

Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ thống quang học trong hệ thống kiểm tra chất lượng trên dây chuyền sản xuất sản phẩm y tế ứng dụng thị giác máy tính

Đậu Sỹ Hiếu*, Đoàn Quang Mỹ Hân, Tạ Chiu Hỷ, Lê Nguyễn An Khang, Khẩu Nguyễn Thành Đạt

Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh, 268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 2/12/2021; ngày chuyển phản biện 6/12/2021; ngày nhận phản biện 20/12/2021; ngày chấp nhận đăng 27/12/2021

Tóm tắt:

Thị giác máy tính là một trong các công nghệ mang tới giải pháp kiểm soát chất lượng một cách tự động với tốc độ và độ chính xác cao. Việc ứng dụng thị giác máy tính chỉ có thể đạt được hiệu quả cao với một hệ thống quang học được thiết kế tối ưu, nhằm cung cấp cho hệ thống thị giác máy tính ảnh đầu vào đã được tối ưu hóa dữ liệu bằng cách hiển thị rõ ràng trên ảnh các lỗi hoặc sai sót trên sản phẩm. Với mục đích phân tích tầm quan trọng của ảnh đầu vào có chất lượng cao, bài báo cung cấp các giải pháp quang học cho bài toán kiểm lỗi bằng thị giác máy tính trên dây chuyền đóng gói lọ vắc-xin và dao mổ dùng một lần. Đồng thời, bài báo cũng đưa ra các đánh giá về tầm quan trọng của việc sử dụng hệ thống quang học được thiết kế tối ưu riêng cho hệ thống kiểm tra sản phẩm trên dây chuyền.

Từ khóa: kiểm định, lọ chứa vắc-xin, máy học, quang học, thị giác máy tính.

Chỉ số phân loại: 2.6

1. Đặt vấn đề

Đối với các dây chuyền sản xuất, mục tiêu hàng đầu là tìm ra giải pháp tối ưu cho bài toán sản lượng - chất lượng nhằm đáp ứng yêu cầu của thị trường. Trong khâu kiểm tra chất lượng sản phẩm, việc sử dụng nhân lực thủ công có nhược điểm về tính chủ quan cao, giới hạn thời gian, số lượng trong một lần kiểm tra và khó có thể thực hiện trên toàn bộ dây chuyền đang được sản xuất. Đồng thời, việc sử dụng nhân lực trực tiếp cũng dẫn tới gia tăng chi phí.

Sự phát triển của phần cứng và độ linh hoạt của công nghệ thị giác máy tính với độ chính xác cao ngày càng thể hiện tính hiệu quả về kinh tế, độ ổn định cho nhiều ngành sản xuất. Thị giác máy tính trong nhiều dây chuyền sản xuất đã thể hiện sự vượt trội của mình về độ chính xác và tính ổn định của kết quả so với nhân công. Tuy nhiên, để đạt được độ chính xác và độ ổn định cao, việc thiết kế các hệ thống thị giác máy tính cho dây chuyền phải được tối ưu ngay từ các bước đầu tiên, chính là bước thu nhận ảnh [1]. Một vài nghiên cứu trong những năm gần đây đã chỉ rõ tính hiệu quả của việc ứng dụng các kỹ thuật quang học trong sản xuất dây chuyền hoặc các sản phẩm từ các vật liệu khác nhau, một trong những vật liệu có tính thách thức nhất là vật liệu trong suốt như nhựa trong hoặc thủy tinh [2, 3].

Ảnh đầu vào cần phải được thu nhận từ một hệ thống quang học được thiết kế riêng nhằm làm nổi bật các đặc

