

XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ CÁC GIÁ ĐỠ HÀNG SỬ DỤNG CHO XE TỰ ĐỘNG BỐC XẾP TRONG KHO CẢNG

PHẠM ĐỨC LONG

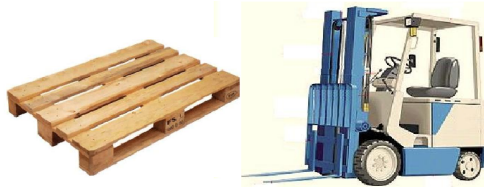
Khoa Công nghệ thông tin, Đại học Thái Nguyên

Abstract. Nowadays, the research on developing visional autonomous forklifts for engagement and move pallets in the store is interested in research on the world. The speed of computing location and orientation of pallet on the serial computer is slow, because amount of work in image processing is huge. This paper addresses early results of using parallel processing cellular neural network in determining the position and orientation of pallet to improve the image processing speed.

Tóm tắt. Nghiên cứu chế tạo các xe nâng hàng tự động (autonomous forklift) quan sát bằng camera để di chuyển hàng hoá trong kho bãi, cảng là một lĩnh vực đang được quan tâm trên thế giới. Vấn đề xác định vị trí và hướng của giá đỡ hàng (pallet) còn chậm do tốc độ của các chương trình xử lý ảnh dùng máy tính xử lý tuần tự không cao. Trong bài báo này chúng tôi đưa ra một số kết quả nghiên cứu ban đầu về xác định vị trí và hướng của giá đỡ hàng từ ảnh theo công nghệ mạng CNN tăng tốc độ xử lý của hệ thống.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

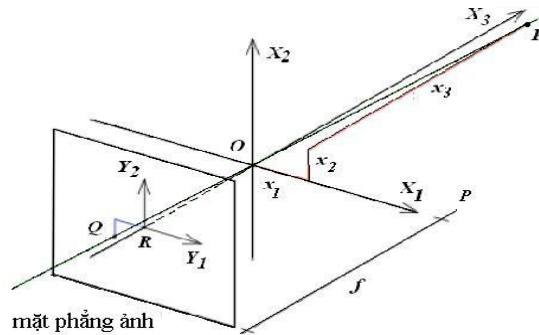
Các thùng, kiện hàng trong kho cảng được đặt trên các giá đỡ (pallet). Các giá đỡ này đã được tiêu chuẩn hoá. Hiện nay có nhiều loại giá đỡ hàng của nhiều nước công nghiệp trên thế giới. Theo tiêu chuẩn ISO 6780 có 6 loại pallet sử dụng ở Bắc Mỹ, Úc, Châu Á, Nam Mỹ, châu Âu ... Hiện nay thông dụng nhất là loại theo tiêu chuẩn châu Âu (EU) còn gọi là CEN pallet.



Hình 1. Giá đỡ hàng (pallet) và xe nâng hạ vận chuyển hàng (forklift)

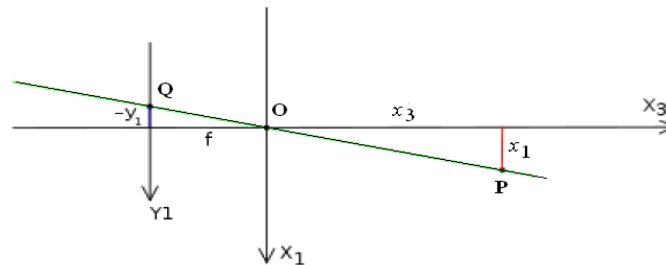
Khi thực hiện xếp dỡ hàng trong kho cảng người điều khiển xe nâng-vận chuyển lái xe đến nơi đặt giá đỡ, dùng hai càng của xe móc vào giá đỡ sau đó lái xe đến nơi cần thiết và hạ kiện hàng xuống. Việc tạo ra các xe tự động (thực chất là các robot) thay thế con người hoàn toàn quá trình trên là công việc tự động hóa với mức độ cao việc xếp dỡ hàng trong các kho cảng, làm giảm thời gian xếp dỡ, tăng hệ số sử dụng các kho cảng và giảm nhân công vận hành trực tiếp.

