



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052982

(51)^{2021.01} B23K 26/00

(13) B

(21) 1-2022-05576

(22) 31/08/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/11/2022 416A

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

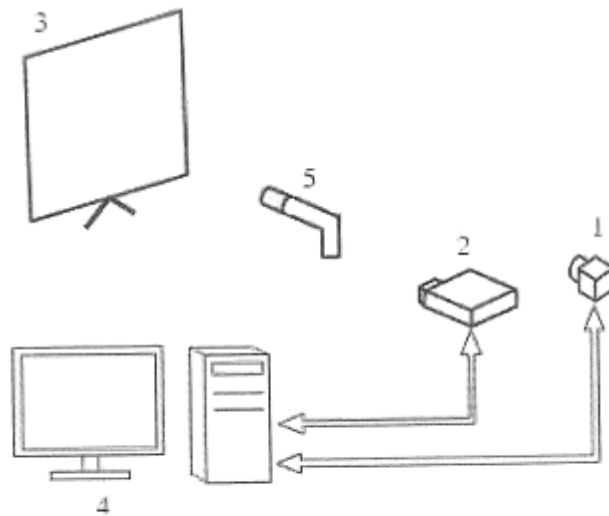
(72) Vũ Anh Tuấn (VN); Nguyễn Đức Thành (VN); Hà Văn Đức (VN); Hoàng Kim Đức (VN); Nguyễn Thành Nhơn (VN); Dương Anh Trà (VN); Nguyễn Trần Nam (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ ĐIỂM LA-ZE ỨNG DỤNG TRONG HỆ MÔ PHỎNG BẮN SÚNG SỬ DỤNG LA-ZE HỒNG NGOẠI

(21) 1-2022-05576

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định vị trí điểm la-ze, cụ thể được ứng dụng trong hệ thống mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại. Mục đích chính của sáng chế là cung cấp một phương pháp tự động và chính xác giải quyết vấn đề xác định vị trí điểm phản xạ của chùm la-ze trên màn chiếu. Phương pháp bao gồm ba bước chính: bước 1: căn chỉnh tự động hệ camera – máy chiếu: thiết lập ánh xạ giữa hình ảnh camera – máy chiếu; bước 2: thu và xử lý ảnh xác định đối tượng chùm sáng; bước 3: xử lý dữ liệu đối tượng chùm sáng xác định vị trí la-ze: lọc nhiễu, phân biệt phát la-ze trong các khung hình liên tiếp từ đó phân biệt được các đầu la-ze khác nhau và xác định chính xác vị trí la-ze.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định vị trí điểm la-ze. Cụ thể, phương pháp xác định vị trí điểm la-ze được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong hệ thống mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong hệ thống mô phỏng bắn súng việc sử dụng thiết bị phát là đầu la-ze hồng ngoại gắn trên súng mô phỏng hoặc súng thật là rất phổ biến. Thiết bị thu thông thường có thể là bìa được gắn cảm biến để nhận tín hiệu la-ze trực tiếp, hoặc một hệ camera, máy chiếu và màn chiếu để bắt tín hiệu phản xạ của la-ze trên màn chiếu. Để giảm nhiễu, loại la-ze được sử dụng thông thường phát tín hiệu sáng nằm trong dải hồng ngoại thay vì các loại la-ze phát sáng trong dải sáng nhìn thấy. Đối với hệ thống sử dụng camera, camera bắt buộc phải có lọc hồng ngoại tương ứng và cần phải có bước căn chỉnh để xác định điểm la-ze được thu lại trên camera tương ứng với vị trí nào trên hình ảnh gốc được chiếu lên màn chiếu. Thông thường bước này được phải căn chỉnh bằng tay trên phần mềm: camera luôn luôn thu hình ảnh toàn bộ khung màn chiếu, và người dùng phải chọn vị trí các góc trên hình ảnh camera tương ứng với các góc của màn chiếu. Một số hệ thống có cơ chế tự động sinh hình ảnh căn chỉnh từ máy chiếu và cho camera để căn chỉnh tự động, tuy nhiên khi sử dụng phương pháp này phải thay thế đầu lọc để camera quan sát được hình ảnh trong dải sáng nhìn thấy, sau khi căn chỉnh xong lại phải thay lại bộ lọc hồng ngoại để phát hiện la-ze.

