nguyễn Thị Tuyết Trinh, Nguyễn Thị Ngọc Tú ... 807
127. Tổng hợp hình ảnh y tế sử dụng mô hình học sâu
Phạm Quang Nam, Nguyễn Hoàng Long, Nguyễn Long Giang 814
128. Tổng quan về các loại ảo giác trong các mô hình nhận dạng giọng nói tự động
Nguyễn Minh Quang, Đặng Quang Dũng, Bùi Văn Tùng, Nguyễn Trường Giang, Phan Lý Huỳnh 820
129. Triển khai thuật toán ASCON trên thiết bị IoT
Chu Thị Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thanh Ngọc, Lê Thị Ninh, Phạm Thị Thúy An 827

Thiết kế, xây dựng bản sao số Digital Twin cho nhà máy không đèn phục vụ đào tạo và nghiên cứu

Hà Thị Kim Duyên¹, Đặng Văn Chí², Đặng Quang Huy², Phan Văn Thành²,
Huỳnh Đức Hoàn³, Trịnh Gia Bình⁴, Ngô Mạnh Tiến⁴

¹Trường Điện Điện tử - Đại học Công nghiệp Hà Nội; ²Trường Đại học Mô địa chất;
³Trường Đại học Quy Nhơn; ⁴Viện Vật lý, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam;

Email: tieniop@gmail.com

Tóm tắt: Bài viết này trình bày thiết kế và xây dựng một hệ thống mô phỏng số DT (Digital Twin) song song với hệ thiết bị Vật lý mô hình thu nhỏ mô hình "nhà máy không đèn" (Dark Factory) phục vụ đào tạo và nghiên cứu khoa học. Tổng thể bao gồm một hệ thống các trạm sản xuất linh hoạt MPS, được kết nối với nhau qua mạng Internet, các robot tự hành vận chuyển (Autonomous Mobile Robot - AMR) và các robot tự hành có gắn tay máy (Autonomous Mobile Manipulation Robot - AMMR) hỗ trợ các thao tác thay thế hoàn toàn con người. Bên cạnh hệ thống vật lý thực tế là một hệ thống ảo được mô hình hóa nhằm mục đích mô phỏng quá trình hoạt động của thiết bị vật lý trên thời gian thực thông qua Plant Simulation, tạo thành một hệ thống mô phỏng số nhà máy không đèn (tự động hóa hoàn toàn) tiếp cận sát với thực tế. Mô hình đề xuất được xây dựng và chạy thử nghiệm cho kết quả tốt, rất hiệu quả cho việc nghiên cứu, phát triển và đào tạo nguồn nhân lực công nghiệp 4.0.

Từ khóa: Digital Twin, Plant Simulation, PLCSIM Advanced, Smart Factory, Dark Factory.

1. GIỚI THIỆU

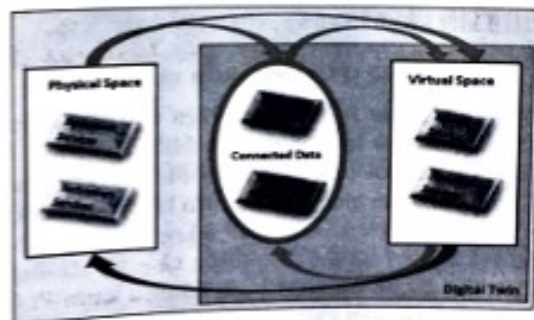
Digital Twin (DT) đã được đề cập [1] và [2] là một tập hợp các mô hình do máy tính tạo ra để ánh xạ một đối tượng vật lý vào một không gian ảo. Cả hai yếu tố vật lý và ảo đều trao đổi thông tin để theo dõi, mô phỏng, dự đoán, chẩn đoán và kiểm soát trạng thái và hành vi của đối tượng vật lý trong không gian ảo.

