



(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)



1-0049086

(51)^{2020.01} B25J 9/16; B25J 19/02

(13) B

(21) 1-2021-07461

(22) 24/04/2020

(86) PCT/US2020/029682 24/04/2020

(87) WO2020/219788 29/10/2020

(30) 62/837,797 24/04/2019 US; 16/856,230 23/04/2020 US; 16/856,256 23/04/2020 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/02/2022 407A

(73) INNOVATION FIRST, INC. (US)

6725 W. FM 1570, Greenville, Texas 75402, United States of America

(72) RANDALL, Mitch (US); MIMLITCH, III, Robert H. (US).

(74) Công ty Luật TNHH ROUSE Việt Nam (ROUSE LEGAL VIETNAM LTD.)

(54) HỆ THỐNG KHU VỰC BIỂU DIỄN DÀNH CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN
CHUYỂN VÀ PHƯƠNG PHÁP LẮP RÁP KHU VỰC BIỂU DIỄN

(21) 1-2021-07461

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống khu vực biểu diễn cho các phương tiện vận chuyển và phương pháp lắp ráp khu vực biểu diễn. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp xác định vị trí và hướng của thiết bị được đặt trong cấu trúc bao quanh. Phương pháp này là phương pháp xác định vị trí của bộ cảm biến hình ảnh đối với mẫu liên tục được xác định trước của các màu và/hoặc các đối tượng dựa trên các hình ảnh mà các mẫu màu và/hoặc đối tượng tạo ra trong bộ cảm biến hình ảnh.

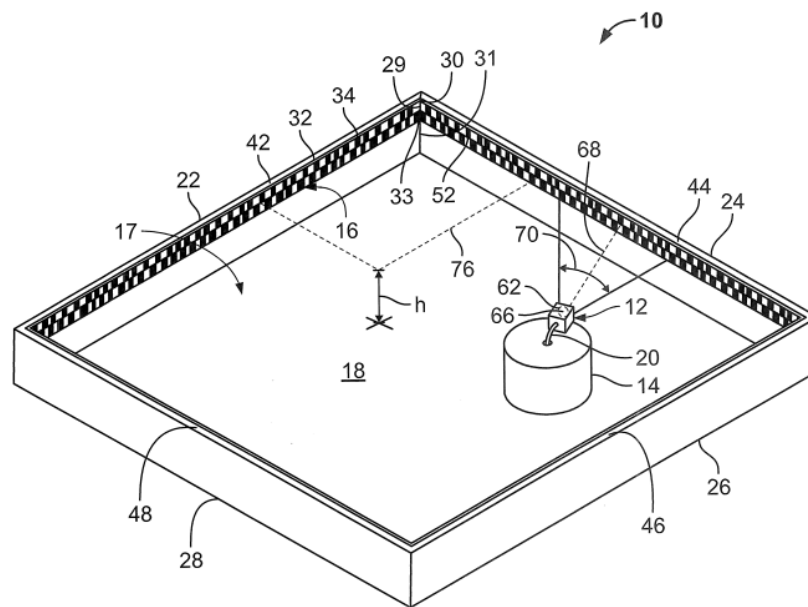


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các khu vực biểu diễn dùng cho robot và các hệ thống định vị vị trí dựa trên các mẫu được cảm biến bởi các bộ cảm biến hình ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các robot khác nhau, bao gồm các phương tiện vận chuyển tự động và các thiết bị tự đẩy, được thiết kế để thực hiện các chức năng hoặc hoạt động khác nhau, thường trong các khu vực hoạt động cụ thể hoặc khu vực biểu diễn. Các chức năng này có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các nhiệm vụ sản xuất, nhiệm vụ dịch vụ, và các cuộc thi. Trong các biểu diễn này, thường mong muốn hoặc thậm chí cần thiết đối với các robot này ở trong, hoặc di chuyển vào, các vị trí khác nhau trong khu vực biểu diễn, hoặc thậm chí có khả năng tự dò đường để xác định và sử dụng các vị trí cụ thể của chúng nằm trong các khu vực biểu diễn. Các hệ thống định vị vị trí này là đã biết, nhưng các cải tiến về tốc độ, tính đơn giản hóa, chi phí tính toán, và tính đa năng là vẫn cần thiết.

