

Giới thiệu về hệ thống robot bốc xếp hàng tự động trong sản xuất

Nguyễn Trường Quang, Nguyễn Văn Minh, Trần Sĩ Kiên
Trung tâm Chế tạo Cơ khí, Viện Nghiên cứu Cơ khí

Tóm tắt: Hệ thống Robot bốc xếp hàng tự động (robot palletizing) là một công nghệ mới trong lĩnh vực công nghệ tự động hóa Logistics, trong đó, áp dụng ý tưởng về việc sử dụng hệ thống robot công nghiệp để thực hiện xếp chồng các loại hàng hóa theo mô hình nhất định và thực hiện các hoạt động hậu cần như đóng gói và lưu trữ. Bài báo trình bày những nghiên cứu tổng quan về hệ thống robot bốc xếp tự động, đánh giá nhu cầu thị trường và xu hướng phát triển của công nghệ này.

Từ khóa: Palletizing, robot công nghiệp, hệ thống bốc xếp tự động, robot bốc xếp.

Robot palletizing system in the manufacturing

Abstract: Palletizing is a new technology in the field of Logistics automation, which applies the idea of using industrial robots to stacking goods according to certain patterns and performing logistics activities such as packing and storing. This paper will research into palletizing systems, assess market demand and the development trend of Palletizing technology.

Keyword: Palletizing, industrial robot, palletizing system, palletizer.

1. Tổng quan hệ thống robot bốc xếp hàng tự động

1.1. Tổng quan

Hệ thống bốc xếp hàng tự động (palletizing) là một giải pháp về hệ thống tự động thay thế hoàn toàn công việc bốc xếp và đóng gói hàng thủ công lên pallet, từ đó, tăng năng suất vận hành của nhà máy, đồng thời, giảm thiểu được những sai sót trong khâu đóng gói hàng thủ công.

Hệ thống bốc xếp được phát triển vào những năm 1970, khi đó, nó là sự kết hợp của hệ thống băng tải và thiết bị nâng công nghiệp. Để xếp chồng các sản phẩm, mỗi lớp hàng hóa được kẹp vào vị trí và nhấc khỏi băng chuyển đặt lên pallet.

Một thập kỉ sau, vào những năm 1980, cánh tay robot bắt đầu được tích hợp vào hệ thống. Việc sử dụng cánh tay robot mang lại sự linh hoạt cho hệ thống bốc xếp hàng tự động với số lượng chủng loại hàng hóa ngày càng đa dạng. Một cánh tay robot có thể được lập trình để xử lý các gói hàng có kích thước khác nhau hoặc sắp xếp chúng lên pallet theo nhiều cách mà không cần thay đổi thiết kế từ trước.

Qua thời gian, hệ thống robot palletizing đã chứng minh rằng nó đem lại những ưu thế kỹ thuật nổi trội như sau:

- Nâng cao mức độ tự động hóa trong dây chuyền sản xuất hiện tại của công ty;
- Tính đồng bộ, nhất quán cao nhất;
- Duy trì sự ổn định và tính chính xác lâu dài của cả hệ thống;

- Sử dụng và vận hành hệ thống đơn giản, thuận tiện;
- Bảo trì, bảo dưỡng, dự phòng thay thế dễ dàng, hiệu quả.



Hình 1. Hình ảnh một hệ Robot bốc xếp hàng tự động

1.2. Các tiêu chuẩn cần đáp ứng

Để đảm bảo được hiệu quả và tính an toàn trong hoạt động, hệ thống robot bốc xếp hàng tự động cần phải đáp ứng các tiêu chuẩn về robot công nghiệp như sau:

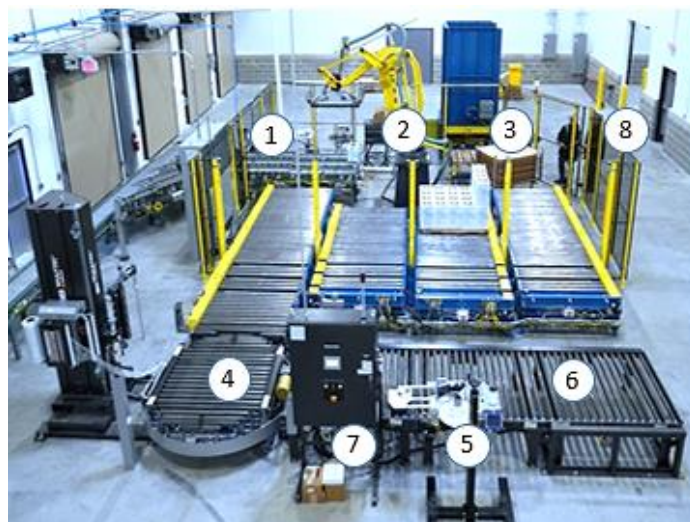
- ISO 8373-2012: Hệ thống robot công nghiệp;
- ISO 15066-2016: Hệ thống robot kết hợp;
- ISO 13857-2019: Vùng làm việc an toàn trong hệ thống tự động.

2. Hệ thống robot bốc xếp hàng tự động

2.1. Các thành phần chính của hệ thống

Một hệ thống Robot bốc xếp tự động, bao gồm các thiết bị chính như sau:

- Băng tải đầu vào có nhiệm vụ di chuyển pallet trống hoặc thùng hàng vào vị trí chờ.
- Cánh tay Robot thực hiện gấp thùng hàng đặt lên pallet.
- Máy cấp pallet cung cấp pallet trống cho hệ thống.
- Máy quấn màng có nhiệm vụ đóng gói pallet bằng màng bọc, giúp cho việc cố định hàng hóa và dễ kiểm soát.
- Máy dán barcode có nhiệm vụ dán nhãn mác cho pallet kiện hàng.
- Băng tải đầu ra thực hiện di chuyển pallet kiện hàng đã được xếp xong.
- Hệ thống điện cung cấp điện cho các thiết bị và điều khiển phối hợp làm việc giữa các thiết bị trong hệ thống.
- Thiết bị an toàn là các rào chắn, các cảm biến cảnh báo bên ngoài nhằm giúp cảnh báo khu vực nguy hiểm, nơi hệ thống đang hoạt động.



Hình 2. Cấu hình một hệ thống Robot bốc xếp cơ bản

1- Băng tải đầu vào; 2- Cánh tay Robot; 3- Máy cấp pallet; 4- Máy quấn màng;
5- Máy dán barcode; 6- Băng tải đầu ra; 7- Hệ thống điện; 8- Thiết bị an toàn

2.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

Các bước hoạt động của hệ thống được tóm tắt như sau:

- Các thùng hàng sản phẩm sau khi đóng gói sẽ được các băng tải vận chuyển đến vị trí chờ gấp, là nơi mà Robot có thể tự động gấp được hàng. Vị trí chờ gấp được tính toán thiết kế sao cho thuận tiện nhất cho việc gấp của robot.

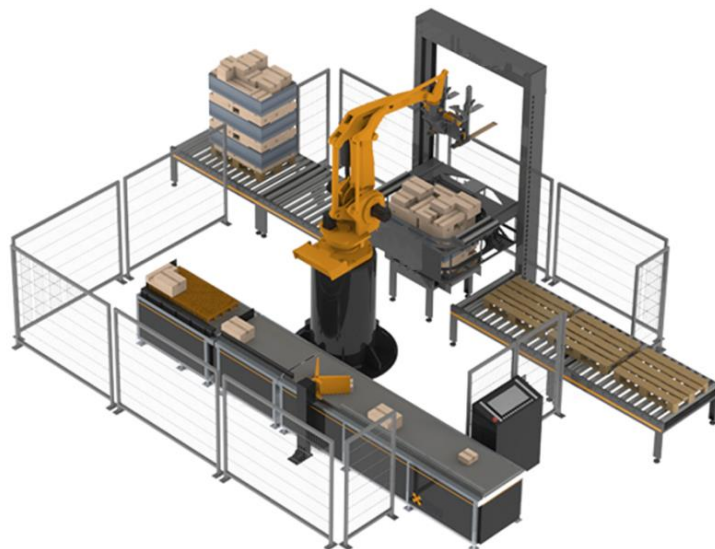
- Các pallet xếp hàng xe được xếp chồng thành khối, xe nâng vận chuyển các khối này nạp vào máy cấp pallet tự động. Hệ thống máy cấp pallet tự động có nhiệm vụ cấp lần lượt từng pallet lên băng tải và di chuyển các pallet trống tới vị trí chờ để robot xếp thùng hàng.