Phương pháp căn chỉnh được trình bày trong giải pháp kết hợp việc sử dụng loại camera có sẵn bộ lọc có thể điều khiển thay đổi được giữa dải sáng nhìn thấy và dải sáng tương ứng với la-ze, và phương pháp tính toán để tự động căn chỉnh. Đồng thời, sáng chế trình bày phương pháp ước lượng tâm các chùm sáng chụp được từ camera, sau đó kết hợp với dữ liệu thu được trong bước căn chỉnh có thể tính ra tọa độ tâm chùm sáng trên màn chiếu. Phương thức tính toán này cho kết quả là tâm chùm sáng trên màn chiếu có độ chính xác cao ở mức nhỏ hơn điểm ảnh (pixel), thực tế có thể đạt tới khoảng 0,1 điểm ảnh (pixel) với camera ở độ phân giải khoảng 1280*1024 điểm ảnh (pixel).

Hơn nữa, đầu phát la-ze cần phát tín hiệu xung la-ze tại thời điểm búa đập khi người sử dụng thao tác bóp cò súng. Thông thường khi có nhiều súng cùng bắn, để đồng bộ đảm bảo phát hiện la-ze đúng loại súng cần phải có tích hợp mạch phát tín hiệu đồng bộ trên súng, và thiết bị thu cho máy tính; phương pháp này phù hợp với súng mô phỏng nhưng khó áp dụng hơn khi lắp trên súng thật nếu không muốn thay đổi quá nhiều kết cấu, kích thước, khối lượng súng, nhất là với các loại súng ngắn. Sáng chế trình bày một phương pháp khác chỉ sử dụng dữ liệu tín hiệu la-ze trên súng mà vẫn có thể lọc nhiễu và phân biệt được phát bắn từ các đầu la-ze khác nhau.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chính của sáng chế là cung cấp một phương pháp tự động và chính xác giải quyết vấn đề xác định vị trí điểm phản xạ của chùm la-ze trên màn chiếu ứng dụng cho hệ thống mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại.

Phương pháp xác định vị trí điểm la-ze bao gồm ba bước chính:

Bước 1: căn chỉnh tự động hệ camera – máy chiếu; bước này có chức năng tinh giản và tự động hóa việc thiết lập ánh xạ giữa hình ảnh camera – máy chiếu.

Bước 2: thu và xử lý ảnh xác định đối tượng chùm sáng; bước này giúp xác định chính xác vị trí tâm các chùm sáng trên ảnh camera.

Bước 3: xử lý dữ liệu đối tượng chùm sáng xác định vị trí la-ze; bước này giúp lọc nhiễu, phân biệt phát bắn la-ze trong các khung hình liên tiếp từ đó phân biệt được các phát bắn từ các đầu la-ze khác nhau và xác định chính xác vị trí la-ze trên màn chiếu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ bố trí hệ thống thiết bị;

Hình 2 là hình vẽ minh họa bảng thống kê số lượng chùm sáng trong từng khung hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp xác định vị trí điểm la-ze ứng dụng trong hệ mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại được thực hiện trên hệ thống bao gồm các thành phần và chức năng thiết bị như sau, tham chiếu Hình 1:

Camera 1 thu ảnh hồng ngoại tốc độ cao không dưới 120 fps có bộ lọc bước sóng

phù hợp với bước sóng đầu phát la-ze, thông thường là 850nm. Camera có tính năng chuyển đổi giữa bộ lọc hồng ngoại nói trên và bộ lọc ánh sáng nhìn thấy thông thường, có thể điều khiển từ máy tính. Camera có thể trả về dữ liệu ảnh gốc không nén. Dữ liệu ảnh thu được từ camera là dạng ma trận có số hàng và cột tương ứng với độ phân giải của camera. Chi tiết phương án thiết kế chế tạo camera không nằm trong phạm vi sáng chế này.

