

SỰ PHÁT TRIỂN THUẬT TOÁN VỀ VIỆC LƯU TRỮ VÀ VẬN CHUYỂN TỰ ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG KHO LẠNH

DEVELOPMENT OF AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL ALGORITHM IN COLD WAREHOUSE

Đặng Trường Giang¹, Trương Ngọc Cuong², Duy Anh Nguyen²

¹ Đại Học Giao Thông Vận Tải Tp. HCM

² Đại Học Bách Khoa

Tóm tắt: Việt Nam có thế mạnh trong công nghiệp chế biến thủy hải sản. Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng để phục vụ cho việc bảo quản và quản lý hàng thủy hải sản chưa được phát triển, đặc biệt hệ thống lưu trữ và vận chuyển trong kho lạnh vẫn thô sơ. Trong bài viết này, nhóm tập trung xây dựng các thuật toán cho việc bảo quản và vận chuyển hàng bằng phần mềm được lập trình để quản lý sản phẩm trong kho lạnh dựa trên các thuật toán. Hệ thống được mô phỏng bao gồm 160 vị trí lưu trữ được xếp thành 4 hàng. Thuật toán được xây dựng để quản lý kho một cách hiệu quả và tiết kiệm chi phí nhất có thể. Thuật toán được viết dựa trên lập trình C#, với giao diện trực quan để có thể hỗ trợ tối đa sự tương tác giữa người dùng và hệ thống.

Từ khóa: Quản lý kho, chính sách lưu trữ, vị trí cất giữ hàng hóa, vị trí xe nâng và nhập hàng hóa vào kho.

Chỉ số phân loại: 1.4

Abstract: Vietnam is strong in aquatic products processing industrial. However, the infrastructure to serve the preservation and management of aquatic products has not yet developed, especially the system of storage and retrieval in cold warehouse is still rudimentary. In this paper, we focus on building a storage and retrieval algorithm in warehouse and programming a software to manage goods in cold warehouse base on those algorithms. The simulated system contain about 160 storage locations arranged into 4 lines. The algorithm is built to help manage inventory accurately and cost savings possible. It was simulated by a software written in C# programming, with an intuitive interface to support the interaction between the user and the system more convenient.

Keywords: Warehouse management, storage policies, storage location, location of forklift, put-away.

Classification number: 1.4

1. Giới thiệu

Lưu trữ và phân phối là hai chức năng cơ bản trong kho. Mỗi yêu cầu từ người quản lý, khách hàng hoặc những điều kiện khác có các thuật toán khác biệt. Lưu trữ là quá trình sắp xếp kệ hàng trong kệ chứa hàng. Một số kệ sắp xếp thông thường như sắp ngẫu nhiên, sắp theo nhóm hàng, theo chất lượng hàng và vị trí gần nhất (COL). Phương pháp ngẫu nhiên là sắp hàng xếp theo từng đơn vị SKU (đơn vị lưu trữ - một hạ mục đã được kiểm kê) được phân loại ngẫu nhiên vào một vị trí còn trống trong kho (Petersen, 1997). Vị trí cố định là mỗi đơn vị lưu trữ (SKU) duy trì một vị trí cố định. Phương pháp này giúp dễ dàng cho việc quản lý và điều khiển vì mỗi vùng trong kho chỉ sắp xếp một vài loại hàng hóa. Chính sách lưu trữ dựa trên các lớp là sự kết hợp giữa hai

phương pháp trên (Moon & Kim, 2001). Vị trí gần nhất (COL) là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất. Các đơn vị hàng hóa được sắp theo từng khu, nơi gần nhất với điểm đầu vào và đầu ra (Heskett, 1963).

Phân phối là quá trình vận chuyển hàng hóa từ các kệ hàng. Nếu dựa vào ngày nhập hoặc ngày hết hạn ta có các cách lấy hàng như: Nhập trước xuất trước (FIFO), nhập sau xuất trước (LIFO), hết hạn xuất trước (FEFO). Trong bài báo này, nhóm tập trung vào việc lựa chọn, phát triển các chính sách lưu trữ và vận hàng hóa trong kho dựa trên các giả định được thiết lập theo các điều kiện tại Việt Nam. Bài nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào việc kiểm soát hàng tồn kho và tìm cách sắp xếp hàng hóa nhanh nhất. Phần mềm thử nghiệm được phát triển dựa trên các chính sách đã

được lựa chọn. Phần mềm này có thể dùng quản lý công việc trong thực tế. Hệ thống sẽ ghi nhận, phân tích yêu cầu từ người dùng và thể hiện các tham số như là khoảng cách, vị trí, mô phỏng không gian của kho.