- Công đoạn tiếp theo, Robot gấp thùng hàng sản phẩm và đặt lên pallet ở vị trí đang chờ. Robot thực hiện công đoạn này một cách liên tục và tuần tự theo chu trình đã lập trình sẵn từ trước. Tùy theo loại sản phẩm khác nhau của các dây chuyền đầu vào mà robot thực hiện hành động xếp thùng hàng lên pallet theo quy cách có sẵn.

- Khi robot đã xếp đủ số thùng hàng trên pallet, băng tải di chuyển pallet kiện hàng này đến vị trí máy quấn màng tự động. Máy quấn màng sẽ làm nhiệm vụ quấn một số lớp màng nilong lên kiện hàng, việc này đảm bảo kiện hàng hạn chế xô lệch trong quá trình vận chuyển sau đó.

- Cuối cùng pallet kiện hàng sẽ được băng tải vận chuyển tới vị trí dán mã bởi máy dán barcode và chờ để xe nâng tới lấy ra ngoài.

Trong quá trình thiết kế, có thể sử dụng các phần mềm mô phỏng giúp đem lại cách nhìn tổng quan về hệ thống. Đa số các nhà cung cấp robot bốc xếp hiện nay đều có kèm theo phần mềm mô phỏng giúp khách hàng có thể dùng để hỗ trợ lựa chọn đúng chủng loại robot cho hệ thống của mình. Một số phần mềm mô phỏng của các nhà cung cấp robot nổi tiếng có thể kể đến như KUKA Sim Pro (KUKA), ABB Robotstudio (ABB), Programming Simulators (Yaskawa)...



Hình 3. Một hệ thống bốc xếp tự động trên phần mềm mô phỏng

Việc sử dụng phần mềm mô phỏng đem lại một số lợi ích quan trọng như sau:

- Bộ thư viện robot với các thông số thực tế: Với từng nhà cung cấp, thư viện robot và các thiết bị có sẵn cho phép khách hàng có thể tự thiết kế hệ thống bốc xếp với các thành phần theo mong muốn, đồ họa và thông số thiết bị trong phần mềm ngày càng được hoàn thiện sát với thực tế;
- Tối ưu hóa và giảm thời gian thiết kế: Bằng việc chạy thử nghiệm hoạt động của hệ thống trên phần mềm, kết hợp với các công cụ phân tích số liệu (biểu đồ, đồ thị,...) sẵn có sẽ giúp khách hàng có thể tiết kiệm thời gian tính toán thiết kế và tối ưu hoạt động, đặc biệt là cải thiện tốc độ gấp hoặc chỉnh sửa layout phù hợp, của hệ thống bốc xếp;
- Giảm thiểu rủi ro và chạm và lỗi sai trong quá trình hoạt động: Quan sát hoạt động của hệ thống trên phần mềm mô phỏng có thể nhận diện sớm một số sự cố về va chạm, lỗi hoạt động của robot như vượt quá phạm vi hoạt động, va chạm với các thiết bị khác,...

2.3. Hệ thống điện tự động hóa

Các thiết bị trong hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động mà không cần có sự can thiệp bởi con người, việc này giúp làm tăng mức độ an toàn và hiệu quả hoạt động của hệ thống.