Máy chiếu 2 kết nối với máy tính xử lý dữ liệu để phát hình ảnh căn chỉnh và hình ảnh mục tiêu bắn.

Màn chiếu 3 được đặt trước máy chiếu để hiển thị hình ảnh từ máy chiếu và phản xạ điểm la-ze từ đầu phát la-ze. Máy chiếu được điều chỉnh để hình ảnh tràn sát khung màn chiếu.

Máy tính 4 xử lý dữ liệu kết nối với camera và máy chiếu.

Súng gắn đầu phát la-ze hồng ngoại 5 có bước sóng tương ứng với bộ lọc hồng ngoại trên camera, có thể được lập trình để phát sáng trong một khoảng thời gian nhất định hoặc theo một dạng mẫu nhất định, ví dụ phát sáng 5ms sau đó ngắt 5ms sau đó phát tiếp 10ms. Đầu phát được gắn trên đầu súng, phát xung la-ze khi nhận tín hiệu rung động từ cò súng lúc bắn, và dựa vào phân tích dạng tín hiệu rung động khác nhau có thể phát xung theo các dạng khác nhau. Chi tiết phương án thiết kế chế tạo thiết bị phát la-ze không nằm trong phạm vi sáng chế này.

Các khái niệm sau sẽ được nhắc đến nhiều lần trong phần tiếp theo của sáng chế:

Một phát bắn mô phỏng là một quá trình từ khi người sử dụng bóp cò, búa trên súng đập vào kim hỏa, nắp trượt hoặc bộ khóa nòng trên súng chuyển động giạt về phía người bắn nhờ thiết bị mô phỏng tạo giạt, sau đó lại chuyển động ngược lại về vị trí ban đầu, và kết thúc khi toàn bộ thân súng trở về trạng thái ban đầu như trước khi bóp cò. Mỗi phát bắn mô phỏng tương ứng như một phát bắn đạn thật, hệ thống phần mềm sẽ phân biệt mỗi phát bắn mô phỏng và sinh ra một viên đạn ảo.

Một phát bắn la-ze, một phát la-ze, một lần phát la-ze hay một lần phát xung la-ze là một lần đầu la-ze phát xung trong một khoảng thời gian liên tiếp sau khi được kích hoạt. Trong một phát bắn mô phỏng, có thể có một hoặc có nhiều phát bắn la-ze, và có thể phát theo một kiểu mẫu nhất định, ví dụ phát liên tiếp 2ms, sau đó dừng phát 2ms,

sau đó phát tiếp 2ms, hoặc độ dài thời gian phát xung la-ze có thể phụ thuộc vào thời gian xử lý dữ liệu rung động nhận được.

Một đối tượng hay đối tượng chùm sáng là một tập hợp các điểm ảnh liên tiếp gần nhau có độ sáng trên một ngưỡng nhất định trên hình ảnh chụp lại màn chiếu qua camera, được xác định sau khi xử lý ảnh. Trong một phát bắn la-ze, camera có thể thu được nhiều khung hình liên tiếp, mỗi khung hình thông thường sẽ chứa ít nhất một đối tượng tương ứng với hình ảnh chùm sáng phản xạ của phát la-ze này.

Phương pháp xác định vị trí điểm la-ze ứng dụng trong hệ mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại gồm các bước sau:

Bước 1: căn chỉnh tự động hệ camera – máy chiếu; bước này được thực hiện như sau:

Bước 1a: khởi động camera, vào chế độ thu ảnh dải ánh sáng nhìn thấy - chế độ tắt lọc hồng ngoại.

Bước 1b: chiếu hình ảnh một hệ đường căn chỉnh gồm các đường vạch đen trắng nằm ngang theo khung hình. Camera chụp ảnh và máy tính lưu lại ảnh chụp hệ đường căn chỉnh. Lặp lại với một hình ảnh hệ đường căn chỉnh gồm các đường vạch đen trắng nằm dọc theo khung hình.

Bước 1c: xử lý ảnh phân tích hệ đường căn chỉnh để tìm bộ thông số tọa độ của một số điểm đặc biệt trên khung hình camera tương ứng với các điểm trên ảnh gốc, và tham số đối chiếu tương ứng giữa các đường vạch ngang dọc trên hình ảnh camera so với các đường vạch trên ảnh gốc.