Trong những năm gần đây, sự phát triển vượt bậc và những đột phá trong thế giới kỹ thuật số và sự tích hợp ngày càng tăng của công nghệ thông tin và truyền thông với các công nghệ vận hành công nghiệp đã gây ảnh hưởng lớn đến ngành sản xuất. Điều đó đã thúc đẩy ngành công nghiệp sản xuất bước vào một kỷ nguyên mới của việc trao đổi thông tin tự chủ và thông minh, điều khiển máy móc và các hệ thống sản xuất tương thích. Tuy nhiên, theo [3] hoạt động của nhà máy thông minh đang vướng phải những thách thức như cơ sở dữ liệu không đầy đủ cũng như không được cập nhật kịp

thời, khả năng mô phỏng hệ thống kém và thiếu tính kết nối.

Trong [4] đề cập đến cấp mô phỏng kỹ thuật số - Digital Twin (DT) có thể giải quyết các thách thức được đề cập. Trong những năm gần đây, DT là một chủ đề nghiên cứu được quan tâm đặc biệt. Nhờ đó, DT hiện được sử dụng cho các ứng dụng thực tế ngày càng nhiều. Phương pháp này bao gồm một không gian thực chứa các đối tượng vật lý, một không gian ảo chứa các đối tượng ảo và một luồng dữ liệu liên kết giữa không gian thực và ảo. Do đó, DT có thể được xem như một bản sao kỹ thuật số của một đối tượng vật lý (PO) và quá trình của nó. Hành vi của PO được chuyển đổi thành một đối tượng ảo (VO); cả hai thành phần được kết nối với nhau với mức độ đồng bộ hóa cao giữa chúng đây cũng là sự phản ánh thời gian thực của không gian vật lý với mức độ trung thực đa dạng. Kết nối song song cho phép phân biệt giữa hai không gian, cho phép cải tiến liên tục các mô hình ảo.

Sự khác biệt chính giữa DT và mô phỏng là kết nối dữ liệu cho phép tổng hợp thông tin giữa PO và VO, tức là mô phỏng dự đoán các trạng thái trong tương lai của hệ thống vật lý dựa trên một tập hợp các giả định ban đầu. Tuy nhiên, DT theo dõi trạng thái hiện tại và quá khứ của PO đang được sử dụng trong hoạt động và đang được mô phỏng trong VO.



Hình 1. Tương tác giữa đối tượng vật lý và đối tượng ảo trong DT.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào khái niệm của DT, cách mô hình hóa hệ thống bằng các bản vẽ 2D và 3D, phương pháp xây dựng DT và chỉ ra những thách thức chính trong việc phát triển DT là gì. Tuy nhiên, trên thế giới vẫn chưa có một mô hình tham chiếu chung trong lĩnh vực này. Ngoài ra, DT khi hoạt động sẽ tạo ra một lượng lớn dữ liệu dẫn đến vấn đề quản lý, sắp xếp và bảo mật dữ liệu cũng cần được quan tâm.

Chính vì vậy, mô hình DT vẫn còn là một thách thức. Việt Nam, với các doanh nghiệp sản xuất công nghiệp đa số là dạng vừa và nhỏ, do đó mức độ áp dụng tự động hóa đã được thúc đẩy mạnh, tuy nhiên mức hiện tại còn đang sơ khai. Đặc biệt là khả năng tiếp cận, áp dụng công nghiệp 4.0, chuyển đổi số không đồng đều giữa các doanh nghiệp. Ngoài ra thì nhu cầu nghiên cứu và đào tạo cũng rất lớn, trang thiết bị giảng dạy, đào tạo chưa đầy đủ hoặc chưa sát với thực tế, gây khó khăn cho người học.