trưng của lỗi cần kiểm tra. Tùy thuộc vào mục đích, đặc điểm riêng của vật cần kiểm tra (hình dạng, vật liệu, kích thước) mà hệ thống chiếu sáng, loại camera, ống kính và chế độ thu nhận hình ảnh sẽ được thiết kế và chọn lựa một cách tối ưu. Điều này sẽ giúp các bước xây dựng phần mềm kiểm lỗi đạt được tốc độ và độ chính xác đáp ứng yêu cầu thị trường. Để chọn nguồn sáng cho phù hợp, cần xác định được những lỗi có thể xảy ra trong quá trình sản xuất, sau đó dựa vào hình dáng, vật liệu của sản phẩm để áp dụng nguồn sáng, phương thức chiếu sáng phù hợp. Trong nghiên cứu này, đối tượng được sử dụng gồm các sản phẩm phụ trợ trong y tế là lọ vắc-xin thủy tinh. Bối cảnh vắc-xin có thân cấu tạo bằng thủy tinh bên trong chứa chất lỏng trong suốt, do đó độ ảnh hưởng từ ánh sáng bên ngoài cũng là một vấn đề đáng được quan tâm. Đồng thời, đối với lọ vắc-xin, việc kiểm tra chất lượng nhãn dán trên thân lọ (bề mặt cong) với thông tin sản phẩm và mã vạch cũng là một yêu cầu quan trọng trong sản xuất.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng lọ thủy tinh nắp cao su 12 ml thông dụng có trên thị trường để làm đối tượng khảo sát. Đối tượng sẽ được khảo sát các đặc trưng vật lý, trích xuất các thông tin về chất lượng hoàn thiện trong việc đóng chai và lưu trữ sản phẩm bao gồm: kiểu dáng, kích thước mẫu,

*Tác giả liên hệ: Email: dausyhiu@hcm.ut.edu.vn

Studying the effect of optical system in quality control system of the medical instruments production applying computer vision

Sy Hieu Dau*, Quang My Han Doan, Chiu Hy Ta, Nguyen An Khang Le, Nguyen Thanh Dat Khau

*Ho Chi Minh city University of Technology,
268 Ly Thuong Kiet, Ward 14, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Received 2 December 2021; revised 20 December 2021; accepted 27 December 2021

Abstract:

Computer vision is a solution to increase speed and accuracy in defect detection. The application of computer vision can only be highly effective with an optimally designed optical system that provides the computer vision system with data-optimised input images by displaying clearly on the photo the fault or defect on the product. To analysing the importance of high-quality input images, this paper provides optical solutions to the problem of computer vision error checking on the vaccine vial packaging line and single-use scalpel. At the same time, the authors will evaluate the critical needs of using a customised optical system for quality inspection on an assembly line.

Keywords: computer vision, inspection, machine learning, optics, vaccine vial.

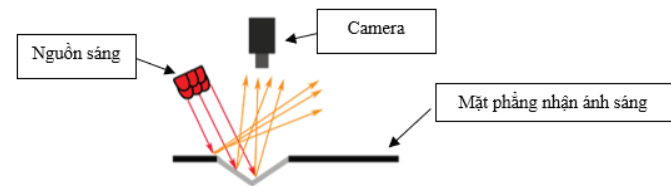
Classification number: 2.6

dung tích chất trong lọ mẫu, độ toàn vẹn của mẫu, đóng nắp kín. Ngoài ra, các thông tin của nhãn chai bao gồm: hình dạng, kích thước, vị trí nhãn, độ toàn vẹn của nhãn, thông tin chi tiết trên nhãn, chất lượng mực in, màu sắc quy định cũng được tăng cường.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

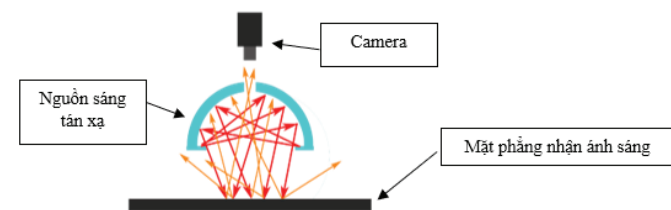
Chiếu sáng trường tối: là phương pháp ứng dụng hiệu ứng tán xạ ánh sáng nhằm làm nổi bật những kết cấu bất thường trên một bề mặt đồng nhất. Nguồn sáng được bố trí sao cho chỉ có những tia tán xạ từ những điểm bất thường mới có thể lọt vào ống kính. Hình ảnh nhận được của kỹ thuật trường tối sẽ là một vùng sáng của chi tiết bất thường trên nền tối là mặt phẳng. Kỹ thuật này rất thích hợp để làm rõ các lỗi có kích thước nhỏ hoặc độ sâu không quá lớn so với bề mặt. Để hiệu quả, hướng chiếu của ánh sáng nguồn sẽ tạo một góc thấp so với bề mặt và nằm ngoài khu vực góc phản xạ bề mặt tới camera (hình 1). Bước sóng được sử

dụng cũng cần được chọn lựa dựa vào kích thước và vật liệu của khu vực lỗi cần làm nổi bật.