Đã có một số nghiên cứu về xe nâng hàng tự động được thực hiện bởi Nygrds [2] và Nilsson [3], J. Pages, X. Armangué, J. Salvi, J. Freixenet và J. Mart [7] tìm vị trí 3D của các pallet dựa trên các đặc điểm màu sắc và hình dáng hình học của pallet, Giovanni Garibotto, Stefano Masciangelo, Marco Ilic, Paolo Bassino [10] Michael Seelinger, John-David Yoder [11] đã sử dụng hai camera quang học cho việc xác định hướng và vị trí của pallet, còn Daniel Lecking, Oliver Wulf, Bernardo Wagner [13] trong các nghiên cứu của mình lại sử dụng hai laser scanner cho việc thu tín hiệu để xử lý. Sungmin Byun và Minhwan Kim [12] Jacob Roll [4] sử dụng một camera dùng phương pháp back-project và mô hình pinhole [9] để thực hiện hai nhiệm vụ trên. Ngoài ra còn có thể kể thêm một số nghiên cứu khác như của Khadraoui, Motyl, Martinet, Gallice và Chaumette [5], của Corke và Good [6], nhưng được áp dụng với tay robot công nghiệp. Phương pháp truyền thống để nhận tìm các đối tượng di chuyển là sử dụng bộ lọc Kalman (cho các hệ thống biến đổi tuyến tính) hoặc Kalman mở rộng (với hệ biến đổi phi tuyến). Tuy nhiên việc thực hiện bộ lọc này có khó khăn là mô hình hoá các trạng thái và việc đo để xây dựng phương trình cho bộ lọc và quá trình tính toán cũng nhiều. Để tăng tính thực tế thường người ta có xu hướng sử dụng các phương pháp không quá phức tạp. Với việc thu và xử lý ảnh mô hình camera pinhole thường được sử dụng [4], [9] (hình 2).



Hình 2. Mô hình camera pinhole

Trong mô hình này O là điểm cửa chắn sáng của ống kính được chọn làm gốc tọa độ. Trục X_3 là trục quang học (hoặc trục chính). Mặt phẳng ảnh cách mặt phẳng X_1, X_2 một khoảng f là tiêu cự. Trục X_3 giao với mặt phẳng ảnh tại R. R là gốc tọa độ trên mặt phẳng ảnh. Một điểm P trong không gian 3D được chiếu lên mặt phẳng ảnh, cắt mặt phẳng này



Hình 3. Sơ đồ quan hệ giữa các kích thước thực và kích thước trên ảnh của điểm P

tại Q. Nó có các tọa độ (y_1, y_2) trong hệ tọa độ mặt phẳng ảnh. Như vậy một điểm trong

không gian 3D đã được ánh xạ thành một ảnh 2D. Các tọa độ (y_1, y_2) phụ thuộc vào các tọa độ (x_1, x_2, x_3) như hình 3. Theo hình vẽ xem xét quan hệ giữa x_1, x_3 chúng ta có

$$\frac{-y_1}{f} = \frac{x_1}{x_3} \leftrightarrow y_1 = -f \frac{x_1}{x_3} \quad (1)$$

Tương tự xem xét quan hệ x_1, x_2 có

$$\frac{-y_2}{f} = \frac{x_2}{x_3} \leftrightarrow y_2 = -f \frac{x_2}{x_3} \quad (2)$$

Trong thực tế các ảnh của camera được đảo lại để người sử dụng thuận tiện hơn và dấu trừ trong các công thức (1) và (2) trở thành dương. Chúng ta có thể viết tổng quát thành

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \frac{f}{x_3} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Như vậy muốn tìm khoảng cách từ camera đến vật thực trên ảnh có thể dùng công thức (3) khi đó biết f và các kích thước thực x_1 hoặc x_2 của ảnh. Tuy nhiên khi sử dụng camera trên xe tự động (hình 7) thì còn cần phải có các phép biến đổi hệ tọa độ nữa.

Các công việc cần thực hiện khi sử dụng xử lý ảnh trong dự án xe tự động xếp dỡ giá đỡ

* *Xác định mặt trước của pallet:* Biến đổi Hough (Hough Transformation - HT) được phát minh 1962 bởi P.V.C.Hough, đã đóng một vai trò quan trọng trong xử lý ảnh bằng máy tính. Về nguyên tắc nó có thể tìm một hình dáng bất kỳ trong ảnh, nếu như đã cho thông số diễn tả của hình dạng cần tìm. Dạng đơn giản nhất là tìm đường thẳng. Kết hợp các đặc điểm đối xứng ở mặt trước của pallet và sử dụng biến đổi Hough là phương pháp mà các dự án nghiên cứu về pallet trước đây và hiện nay thường sử dụng; tuy nhiên giá thành tính toán tương đối lớn.

* *Định hướng:* Xác định góc lệch giữa càng xe (fork) với giá đỡ (pallet) như trong hình 7. Từ ảnh của giá đỡ theo tọa độ hai chiều có thể tính ra góc lệch trên ảnh. Sau đó biến đổi các hệ tọa độ. Xác định được góc lệch xe với giá đỡ. Thông số này được dùng để điều chỉnh xe tiếp cận giá đỡ. Một phương pháp gần đây được giới thiệu [12] là sử dụng phương pháp chiếu sau (back-projection) để định hướng xe và giá đỡ. Việc tính toán ra hướng lệch thường phải qua nhiều bước tính toán, biến đổi hệ tọa độ phức tạp.

* *Xác định vị trí của giá đỡ:* Sử dụng các công thức cơ bản (3) để tìm ra khoảng cách thực giữa camera và giá đỡ; kết hợp với các phép biến đổi hệ tọa độ tìm ra khoảng cách giữa xe-giá đỡ hoặc càng xe-giá đỡ.