Các ví dụ nêu trên trong tình trạng kỹ thuật và các hạn chế của chúng chỉ nhằm minh họa và không giới hạn sáng chế. Các hạn chế khác của tình trạng kỹ thuật của sáng chế và các ví dụ khác của tình trạng kỹ thuật của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này nhờ việc đọc bản mô tả và nghiên cứu các hình vẽ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là khắc phục các nhược điểm trong tình trạng kỹ thuật. Mục tiêu này đạt được bằng hệ thống khu vực biểu diễn cho các phương tiện vận chuyển và phương pháp lắp ráp khu vực biểu diễn theo sáng chế.

Các phương án và khía cạnh sau đây của chúng được mô tả và minh họa kết hợp với hệ thống, cấu trúc, phương pháp và phương án mà có nghĩa là các ví dụ và nhằm minh họa mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế. Theo các phương án và các biến thể khác nhau, một hoặc nhiều vấn đề đã được giảm đi hoặc loại trừ, trong khi các phương án khác đề cập đến các cải tiến và lợi ích khác.

Theo một phương án, hệ thống khu vực biểu diễn dùng cho các phương tiện vận chuyển mà biểu diễn trong không gian biểu diễn, hệ thống khu vực biểu diễn này bao gồm dải được mã hóa mà có đầu bắt đầu và kéo dài chiều dài được xác định trước đến đầu kết thúc và có số các đoạn khoảng cách được xác định trước kéo dài từ đầu bắt đầu đến đầu kết thúc, trong đó dải được mã hóa có thể gắn được ở vị trí bắt đầu liền kề với không gian biểu diễn và có thể kéo dài được đối với số lượng các đoạn khoảng cách được xác định trước liền kề với không gian biểu diễn.

Theo phương án khác, dải được mã hóa bao gồm đường tâm mã và có thể gắn liền kề với không gian biểu diễn theo cách mà định ra mặt phẳng tham chiếu nằm trên bề mặt biểu diễn, và trong đó dãy của các dấu mã trong dải được mã hóa bao gồm dãy các khối không lặp lại với khoảng cách cách đều nhau dọc theo đường tâm mã.

Theo phương án khác, dãy các khối không lặp lại bao gồm các khối màu tối được đặt rải rác với các khối màu sáng.

Theo phương án khác, một số khối trong số các khối màu tối và khối màu sáng được đặt trên đường tâm mã, và trong đó một số khối khác trong số các khối màu tối và khối màu sáng được đặt dưới đường tâm mã.

Theo phương án khác, khoảng cách bất kỳ có khối màu tối nằm trên đường tâm mã có khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, và trong đó khoảng cách bất kỳ mà có khối màu sáng nằm trên đường tâm mã có khối màu tối nằm dưới đường tâm mã sao cho các chuyển tiếp của các khối màu sáng sang khối màu tối nằm trên đường tâm mã thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu tối sang các khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, và sao cho các chuyển tiếp của các khối màu tối sang các khối màu sáng nằm trên đường tâm mã thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu sáng sang các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã, trong đó việc giao nhau của các góc của các khối màu tối nằm trên đường tâm mã với các góc của các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã tạo thành các điểm đặc trưng trên đường tâm mã.

Theo phương án khác, thiết bị định vị được đặt trong không gian biểu diễn mà bao gồm máy ảnh số để thu nhận hình ảnh bao gồm một hoặc nhiều phần theo dãy của các dấu,

máy ảnh số có hệ thấu kính để hội tụ hình ảnh trên bộ cảm biến hình ảnh, hệ thấu kính này có quang tâm.