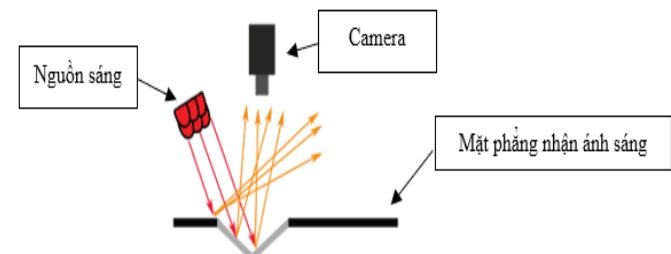
Hình 1. Phương pháp chiếu sáng trường tối.

Chiếu sáng tán xạ đều: nguyên lý của kỹ thuật tán xạ đều là thay vì sử dụng nguồn sáng chiếu trực tiếp lên vật, ta sử dụng nguồn ánh sáng tán xạ đều từ một bề mặt nhám. Ánh sáng từ bề mặt tán xạ đến bề mặt cần chiếu sáng theo nhiều hướng với cường độ sáng gần như nhau (hình 2). Kỹ thuật này nhằm tránh sự phản xạ mạnh tại một góc bề mặt nếu vật cần kiểm tra có bề mặt phản xạ mạnh hoặc hình dạng không bằng phẳng (bề mặt kim loại, bề mặt bao bì bằng nhôm...). Hình ảnh thu được từ phương pháp chiếu sáng này có trường sáng đều, bất kể bề mặt cần chiếu sáng có thể lỗi lõm hay làm từ vật liệu phản xạ mạnh. Tuy nhiên, bề mặt tán xạ cần được thiết kế phù hợp với mỗi sản phẩm để đạt được kết quả tối ưu.



Hình 2. Phương pháp chiếu sáng tán xạ đều.

Chiếu sáng từ phía sau: chỉ dùng cho các đối tượng được làm từ vật liệu cho ánh sáng truyền qua hoặc có cấu tạo cạnh là đối tượng cần kiểm tra. Nguồn sáng được đặt phía sau vật so với camera (hình 3). Phương pháp này cho ra hình ảnh có độ tương phản cao, hình ảnh biên của vật trên được phân định rõ ràng, phù hợp để đo đặc kích thước và kiểm tra tổng quan hình dạng vật [3].



Hình 3. Phương pháp chiếu sáng từ phía sau.

2.3. Thiết bị nghiên cứu

Camera và lens: thiết bị thu nhận hình ảnh được sử dụng trong bài báo này gồm camera có độ phân giải 5 M (2448x2048 pixels, độ sâu ảnh là 8 bit) và lens. Kích thước vật lý của pixel là 3,45x3,45 μm được sử dụng xuyên suốt bài báo này. Chế độ thu nhận hình ảnh mono được sử dụng ở hệ thống quang học này vì khả năng giảm thiểu hiệu ứng sai sắc đến mức tối thiểu, ngoài ra, dữ liệu thu được sẽ giảm nhiều do chỉ cần ghi nhớ và xử lý giá trị hình ảnh ở mức Grayscale hoặc Binary. Hệ giá trị trên hình ảnh chỉ gồm đen cho đến trắng và các giá trị xám ở giữa (đối với ảnh Grayscale), tức là chỉ lưu trữ giá trị cường độ sáng trên từng điểm ảnh. Từ đó, tối ưu hóa dữ liệu so với hình ảnh màu có nhiều thông số, ví dụ như hệ RGB (Red, Green, Blue) [4].