2. SỬ DỤNG CAMERA CNN NHẬN DẠNG PALLET

A. Mạng nơron tế bào CNN

CNN (Cellular Neural Network) [1, 8, 16] là một mảng các bộ xử lý song song có kích thước mảng về mặt lý thuyết là không giới hạn, xử lý đồng thời các tín hiệu đầu vào của mỗi bộ xử lý bằng một lệnh duy nhất với thời gian thực hiện chỉ vài phần triệu giây (vài micro giây). Lệnh của CNN là bộ tham số A, B, z ; còn được gọi là bộ mẫu (template). Trong đó A, B là các ma trận trọng số liên kết giữa bộ xử lý (tế bào-cell) trung tâm và các bộ xử lý láng giềng với nó, z là một dòng ngưỡng. Với các tác vụ xử lý thông thường A và B là các ma trận 3×3 . Các hệ số của A, B và giá trị z là các số thực hoặc thậm chí là số phức [15,

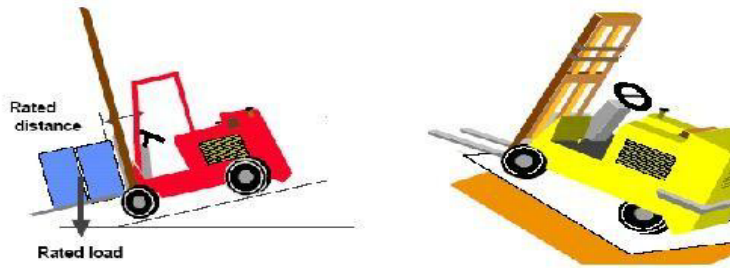
17]. CNN có thể là loại một lớp đơn hoặc là CNN nhiều lớp. Chiều của mỗi lớp có thể là 1D, 2D hoặc 3D. Người ta có thể sử dụng một mô hình CNN với một bộ mẫu hoặc phối hợp nhiều bộ mẫu liên tiếp để có được kết quả xử lý theo yêu cầu. Các bộ mẫu thực hiện các tác vụ cơ bản được đưa vào thư viện mẫu [14]; thư viện này hiện đã có khoảng 160 bộ mẫu cơ bản. Các bộ mẫu này hiện nay vẫn được các nhà nghiên cứu tiếp tục tìm ra và bổ sung vào thư viện. Các mô hình CNN trước đây phổ biến được thực hiện trên phần cứng CMOS, còn ngày nay có thể thực hiện trên FPGA với giá thành ngày càng rẻ.

B. Camera CNN Bi-I và Eye-RIS

Bi-I (được giới thiệu 2003) và Eye-RIS (được giới thiệu 2008) là các thiết bị tổ hợp gồm các mảng sensor CCD ghép trực tiếp vào đầu vào của mảng CNN. Trong các thiết bị này [14] ngoài các mảng CNN xử lý song song còn có các bộ DSP. Điều này giúp cho việc thu và xử lý tín hiệu trên các thiết bị này thuận tiện, mềm dẻo hơn do có thể xây dựng các thuật toán lai phối hợp xử lý song song và nối tiếp và vẫn đạt được hiệu quả tốc độ xử lý thời gian thực. Eye-RIS có cấu tạo tương tự Bi-I là một máy tính vạn năng tương tự logic CNN UM kết hợp camera với mảng 25.384 bộ xử lý onchip có thể xử lý ảnh nhị phân, ảnh mức xám và ảnh màu với kích thước (3.5×4.5×8.0 cm), trọng lượng (118g), công suất tiêu thụ cực nhỏ (2.7W)! có thể nói đây là một con mắt công nghiệp có thể ứng dụng cho nhiều nhiệm vụ xử lý ảnh thời gian thực.

C. Phân tích tổng thể

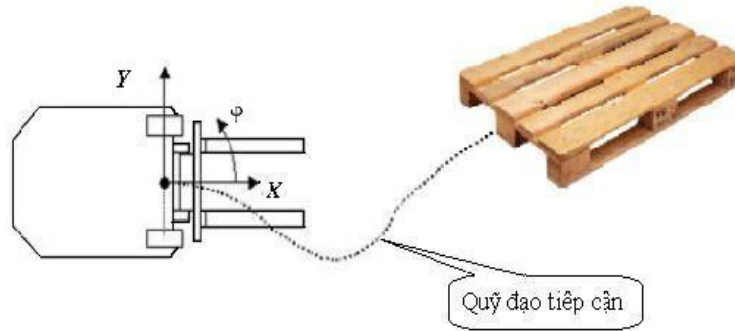
Một chiếc xe bốc hàng để bốc xếp các hàng hóa thông dụng thường có các kích thước nhất định để ổn định về cơ học. Nó có trọng tâm không thay đổi nhiều khi có hàng cũng như khi không có hàng. Các kích thước của xe là: chiều dài×chiều rộng×chiều cao - $L_{xe} \times W_{xe} \times H_{xe}$