2. Những giả định và yêu cầu

2.1. Những giả định thử nghiệm

Những giả định trong bài viết này có thể không tương thích trong thực tế. Nhưng những yếu tố được lựa chọn có thể được điều chỉnh và áp dụng một cách thích hợp cho hệ thống trong thực tế. Để thuận tiện cho cấu trúc của các thuật toán và hệ thống mô phỏng, số lượng các giả định được đề xuất như sau:

- Khả năng của hệ thống chứa 160 vị trí chứa hàng, mỗi vị trí chứa là 1 kệ hàng;
- Hệ thống bao gồm tôm đông lạnh gồm bốn loại;
 - + A1: Loại tôm 100g / 4 con đầu còn nguyên vẹn.
 - + A2: Loại tôm 100g / 4 con không có đầu.
 - + A3: Tôm loại 100g / 6 con đầu còn nguyên vẹn.
 - + A4: Loại tôm 100g / 6 con không có đầu.
- Hàng hóa được xếp trong các kệ. Mỗi kệ là một đơn vị SKU. Đây là đơn vị nhỏ nhất trong hệ thống;
- Thời gian xuất kho của tất cả các đơn vị SKU là chưa xác định trong hệ thống;
- Lưu trữ không phụ thuộc vào khách hàng, nghĩa là hàng hóa của cùng một khách hàng không nhất thiết được xếp gần nhau;
- Không phân biệt hàng hóa theo mùa nghĩa là cách sắp xếp như nhau suốt năm.

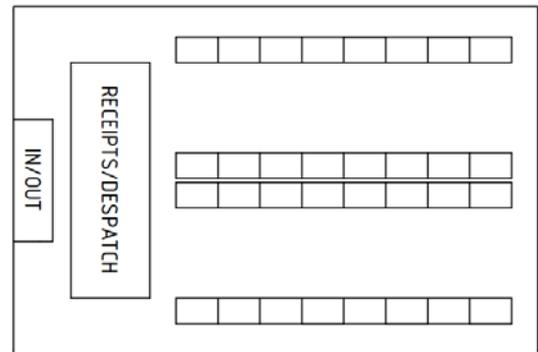
2.2. Yêu cầu

Dựa theo những nguyên tắc quản lý kho tại Việt Nam, nhóm đề xuất các yêu cầu như sau

- Quá trình lưu trữ trong kho: Nếu hàng hóa được nhập kho trước, nó sẽ được xếp trước nghĩa là khoảng cách di chuyển hàng hóa từ vùng đệm đến kệ là ngắn nhất;
- Quy trình vận chuyển: Loại hàng được chọn bởi người dùng (4 loại: A1, A2, A3, A4). Lô hàng được lấy dựa trên ngày nhập, hàng hóa được sắp trước thì được lấy đi trước.

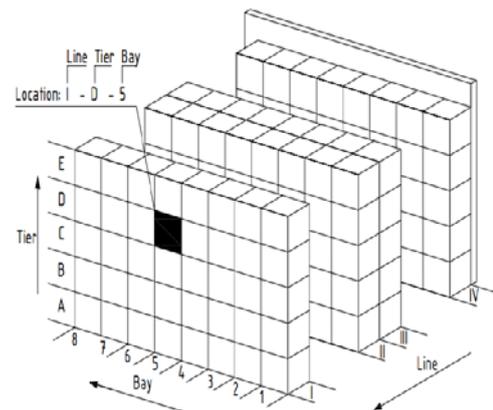
3. Thiết kế bố cục kho

Theo như giả định tại phần 2.1, cấu trúc nhà kho được xây dựng được thể hiện hình 1. Kho gồm có 160 vị trí chứa chia thành 4 hàng. Mỗi hàng gồm 40 kệ hàng. Kho chứa có một điểm nhập và xuất (I / O) nằm ở trung tâm được thể hiện hình 1.



Hình 1. Cảnh thiết kế nhà kho.

Để quản lý hàng hóa thuận tiện hơn, nhà kho trong bài báo này đã được chia thành 4 dòng, mỗi dòng bao gồm 5 tầng và 8 hàng (hình 2).



Hình 2. Tọa độ vị trí lưu trữ.