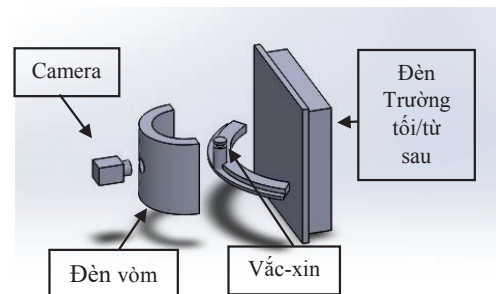
Hệ chiếu sáng: bao gồm nhiều đèn ứng dụng các kỹ thuật nêu trên, mỗi đèn là tập hợp của nhiều LED (Led luxeon có công suất tối đa là 1 W) được điều khiển bằng chế độ xung với độ rộng từ vài chục đến vài trăm micro giây mỗi khi hoạt động, cường độ dòng điện hoạt động của mỗi đèn nằm trong khoảng 300-350 mA.

Bộ điều khiển LED: một số nghiên cứu gần đây về hệ chiếu sáng trong thị giác máy tính đã nhận ra ưu điểm của việc kích hoạt LEDs theo từng xung điện một thay vì mở LEDs liên tục [5]. Để hoạt động được dưới dạng xung, nhóm tác giả sử dụng bộ điều khiển LED với cơ chế phát dòng điện ổn định qua LED. Bằng cách này, có thể thay đổi được độ rộng xung nhằm đảm bảo cường độ sáng đồng đều mỗi lần chụp mẫu. Xung phát được đồng bộ với thời gian mở màn trập của camera khi chụp ảnh. Bên cạnh đó, thời gian hoạt động của LEDs được rút lại còn rất ngắn, giảm đến mức tối thiểu nhiệt lượng sinh ra trong quá trình sử dụng và tăng tuổi thọ cho đèn khi sử dụng xung để điều khiển đèn LEDs lên một cách đáng kể.

Đèn vòm: đèn có thiết kế hình trụ rỗng, kích thước 13x11,3 cm, bán kính trong 5 cm. Đèn có hình dáng của đồng dạng hình học với hình dáng của lọ vắc-xin, nhờ vậy ánh sáng chiếu từ đèn phủ đều bề mặt của lọ thủy tinh. Bên trong là các LEDs được chia đều cho 2 bên, đảm bảo trường ánh sáng đến lọ vắc-xin là đều nhau. Mặt trong đèn được phủ một lớp màu đỏ, khi ánh sáng trắng đi từ LEDs đến đèn thì chỉ ánh sáng đỏ được phản xạ, các màu còn lại thì xuyên qua hoặc bị hấp thụ, vì vậy đèn phát ra ánh sáng màu đỏ. Ánh sáng đỏ phát ra từ đèn bị hấp thụ bởi phần màu xanh lá lẫn màu đen trên nhãn và phản xạ bởi phần màu trắng, cho ra độ tương phản tốt nhất trên ảnh. Bên cạnh đó, sự hấp thụ của màu đỏ của nhãn màu xanh lá cũng đóng góp cho việc kiểm tra tính chính xác về màu sắc trên nhãn chai.

Kích thước của đèn được thiết kế dựa theo kích thước trường ảnh của camera, để không phần đèn nào phạm vào trường ảnh thu nhận và vùng kiểm tra (Region of interest - ROI) khi chụp ảnh. Trường ảnh của camera trong bài báo này có kích thước 9x6 cm, khoảng cách từ lỗ camera đến vật là 7,5 cm. Ngoài ra, vị trí của lỗ chụp đảm bảo vật chụp nằm ở trọng tâm ảnh, tránh sự bóp méo ảnh thường xuất hiện ở biên.

Đèn trường tối/từ phía sau: đây là một hệ chiếu sáng gồm 2 đèn được thiết kế nhập vào nhau để kết hợp chụp 2 phương pháp chiếu sáng từ phía sau và chiếu sáng trường tối. Sử dụng chế độ phát xung liên tiếp của bộ điều khiển LED để chuyển đổi giữa 2 chế độ chụp chiếu sáng theo xung được phát ra từ bộ điều khiển, hệ có thể chụp liên tiếp 2 ảnh với 2 chế độ khác nhau trong thời gian chênh lệch ngắn. Khi đó, vị trí vật trong ảnh sẽ gần như nhau, từ đó giảm thiểu sai lệch khi xử lý, nâng cao hiệu quả so sánh kết quả xử lý khi ảnh được chụp tại cùng một vị trí với thời điểm rất gần nhau. Việc kết hợp 2 loại đèn này đồng thời giảm thiểu không gian diện tích của đèn. Hệ đảm bảo cho ra trường sáng như nhau ở mọi điểm trên bề mặt đèn, cả hệ được đặt gần với vật nhất có thể để tận dụng được tối đa hiệu ứng của đèn.