Hình 4. Các xe bốc hàng có các kích thước đảm bảo ổn định khi bốc hàng

Ta thấy rằng việc điều chỉnh forklift tiếp cận được các giá để hàng (hình 5) chỉ còn tác dụng ở ngoài khoảng cách $k \times L_{xe}$ (L_{xe} là chiều dài xe, k là một số thực lớn hơn 1). Nếu xe tự động vượt quá khoảng cách này thì không thể điều chỉnh kịp nữa. Nếu đang ở gần pallet quá nó phải lùi lại mới tiếp cận được. Điều này dẫn đến khi xử lý ảnh để nhận dạng các pallet này thì sự cung cấp các thông tin 3D phải từ ngoài khoảng cách tối thiểu đó; nếu không phải lùi xe lại.

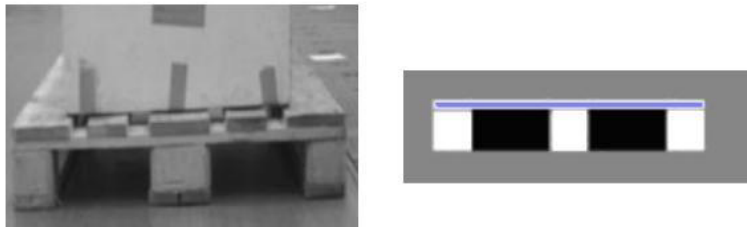
Các hệ tọa độ (hình 7): XYZcamera là hệ tọa độ camera. XYZfork là hệ tọa độ của càng xe móc vào giá đỡ. XYZbody hệ tọa độ của thân xe. XYZworld hệ tọa độ không gian chung. Giả sử giá đỡ hàng nằm trên mặt đất. Do trục Y của XYZfork và XYZbody song song nên góc φ để điều chỉnh xe và càng là như nhau. Các trục của camera pentil XYZcamera có thể thay đổi so với các trục XYZ tương ứng của 3 hệ tọa độ kia.



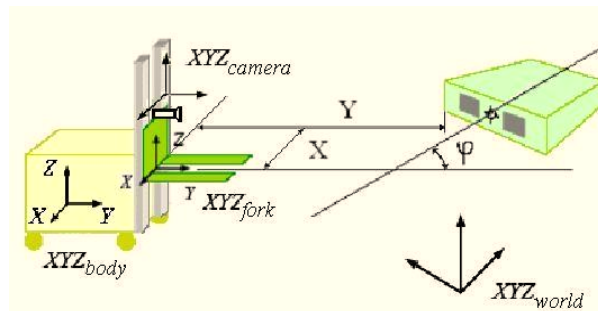
Hình 5. Quỹ đạo xe tự động tiếp cận pallet

- Các thông số dùng để điều chỉnh xe tự động trong quá trình tiếp cận giá đỡ hàng là
- + Vị trí của xe tự động đến giá đỡ hàng (X và Y của forklift).
 - + Góc lệch giữa hướng chuyển động hiện thời của xe và trục của giá đỡ hàng φ .

Ta cũng cần xác định đầu là mặt trước của giá đỡ hàng nữa để đưa được xe tự động tiếp cận đúng hướng của nó mà không húc vào sườn của giá đỡ. Các giá đỡ hàng phải tìm là có hàng (hoặc không có hàng) ở trên nó; nhưng chủ yếu là trường hợp có hàng. Khi xử lý bằng máy tính PC người ta thường sử dụng biến đổi Hough cho nhiệm vụ này và việc tính toán rất phức tạp. Kết hợp một số biện pháp hỗ trợ trên mặt trước của pallet (sơn trắng hoặc dán tấm phản quang) và sử dụng các camera CNN UM kiểu Bi-I hoặc Eye-RIS thì công việc sẽ trở nên đơn giản hơn rất nhiều.



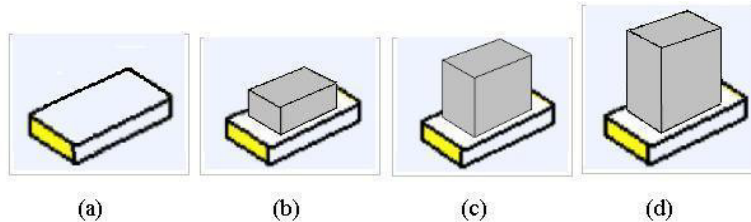
Hình 6. Bề mặt trước của pallet có hình dạng đối xứng



Hình 7. Các hệ tọa độ và ba thông số cần thiết xác định vị trí giữa xe tự động và pallet

Trong thực tế, mặt sàn của nhà kho hoặc cảng thường có màu sẫm (xám hoặc nâu), các pallet thường không sơn phủ và qua sử dụng có màu xám dễ lẫn với màu sàn. Chúng ta

thấy rằng một pallet sơn màu trắng trên nền sàn xám thì dễ được nhận ra bằng xử lý ảnh. Tuy nhiên chúng ta chỉ cần sơn trắng (hoặc dán tấm phản quang) 3 tấm đỡ của các mặt trước, mặt sau và sơn trắng 2 bên sườn của pallet để nhận ra các hình 10a, 10c dễ dàng hơn. Giải pháp này hoàn toàn thực tế do diện tích sơn như vậy sẽ không làm tăng thêm nhiều giá thành chế tạo pallet.