Với ý tưởng đó bài báo xây dựng một mô hình mô phỏng kỹ thuật số DT “nhà máy không đèn” tự động hóa hoàn toàn với sự tham gia của các loại robot khác nhau sát với thực tế sản xuất, kết nối với hệ thống vật thực là các trạm sản xuất linh hoạt MPS (Module Production System). Hệ thống trợ giúp cho các học viên thực hành mô phỏng các dây chuyền sản xuất công nghiệp một cách trực quan và thực tế, tiếp cận các thiết bị hiện đại, các loại robot trong nhà máy nhằm nâng cao chuyên môn về: kiểm soát hệ thống, tích hợp hệ thống, module hóa...vv. Các module của hệ thống có thể được thiết lập linh hoạt để mô phỏng nhiều dây chuyền sản xuất khác nhau, giúp cho người học có thể hình thành tư duy từ cơ bản đến nâng cao. Phần mô phỏng kỹ thuật số chúng tôi sử dụng Tecnomatix Plant Simulation để xây dựng mô phỏng một mô hình nhà máy số.

II. XÂY DỰNG HỆ THỐNG PHẦN CỨNG VẬT LÝ HỆ THỐNG NHÀ MÁY KHÔNG ĐÈN

2.1. Thiết kế phần cứng

* Máy tính (PC) điều khiển và giám sát

✓ **PC Slave 1:** là PC thực hiện việc điều khiển và giám sát mô hình thực hành MPS. PC Slave 1 được kết nối với 1 bộ điều khiển PLC S7-1500 của 4 trạm trong mô hình này. Bộ điều khiển này và PC Slave 1 được kết nối với Hub mạng bằng cáp. Khi đó PC Slave 1 có thể điều khiển và giám sát từng trạm thông qua địa chỉ IP của bộ điều khiển PLC tương ứng với mỗi trạm đó.

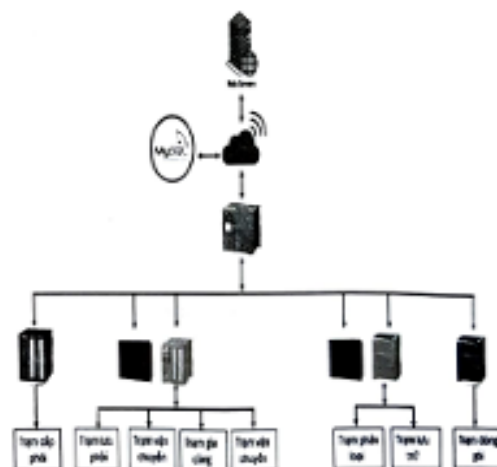
✓ **PC Slave 2:** là PC điều khiển và giám sát 2 trạm MPS. PC Slave 2 được kết nối với 1 bộ điều

khiển PLC S7-1500. Cách giao tiếp của PC Slave 2 với các trạm trong MPS tương tự như cách giao tiếp của PC Slave 1 với 4 trạm MPS bên trên.

✓ **PC Master:** thực hiện thiết kế và giám sát cả hai mô hình thực hành trên. PC Master cũng được kết nối chung vào một mạng với PC Slave 1 và PC Slave 2 thông qua Hub mạng. Giống với PC Slave 1 và PC Slave 2, PC Master thiết kế và giám sát các trạm trong hai hệ thống thực hành thông qua địa chỉ IP của các bộ điều khiển PLC tương ứng với mỗi trạm.

2.2. Xây dựng hệ thống MPS

Hệ thống MPS [6] là một dây chuyền sản xuất thu nhỏ phục vụ việc nghiên cứu và đào tạo. Hệ thống được cấu tạo từ nhiều trạm nhỏ với chức năng riêng biệt ví dụ như: trạm phân phối, trạm gia công, trạm phân loại... Các trạm này được kết nối với nhau qua PLC để nhận dạng và xử lý phối nguyên liệu.



Hình 2. Cấu trúc kết nối các trạm của hệ thống MPS

Hệ thống MPS hiện tại của chúng tôi gồm 2 cụm, cụm 1 gồm 5 trạm, cụm 2 gồm 3 trạm. Mỗi cụm sử dụng một bộ điều khiển PLC S7-1500 của Siemens.