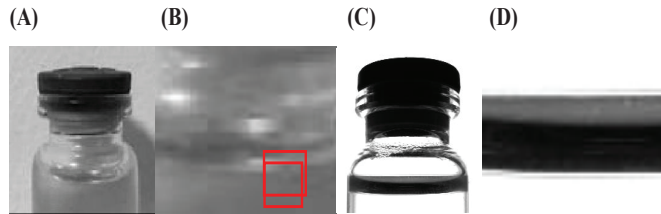
Hình 4. Hệ quang học được tối ưu hoá cho lọ vắc-xin.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Đánh giá hiệu quả của phương pháp chiếu sáng từ phía sau

Kỹ thuật chiếu sáng từ phía sau tạo độ tương phản tốt ở các vùng có khả năng hấp thụ ánh sáng mạnh và ngược lại. Điều này tạo điều kiện phát hiện lỗi ở một số đối tượng có những vùng hấp thụ ánh sáng và những vùng cho ánh sáng truyền qua nằm kế nhau trên vật thể. Trường hợp nhà sản xuất muốn đo lường và kiểm tra sự xuất hiện của mực nước trong lọ vắc-xin, thủy tinh và nước trong lọ đều là vật liệu cho phép ánh sáng xuyên đi qua, tuy nhiên, tại vùng biên của các mặt phẳng như bề mặt nước và vùng biên lọ có đường tiếp tuyến vuông với mặt phẳng đèn chiếu từ phía sau. Các tia sáng đi từ đèn từ phía sau khi đi đến các vùng này bị bề cong khỏi đường đi thông thường và không đến

được camera. Điều này làm tối các vùng biên trên hình ảnh thu nhận được. Nhờ vậy ta có thể nhận diện và phân biệt các vùng ý nghĩa trên hình ảnh thu được nhờ các ảnh biên tối màu này (hình 5).

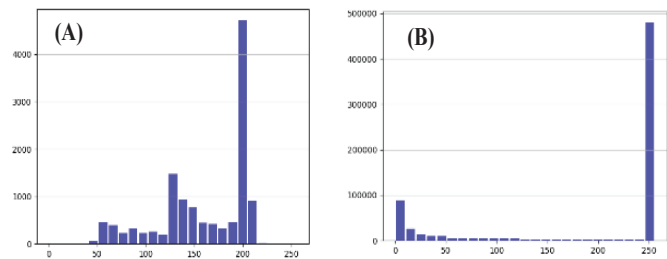


Hình 5. Ảnh chụp bằng ánh sáng môi trường và hình ảnh chụp bằng phương pháp chiếu sáng từ phía sau.

So sánh ảnh chụp trong điều kiện sử dụng ánh sáng môi trường và ảnh chụp bằng phương pháp chiếu sáng từ phía sau tại cùng một vị trí trên ảnh, ảnh chụp trong điều kiện ánh sáng môi trường, không được tối ưu qua hệ quang học (hình 5A) cho ra kết quả hình ảnh nhoè, không rõ biên, thông tin ánh sáng trong ảnh nhiều nặng do các phản xạ, tán xạ từ ánh sáng môi trường ngoài gây ra (hình 5B). Với tương phản thấp, gần như không thể tách được biên của mực nước chính xác để phân tích kết quả. Ngược lại, hình ảnh chụp bằng phương pháp chiếu sáng từ phía sau (hình 5C) cho ra kết quả hình ảnh vùng mực nước có độ tương phản so với vùng xung quanh là rõ rệt, giá trị cường độ sáng của các pixel ở vị trí biên của mực nước so với nền có độ lệch cao (hình 5D). Tạo điều kiện thuận lợi đối với việc trích xuất đặc trưng biên của mực nước bằng các thuật toán xử lý ảnh đơn giản.