Hình 8. Một pallet mang hàng

Khi pallet không mang hàng nó có hình dạng như 8a. Nó tương quan với hình 10d. Trong trường hợp khối hàng thấp như 8b thì cũng gần giống với khi không mang hàng. Với các trường hợp này ta dễ dàng tìm ra hướng (Orientation). Tuy nhiên trong thực tế đa số các trường hợp sẽ có hình như 8c hoặc 8d; tức là ảnh mà camera thu được không phản ánh đúng hướng của nó nữa. Loại trừ trường hợp góc $\varphi = 0$ thì chiều cao của khối hàng không ảnh hưởng vì ảnh của nó trùng vào ảnh của giá đỡ (10b). Để thu được các hình 10a, 10c từ các ảnh thu được chúng ta cần xác định đâu là mặt trước (sau) của pallet. Đặc trưng của mặt trước là tính đối xứng của nó (tất nhiên ảnh của nó thu được cũng đối xứng) như hình 6b. Như đã nói ở trên nếu chúng ta sử dụng các tấm phản chiếu hoặc sơn trắng 3 tấm đỡ bề mặt trước của pallet thì trước hết nhận ra 3 miền ảnh này sau đó có thể áp dụng tìm hướng bằng hàm CNN. Với biện pháp này khi chiều cao khối hàng trên giá đỡ lớn (8c hoặc 8d) vẫn có thể tách ra mặt trước và mặt sườn của giá đỡ (như 10a khi xe tiếp cận giá đỡ từ phía phải - hoặc 10c nếu tiếp cận từ phía trái).

Trong các nghiên cứu bước đầu này chúng tôi thực hiện giới hạn công việc tìm ra một giá đỡ hàng trong môi trường chưa có lẫn các đồ vật hoặc các pallet khác, tiếp cận chính xác để móc càng của xe vào mặt trước của nó.

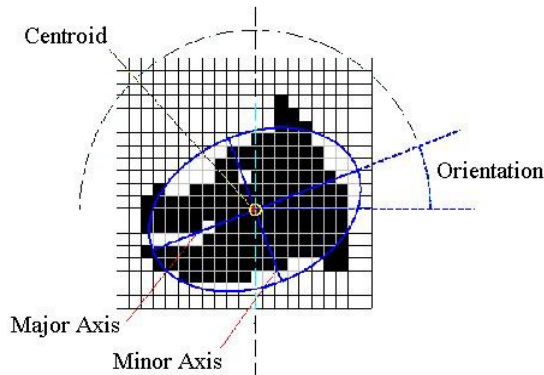
D. Xác định hướng và vị trí của giá đỡ hàng trên CNN UM

Nhận xét

Camera (pan-til) được gắn trên xe tự động thu ảnh như hình 7. Với một ống kính xác định, độ phân giải của ảnh xác định thì độ lớn của đối tượng (giá đỡ) trong ảnh (tính bằng số pixel) phụ thuộc vị trí tương đối forklift và pallet: Khi khoảng cách còn xa thì ảnh của giá đỡ bé, xe tự động mang camera đến gần thì ảnh của giá đỡ lớn. Do hình dạng của pallet là hình chữ nhật nên khi thu ảnh từ camera trên xe tự động đặt ở một độ cao so với sàn nhà kho thì mặt trước (sau) và sườn của giá đỡ sẽ có hình dáng như ở hình 10 a,b,c. Từ đây sẽ dễ dàng tìm ta đâu là mặt trước (hoặc sau) của pallet mà không phải là sườn của nó. Tại một thời điểm tức thời dù ảnh của đối tượng nhỏ hay to (xa hay gần) thì hướng của nó so với xe tự động có gắn camera (tức là giá trị góc φ) vẫn không thay đổi. Thông số này là Orientation (hình 9) được xác định rất nhanh dùng CNN.

Nếu ta có một tập các bảng LUT chứa các con số thống kê mô tả quan hệ **khoảng cách** = **f(Orientation, số pixel)** thì sau khi matching thông số Orientation xong rồi bằng cách

tra bảng chúng ta sẽ tìm ra ngay khoảng cách (hoặc X, Y). Tuy nhiên bước này không chính xác (tính thô); nhưng các kết quả có được một cách nhanh chóng này được sử dụng trong bước 4 (thuật toán hình 14) sẽ làm giảm tổng thời gian tính toán. Khi xe tự động di chuyển so với đối tượng (giá đỡ) để tiếp cận dần vào mặt trước thông số Orientation tất nhiên cũng thay đổi. So sánh diện tích đối tượng thu được với bảng LUT để suy ra khoảng cách từ xe đến pallet. Ở các khoảng cách xa và góc tiếp cận không chính giữa thì sai số sẽ lớn. Tuy nhiên thuật toán thực hiện phương pháp của chúng tôi nhằm mục đích trước hết điều chỉnh xe di chuyển tiếp cận chính giữa mặt trước (sau) của pallet (bước kiểm tra 8 của thuật toán) nên điều này sẽ không bị ảnh hưởng nhiều trong toàn bộ quá trình xe tiếp cận pallet.