Theo phương án khác, bộ xử lý được lập trình để so sánh hình ảnh thu nhận được bởi máy ảnh số với dãy của các dấu trong bộ nhớ để nhận diện một hoặc nhiều phần của dãy của các dấu trong hình ảnh và để tạo ra các tín hiệu mà chỉ ra vị trí và hướng của thiết bị định vị trong không gian biểu diễn.

Theo phương án khác, thiết bị định vị có thể gắn với phương tiện vận chuyển theo cách đặt quang tâm trong mặt phẳng tham chiếu.

Theo phương án khác, bộ xử lý được lập trình để nhận diện đường tâm mã bằng các điểm đặc trưng được tạo ra bởi việc giao nhau của các góc của các khối màu tối nằm trên đường tâm mã với các góc của các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã tạo thành các điểm đặc trưng trên đường tâm mã.

Theo phương án khác, bộ xử lý được lập trình để nhận diện các vị trí của các điểm đặc trưng trong hình ảnh làm các vị trí tương ứng của các đặc điểm đặc trưng này trên dải được mã hóa và theo đó các vị trí của các đặc trưng này trên chu vi của khu vực so với vị trí bắt đầu bằng cách nhận diện các vị trí tương ứng của các điểm đặc trưng tương ứng trong dãy của các dấu và các vị trí cụ thể quanh khu vực trong bộ nhớ.

Theo phương án khác, bề mặt biểu diễn có hình dạng đa giác và không gian biểu diễn được bao quanh bởi các thành mà giao nhau tại các góc, và trong đó vị trí bắt đầu là một trong các góc này.

Theo phương án khác, hệ thống khu vực biểu diễn bao gồm (i) dải được mã hóa mà kéo dài quanh ít nhất một phần chu vi của không gian khu vực trên bề mặt biểu diễn, dải được mã hóa này bao gồm dãy của các dấu mã bắt đầu tại vị trí bắt đầu, trong đó các phần của dãy của các dấu tại vị trí cụ thể bất kỳ liên kết với không gian khu vực so với vị trí bắt đầu là duy nhất với vị trí cụ thể này; (ii) thiết bị định vị được đặt trong khu vực này bao gồm máy ảnh số dùng để thu nhận hình ảnh bao gồm một hoặc nhiều phần của dãy của các dấu; và (iii) bộ xử lý được lập trình để tạo ra các tín hiệu mà chỉ ra vị trí và hướng của thiết bị định vị trong khu vực dựa trên phần hoặc các phần của dãy của các dấu trong hình ảnh.

Theo phương án khác, phương pháp lắp ráp khu vực biểu diễn bao gồm việc đặt dải được mã hóa ít nhất một phần quanh hoặc trong khu vực biểu diễn, trong đó dải được mã hóa có đầu bắt đầu và đầu kết thúc với chiều dài mã nằm giữa đầu bắt đầu và đầu kết thúc, và việc đặt dải được mã hóa ít nhất một phần quanh hoặc trong khu vực biểu diễn đặt đầu bắt đầu tại vị trí bắt đầu so với khu vực biểu diễn mà có vị trí cụ thể so với khu vực biểu diễn, và trong đó dải được mã hóa bao gồm nhiều điểm đặc trưng trong chiều dài mã nằm giữa đầu bắt đầu và đầu kết thúc với mỗi điểm đặc trưng là với khoảng cách được xác định trước từ đầu bắt đầu sao cho mỗi điểm đặc trưng trong số các điểm đặc trưng trong chiều dài mã là ở khoảng cách được xác định trước tương ứng từ vị trí bắt đầu.

Theo phương án khác, phương pháp này bao gồm việc lắp ráp nhiều thành phần quanh không gian biểu diễn để giao nhau tại nhiều góc, mà chỉ định một trong các góc này là vị trí bắt đầu, và gắn dải được mã hóa trên các thành phần với đầu bắt đầu của dải được mã hóa được đặt tại góc mà được chỉ định làm vị trí bắt đầu, nhờ đó mỗi điểm đặc trưng trong số các điểm đặc trưng này trong dải được mã hóa được đặt tại khoảng cách được xác định trước tương ứng từ góc được chỉ định làm vị trí bắt đầu.