Nền của ảnh được chụp với ánh sáng môi trường không có trường sáng đều nên ảnh có tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu thấp. Khi đối chiếu với lược đồ Histogram, sự chênh lệch của mật độ pixel trên cường độ sáng pixel trên ảnh không cao. Điều này cho thấy, độ tương phản giữa vùng có mực nước và lọ thủy tinh thấp, gây khó khăn khi thực hiện tìm lỗi sai mực nước bằng các phương pháp xử lý ảnh.

Đối với ảnh sử dụng phương pháp chụp từ phía sau, vì nền ảnh được sử dụng là một nguồn sáng được thiết kế để tạo trường sáng có cường độ sáng đều ở phần nền nên tỷ lệ giữa tín hiệu trên nhiễu sẽ tăng. Khi đối chiếu với lược đồ Histogram thu được các vùng có giá trị cường độ sáng tách biệt (hình 6). Vì vậy, độ tương phản của mực nước và vùng nắp chai được tách biệt hoàn toàn với các vùng khác trong ảnh, khi thực hiện xử lý lỗi trên vùng mực nước có thể thực hiện lấy ngưỡng đơn để phân vùng ảnh một cách đơn giản. Hơn nữa, số lượng dữ liệu xử lý trên ảnh sẽ giảm, nhóm đã thiết kế thuật toán xử lý ảnh thu được với thời gian xử lý trung bình 0,06 giây trên một sản phẩm đối với lỗi sai mực nước.



Hình 6. Đồ thị Histogram tương ứng với 2 ảnh trên.

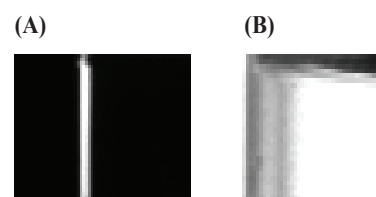
3.2. Đánh giá hiệu quả của phương pháp chiếu sáng trường tối

Kỹ thuật chiếu sáng trường tối có góc chiếu xạ nhỏ tập trung vào vùng biên vật thể, tạo hiệu ứng tăng cường ở vùng biên của vật. Điều này tạo điều kiện phát hiện lỗi ở vùng biên và những vết nứt xuất hiện trên bề mặt sản phẩm (hình 7).



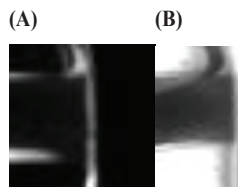
Hình 7. Ảnh chụp lọ vắc-xin bằng phương pháp trường tối và từ phía sau.

Với phương pháp trường tối, thành của lọ vắc-xin tạo thành một biên đơn lẻ có vùng sáng đều, độ dày mỏng, mép của biên ảnh có chênh lệch cường độ sáng so với nền ảnh cao, tạo độ tương phản lớn (hình 7.1A). Ở phương pháp từ phía sau, bởi vì mặt phẳng của nền sáng đằng sau lớn hơn hẳn so với lọ nên có nhiều tia sáng đi từ nền sáng đến thành lọ, vì vậy thành lọ có biên mờ và dày hơn hẳn (hình 7.1B).



Hình 7.1. Hình ảnh phóng to của chi tiết thành lọ ở ảnh chụp lọ vắc-xin.

Khi đặt vật ngay trước đèn từ phía sau, ảnh biên thu được sẽ là ảnh gần nhất với kích thước thật của lọ. Bên cạnh đó, vì bề mặt lọ là một mặt phẳng cong cho phép ánh sáng đi qua có chiết suất khác so với không khí, mặt phẳng này khúc xạ ánh sáng đi từ nền đèn đến camera. Do khoảng cách từ đèn khá xa (7,5 cm), ảnh nhận được của biên lọ là ảnh giả [6]. Vì vậy, trong trường hợp nếu muốn sử dụng vùng biên ảnh để lấy kích thước của lọ, trường tối là phương pháp thích hợp.



Hình 7.2. Hình ảnh phóng to của chi tiết mực nước tiếp xúc tại thành lọ ở ảnh chụp lọ vắc-xin.