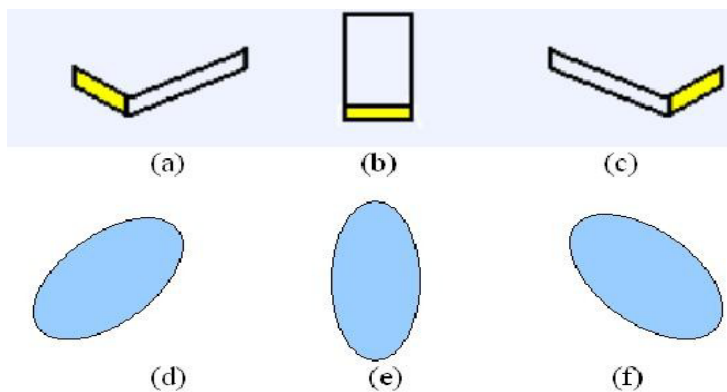


Hình 9. Trục elip ảo của đối tượng ảnh kích thước 20×20

E. Thuật toán xác định vị trí và hướng của giá đỡ hàng

* *Xác định hướng của forklift với pallet*

Nhờ thông số Orientation chương trình của chúng ta sẽ suy ra góc tiếp cận của forklift với pallet.



Hình 10. Các khả năng vị trí của giá đỡ so với xe tự động (lệch trái so với xe, đối diện với xe, lệch phải so với xe).

Ở các vị trí khác nhau hình ảnh của đối tượng cần nhận dạng mặc dù có kích thước, hình dáng khác nhau nhưng thông số Orientation không bị thay đổi chỉ phụ thuộc trực tiếp vào ảnh.

* *Xác định khoảng cách từ forklift đến pallet*

Khi auto-forklift di chuyển đến gần pallet hướng các ảnh trong hình 10 cũng thay đổi. Bằng cách tra các bảng lập sẵn quan hệ **khoảng cách = f(Orientation, số pixel)** chúng ta sẽ suy ra được khoảng cách thực.

* *Xác định chiều cao từ sàn đến các lỗ của pallet*

Giả định pallet đặt trên sàn nên khoảng cách này luôn bằng hằng số xác định trước.

Thuật toán thực hiện phương pháp xác định hướng và vị trí giá đỡ hàng với xe tự động dựa trên ý tưởng tính toán thô bằng tra bảng để nhanh chóng tiếp cận xe đúng hướng với giá đỡ sau đó giữ vững hướng và tiếp cận dần đến giá đỡ. Khi còn một khoảng cách nhất định sẽ tính toán lại chính xác.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad z = \boxed{0}$$

Hình 11. Mẫu SMKILLER

$$A = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0.5 & 2 & 0.5 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad z = \boxed{3.25}$$

Hình 12. Mẫu HOLLOW

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad z = \boxed{4.5}$$

Hình 13. Mẫu PATCHMAK

Giải thích các bước thuật toán (Hình 14):

Bước 1. Thu ảnh (loại nhiễu, xoá đối tượng nhỏ) sử dụng mẫu SMKILLER (hình 11). *Bước*

2. Từ ảnh pallet mang hàng tách lấy các phần ảnh mặt trước và sườn của pallet như hình 10a,b,c. Sau đó chuyển thành các đối tượng đặc (như hình 10,e,f). Sử dụng mẫu HOLLOW (hình 12) hoặc PATCHMAK (hình 13).

Bước 3. Tính Orientation, xem xe tiếp cận pallet từ phía nào (từ phía trái hay phía phải).

Bước 4. Tra bảng LUT để suy ra X, Y. Bước này tính sơ bộ khoảng cách để biết xe có phải lùi lại không hay tiếp cận luôn theo quỹ đạo như hình 5.