Theo phương án khác, phương pháp này bao gồm việc lắp ráp nhiều thành phần trên bề mặt biểu diễn và gắn dải được mã hóa trên các thành phần sao cho đường tâm của mã trên dải được mã hóa là ở chiều cao không đổi nằm trên bề mặt biểu diễn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà được kết hợp ở đây và tạo thành một phần của bản mô tả, minh họa một số phương án và/hoặc đặc điểm ví dụ, nhưng không chỉ có hoặc không nhằm giới hạn các phương án và/hoặc đặc điểm này. Các phương án và hình vẽ được bộc lộ ở đây chỉ nhằm xem là minh họa thay vì làm giới hạn sáng chế. Trong các hình vẽ:

Fig.1 là hình vẽ phối cảnh của khu vực biểu diễn ví dụ với sự minh họa theo sơ đồ của thiết bị định vị ví dụ được gắn trên robot;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt bên theo sơ đồ của thiết bị định vị ví dụ trên Fig.1;

Fig. 3 là hình vẽ phóng to một phần của dải mã ví dụ trên Fig.1;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện từ phía trên xuống theo sơ đồ của khu vực biểu diễn robot ví dụ trên Fig.1 thể hiện hệ tọa độ ví dụ và các tọa độ cục bộ với các sơ đồ đặc trưng định vị ví dụ;

Fig.5 là sơ đồ logic của quy trình ví dụ được thực hiện bởi thiết bị định vị để thiết lập vị trí của quang tâm trong thiết bị định vị trong khu vực biểu diễn trên Fig.1;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ biểu diễn của hình ảnh ví dụ của một phần của dải được mã hóa ví dụ được chụp bằng hệ thấu kính ở thiết bị định vị trên Fig.1;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ biểu diễn bản đồ ví dụ của các điểm đặc trưng trong dải được mã hóa được tạo ra bằng tích chập của hình ảnh ví dụ trên Fig.6 với phần mềm chức năng (kernel) phát hiện đặc trưng;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ biểu diễn của kernel ví dụ để sử dụng trong tích chập mà tạo ra bản đồ điểm đặc trưng ví dụ trên Fig.7;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ biểu diễn của hình ảnh ví dụ của Fig.6 được xếp chồng với đường được khớp với đường tâm của dải được mã hóa và bao gồm sơ đồ biểu diễn của xử lý bộ lọc trung bình 0 được sử dụng để phát hiện mã trong hình ảnh ví dụ;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ phóng to của đường được khớp và đường vuông góc theo quy mô điểm ảnh;

Fig.11 là hình ảnh của tín hiệu ví dụ như được phát hiện bởi việc xử lý bộ lọc trung bình 0 từ dải được mã hóa ví dụ;

Fig.12 là hình vẽ mặt bên biểu diễn các thông số trên Fig.4 khi máy ảnh của thiết bị định vị nghiêng xuống phía dưới với dải được mã hóa vẫn xuất hiện ở phía trên của trường nhìn;

Fig.13 là hình vẽ biểu diễn khái niệm của các thông số thể hiện độ ngả và nghiêng của máy ảnh liên quan đến việc bù trừ và tìm kiếm vị trí chính xác;

Fig.14 là sơ đồ minh họa độ méo của thấu kính và biểu diễn hướng tâm được sử dụng để hiệu chỉnh độ méo này; và