Những dòng này được đặt tên là I, II, III và IV. Tầng được đánh dấu theo các chữ cái A, B, C, D và E. Hàng được phân biệt bằng các số 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và 8. Mỗi vị trí lưu trữ trong kho được phân công bởi một tọa độ có cấu trúc sau: Dòng – tầng – hàng. Ví dụ: Tọa độ của vị trí lưu trữ là I – D – 5, có nghĩa là vị trí lưu trữ nằm ở dòng I, tầng D và hàng 5.

4. Thử nghiệm chính sách lưu trữ và phân phối

4.1. Lựa chọn phương pháp lưu trữ

Trong phần này, thuật toán lưu trữ dựa trên những giả định và thử nghiệm được đề cập tại phần 2, 3. Hai phương pháp được áp dụng là FIFS và COL. Đối với FIFS, hàng hóa được chuyển vào kho trước được sắp vào

những kệ hàng trước. Với COL, những lô mới được sắp gần với điểm I/O nhất.

Nhóm kết hợp những thuật toán đó bằng việc sắp xếp theo hai bước dưới đây:

- Bước 1: Xác định kệ cũ nhất;
- Bước 2: Tìm tọa độ vị trí trống trong kho để sắp kệ cũ nhất.

Vị trí thích hợp phải đáp ứng khoảng cách đến I/O là ngắn nhất. Vị trí gần nhất được xác định thông qua tham chiếu khoảng cách. Được tính toán theo công thức:

$$d(i) = |x(i) - x(I/O)| + |y(i) - y(I/O)| \quad (1)$$

+ $d(i)$: Khoảng cách từ vị trí lưu trữ đến điểm I/O;

+ $x(i), y(i)$: Tọa độ của vị trí lưu trữ;

+ $(x(I/O), y(I/O)) = (0,0)$: Tọa độ của kệ hàng tại điểm I / O.

Nhóm đánh giá khoảng cách từ I/O đến vị trí lưu trữ đầu tiên là 4900mm, khoảng cách giữa trục vị trí x và y là 1400mm, và 1600mm. Từ (1), vị trí tham chiếu tại mỗi dòng được tính toán tại hình 3. Trong quá trình lưu trữ, chúng ta phải xác định được các vị trí trống trong kho. Sau đó so sánh với vị trí tham chiếu, để kiểm tra được vị trí nhỏ nhất, đây là vị trí tiếp theo cho hàng nhập kho.

4.2. Chiến lược lựa chọn luân chuyển

E	21700	20100	18500	16900	15300	13700	12100	10500
D	20300	18700	17100	15500	13900	12300	10700	9100
C	18900	17300	15700	14100	12500	10900	9300	7700
B	17500	15900	14300	12700	11100	9500	7900	6300
A	16100	14500	12900	11300	9700	8100	6500	4900
	8	7	6	5	4	3	2	1

Hình 3. Chỉ số khoảng cách địa điểm trong mỗi dòng.

Chúng ta triển khai FIFO trong luân chuyển hàng. Để mà áp dụng chính sách này, ngày nhập hàng hóa cần được lưu lại trên hệ thống. Trong quy trình luân chuyển, hệ thống thể hiện hai bước:

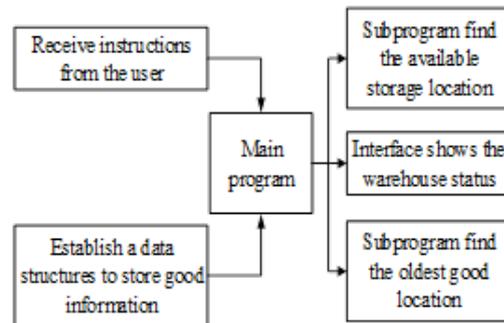
- Bước 1: Xác nhận sản phẩm được yêu cầu;
- Bước 2: So sánh ngày nhập của các SKU để kiểm tra được SKU đã được lưu.

Thuật toán riêng áp dụng cho chính sách trên được thể hiện trong phần 5.