Bước 1d: dựa trên cấu hình máy chiếu và camera, và các tham số của hệ đường căn chỉnh chụp qua camera thu được ở bước 1c, có thể tính toán ra một ánh xạ từ tọa độ điểm ảnh (pixel) bất kỳ trên camera về tọa độ điểm ảnh (pixel) trên ảnh gốc.

Bước 1e: lưu giá trị ánh xạ thu được dưới dạng các bộ tham số. Lưu các giới hạn kích thước màn chiếu thu được trên dữ liệu ảnh camera.

Bước 2: thu và xử lý ảnh xác định đối tượng chùm sáng; bước này được thực hiện qua các bước nhỏ sau:

Bước 2a: camera được tự động chuyển sang chế độ thu ảnh hồng ngoại – chế độ bật bộ lọc hồng ngoại.

Bước 2b: camera thu và lưu dữ liệu ảnh từng khung hình.

Bước 2c: trong từng khung hình, xử lý ảnh bằng các lọc theo ngưỡng nhất định và tìm các nhóm điểm ảnh có độ sáng nhất định cạnh nhau, mỗi nhóm này là một đối tượng chùm sáng cần phân tích trong bước 3.

Bước 2d: tâm của một đối tượng theo tọa độ x, y được tính dựa trên tọa độ từng điểm ảnh (pixel) của mảng sáng và trọng số là giá trị độ sáng của mỗi điểm ảnh.

$$P_{x-camera} = \frac{\sum V_x \times x}{\sum x}$$

$$P_{y-cam} = \frac{\sum V_y \times y}{\sum y}$$

Một số bước hoặc toàn bộ các bước trên có thể xử lý hoàn toàn trên camera thay vì trên máy tính xử lý dữ liệu tùy thuộc vào khả năng xử lý ảnh của loại camera được sử dụng. Bước 2b-2d là vòng lặp liên tục khi hệ thống đang hoạt động.

Bước 3: xử lý dữ liệu đối tượng chùm sáng xác định vị trí la-ze

Mỗi phát bắn từ đầu la-ze thông thường sẽ kéo dài trong một khoảng thời gian tương ứng với một số khung hình nhất định, do đó cần xác định các đối tượng nào trong các khung hình liên tiếp là các điểm phản xạ thuộc về cùng một phát. Cụ thể:

Bước 3a: mỗi đối tượng có thể được phân loại dựa trên kích thước – diện tích, đường kính, chiều dài, chiều rộng tính theo điểm ảnh (pixel), và ngoài ra còn có độ tròn và độ sáng trung bình. Từ đó có thể lọc đi các đối tượng nhiều không phải là chùm sáng phản xạ của đầu phát la-ze. Các tiêu chí dùng để lọc đối tượng bao gồm:

- Các giá trị được phân loại nằm trong một khoảng giá trị tương ứng với kích thước chùm sáng của đầu phát la-ze. Ví dụ kích thước <1 điểm ảnh (pixel) thông thường là nhiễu.
- Các đối tượng có tâm nằm ngoài vùng giới hạn kích thước màn chiếu đã thu được từ bước 1, trường hợp này có thể là nhiễu hoặc là phát bắn trượt ra ngoài màn chiếu.

Bước 3b: thêm đối tượng vào bảng đối tượng như minh họa trong Hình 2.

Đối với mỗi khung hình: mỗi đối tượng trong khung hình được thêm vào bảng theo lô-gíc:

- Nếu là cùng một phát thì thêm vào hàng kế tiếp tương ứng với cột chứa phát đó;
- Một đối tượng xác định thuộc một phát bắn la-ze khi giá trị ID của đối tượng đó bằng ID của khung hình cuối cùng của phát bắn đang xét +1 và tọa độ của đối tượng đó trên màn chiếu nằm trong khoảng cách xác định lân cận với tọa độ của phát bắn đang xét. Việc xét tọa độ được ước lượng theo thực nghiệm đo khoảng cách bằng điểm ảnh (pixel);
- Nếu là một phát bắn mới thì thêm vào vị trí một cột trống kế tiếp so với những phát bắn trước;
- Thêm ô trống (giá trị 0) vào ô kế tiếp của ô vừa thêm vào tương ứng;
- Lưu lại tọa độ hiện tại của mỗi phát bắn tương ứng với vị trí mà đối tượng được thêm vào trong bảng.