Fig.15 là hình vẽ nhìn từ phía trên xuống của khu vực biểu diễn của robot được trang bị với các thiết bị định vị và đối tượng tĩnh ví dụ trong khu vực biểu diễn.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Khu vực biểu diễn ví dụ 10 dùng cho các robot hoặc các phương tiện vận chuyển khác được thể hiện trên Fig.1 với thiết bị định vị ví dụ 12 được gắn trên phương tiện vận chuyển, ví dụ, robot 14, trong khu vực biểu diễn 10. Dải được mã hóa 16 kéo dài ít nhất một phần quanh chu vi của không gian biểu diễn 17 nằm trên bề mặt biểu diễn 18. Phương tiện vận chuyển 14 có thể là phương tiện vận chuyển hoặc thiết bị tự động, tự đẩy hoặc phương tiện vận chuyển hoặc thiết bị khác mà có thể di chuyển hoặc được di chuyển theo các đường khác nhau trên bề mặt biểu diễn 18 đến các vị trí khác nhau trong khu vực biểu diễn 10. Với các mục đích của phần mô tả này, các thuật ngữ phương tiện vận chuyển và robot được sử dụng thay thế cho nhau theo cách thuận tiện để mô tả toàn bộ hệ thống hoặc phương pháp, do loại phương tiện vận chuyển cụ thể 14 mà trên đó thiết bị định vị 12 có thể được gắn không phải là đặc điểm làm giới hạn sáng chế. Ví dụ, nhưng không nhằm giới hạn, phương tiện vận chuyển ví dụ 14 được minh họa theo sơ đồ trên Fig.1 có thể là robot cạnh tranh mà có nhiệm vụ biểu diễn các hoạt động được ủy thác khác nhau, diễn tập hoặc đạt được các mục đích khác nhau trong khu vực biểu diễn 10. Thiết bị định vị 12 được gắn trên robot 14 cung cấp các tín hiệu đến robot 14 mà chỉ ra vị trí và hướng của thiết bị định vị tại thời điểm cụ thể bất kỳ hoặc các thay đổi theo các vị trí và hướng trên cơ sở thời gian thực. Các tín hiệu vị trí có thể được sử dụng bởi robot 14 theo cách bất kỳ được mong muốn bởi người thiết kế robot hoặc người vận hành để tiến hành các hoạt động hoặc đạt được mục đích. Robot 14 được minh họa để tạo thuận lợi cho việc giải thích tính hữu ích của khu vực biểu diễn 10 và thiết bị định vị 12, nhưng bản thân robot 14 và việc lập trình cụ thể bất kỳ của robot 14 để sử dụng các tín hiệu vị trí được tạo ra bởi thiết bị định vị 12 không phải là phần thuộc sáng chế này. Do đó, thiết bị định vị 12 được minh họa theo sơ đồ như được gắn trên robot 14 với cáp dữ liệu điện 20 để cung cấp các tín hiệu vị trí này đến robot 14, mặc dù các tín hiệu này cũng có thể được phát không dây từ thiết bị định vị 12 đến robot 14 theo cách thuận tiện khác bất kỳ hoặc định dạng đã biết trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế, ví dụ, bức xạ điện từ điều chế bởi tần số, tia hồng ngoại, âm thanh, v.v.