Trong hệ thống MPS gồm 8 trạm: trạm cấp phối, trạm vận chuyển khớp quay, trạm gia công, trạm vận chuyển đĩa quay, trạm phân loại và trạm lưu trữ đĩa quay:

+ **Trạm cấp phối:** Phối được xếp chồng lên nhau trong một ống thẳng đứng. Pít tổng khí nén đẩy các phối sản phẩm với chiều cao giới hạn cho trước đến vị trí chuyển giao nhờ công tắc định vị. Sau khi phối sản phẩm được lấy đi, sensor quang điện nhận biết và điều khiển để phối tiếp theo rơi xuống vị trí chuẩn bị.

+ **Trạm vận chuyển khớp quay:** Vận chuyển phối theo hai vị trí giữa 2 trạm. Khớp quay được điều khiển bằng khí nén phối hợp với sensor vị trí hút và nhả. Phối được hút và nâng bằng khí nén.

+ **Trạm gia công:** Gia công khoan các chi tiết, vận chuyển chi tiết bằng cơ-khí nén. Máy khoan điều khiển linh hoạt theo chương trình. Điều khiển bằng động cơ, xilanh khí nén 2 hướng, nhận biết vị trí cuối bằng công tắc không tiếp xúc, điều khiển vị trí gồm 4 tín hiệu, 4 công tắc từ, 3 chấp hành.

+ **Trạm phân loại:** Sản phẩm được đưa vào vị trí chuẩn bị và dịch chuyển qua các sensor nằm ở vị trí cố định. Các sensor xác định bước quay cho motor, sensor điện dung xác định phối đã được đưa vào vị trí chuẩn bị, sensor quang học nhận biết phối màu đen, sensor cảm ứng xác định phối kim loại.

+ **Trạm vận chuyển đĩa quay:** Trạm hoạt động với nhiệm vụ trung chuyển vật thể theo ba vị trí bằng cách thay đổi các công tắc hành trình có trên đĩa quay. Vật thể được hút và thả nhờ hệ thống van khí nén lập trình được. Từ vị trí ban đầu cho trước, đĩa quay hạ xuống nhờ một pit-tông khí nén, khi vú cao su áp sát bề mặt vật thể, van khí được bật và hút, đĩa quay được nâng lên mang theo vật thể đang được giữ và hút, motor đĩa quay và mang theo vật thể đến vị trí mong muốn, đĩa quay hạ xuống, thả vật thể, nâng lên rồi quay trở lại vạch xuất phát.

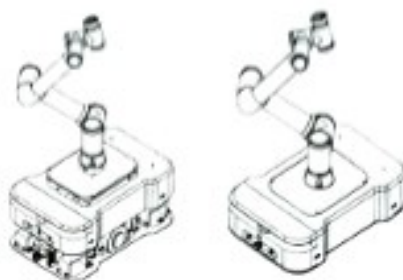
+ **Trạm lưu trữ sản phẩm:** Sản phẩm được hút và giữ thông qua hệ điều khiển điện khí nén. Các sensor định vị hỗ trợ quá trình hoạt động của tay gấp đưa sản phẩm vào các vị trí lưu trữ.



Hình 3. Ảnh chụp hệ thống phần cứng vật lý thực tế 2 trạm MPS được xây dựng

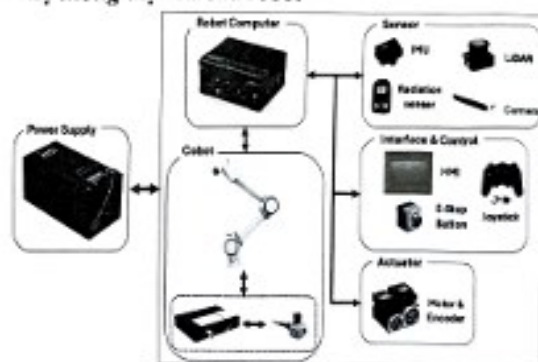
2.3. Xây dựng robot tự hành gắn tay máy cobot

Chúng tôi thiết kế một robot tự hành dạng non-holonomic, sử dụng hai bánh chủ động trung tâm và bốn bánh phụ ở các góc để tăng độ ổn định. Robot còn được tích hợp cánh tay cộng tác 6 bậc tự do và các thiết bị điều khiển, cảm biến, màn hình, nút bấm, đảm bảo sự phối hợp nhịp nhàng giữa các thành phần trong hệ thống.