5. Xây dựng thuật toán giả định trên máy tính

Trong phần này, thuật toán quản lý kho trên máy tính được cung cấp

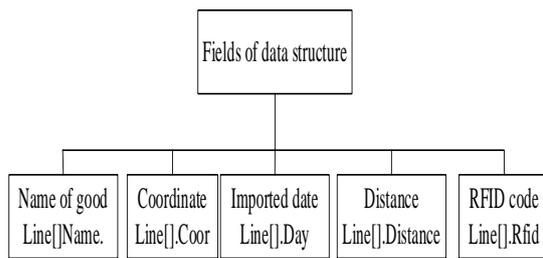
Thuật toán được phát triển tương đồng với chương trình quản lý trên máy tính. Chương trình này bao gồm ba phần chính: Chương trình chính, chương trình hỗ trợ tìm vị trí thích hợp, chương trình hỗ trợ tìm vị trí hàng cũ nhất. Tất cả được thể hiện tại hình 4.



Hình 4. Biểu đồ khối thể hiện cách thức chương trình hoạt động chính.

Cấu trúc của dữ liệu bao gồm 5 thư mục, tất cả những thư mục này đều chứa thông tin của hàng hóa (hình 5).

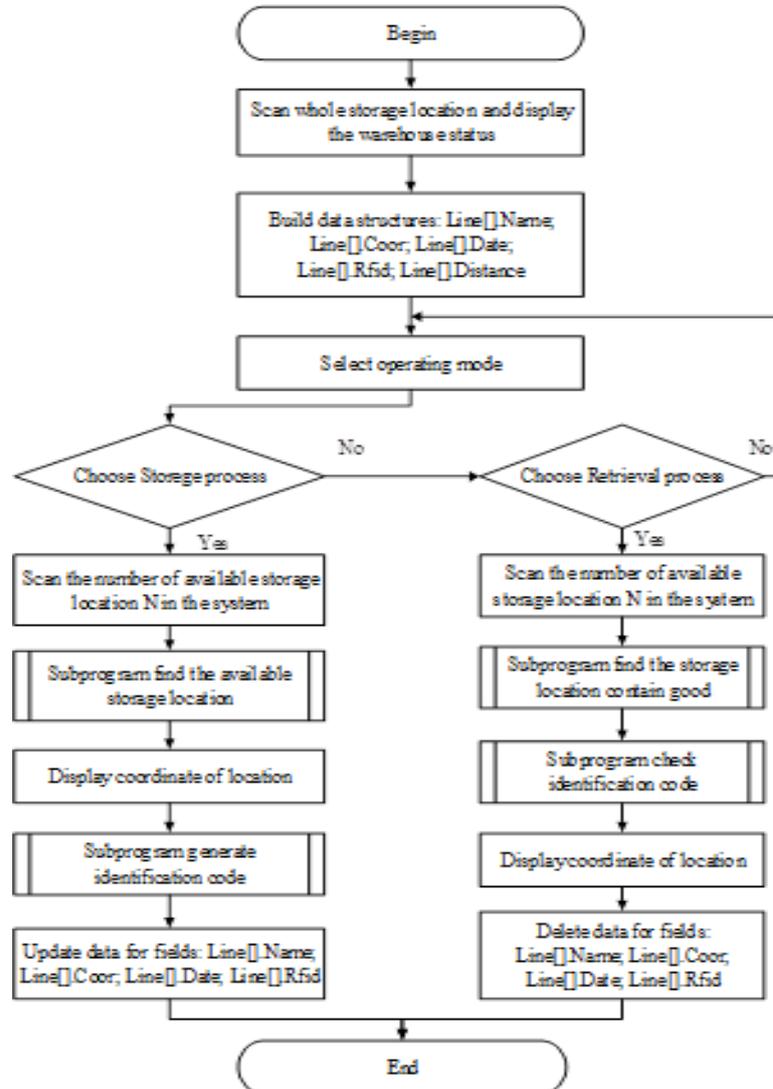
- Thư mục của tên – line[].name: Để quản lý bốn loại hàng hóa khác nhau trên hệ thống A1, A2, A3 và A4;
- Thư mục tọa độ - line[].Coor: Mỗi kệ hàng sẽ được đặt tại duy nhất vị trí lưu trữ, tọa độ của vị trí này cũng là tọa độ của hàng hóa;
- Thư mục thông tin ngày lưu kho – Line [].Date: Khi hàng được lưu kho, ngày này được lưu trong thư mục này;
- Thư mục thông tin khoảng cách – Line [].Distance: Giá trị khoảng cách tham chiếu được tính toán trong phần 3;
- Thư mục dữ liệu thẻ đọc – Line [].Rfid: Lưu trữ những mã được tạo ra khi hàng được lưu kho.



Hình 5. Năm thư mục của cấu trúc dữ liệu.