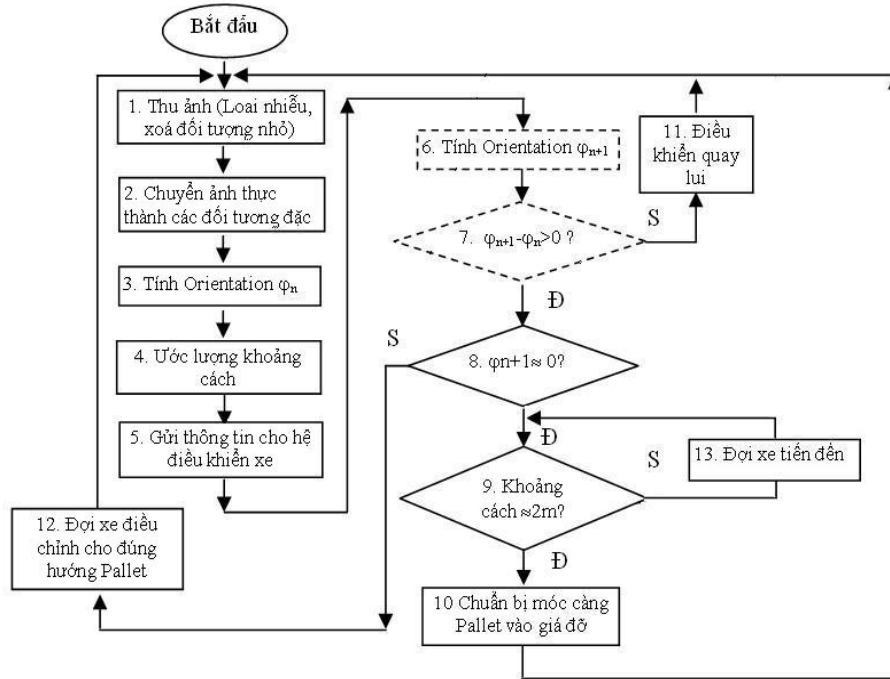
Bước 5. Gửi các thông tin φ , X, Y đến hệ điều khiển di chuyển xe.

Bước 6. Tính góc lệch sau khi đã điều chỉnh hướng.

Bước 7. Nếu thấy góc lệch không giảm đi thì có nghĩa là tính sai (hoặc điều khiển sai). Sẽ lùi lại để tính lại (bước 11).

Bước 8. Kiểm tra xem đã đúng hướng chính diện chưa?

Bước 9. Trước khi cách giá đỡ 2 m bắt đầu tính chính xác theo công thức (3) và các công thức chuyển hệ toạ độ xem đến khoảng cách có thể móc càn xe vào pallet chưa?



Hình 14. Thuật toán xác định hướng và vị trí giá đỡ hàng với xe tự động

Nhận xét

Bước 6 (thực hiện như bước 3) và bước 7 (đường đứt nét) khi thực hiện trên máy tính tuần tự rất phức tạp và độ chính xác không cao; nhưng khi chúng ta sử dụng hệ CNN UM thì việc xác định thông số Orientation rất chính xác và đơn giản. Do vậy trong thuật toán chúng ta có thể bỏ qua không sử dụng hai bước 6 và 7.

3. THỰC NGHIỆM

Thực nghiệm nhận ra độ lệch của pallet (góc φ) thực hiện với một mô hình pallet châu Âu thu nhỏ có kích thước theo tỷ lệ 1:2 (pallet thực có kích thước 1200×800×144, pallet mô hình có kích thước 600×400×72). Camera Bi-I đứng yên và mô hình pallet đứng yên. Khoảng cách giữa camera và mô hình lớn nhất 2 m. Camera đặt ở độ cao cố định 0,5 m (do mô hình thu nhỏ). Điều kiện đủ ánh sáng. Tốc độ bắt ảnh 1000fps. Ống kính camera Bi-i V2 loại 1:1.4 50 mm và 1:1.4 25 mm. Thuật toán được mã hoá trên PC bằng Code Composer 3.1 của hãng Texas Instrument.

Chú ý: Số liệu ở các bảng 1 và 2 ở khoảng cách 2 m là số liệu thử nghiệm để kiểm tra khả năng phân biệt khoảng cách và số pixel; không liên quan gì đến bước 9 trong thuật toán.

Kết quả:

* Nhận dạng góc lệch φ với độ chính xác cao (sai lệch giữa góc lệch thực và chương trình nhỏ hơn 2°). Kết quả ổn định.

* Xác định vị trí giữa camera và mô hình pallet: Sai số 3 cm ở các hướng sườn và chính diện. Kết quả ổn định.

Bảng 1. Quan hệ giữa số pixel, diện tích đối tượng và khoảng cách với ống kính 1:1.4 50mm

TT	Số pixel (X)	φ	Diện tích ảnh đối tượng	Khoảng cách m
1.	70	0°	2380	2.00
2.	70	0°	2808	1.80
3.	70	0°	3307	1.60
4.	70	0°	4110	1.40
5.	70	0°	5055	1.20
6.	70	0°	6824	1.00
7.	70	45°	2360	2.00
8.	70	45°	2832	1.80
9.	70	45°	3398	1.60
10.	70	45°	4011	1.40
11.	70	45°	5213	1.20
12.	70	45°	6818	1.00
13.

Bảng 2. Quan hệ giữa số pixel, diện tích đối tượng và khoảng cách với ống kính 1:1.4 25mm.