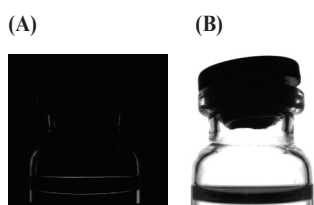
Phương pháp này tuy cho kết quả ảnh biên sắc nét và có độ tương phản cao hơn so với phương pháp từ phía sau. Tuy nhiên, mực nước không khép kín tại thành lọ do cấu trúc thành cong vào trong nên ánh sáng truyền về tại vùng này ít (hình 7.2A). Việc này khiến quá trình đóng bao khép kín mực nước là không thể. Vì vậy, ưu tiên kết quả hình ảnh của phương pháp từ phía sau, nhờ mực nước được khép kín tại thành lọ (hình 7.2B).

Tổng quan mực nước ở lọ, 2 phương pháp trường tối và từ phía sau đều tạo độ tương phản của mực nước tốt so với vùng ảnh xung quanh. Ở trường tối, tuy ánh sáng ở đường biên phía trên của mực nước thực chất là ánh sáng phản xạ từ phần cổ lọ, tạo nên một biên giả tại vị trí này nhưng phần biên dưới của mực nước vẫn là biên thật, phần biên này được sử dụng để so sánh với cổ lọ, từ đó đánh giá mực nước trong lọ (hình 7.3) [7, 8].



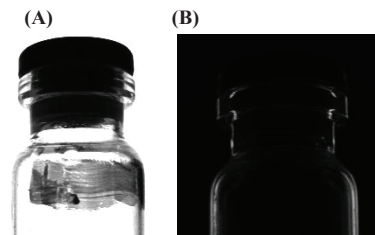
Hình 7.3. Hình ảnh phóng to của chi tiết mực nước của lọ ở ảnh chụp lọ vắc-xin.

Song song với việc kiểm tra lỗi trên thân lọ, bảo đảm chất lượng của vắc-xin trong lọ là việc không thể bỏ qua trong việc kiểm định chất lượng sản phẩm. Một yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của vắc-xin là việc lọ vắc-xin được đóng kín. Trên ảnh chụp một lọ vắc-xin có lỗi nắp chai bị hở, phương pháp chiếu sáng từ phía sau cho thấy rõ tình trạng của nắp lọ vắc-xin. Nhờ vậy, ta có thể kiểm tra tình trạng của nắp chai (hình 8).



Hình 8. Ảnh nắp chai bị hở trên lọ vắc-xin với phương pháp chiếu sáng trường tối (A) và chiếu sáng từ phía sau (B).

Bên cạnh đó, trong quá trình sản xuất công nghiệp, mẫu vật có thể bị bẩn, hình ảnh thu được từ phương pháp chụp từ phía sau có thể bị nhầm lẫn thành mực nước, tạo thành mực nước giả. Từ đó tạo ra các trường hợp gây sai sót trong quá trình kiểm tra như tạo vị trí giả khi vết bẩn nằm trùng lên hoặc ở vị trí khác so với vị trí của mực nước thật hoặc gây kiểm soát thiếu khi vết bẩn nằm ở vị trí mực nước thật ở chai không có nước (hình 8A).

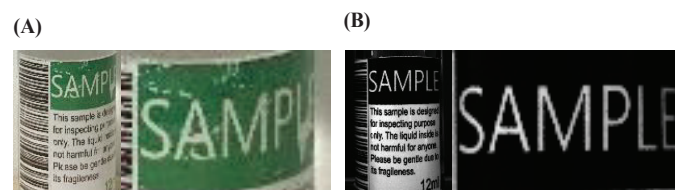


Hình 9. Ảnh mực nước giả với phương pháp chiếu sáng từ phía sau (A) và chiếu sáng trường tối (B).

Khi sử dụng đồng thời 2 phương pháp chụp trường tối và từ phía sau, ta có thể đồng thời kiểm tra cho nhiều trường hợp lỗi khác nhau tại cùng một vị trí chụp trên ảnh (hình 9). Vì ảnh chụp trường tối chỉ tác động làm tăng cường độ biên của mực nước còn ảnh chụp từ phía sau cho ra vòng bao khép kín của mực nước, ta có thể loại bỏ các trường hợp sản phẩm có lỗi mực nước giả như trên. Nhóm đã xây dựng một thuật toán so sánh kiểm tra kết quả phân tích ảnh chụp giữa 2 phương pháp nhằm loại bỏ trường hợp nhầm lẫn mực nước.