5.1. Chương trình chính

Chương trình chính sẽ nhận lệnh từ người dùng thông qua giao diện của phần mềm. Trong quy trình này, chương trình chính yêu cầu hai phần mềm hỗ trợ tìm vị trí lưu trữ và báo lại tọa độ. Bên cạnh đó phần mềm có hai chương trình hỗ trợ khác để khởi tạo và xác định thông tin của các sản phẩm giống như trong thực tế đang dùng công nghệ RFID (hình 6).



Hình 6. Quy trình hoạt động của chương trình chính.

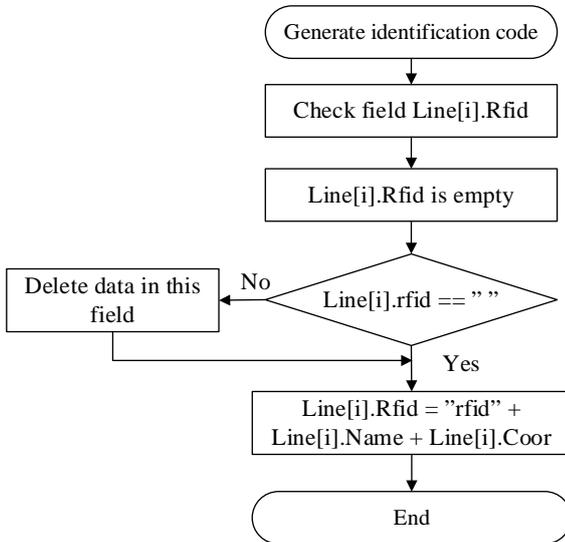
5.2. Phần mềm hỗ trợ tìm vị trí trống

Lô hàng hóa được sắp xếp dựa vào nguyên lý hàng nhập trước được xếp vào vị trí trống thấp nhất. Thuật toán tìm vị trí hiện có được trình bày trong hình 7.

Theo như biểu đồ thể hiện: kho được chia làm 4 dòng I, II, III và IV. Hệ thống luôn tìm được 4 vị trí lưu trữ có khoảng cách tham

chiều bằng nhau. Chẳng hạn như với khoảng cách là 4900 sẽ có 4 vị trí: I-A-1; II-A-1; III-A-1 và IV-A-1. Vì vậy nếu khoảng cách như nhau thì xếp vào dòng đầu tiên là I, sau đó đến II, III, IV. Trong quá trình này, vị trí trống sẽ được quét từ tham chiếu thấp nhất đến cao nhất. Bắt đầu từ dòng I [1] đến dòng IV [1] sau đó trả về dòng I [2] đến dòng IV [2]... Vòng lặp chỉ kết thúc khi hệ thống phát hiện

ra vị trí trống hoặc đã quét hết các vị trí trống. Khi tìm được vị trí thích hợp, phần mềm hỗ trợ ghi lại thông tin của hàng hóa và gửi lại tọa độ của hàng cho phần mềm chính.



Hình 7. Biểu đồ thể hiện thuật toán tạo mã kiểm tra.

5.3. Phần mềm hỗ trợ tìm vị trí hàng cũ nhất

Những hàng hóa cũ nhất được xác định bởi ngày lưu trữ của hàng trong kho. Những thông tin này được lưu trữ tại thư mục Line [i]. Date. Thuật toán được thể hiện tại hình 8.

Sơ đồ giải thích: Hàng hoá cũ nhất được xác định bằng cách so sánh ngày lưu trữ của tất cả SKU trong kho. Mỗi vòng lặp chương trình sẽ quét 160 vị trí, quy trình hoạt động như sau:

Thứ nhất, dựa trên tên của hàng hóa được nhập bởi người dùng, chương trình sẽ tạo ra một vật ảo với tên tương tự và ngày nhập kho rất lâu. Hệ thống sẽ so sánh tên của tất cả các kệ, vị trí trống sẽ được bỏ qua. Tại vị trí có tên tương tự với vật ảo, chương trình tiếp tục so sánh ngày để kiểm tra kệ được lưu trữ lâu nhất, thông tin của kệ này được đặt cho vật ảo. Quá trình tiếp tục so sánh đến vị trí khác trong kho, tiếp diễn khi kết thúc quá trình các vị trí được quét gửi lại tọa độ của vật ảo được lưu trữ lâu nhất