Bước 3c: kiểm tra kết thúc phát bắn;

Với mỗi khung hình mới sẽ kiểm tra xem có phát bắn nào kết thúc chưa theo logic: kiểm tra mỗi cột trong bảng tại vị trí phía trước:

- Nếu không là ô trống thì bỏ qua (phát bắn la-ze tại cột đó chưa kết thúc);
- Nếu là một ô trống thì phát bắn la-ze đã kết thúc. Đếm số lượng ô đầy từ vị trí ô trống đó lùi về sau của bảng cho đến khi gặp một ô trống kế tiếp. Số lượng ô đếm được là số khung hình của phát bắn đó.

Trong trường hợp la-ze được xác định là sáng liên tục không kết thúc, vượt quá một ngưỡng thời gian xác định, thì tọa độ la-ze được sẽ lưu liên tục kèm theo thông tin là loại la-ze sáng liên tục. Các trường hợp khác khi phát la-ze đã kết thúc, tùy kích thước la-ze và số lượng khung hình sẽ xác định phát bắn là của loại đầu la-ze nào, và tọa độ vị trí phản xạ phát bắn la-ze trên ảnh camera được lưu lại là tọa độ của đối tượng trong khung hình đầu tiên.

Theo một cách khác, đầu phát la-ze cũng có thể phát xung không liên tục theo một dạng mẫu nhất định. Trong một phát bắn mô phỏng có những chuyển động có thể tạo rung động mà cảm biến trên đầu la-ze phát hiện được, ví dụ đối với súng tiểu liên có thể có các va đập khi chuyển động của bộ khóa nòng khi lên đạn và khi bắn có giật, va đập của búa sau khi bóp cò, va đập của thân súng vào vật cản khi tỳ bắn,... Trong bất cứ va đập nào tạo rung động có độ lớn lớn hơn một ngưỡng nhất định, đầu phát sẽ bắn ngay ra một xung ngắn để đảm bảo không bị trễ, sau đó nếu kết quả phân tích khẳng

định đây là rung động do búa đập, đầu phát la-ze sẽ bắn thêm một xung nữa sau một khoảng thời gian nhất định, xung này sẽ phát dài hơn xung ban đầu. Như vậy khi trên bảng đối tượng phát hiện hai phát bắn la-ze tại vị trí lân cận nhau và có khoảng thời gian trễ giữa hai phát bắn tương ứng với thời gian ngừng giữa hai xung, thì xác định đây là một lần bóp cò có búa đập tương ứng một phát bắn mô phỏng. Các giá trị độ dài phát xung, ngưỡng rung động, dạng rung động, khoảng lân cận đều được ước lượng bằng thực nghiệm, và luôn đảm bảo tổng thời gian của toàn bộ quá trình phát theo dạng mẫu này đủ nhỏ để người sử dụng vẫn đang thực hiện thao tác hướng đầu súng gắn la-ze về vị trí mục tiêu. Tọa độ cuối cùng được lưu lại trong trường hợp này là tọa độ của đối tượng trong khung hình đầu tiên của phát la-ze thứ nhất.

Bước 3d: tính tọa độ la-ze trong ảnh gốc từ tham số căn chỉnh trước đó được lưu lại trong bước căn chỉnh (bước 1d), tọa độ la-ze trên ảnh camera được ánh xạ lên khung ảnh gốc trên màn chiếu để xác định giá trị tọa độ tương ứng của điểm phản xạ của la-ze trên màn chiếu. Đây cũng là tọa độ sử dụng cho phát bắn mô phỏng sẽ được đưa tiếp vào làm đầu vào để tính toán quỹ đạo đạn:

$$P(x_{\text{ảnh gốc}}, y_{\text{ảnh gốc}}) = M \times P(x_{\text{camera}}, y_{\text{camera}})$$

Trong đó $P(x,y)$ là tọa độ một điểm ảnh trong khung hình theo hai trục x,y , và M là ánh xạ đã tìm được sau bước 1.