Hình 4. Bản vẽ thiết kế robot tự hành có gắn tay máy công tác AMMR

- Hệ thống điện tử của robot



Hình 5. Hệ thống phần cứng của robot AMMR

Hệ thống điện tử điều khiển của robot AMMR được thiết kế theo hướng mô-đun, cho phép điều khiển đồng thời phần di động, tay máy cộng tác 6 bậc tự do (6-DOF), và các cảm biến phục vụ giám sát và thu thập dữ liệu môi trường (Hình 4).

- + **Nguồn cấp:** Sử dụng pin lithium 24-48V dung lượng lớn, cung cấp năng lượng cho toàn bộ hệ thống, bao gồm bộ điều khiển động cơ, máy tính trung tâm, tay máy và cảm biến. Nguồn tích hợp mạch bảo vệ và chức năng giám sát pin thời gian thực.
- + **Máy tính điều khiển trung tâm:** Là máy tính công nghiệp nhưng tương thích ROS, điều khiển toàn bộ hệ thống robot, xử lý dữ liệu cảm biến, lập kế hoạch chuyển động và giao tiếp người dùng. Hỗ trợ các chuẩn kết nối như USB, Ethernet, CAN, RS232/485 để có thể giao tiếp với các hệ thống máy tính chủ trung tâm và các PLC của các trạm.
- + **Cánh tay robot 6-DOF:** Kết nối với máy tính qua Ethernet, cấp nguồn riêng và có nút dừng khẩn để đảm bảo an toàn. Thực hiện các thao tác pick & place dựa trên dữ liệu cảm biến và nhận dạng.
- + **Hệ thống cảm biến:** Gồm LiDAR để lập bản đồ và tránh vật cản, IMU và encoder phục vụ định vị.

vị, camera cho xử lý thị giác và SLAM, cảm biến phòng xạ để đo mức độ phơi nhiễm và truyền dữ liệu về máy tính trung tâm.

- + Giao diện người dùng: Bao gồm màn hình HMI cảm ứng hiển thị trạng thái, pin, vị trí robot, cho phép thiết lập nhiệm vụ và điều khiển thủ công. Nút dừng khẩn toàn hệ thống được bố trí trên giao diện để đảm bảo an toàn.
- + Hệ thống truyền động: Robot sử dụng hai động cơ chủ động điều khiển hai bánh trung tâm, cho phép tiến lùi và quay tại chỗ. Điều khiển thông qua giao tiếp CAN hoặc RS232, kết hợp encoder phản hồi để đảm bảo điều khiển vòng kín chính xác.

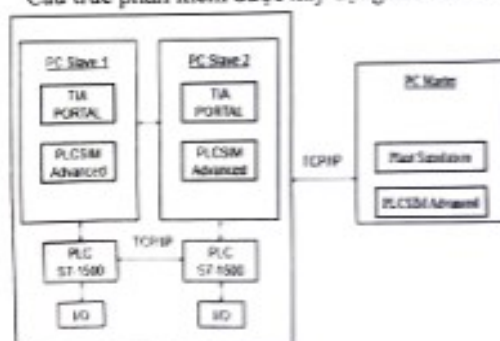
2.4. Tích hợp mô hình nhà máy không đèn



Hình 6. Ảnh chụp hệ thống phần cứng vật lý thực tế hệ thống được hành nhà máy không đèn hoàn thiện

III. THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG KỸ THUẬT SỐ DIGITAL TWIN

Cấu trúc phần mềm được xây dựng như hình 7



Hình 7. Sơ đồ phần mềm hệ thống

Để tạo ra một DT chúng ta cần mô hình thực tế vật lý bằng cách sử dụng trừu tượng. Gồm mô hình hành vi và mô hình cấu trúc. Mô hình hành vi là một đặc điểm kỹ thuật của hành vi hệ thống dựa trên quy trình vật lý mà PO kiểm soát, ở đây chúng tôi sử dụng mối quan hệ của các thành phần để tìm kiếm được sự liên kết với nhau như đồ thị, giao tiếp, quy trình, bản thể học hoặc các mô hình dựa trên tri thức. Mô hình cấu trúc xác định một mô tả có cấu

trúc về quan hệ kết nối và lắp ráp giữa các cấu trúc thực hiện các chức năng và hành vi. Mối tương quan của cấu trúc là nền tảng cho sự truyền và biến đổi vật chất, năng lượng, thông tin và hành vi chuyển động của hệ thống. ở đây chúng tôi sử dụng mô hình hình học để phản ánh hình dạng, kích thước, vị trí, lắp ráp các thành phần máy, động học, logic và giao diện của hệ thống.

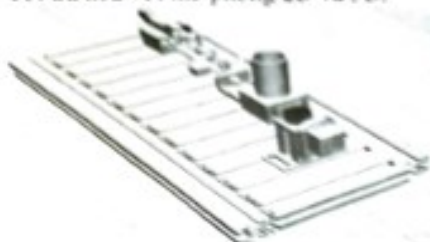
Cách kết nối rất quan trọng để giao tiếp PO và VO. Kết nối cho phép thu thập dữ liệu thời gian thực và cũng có thể trao đổi các lệnh điều khiển. Mỗi thành phần của hệ thống yêu cầu một kiểu kết nối đặc biệt. Ví dụ: cảm biến và thiết bị truyền động là các thiết bị có nguồn lực hạn chế gửi dữ liệu ở một tần số cụ thể hoặc khi các sự kiện mới xảy ra. Một số giao thức tiêu thụ điện năng thấp phù hợp như 6LoWPAN, Bluetooth, ZigBee hoặc LoRaWAN. PO và VO trao đổi dữ liệu hai chiều, tức là dữ liệu thu thập được từ PO được sử dụng để cập nhật các trạng thái được duy trì trong biểu diễn ảo. Hơn nữa, dữ liệu từ biểu diễn ảo quay trở lại hệ thống vật lý. Giao tiếp giữa cả hai thành phần có thể được thực hiện bằng kỹ thuật Publish-Subscribe, trong đó PO được coi là nhà xuất bản thông tin và các VO đăng ký nhận thông tin. Các giao thức như MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) và các nền tảng như Apache Kafka hỗ trợ loại giao tiếp này.

3.1. Thiết kế mô phỏng hệ thống trên nền tảng Plant Simulation

Trong bài báo này, Plant Simulation được sử dụng để mô hình hóa và mô phỏng các hệ thống MPS, robot. Đây là một công cụ mô phỏng cho phép tạo các mô hình kỹ thuật số của hệ thống để bạn có thể nâng cao hiệu suất và khám phá các thuộc tính của hệ thống. Mô hình kỹ thuật số cho phép người dùng chạy các thử nghiệm và các tình huống giả định khác nhau mà không làm ảnh hưởng đến hệ thống sản xuất hiện có. Có nhiều công cụ phân tích mở rộng khác nhau như phân tích nút cổ chai, biểu đồ và thống kê cho phép đánh giá các tình huống sản xuất khác nhau. Với Siemens Tecnomatix Plant Simulation, người dùng có thể dễ dàng lập mô hình và mô phỏng các hệ thống sản xuất và quy trình của chúng. Plant Simulation có các tính năng nổi bật sau:

- Mô hình được mô tả đầy đủ ở cấp độ cảm biến và thiết bị chuyển động.
- Dữ liệu từ việc mô phỏng quá trình sản xuất được ghi lại và thống kê bởi một giao diện thân thiện với người dùng.
- Giải quyết các nút thắt cổ chai và hợp lý hóa quy trình.