5.4. Thuật toán quản lý hàng hóa bằng mã vạch

Trên thực tế, mặc dù hoạt động quản lý tại kho diễn ra vô cùng chặt chẽ nhưng hàng hóa vẫn xảy ra tổn thất và mất mát. Vì vậy, trong hệ thống quản lý nhà kho, hàng hóa được quản

lý thông qua thiết bị độc lập như mã vạch, công nghệ RFID. Hệ thống RFID bao gồm thẻ RFID, đầu đọc, phần mềm quản lý. Hàng hóa được phân công một mã RFID trước khi lưu kho (thẻ RFID được gắn trên lô hàng). Chương trình quản lý lưu trữ những mã này trong bộ nhớ và so sánh nó với mã đã được đọc bởi đầu đọc trong quy trình lưu chuyển.

Trong bài viết này, chúng tôi giả định mã ID được tạo ra bởi phần mềm khi hàng hóa được lưu vào kho và người dùng phải đăng nhập mã kiểm tra để kiểm tra hàng có được di chuyển chưa.

Hàng được di chuyển khi mã ID trùng khớp với mã kiểm tra. Mã ID được lưu trong thư mục line[].RFID. Trong quy trình luân chuyển hàng, sau khi hệ thống tìm được vị trí hàng hóa được lưu kho lâu nhất, chương trình sẽ đối chiếu mã ID và mã kiểm tra được đăng ký bởi người dùng

Chương trình hỗ trợ tạo mã ID

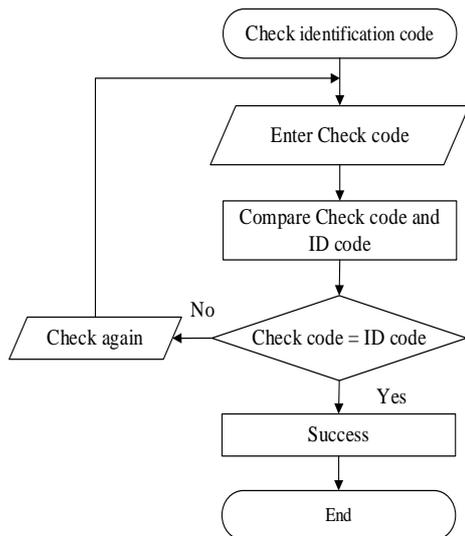
Chúng ta giả định mã ID được cấu tạo như bên dưới:

$$\text{ID Code} = \text{"rfid"} - \text{Line[i].Name} - \text{Line[i].Coor}$$

Thuật toán tạo mã ID được thể hiện trong hình 6. Như biểu đồ thể hiện: Thứ nhất, chương trình đọc dữ liệu từ Line[i]. RFID, nếu như có thông tin của hàng hóa trước, hệ thống tự động xóa những thông tin. Thứ hai, mã ID mới được viết, ID này tồn tại trong suốt thời gian hàng hóa lưu kho.

Chương trình hỗ trợ kiểm tra mã ID

Trong chương trình hỗ trợ này, người dùng được yêu cầu đăng nhập mã kiểm tra. Sau đó hệ thống so sánh với mã ID đã được lưu. Nếu trùng khớp, chương trình ngưng tại đây và hàng sẽ được di chuyển thành công. Nếu không, người dùng được yêu cầu nhập mã kiểm tra lại. Thuật toán được thể hiện trong hình 8:



Hình 8. Biểu đồ thể hiện thuật toán kiểm tra mã ID.

6. Phát triển phần mềm thử nghiệm

Để chứng minh tính chính xác và hiệu quả của thuật toán được đề xuất, phần mềm ứng dụng được xây dựng bởi ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng trong C#, Visual studio 2013

6.1. Giao diện hệ thống

Giao diện phần mềm như thể hiện trong hình 9:



Hình 9. Giao diện hệ thống.

Những chức năng chính của phần mềm

- Trạng thái của vùng trong kho: Số lượng của các ô trống, mỗi loại hàng hóa sẽ được thể hiện và cập nhật liên tục;
- Khu vực thông tin của người dùng: Bao gồm hai phần chính là lưu trữ và vận chuyển. Chúng ta có hai cách lưu trữ là lưu trữ đơn và lưu trữ số lượng lớn. Những yêu cầu của người dùng được nhập vào trong phần này;
- Khu vực hiển thị: Khi hàng hóa được thêm vào hoặc di chuyển, tọa độ, khoảng cách được thể hiện trong phần này;

- Khu vực kiểm tra ID: Yêu cầu mỗi kệ hàng hóa được phải mang một mã, hệ thống yêu cầu người dùng nhập mã vào khung trong phần này;
- Không gian trong kho: Có 160 ô, mỗi ô đại diện cho một lô hàng trong kho. Màu của mỗi ô sẽ thay đổi khi hàng hóa được thêm vào hay di chuyển, màu sắc quy ước được thể hiện trong hình 9.