TT	Số pixel (X)	φ	Diện tích ảnh đối tượng	Khoảng cách m
1.	38	0°	684	2.00
2.	38	0°	760	1.80
3.	38	0°	882	1.60
4.	38	0°	1012	1.40
5.	38	0°	1300	1.20
6.	38	0°	1624	1.00
7.	38	45°	660	2.00
8.	38	45°	726	1.80
9.	38	45°	835	1.60
10.	38	45°	960	1.40
11.	38	45°	1209	1.20
12.	38	45°	1524	1.00
13.

Nhận xét

Để thực hiện được phương pháp cần có sẵn các bảng số liệu như các Bảng 1,2, có thể hạn chế số lượng bảng lưu trữ bằng cách chỉ lưu trữ các vị trí đặc biệt: Thực chất góc φ chỉ gồm trong khoảng từ 0° đến 90° (các vị trí lớn hơn 90° , nhỏ hơn 0° ...) chỉ là cộng thêm 1 số hằng số. Từ nhận xét này chúng ta sẽ chỉ lưu trữ các dữ liệu tương ứng với các góc cách nhau 10° một. Điều này cũng là thích hợp vì việc tra bảng chỉ là ước lượng và tính toán thô. Khi đến khoảng cách gần giá đỡ vẫn cần tính toán chính xác theo các công thức toán học.

4. KẾT LUẬN

Việc nhận dạng, xác định vị trí của một xe tự động với một đối tượng mà nó cần tiếp cận có nhiều phương pháp. Trong bài viết này chúng tôi đã sử dụng một phương pháp dựa

trên các tính toán song song của mảng CNN. Phương pháp này cho phép tăng thêm tốc độ và độ chính xác tiếp cận của xe tự động và đối tượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Leon O. Chua and L. Yang, Cellular neural networks: Theory, *IEEE Trans. Circuits Syst.* **35** (10) (1988) 1257-1272.
- [2] Nygrds, “J. On Robot Feedback from Range Sensors, Reliable Control by Active Reduction of Uncertainty and Ambiguities, Dissertation Robotics/Autonomous Mechanical Systems”, Department of Mechanical Engineering, Linkping University, 1998.
- [3] Nilsson, B., “On Robot Control using Range Sensors with Special Reference to Active Uncertainty Reduction, Dissertation, Robotics/Autonomous Mechanical Systems”, Department of Mechanical Engineering, Linkping University, 1997.
- [4] Jacob Roll, “A System for Visual-Based Automated Storage Robots”, Master’s Thesis, 3-1999.
- [5] D. Khadraoui, G. Motyl, P. Martinet, J. Gallice, F. Chaumette, Visual servoing in robotics scheme using a camera/laser-stripe sensor, *IEEE Transactions on Robotics and Automation* **12** (5) (Oct. 1996) 743–50.
- [6] P. I. Corke, M. C. Good, Controller design for high-performance visual servoing, *IEEE Transactions on Robotics and Automation* **12** (5) (Oct. 1996) 671–683.
- [7] Leon O. Chua and Tamas Roska, *Cellular Neural Network and visual Computing Foundations and Applications*, Cambridge University Press., 2003.
- [8] Richard Hartley and Andrew Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, Cambridge, 2003.
- [9] Giovanni Garibotto, Stefan Masciangelo, Marco Ilic, Paolo Bassino, ROBOLIFT: a Vision Guided Autonomous Fork-Lift for Pallet Handling, *IEEE*, (1996) 656–663.
- [10] Michael Seelinger, John-David Yoder, Automatic Pallet Engagment by a Vision Guided Forklift, *Internatinal Conference on Robotics and Automation*, Baccelona, Spain, April 2005 (4068–4073).
- [11] Sungmin Byun and Minhwan Kim, Real-Time Positioning and Orienting of Pallets Based on Monocular Vision, *2008 20th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, *IEEE*, 2008 (505–508).
- [12] Daniel Lecking, Oliver Wulf, Bernardo Wagner, Variable Pallet Pick-Up for Automatic Guided Vehicles in Industrial Environments, *IEEE*, 2006 (1169–1174).
- [13] AnaLogic Computers Ltd., *Bi-i Programming Guide*, H-1111, Budapest Hungary, 2004.
- [14] Pham Duc Long, Pham Thuong Cat, Image Ramp Edge Enhancing and Denoising by Complex Nonlinear Diffusion Using Cellular Neural Network, *Proceeding of ASCC2009 Hong Kong*, *IEEE*, Hong Kong, 2009 (1509–1514).
- [15] Phạm Đức Long, Phạm Thượng Cát, Công nghệ mạng nơron tế bào CNN và ứng dụng, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **22** (1) (2006) 37–44.
- [16] Phạm Đức Long, Phạm Thượng Cát, Cấp Thanh Tùng, Xây dựng mô hình mạng nơron tế bào CNN giải phương trình khuếch tán phức tuyến tính ứng dụng trong xử lý ảnh, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Đại học Thái Nguyên, (49) (2009) 51–56.

Nhận bài ngày 25 - 10 - 2010