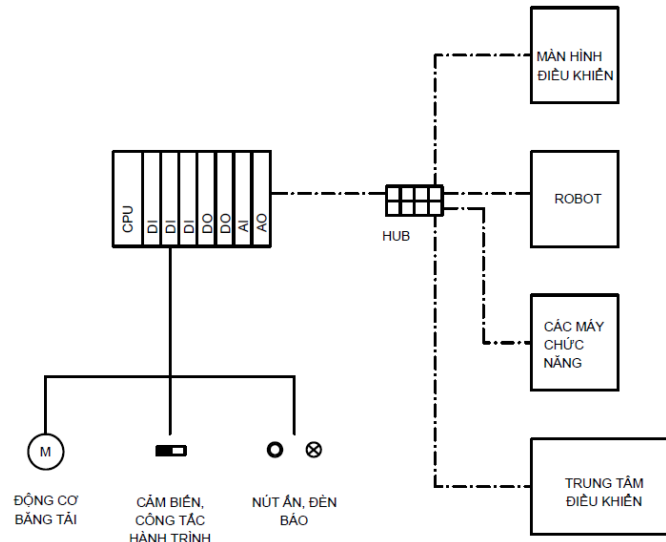
Các thiết bị được cấp nguồn và điều khiển hoạt động bởi tủ điện điều khiển riêng, các dữ liệu về thông tin hàng hóa, số lượng, thời gian làm việc,... được trao đổi qua lại với hệ thống dữ liệu lớn của kho hoặc toàn nhà máy.

Cấu hình cơ bản của hệ thống robot bốc xếp tự động được trình bày trong hình 4.

Hệ thống điện của hệ thống robot bốc xếp tự động bao gồm các thành phần:

- PLC điều khiển chính: có chức năng giám sát, điều khiển của tất cả các thiết bị trong hệ thống và truyền thông tin tới trung tâm điều khiển của cả nhà máy;
- Bộ điều khiển của Robot: mỗi robot có một bộ điều khiển riêng và được kết nối với PLC chính theo giao thức tùy chọn (Ethernet, Modbus, IO,...);

- Bộ điều khiển của các máy chức năng: các máy chức năng trong hệ thống như máy cấp pallet, máy quấn màng, máy in nhãn,... cũng được kết nối với PLC theo giao thức tùy chọn để truyền nhận tín hiệu (Ethernet, Modbus, IO,...);



Hình 4. Cấu hình điều khiển hệ thống robot bốc xếp tự động

- Màn hình điều khiển HMI: hiển thị thông tin hệ thống và nhận thao tác điều khiển từ người vận hành;

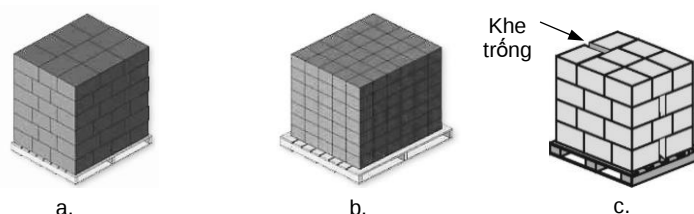
- Các động cơ băng tải, các cảm biến, công tắc hành trình: nhận tín hiệu điều khiển từ PLC và phản hồi các tín hiệu cần thiết về PLC để đảm bảo hệ thống hoạt động chính xác và an toàn;

- Các nút ấn, đèn báo: hỗ trợ màn hình điều khiển trong việc hiển thị thông tin và nhận thao tác từ người vận hành.

2.4. Các yêu cầu của hệ thống

2.4.1. Quy cách xếp

Số lượng các quy cách xếp, hay các mẫu xếp, có thể được tích hợp trong các robot bốc xếp là rất lớn nhờ sử dụng các bộ điều khiển và phần mềm hiện đại. Các quy cách xếp gồm hai dạng chính là: xếp lồng vào nhau và xếp chồng lên nhau theo cột. Các quy cách xếp lồng vào nhau được tạo bằng cách xếp các lớp xoay ngược 180° đan xen nhau (Hình 5a). Bằng cách này, tải trọng được xếp với độ ổn định cao, do đó nó thường được áp dụng xếp các tải trọng kích thước nhỏ, quy cách xếp gồm nhiều lớp. Quy cách xếp chồng theo cột có thể được tạo ra khi xếp các tải trọng riêng biệt, các lớp được xếp và đặt theo hướng giống nhau (Hình 5b). Để đảm bảo độ vững, cách xếp này thường áp dụng cho các tải trọng kích thước vừa và lớn, không có quá nhiều lớp xếp lên nhau. Trong một số trường hợp, với kích thước tải trọng khác nhau, sẽ cần đến sử dụng quy cách xếp với các khe trống ở giữa (Hình 5c), điều này sẽ cần điều chỉnh chương trình của robot bốc xếp.