Trong khi khu vực của robot ví dụ 10 được minh họa là khu vực hình vuông trên Fig. 1, nó có thể là các hình dạng khác, ví dụ, hình chữ nhật, hình đa giác, hình tròn, hình oval hoặc các hình dạng khác. Ngoài ra, các thành phần ví dụ được minh họa, như chiều dài và chiều cao của các cạnh hoặc thành phần quanh khu vực biểu diễn 10, diện tích bề mặt biểu diễn 18, các kích thước của robot 14 và thiết bị định vị 12, v.v., không được minh họa theo quy mô cụ thể bất kỳ hoặc kích thước liên quan bất kỳ liên quan với nhau do các hạn chế của giấy, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các nguyên tắc này sẽ trở nên quen thuộc với các giải thích của các thành phần dưới đây. Như một ví dụ minh họa, khu vực hình chữ nhật 10 có thể có các thành phần 22, 24, 26, 28, mỗi thành phần dài 12 feet (3,6576 m) và cao 12 inch (30,48 cm). Dải được mã hóa 16 được minh họa trên Fig.1 như kéo dài từ đầu bắt đầu của nó 29 được đặt tại vị trí bắt đầu được xác định trước 30 (đôi khi được gọi là vị trí bắt đầu 30 trong phần mô tả này) trên chu vi của khu vực biểu diễn 10, ví dụ, tại góc cụ thể 31 của khu vực biểu diễn 10, và kéo dài quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 đến đầu kết thúc 33 của dải được mã hóa 16 quay trở lại tại vị trí bắt đầu 30. Tuy nhiên, dải được mã hóa 16 có thể chỉ kéo dài một phần của đường quanh chu vi hoặc dọc theo một vài phần của chu vi này, hoặc thay vào đó nó có thể kéo dài thông qua không gian biểu diễn hoặc xung quanh hoặc một phần xung quanh đối tượng trong không gian biểu diễn, do dải được mã hóa dài 16 có vị trí bắt đầu đã biết đối với khu vực biểu diễn 10 và ít nhất là một phần của dải được mã hóa 16 có thể được chụp trong ảnh bởi thiết bị định vị 12. Nói cách khác, dải được mã hóa 16 được đặt liền kề với không gian biểu diễn theo một vài cách hoặc vị trí mà có vị trí bắt đầu tại vị trí đã biết đối với không gian biểu diễn của khu vực biểu diễn và trong đó thiết bị định vị 12 trong không gian biểu diễn có thể chụp ảnh của ít nhất một phần của dải được mã hóa 16 mà có đủ các điểm đặc trưng cho phép thiết bị định vị 12 xác định vị trí của thiết bị định vị 12 trong không gian biểu diễn. Vị trí chính xác của mọi điểm đặc trưng 60 (Fig. 3, 4, 6 và 7) trong dải được mã hóa 16 được biết bằng thiết kế của mã. Nói cách khác, khoảng cách chính xác của mỗi điểm đặc trưng 60 từ đầu bắt đầu 29 của dải được mã hóa 16 được biết từ thiết kế của mã. Do đó, bằng cách gắn hoặc đặt dải được mã hóa 16 trên các thành phần 22, 24, 26, 28 với đầu bắt đầu 29 của dải được mã hóa 16 rõ ràng tại vị trí bắt đầu được chỉ định 30, ví dụ, tại góc được chỉ định 31 của khu vực biểu diễn hình vuông ví dụ 10 được minh họa trên Fig.1, khoảng cách chính xác

của mọi điểm đặc trưng 60 trong dải được mã hóa 16 từ góc được chỉ định 31 của khu vực biểu diễn 10 là được biết. Do đó, vị trí chính xác của mọi điểm đặc trưng 60 trong dải được mã hóa 16 so với góc được chỉ định 31 là được biết.