3.3. Đánh giá hiệu quả của phương pháp chiếu sáng tán xạ đều

Hiệu ứng ánh sáng do đèn tán xạ cho ra trường sáng đều trên bề mặt của vật thể. Vì vậy, kỹ thuật này thích hợp khi kiểm tra lỗi trên bề mặt hoặc trong trường hợp nhà sản xuất muốn đọc số mã vạch hoặc trích xuất ký tự trên bao bì sản phẩm. Kỹ thuật chiếu sáng này cũng phù hợp với cấu tạo khối hình trụ của lọ vắc-xin, nhờ nguyên lý tán xạ đều mà cấu tạo của đèn tán xạ có thể được thay đổi để phù hợp với cấu tạo của vật. Vì vậy, thiết kế đèn vòm là nguồn sáng có thể chiếu sáng đều trên bề mặt nhãn được dán trên thành cong của lọ và camera thu được hình ảnh bao bì có trường sáng đều (hình 10).



Hình 10. Ảnh chụp nhãn chai bằng ánh sáng môi trường (A) và được chụp bằng phương pháp tán xạ đều (B).

4. Kết luận

Hệ quang học được thiết kế đã cho ra kết quả hình ảnh đầu vào của hệ thống thị giác máy tính trong kiểm định đã được tối ưu hoá. Hình ảnh đầu vào của hệ thống có chất lượng thông tin tốt hơn khi các chi tiết gây nhiễu từ môi trường ngoài được loại bỏ và các đối tượng lỗi cần được chú ý được làm nổi bật. Ngoài ra, việc sử dụng bộ điều khiển LEDs phát đèn theo xung đã làm giảm tối đa nhiễu ảnh không mong muốn đến từ môi trường bên ngoài. Điều này làm giảm thời gian kiểm định trong toàn bộ dây chuyền, giúp nâng cao hiệu suất và độ chính xác trong khâu kiểm định sản phẩm đầu ra, tiết kiệm được chi phí nhân lực và giảm thiểu sai sót ở mức dễ và khá. Từ đó, chứng minh được tầm quan trọng của một hệ quang học được tối ưu hoá riêng cho dây chuyền kiểm định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] N. Rahmatov, A. Paul, F. Saeed, et al. (2019), "Machine learning-based automated image processing for quality management in industrial internet of thing", *International Journal of Distributed Sensor Networks*, **15(10)**, DOI: 10.1177/1550147719883551.

[2] N.A. Rawashdeh, J.M. Abu-Khalaf, W. Khraisat, et al. (2018), "A visual inspection system of glass ampoule packaging defects: Effect of lighting configurations", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, **31(9)**, pp.848-856, DOI: 10.1080/0951192x.2018.1447145.

[3] I. Jahr (2006), "Lighting in machine vision", *Handbook of Machine Vision*, Wiley-VCH, pp.73-203, DOI: 10.1002/9783527610136.ch3.

[4] K.S. Kwon, S. Ready (2014), "Basics of machine vision", *Practical Guide to Machine Vision Software*, Wiley-VCH, pp.1-15, DOI: 10.1002/9783527682775.

[5] W.K. Lin, C.M. Uang, P.C. Wang, et al. (2013), "Led strobe lighting for machine vision inspection", *Int. Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE)*, pp.345-346, DOI: 10.1109/isne.2013.6512362.

[6] Edmund Optics (2019), "Silhouetting illumination in machine vision", <https://www.edmundoptics.eu/knowledge-center/application-notes/illumination/silhouetting-illumination-in-machine-vision/>, accessed 15 June 2021.

[7] K.J. Pithadiya, C.K. Modi, J.D. Chauhan (2010), "Machine vision based liquid level inspection system using ISEF edge detection technique", *10th Proc. of The Int. Conf. and Workshop on Emerging Trends in Technology (ICWET)*, pp.601-605, DOI: 10.1145/1741906.1742044.

[8] S.Y. Wang, J. Tan, X.C. Yin, et al. (2010), "Machine vision system for inspecting surgical blades", *Advanced Materials Research*, **139-141**, pp.2067-2071, DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.139-141.2067.