Do bước 2 là vòng lặp liên tục, bước 3 cũng được thực hiện liên tục nối tiếp từ bước 2e mỗi khi có tín hiệu phát bắn la-ze. Toàn bộ bước 3 được thực thi trên máy tính xử lý dữ liệu.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp xác định vị trí điểm la-ze ứng dụng trong hệ mô phỏng bắn súng sử dụng la-ze hồng ngoại bao gồm các bước sau:

bước 1: căn chỉnh tự động hệ camera – máy chiếu; bước này được thực hiện như sau:

bước 1a: khởi động camera, vào chế độ thu ảnh dải ánh sáng nhìn thấy - chế độ tắt lọc hồng ngoại;

bước 1b: chiếu hình ảnh một hệ đường căn chỉnh gồm các đường vạch đen trắng nằm ngang theo khung hình; camera chụp ảnh và máy tính lưu lại ảnh chụp hệ đường căn chỉnh; lặp lại với một hình ảnh hệ đường căn chỉnh gồm các đường vạch đen trắng nằm dọc theo khung hình;

bước 1c: xử lý ảnh phân tích hệ đường căn chỉnh để tìm bộ thông số tọa độ của một số điểm đặc biệt trên khung hình camera tương ứng với các điểm trên ảnh gốc, và tham số đối chiếu tương ứng giữa các đường vạch ngang dọc trên hình ảnh camera so với các đường vạch trên ảnh gốc;

bước 1d: dựa trên cấu hình máy chiếu và camera, và các tham số của hệ đường căn chỉnh chụp qua camera thu được ở bước 1c, có thể tính toán ra một ánh xạ từ tọa độ điểm ảnh (pixel) bất kỳ trên camera về tọa độ điểm ảnh (pixel) trên ảnh gốc;

bước 1e: lưu giá trị ánh xạ thu được dưới dạng các bộ tham số; lưu các giới hạn kích thước màn chiếu thu được trên dữ liệu ảnh camera;

bước 2: thu và xử lý ảnh xác định đối tượng chùm sáng; bước này được thực hiện qua các bước nhỏ sau:

bước 2a: camera được tự động chuyển sang chế độ thu ảnh hồng ngoại – chế độ bật bộ lọc hồng ngoại;

bước 2b: camera thu và lưu dữ liệu ảnh từng khung hình;

bước 2c: trong từng khung hình, xử lý ảnh bằng cách lọc theo ngưỡng nhất định và tìm các nhóm điểm ảnh có độ sáng nhất định cạnh nhau, mỗi nhóm này là một đối tượng chùm sáng cần phân tích trong bước 3;

bước 2d: tâm của một đối tượng theo tọa độ x, y được tính dựa trên tọa độ

từng điểm ảnh (pixel) của mảng sáng và trọng số là giá trị độ sáng của mỗi điểm ảnh;

$$P_{x-camera} = \frac{\sum V_x \times x}{\sum x}$$

$$P_{y-camera} = \frac{\sum V_y \times y}{\sum y}$$

bước 2b-2d là vòng lặp liên tục khi hệ thống đang hoạt động;

bước 3: xử lý dữ liệu đối tượng chùm sáng xác định vị trí la-ze; mỗi phát bắn từ đầu la-ze thông thường sẽ kéo dài trong một khoảng thời gian tương ứng với một số khung hình nhất định, do đó cần xác định các đối tượng nào trong các khung hình liên tiếp là các điểm phản xạ thuộc về cùng một phát; cụ thể:

bước 3a: mỗi đối tượng có thể được phân loại dựa trên kích thước – diện tích, đường kính, chiều dài, chiều rộng tính theo điểm ảnh (pixel), và ngoài ra còn có độ tròn và độ sáng trung bình; từ đó có thể lọc đi các đối tượng nhiều không phải là chùm sáng phản xạ của đầu phát la-ze; các tiêu chí dùng để lọc đối tượng bao gồm:

các giá trị được phân loại nằm trong một khoảng giá trị tương ứng với kích thước chùm sáng của đầu phát la-ze;

các đối tượng có tâm nằm ngoài vùng giới hạn kích thước màn chiếu đã thu được từ bước 1, trường hợp này có thể là nhiễu hoặc là phát bắn trượt ra ngoài màn chiếu;

bước 3b: thêm đối tượng vào bảng đối tượng; đối với mỗi khung hình: mỗi đối tượng trong khung hình được thêm vào bảng theo lô-gíc:

nếu là cùng một phát thì thêm vào hàng kế tiếp tương ứng với cột chứa phát đó;

một đối tượng xác định thuộc một phát bắn la-ze khi giá trị ID của đối tượng đó bằng ID của khung hình cuối cùng của phát bắn đang xét +1 và tọa độ của đối tượng đó trên màn chiếu nằm trong khoảng cách xác định lân cận với tọa độ của phát bắn đang xét; việc xét tọa độ được ước lượng theo thực nghiệm đo khoảng cách bằng điểm ảnh (pixel);

nếu là một phát bắn mới thì thêm vào vị trí một cột trống kế tiếp so

với những phát bắn trước;

thêm ô trống (giá trị 0) vào ô kế tiếp của ô vừa thêm vào tương ứng;

lưu lại tọa độ hiện tại của mỗi phát bắn tương ứng với vị trí mà đối tượng được thêm vào trong bảng;

bước 3c: kiểm tra kết thúc phát bắn; với mỗi khung hình mới sẽ kiểm tra xem có phát bắn nào kết thúc chưa theo lô-gíc: kiểm tra mỗi cột trong bảng tại vị trí phía trước:

nếu không là ô trống thì bỏ qua (phát bắn la-ze tại cột đó chưa kết thúc);

nếu là một ô trống thì phát bắn la-ze đã kết thúc; đếm số lượng ô đầy từ vị trí ô trống đó lùi về sau của bảng cho đến khi gặp một ô trống kế tiếp; số lượng ô đếm được là số khung hình của phát bắn đó;

trong trường hợp la-ze được xác định là sáng liên tục không kết thúc, vượt quá một ngưỡng thời gian xác định, thì tọa độ la-ze được sẽ lưu liên tục kèm theo thông tin là loại la-ze sáng liên tục; các trường hợp khác khi phát la-ze đã kết thúc, tùy kích thước la-ze và số lượng khung hình sẽ xác định phát bắn là của loại đầu la-ze nào, và tọa độ vị trí phản xạ phát bắn la-ze trên ảnh camera được lưu lại là tọa độ của đối tượng trong khung hình đầu tiên;

theo một cách khác, đầu phát la-ze cũng có thể phát xung không liên tục theo một dạng mẫu nhất định; trong một phát bắn mô phỏng có những chuyển động có thể tạo rung động mà cảm biến trên đầu la-ze phát hiện được; trong bất cứ va đập nào tạo rung động có độ lớn lớn hơn một ngưỡng nhất định, đầu phát sẽ bắn ngay ra một xung ngắn để đảm bảo không bị trễ, sau đó nếu kết quả phân tích khẳng định đây là rung động do búa đập, đầu phát la-ze sẽ bắn thêm một xung nữa sau một khoảng thời gian nhất định, xung này sẽ phát dài hơn xung ban đầu; như vậy khi trên bảng đối tượng phát hiện hai phát bắn la-ze tại vị trí lân cận nhau và có khoảng thời gian trễ giữa hai phát bắn tương ứng với thời gian ngừng giữa hai xung, thì xác định đây là một lần bóp cò có búa đập tương ứng một phát bắn mô phỏng; các giá trị độ dài phát xung, ngưỡng rung động, dạng rung động, khoảng lân cận đều được ước lượng bằng thực nghiệm, và luôn đảm bảo tổng