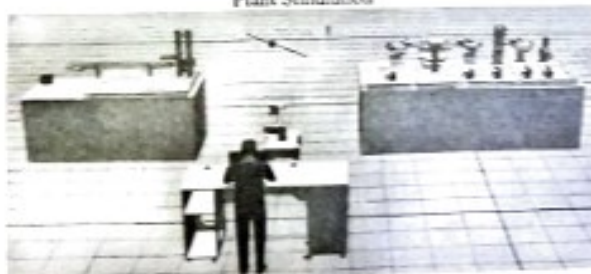
➤ Tối ưu hoá với mô phỏng 2D và 3D.



Hình 8. Ví dụ mô phỏng 3D trạm cấp phối trên phần mềm Plant Simulation



Hình 9. Mô phỏng 3D robot AMMR trên phần mềm Plant Simulation



Hình 10. Ảnh chụp hệ thống ảo mô phỏng kỹ thuật số sống thể hệ thống Dark Factory

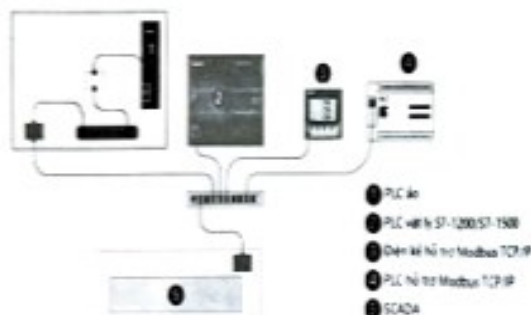
3.2. PLCSIM Advanced



Hình 7. Sơ đồ phối hợp trong vận hành ảo

PLCSIM ADVANCED cho phép trao đổi dữ liệu giữa các mô hình mô phỏng Plant Simulation và PLC ảo được thực thi trong phần mềm thứ hai. Tín

hiệu PLC Out được sao chép vào các biến và thuộc tính của các đối tượng trong Plant Simulation. Mặt khác, Plant Simulation gửi tín hiệu PLC In đến chương trình PLC đang chạy trong S7-PLCSIM Advanced rồi được sử dụng ở đó. Tiến trình thời gian được đồng bộ hóa giữa S7-PLCSIM Advanced và Plant Simulation. Bên cạnh đó, giao diện Plant Simulation PLCSIM hỗ trợ chế độ thời gian thực cũng như chia tỷ lệ thời gian với các hệ số từ 0,01 đến 100.



Hình 11. PLC ảo được PLCSIM Advanced tạo ra có thể tương tác với hệ thống thực

Phần mềm cung cấp 2 giao diện trao đổi chính là: PLCSIM (Local) và PLCSIM Virtual Ethernet Adapter. Giao tiếp cục bộ được chia thành: Giao tiếp cục bộ qua Softbus và Giao tiếp cục bộ qua TCP / IP. Ở đây, chúng tôi sử dụng giao thức TCP/IP. PLC ảo do PLCSIM Advanced tạo ra có thể thay thế hoàn toàn PLC vật lý trong giai đoạn lập trình, kiểm tra chương trình điều khiển tại nơi chế tạo. Từ đó, cho phép rút ngắn thời gian kiểm tra trong thực tế.

IV. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ CHẠY THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG

Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống thực tế đã được kết nối và vận hành tốt. Trong mô phỏng này chúng tôi tiến hành đánh giá dựa trên các tiêu chí như: hiệu suất hoạt động, độ trễ hoàn giữa hệ thống thực và hệ thống ảo, số lượng sản phẩm trong một giờ,...

Tabular	Set-UP	Features	Controls	Statistics	Type Statistics	User-defined Attributes
Type dependent Statistics						
Detailed Statistics Table						
Working	96.43%	Average lifespan	9.10.54.2013			
Delayed	2.11%	Average mt interval	4.01.2402			
Setup	0.00%	Total throughput	7125			
Failed	0.46%	Throughput per hour	14.99			
Paused	0.00%	Throughput per day	209.61			

Hình 12. Thông số hoạt động của hệ thống

Phôi được vận chuyển từ trạm cấp phôi qua trạm gia công nhờ cơ cấu hút và chuyển động khớp quay. Tại trạm gia công, phôi được vận chuyển và khoan bằng cơ - khí nén. Sau đó, trạm vận chuyển đĩa quay sẽ đưa phôi tới trạm phân loại, và kết thúc chu trình tại trạm lưu trữ đĩa quay.