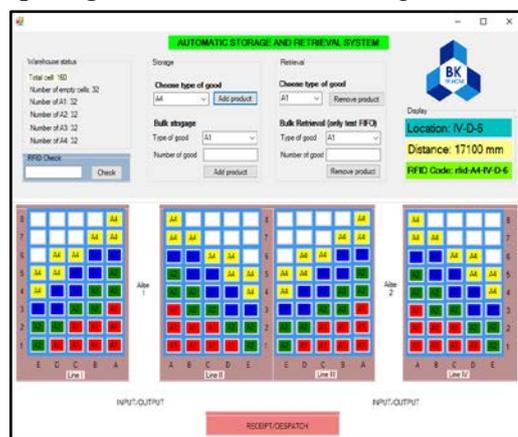
- Empty cell
- Cell represents A1
- Cell represents A2
- Cell represents A3
- Cell represents A4

Hình 10. Màu sắc của hàng hoá.

6.2. Kiểm tra và đánh giá hiệu suất

6.2.1. Kiểm tra thuật toán lưu kho

Để đánh giá thuật toán vị trí gần nhất (COL), chúng ta tiến hành 1 thử nghiệm nhỏ. Một lô hàng gồm 32 đơn vị SKU được thêm vào kho trên hệ thống. A1 được thêm trước sau đó đến A2, A3, A4. Trạng thái kho sau khi nhập hàng được thể hiện ở hình 11 và kết quả mô phỏng được thể hiện trên bảng 1.



Hình 11. Trạng thái kho hàng trong quy trình lưu trữ.

Bảng 1. Kết quả mô phỏng.

Order of enter	Type of good	Quantity	Total distance (mm)
1-28	A1	28	202000
29-56	A2	28	286800
57-84	A3	28	350000
85-112	A4	28	413200
Total	All	112	1252000

Xem lại các kết quả thử nghiệm: Dưới thử nghiệm, các mục được bố trí ở các vị trí chỉ mục nhỏ nhất, điểm vào ra (I/O) gần nhất. Ví dụ, các mục A1 được thêm vào trước, do đó, tổng khoảng cách của chúng nhỏ hơn những người khác. Xem hình 9 tại không gian mô phỏng kho hàng, hàng hoá được sắp xếp trong kho theo nguyên tắc FIFO, có nghĩa là người sử dụng yêu cầu hàng hoá loại A1 được thêm trước để chúng được sắp xếp trong hệ thống trước. Hầu như các vị trí ra hay vào được lắp đây, không bỏ sót vị trí nào. Tóm lại, toàn bộ thuật toán FIFO và COL giải quyết những yêu cầu của người viết đặt ra

6.2.2. Kiểm tra thuật toán kiểm tra ID luân chuyển

Để đánh giá thuật toán FIFO, chúng tôi tiến hành thử nghiệm khác. Thay đổi vị trí của A3 theo yêu cầu. Trạng thái sau khi hàng được luân chuyển thể hiện trong hình 12 và kết quả mô phỏng được thể hiện ở bảng 2.



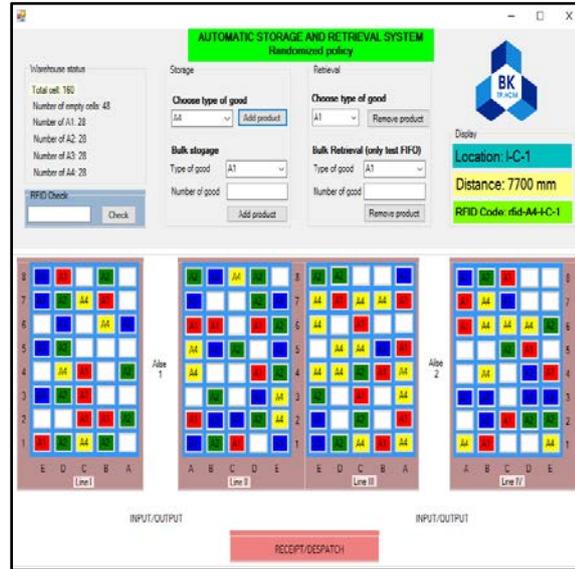
Hình 12. Trạng thái kho hàng trong quá trình di chuyển hàng hóa.