Trong ví dụ này, dải được mã hóa 16 có thể được áp dụng với các thành 22, 24, 26, 28 theo cách thuận tiện bất kỳ. Ví dụ, mã có thể được in trên vật liệu nền thuận tiện bất kỳ 32, bao gồm, ví dụ, được in bằng quy trình in và các vật liệu đã biết bất kỳ trên vật liệu 32, như giấy, nhựa, gỗ, hoặc vật liệu khác và được tạo ra để gắn trên các thành 22, 24, 26, 28. Theo một ví dụ, vật liệu nền 32 có thể có bề mặt phía sau tự bám dính mà có thể được sử dụng để kết dính vật liệu nền 32 với dải được mã hóa 16 lên trên các thành 22, 24, 26, 28. Vật liệu nền ví dụ 32 có thể có dải được mã hóa được in hoặc theo cách khác được áp dụng trên bề mặt phía trước (được tiếp xúc) của vật liệu nền 32 kéo dài đến cạnh phía trên 34 của vật liệu nền 32 sao cho việc gắn vật liệu nền 32 trên các thành 22, 24, 26, 28 với cạnh phía trên 34 của vật liệu nền 32 thẳng hàng với các cạnh phía trên 42, 44, 46, 48 của các thành 22, 24, 26, 28, mà song song với bề mặt biểu diễn 18, là cách gắn thuận tiện dải được mã hóa 16 song song với bề mặt biểu diễn 18 với chiều cao đồng nhất nằm trên bề mặt biểu diễn 18. Dĩ nhiên là, dải được mã hóa 16 có thể được in lụa, khắc laser, in, sơn hoặc được tạo thành theo cách khác bất kỳ. Do đó, nhiều khu vực biểu diễn của robot 10 có hình dạng và kích thước đồng nhất có thể được lắp ráp thuận tiện và dễ dàng, ví dụ, cho các khu vực biểu diễn robot cạnh tranh ở các địa điểm khác nhau đối với các quy tắc cuộc thi được chuẩn hóa và các khả năng và đặc trưng biểu diễn, như sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây. Ví dụ, nhiều dải được mã hóa 16 giống nhau có thể được tạo ra rất dễ dàng và được gắn ở các khu vực biểu diễn khác nhau 10 mà phù hợp về kích thước và hình dạng với hình dạng và kích thước cụ thể mà các dải được mã hóa 16 được thiết kế. Ví dụ, các cuộc thi robot được tổ chức ở các thành phố khác nhau trên thế giới, và các robot được trang bị thiết bị định vị 12 có thể thực hiện và cạnh tranh mà không cần hiệu chuẩn trong cuộc thi bất kỳ trong số các cuộc thi mà sử dụng các khu vực biểu diễn mà được đo kích thước và vừa với các bản sao của các dải được mã hóa giống nhau 16. Đối với ví dụ khác, nhà tài trợ dù hoặc nhà tổ chức các cuộc thi robot, ví dụ, Robotics Education and Competition Foundation, có thể quy định hình dạng và kích thước khu vực biểu diễn cụ thể 10 đối với các cuộc thi robot được tiến hành dưới sự bảo trợ của họ, và nhà tài trợ hoặc nhà tổ chức này có thể in hoặc

theo cách khác tạo ra nhiều bản sao của dải được mã hóa 16 theo các kích thước rõ ràng mà vừa với hình dạng và kích thước khu vực biểu diễn được quy định 10. Nhà tổ chức địa phương của cuộc thi robot địa phương, ví dụ, trường tiểu học, trường cấp ba, trường đại học hoặc câu lạc bộ, mà muốn tổ chức cuộc thi robot ở địa phương mà phù hợp với các quy tắc, thử thách và các yêu cầu khác của nhà tài trợ dù hoặc nhà tổ chức có thể xây dựng một cách đơn giản khu vực biểu diễn robot địa phương 10 có hình dạng và kích thước được quy định bởi nhà tài trợ dù hoặc nhà tổ chức, và nhà tài trợ dù hoặc nhà tổ chức có thể cung cấp dải được mã hóa 16 đến nhà tổ chức địa phương để lắp đặt như được quy định trên khu vực biểu diễn của nhà tổ chức địa phương 10. Dải được mã hóa 16 có thể được tạo ra trong một mảnh, hoặc nó có thể được tạo ra trong vài mảnh, ví dụ, một mảnh để gắn trên mỗi thành trong số các thành 22, 24, 26, 28 của khu vực biểu diễn hình vuông ví dụ 10 trên Fig.1, nhưng, bất kể số mảnh, dây được mã hóa kéo dài từ vị trí bắt đầu 30 ít nhất là khoảng cách nhất định liên kề với không gian biểu diễn 17, mà có thể, nhưng không phải là, ít nhất là một phần xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10. Trong khu vực biểu diễn ví dụ 10 được minh họa trên Fig.1, dây được mã hóa kéo dài từ vị trí bắt đầu 30 đều bao quanh chu vi của không gian biểu diễn 17 và quay trở lại vị trí bắt đầu 30. Do đó, số lượng lớn, ví dụ, hàng trăm, điểm đặc trưng được định vị rõ ràng 60 có thể được định vị và gắn dễ dàng bởi người dùng chỉ bằng các lệnh tối thiểu và không cần phải đặt mỗi điểm đặc trưng xung quanh không gian biểu diễn 17. Trong khu vực biểu diễn hình vuông ví dụ 10 được mô tả nêu trên, nhà tổ chức địa phương chỉ cần gắn dải được mã hóa 16 quanh khu vực biểu diễn 10 với cạnh bắt đầu của nó 30 được đặt trong góc 31 của khu vực biểu diễn 10, nhờ đó vị trí chính xác của mọi điểm đặc trưng 60 trong dải được mã hóa 16 trên khu vực biểu diễn địa phương 10 sẽ được biết rõ so với góc 31 mà không cần đo hoặc sắp thẳng hàng thêm, điều tương tự cũng giống với mọi khu vực biểu diễn địa phương, khu vực hoặc trên thế giới khác 10 mà được cấu trúc và được trang bị theo cùng cách này. Do đó, các robot được trang bị với thiết bị định vị 12 như được mô tả nêu trên và được lập trình để biểu diễn trong khu vực biểu diễn địa phương 10 này cũng có thể biểu diễn trong tất cả các khu vực biểu diễn 10 khác như vậy mà được xây dựng và trang bị theo cùng cách mà không cần lập trình lại các đặc trưng định vị của nó. Theo phương án khác, dải được mã hóa 16 cũng có thể được tạo thành từ các đoạn mã đơn nhất được đặt riêng biệt như để sắp thẳng hàng các đoạn này