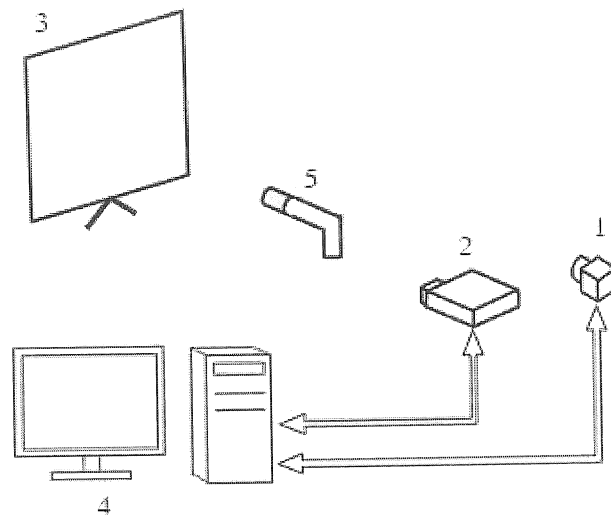
thời gian của toàn bộ quá trình phát theo dạng mẫu này đủ nhỏ để người sử dụng vẫn đang thực hiện thao tác hướng đầu súng gắn la-ze về vị trí mục tiêu. tọa độ cuối cùng được lưu lại trong trường hợp này là tọa độ của đối tượng trong khung hình đầu tiên của phát la-ze thứ nhất;

bước 3d: tính tọa độ la-ze trong ảnh gốc từ tham số căn chỉnh trước đó được lưu lại trong bước căn chỉnh (bước 1d), tọa độ la-ze trên ảnh camera được ánh xạ lên khung ảnh gốc trên màn chiếu để xác định giá trị tọa độ tương ứng của điểm phản xạ của la-ze trên màn chiếu; đây cũng là tọa độ sử dụng cho phát bắn mô phỏng sẽ được đưa tiếp vào làm đầu vào để tính toán quỹ đạo đạn:

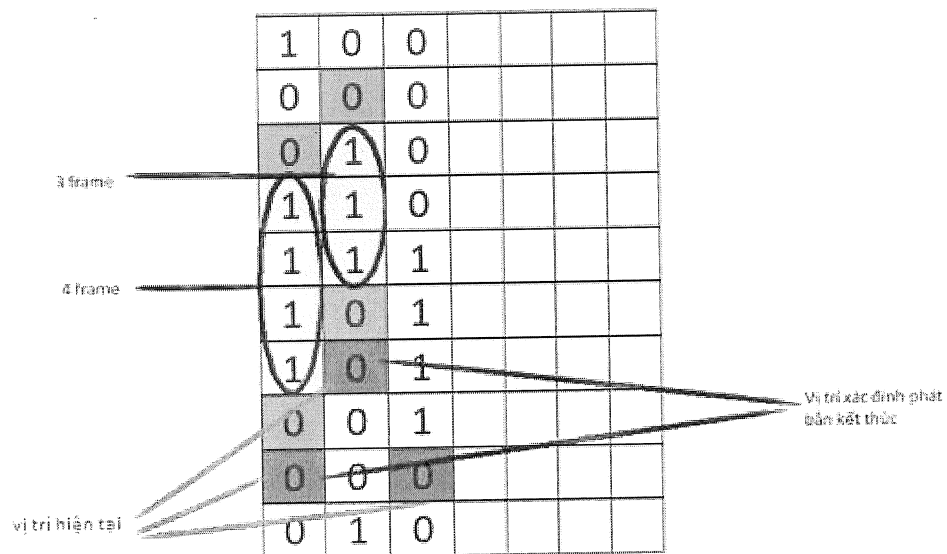
$$P(x_{\text{ảnh gốc}}, y_{\text{ảnh gốc}}) = M \times P(x_{\text{camera}}, y_{\text{camera}})$$

trong đó $P(x,y)$ là tọa độ một điểm ảnh trong khung hình theo hai trục x,y , và M là ánh xạ đã tìm được sau bước 1;

do bước 2 là vòng lặp liên tục, bước 3 cũng được thực hiện liên tục nối tiếp từ bước 2e mỗi khi có tín hiệu phát bắn la-ze; toàn bộ bước 3 được thực thi trên máy tính xử lý dữ liệu.



Hình 1



Hình 2