Phần cứng thực tế đã được kết nối với phần mềm Tia Portal và Plant Simulation. Mô hình 3D mô tả hoạt động thực tế của hệ thống từ cảm biến cho đến những cơ cấu chuyển động. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động trơn tru và có độ chính xác cao. Ngoài ra chúng tôi hoàn toàn có thể nâng cấp hệ thống trên phần ảo, mà không ảnh hưởng gì đến phần cứng.



Hình 13. Sản phẩm cấp mô phỏng số Digital Twin gồm trạm ảo và trạm vật lý hệ thống Dark Factory

V. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày thiết kế và xây dựng một hệ thống mô phỏng số Digital Twin song song với hệ thiết bị vật lý mô hình "nhà máy không đèn" Dark Factory hoàn toàn tự động hóa phục vụ đào tạo và nghiên cứu khoa học. Hệ thống được xây dựng theo hướng phục vụ công tác nghiên cứu, đào tạo giúp nâng cao hiệu quả nghiên cứu, chất lượng đào tạo, tạo điều kiện cho các giảng viên, sinh viên

được nghiên cứu, phát triển, thực hành hệ thống với nhiều trang thiết bị hiện đại. Ngoài các nhóm kiến thức về tự động hóa như PLC, SCADA, mạng truyền thông công nghiệp, kỹ thuật cảm biến, khí nén-thủy lực, truyền động ... các kiến thức về robot di động, robot tự hành, tay máy robot bắt công tác, và bên cạnh đó còn có nhóm kiến thức về mô phỏng kỹ thuật số Digital Twins, tiếp cận chuyển đổi số cho các doanh nghiệp sản xuất công nghiệp. Toàn bộ hệ thống được thiết kế kết nối với nhau đồng bộ, các kết quả chạy thử nghiệm cho thấy được khả năng ứng dụng rất cao.

ĐT mở ra các khả năng mới để tối ưu hóa, theo dõi, mô phỏng, dự đoán, chẩn đoán và kiểm soát hành vi của quá trình vật lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Iğiri Oruç, Divya Tiwari, Payam Soulatianork, Boyang Song & Ashutosh, "Digital twin in manufacturing: conceptual framework and case studies," The University Of Sheffield.
- [2] Mariana Segovia and Joaquin Garcia-Alfaro, "Design, Modeling and Implementation of Digital Twins," MDPI.
- [3] H. M. Sơn, Mạng Truyền Thông Công Nghiệp, NXB Khoa học và kỹ thuật, 12/2005.
- [4] N. M. Tiến, "Nghiên cứu, Xây dựng mô hình "Nhà máy thông minh" tiếp cận Công nghiệp 4.0 phục vụ nghiên cứu và đào tạo," Hội nghị - triển lãm lần thứ 4 về Điều khiển và tự động hóa.
- [5] Festo, "MPS The Modular Production System," MPS 203 I4.0 - Fundamentals of the new.
- [6] Mario Hermann, Tobias Pentak, Boris Otto, "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios," 49th Hawaii International Conference on, 2016.
- [7] R. Drath, and A. Horch, "Industrie 4.0: Hit or Hype?," IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 8, pp. 56-58, 2014.
- [8] Giusto, D., A. Iera, G. Morabito, and L. Atzori, eds., The Internet of Things, New York: Springer, 2010.
- [9] D. Zühlke, "SmartFactory - Towards a factory-of-things," Annual Reviews in Control 34, pp. 129 - 138, 2010.
- [10] D. Gorecky, M. Schmitt, M. Loskyll, and D. Zühlke, "Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era," 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), pp. 289 - 294, 2014.