Hình 5. Quy cách xếp tải trọng trên pallet

Ngoài ra, với các đơn vị sản xuất với nhiều chủng loại, mẫu mã và số lượng nhỏ có thể ứng dụng các quy cách xếp hỗn hợp các loại tải trọng kích thước khác nhau lên cùng một pallet mà vẫn đảm bảo kích thước và tính ổn định tốt.

2.4.2. Tốc độ bốc xếp hàng hóa

Thông thường, các robot sẽ có thể bốc xếp với tốc độ từ khoảng 5 thùng/phút cho đến khoảng 150-200 thùng/phút. Tốc độ của robot bốc xếp sẽ phụ thuộc vào kích thước thùng hàng, quy cách xếp được yêu cầu và khả năng gấp nhả của bàn kẹp. Tất cả các nhà cung cấp robot bốc xếp đáng tin cậy đều có chương trình mô phỏng để hiển thị tốc độ có thể đạt được cho một mẫu xếp nhất định.

Khi khách hàng xem xét các yêu cầu về tốc độ, họ thường tính đến tốc độ tối đa mà dây chuyền đóng gói có thể chạy và thêm hệ số an toàn từ 10 - 25%. Các nhà cung cấp robot bốc xếp sẽ đặc biệt chú ý đến kích thước, khối lượng, độ cứng vững của thùng hàng và quy cách xếp các thùng hàng để đưa ra tốc độ bao gồm một hệ số an toàn bổ sung. Đôi khi sự thêm vào của các yếu tố an toàn có thể khiến khách hàng từ tốc độ thấp hơn chuyển sang máy tốc độ cao hơn. Một dự án có thể không còn khả thi do những chi phí bổ sung này. Do đó, điều quan trọng là phải thông báo với nhà cung cấp robot bốc xếp với tốc độ đã bao gồm hệ số an toàn để có thể báo giá máy phù hợp.

2.4.3. Không gian làm việc

Điều quan trọng là phải xem xét các điều kiện làm việc của robot bốc xếp. Hầu hết các robot bốc xếp được điều chỉnh để chúng có thể làm việc trong mọi môi trường. Một số điều kiện cần lưu ý như:

- Nhiệt độ quá cao trên 105°F so với nhiệt độ môi trường;
- Nhiệt độ quá thấp dưới nhiệt độ môi trường 32°F;
- Yêu cầu rửa với nước;
- Vật liệu có tính ăn mòn hoặc bụi bẩn có thể tiếp xúc với robot bốc xếp.

2.4.4. Tính an toàn

Tất cả robot bốc xếp của các nhà cung cấp đều có thể gây nguy hiểm cho người vận hành nếu không tuân thủ các yêu cầu về đảm bảo an toàn. Một số điểm an toàn cần chú ý nhất, bao gồm:

- Lắp đặt hệ thống hàng rào quanh robot và các thiết bị đảm bảo độ an toàn;
- Công tác bảo dưỡng, sửa chữa robot phải được thực hiện khi hệ thống đã dừng hoạt động hoàn toàn, tuyệt đối không bảo dưỡng, sửa chữa robot trong khi hệ thống đang hoạt động;

- Tuân thủ các hướng dẫn an toàn của nhà cung cấp thiết bị;
- Các nhân viên vận hành cần được đào tạo nắm bắt quy trình hoạt động, các phương pháp đảm bảo an toàn, quy trình xử lý sự cố của hệ thống bốc xếp tự động.

3. Đánh giá khả năng ứng dụng trong tự động hóa sản xuất

3.1. Đánh giá hiệu quả của hệ thống

Trong Cách mạng công nghiệp 4.0, việc ứng dụng tự động hóa, trí tuệ nhân tạo vào sản xuất, kinh doanh là một xu hướng tất yếu, nhằm tạo ra năng suất lao động cao. Trên thế giới, đã có nhiều nhà máy sử dụng toàn bộ hệ thống dây chuyền sản xuất tự động hóa, đưa Robot vào thay thế sức lao động của con người, làm tăng độ chính xác, đảm bảo năng suất và an toàn trong quá trình vận hành. Những lợi ích thiết thực và ưu điểm tuyệt đối của hệ thống Robot tự động bốc xếp:

- Tự động hóa dây chuyền sản xuất: Hệ thống Robot bốc xếp tự động thay thế hoàn toàn sức lao động của con người. Vận hành chính xác với cường độ hoạt động cao và liên tục (24/24);
- Chuyển đổi model sản phẩm: Linh hoạt trong việc chuyển đổi chủng loại sản phẩm với các chương trình đã được cài đặt sẵn vào hệ thống;
- Vận hành và kiểm soát: Hiển thị số lượng hàng hóa đóng pallet theo thời gian thực. Giao diện vận hành đơn giản nhưng vẫn đảm bảo cung cấp đầy đủ thông tin;
- An toàn vận hành: Các chức năng được mã hóa liên động, nhằm mục đích an toàn cho cơ cấu chấp hành, có các sensor cảnh báo va chạm, tín hiệu cảnh báo an toàn;
- Kết nối hệ thống đồng bộ: Hệ thống bốc xếp hàng tự động có thể mở rộng thêm để kết nối với hệ thống quản trị doanh nghiệp ERP hay phần mềm quản lý kho WMS. Đảm bảo thông tin về quản lý hàng hóa trong hệ thống chính xác.

3.2. Nhu cầu thị trường trong nước

Nền kinh tế Việt Nam là một trong những nền kinh tế phát triển nhanh nhất trên thế giới, làn sóng đầu tư của các doanh nghiệp nước ngoài vào Việt Nam liên tục tăng trong những năm gần đây. Tuy nhiên, Việt Nam cũng đang phải đối mặt với diễn biến phức tạp của dịch bệnh, chi phí thuê nhân công ngày càng cao. Vì vậy, để tồn tại và phát triển, bắt buộc các công ty, nhà máy phải có những giải pháp tự động hóa để giảm thiểu chi phí sản xuất, chi phí vận hành, nhằm tối ưu hóa lợi nhuận. Theo ước tính của Frost and Sullivan, một công ty tư vấn, nghiên cứu và phân tích thị trường có trụ sở tại California, tổng thị trường tự động hóa tại các doanh nghiệp Việt Nam ước tính khoảng 184,5 triệu USD. Điều đó cho thấy, hệ thống bốc xếp hàng tự động là một giải pháp hoàn hảo, phù hợp với đại đa số nhà máy tại Việt Nam.

Hiện nay, Viện Nghiên cứu Cơ khí đang thực hiện chế tạo và lắp đặt một hệ thống Robot bốc xếp hàng tự động cho Công ty cổ phần Bột giặt LIX với các thông số của hệ thống cơ bản như sau:

- Số robot bốc xếp: 3 robot, tốc độ gấp của robot tối đa 6 s/thùng;
- Hệ thống băng tải vận chuyển hàng và pallet: 3 hệ;
- Máy cấp pallet: 3 máy, sức chứa tối thiểu 12 pallet;

- Máy quấn màng pallet: 3 máy, hiệu suất quấn màng 20-40 pallet/giờ.

Hệ thống Robot bốc xếp được triển khai sẽ giúp Công ty Cổ phần Bột giặt LIX nâng cao năng suất và hiệu quả của khâu đóng gói và lưu trữ hàng hóa.

4. Kết luận

Bài báo trình bày tổng quát về hệ thống Robot bốc xếp tự động, đánh giá về nhu cầu thị trường và xu hướng phát triển của công nghệ Palletizing ở nước ta. Bài báo cũng phân tích những ưu điểm vượt trội của hệ thống Robot bốc xếp tự động so với phương thức bốc xếp hàng truyền thống và giới thiệu một hệ thống Robot bốc xếp tự động của Viện Nghiên cứu Cơ khí vào thực tế sản xuất, mở đầu cho các ứng dụng khác trong thời gian tới.

Ở các nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả hướng tới nghiên cứu thiết kế chi tiết các thành phần cấu thành và mô phỏng hoạt động của một hệ thống bốc xếp tự động, để tiếp tục triển khai thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống robot bốc xếp hoàn thiện ứng dụng trong các nhà máy sản xuất khác của Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

[1] Website: universal-robots.com

[2] Website: kuka.com