Kết quả kiểm chỉ ra rằng chương trình được viết từ thuật toán FIFO và mã ID kiểm tra hoạt động chính xác.

6.2.3. So sánh chính sách lưu trữ

Để so sánh các thuật toán một cách khách quan, chúng ta so sánh sự thể hiện giữa hai chính sách ngẫu nhiên và vị trí gần nhất (COL). Chương trình tương tự đã được xây dựng và thuật toán ngẫu nhiên được sử dụng để tìm vị trí trống thích hợp trong kho. Trạng thái kho sau khi hàng được thêm vào ở trường

hợp ngẫu nhiên được thể hiện ở hình 13 và kết quả mô phỏng được thể hiện ở bảng 2.



Hình 13. Tình trạng kho hàng sau khi hàng được thêm vào trong hệ thống theo cách ngẫu nhiên.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng của chính sách ngẫu nhiên.

Order of store	Type of good	Quantity	Total distance (mm)
1-28	A1	28	349400
29-56	A2	28	384600
57-84	A3	28	379200
85-112	A4	28	394400
Total	All	112	1507600

Như chúng ta đã mong đợi, kết quả cho thấy khoảng cách tổng thể của thuật toán COL thấp hơn thuật toán ngẫu nhiên. Dựa trên thiết lập ban đầu của thử nghiệm, nó có 17% giảm trong tổng khoảng cách so với thử nghiệm chính sách ngẫu nhiên. Theo thuật toán ngẫu nhiên, hàng hóa được sắp rất lộn xộn trong kho và có rất nhiều khoảng trống hiện ra cũng như gây ra sự mất mát tổ ong xuất hiện trong hệ thống.

7. Kết luận

Trong bài viết này, nhóm nghiên cứu trình bày thuật toán lưu trữ và luân chuyển hàng dựa trên giả định phù hợp với yêu cầu của ngành công nghiệp lưu trữ thủy sản của Việt Nam. Chúng tôi sử dụng thuật toán FIFO và COL cho việc lưu kho hàng hóa, với những trường hợp này, tổng khoảng cách giảm 17% so với chính sách ngẫu nhiên trong cùng một giả định. Việc luân chuyển được thực hiện bởi

chính sách FIFO. Thêm vào đó nhóm xây dựng thuật toán để kiểm tra hàng hóa trước khi luân chuyển, nó gắn với công nghệ RFID được áp dụng trong thực tiễn. Phần mềm áp dụng được phát triển để quản lý hàng hóa dựa trên thuật toán. Phần mềm này có thể áp dụng để quản lý hàng hóa trong kho thực tế.

8. Lời khuyên cho các nghiên cứu tương lai

Nghiên cứu này có thể mở rộng để đáp ứng những yêu cầu thực tế từ các khía cạnh sau: Thiết kế hệ thống cơ khí gồm có thuật toán quản lý được phát triển để thành hệ thống AS/RS; mở rộng không gian kho về số lượng hàng hóa và gian hàng.

Sau đó, xây dựng thuật toán cho việc lưu trữ và định tuyến; phát triển chương trình để mô phỏng các chính sách khác nhau để đánh giá tính năng của mỗi hệ thống □

Tài liệu tham khảo

[1] Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, *The handbook of Logistics & Distribution*

Management, published in Great Britain in 1989 by Kogan Page Limited

- [2] Michael G. Kay Fitts, Warehousing, *Dept. of Industrial and Systems Engineering North Carolina State University*
- [3] Edited by Raymond A. Kulwicz, *Materials Handling Handbook*, Copyright ©1985 John Wiley & Sons, Inc
- [4] Dr. Peter C. Schuur, Dr. Sunderesh S. Heragu, Ir. Ronald J. Mantel, *Improving order-picking efficiency via storage assignment strategies*, University of Twente, Feb.08.2013
- [5] Hompel, M; *Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*, 46-62, Springer.
- [6] Ramaa.A, K.N.Subramanya, T.M.Rangaswamy, *Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 54– No.1, September 2012

Ngày nhận bài: 31/5/2018

Ngày chuyển phản biện: 4/6/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 25/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 2/7/2018