với các đặc trưng thẳng hàng được xác định trước khác nhau trên các thành hoặc các bề mặt khác mà chúng gắn vào. Sự bố trí này có thể đơn giản hóa việc sản xuất hoặc lắp đặt các dải được mã hóa 16 trên nhiều bản sao khu vực biểu diễn 16 và vẫn tạo ra sự thẳng hàng chính xác của dải mã 16 trong mỗi khu vực biểu diễn này 16 để sử dụng bởi thiết bị định vị 12 như được mô tả ở đây.

Bây giờ đề cập đến dải được mã hóa ví dụ 16 trên Fig.1 kết hợp với hình chiếu phóng to một phần của dải được mã hóa ví dụ 16 trên Fig.3, dải được mã hóa ví dụ 16 bao gồm dãy được xác định trước của các dấu mã 50 bắt đầu tại vị trí bắt đầu 30 và kéo dài dọc theo đường tâm mã 52 xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 đến cuối quay trở lại vị trí bắt đầu 30. Các phần nào đó của dãy của các dấu 50 tại vị trí cụ thể bất kỳ xung quanh khu vực biểu diễn 16 là duy nhất với vị trí cụ thể này. Dãy của các dấu mã 50 bao gồm dãy không lặp lại của các khối màu tối 54, 56 và khối màu sáng 55, 57 tại các khoảng cách 58 dọc theo đường tâm mã 52 sao cho các khoảng cách 58 và các khối 54, 55, 56, 57 kéo dài từ vị trí bắt đầu 30 quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 và quay trở lại vị trí bắt đầu 30. Trong dải được mã hóa ví dụ 16, các khoảng cách 58 được đặt cách đều, tức là chiều rộng khoảng cách bằng nhau, mặc dù chúng có thể có chiều rộng khác nhau theo một số phương án. Một số khối trong số các khối, ví dụ, các khối màu tối 54 và các khối màu sáng 55, nằm trên đường tâm mã 52, và một số khối trong số các khối, ví dụ, các khối màu tối 56 và các khối màu sáng 57, là nằm dưới đường tâm mã 52. Các khối màu tối 54, 56 trong dải được mã hóa ví dụ 16 được minh họa trên các Fig.1 và 3 được mô tả là các khối màu đen, và các khối màu sáng 55, 57 trong dải được mã hóa ví dụ 16 được mô tả là các khối màu trắng. Các khối màu đen 54, 56 và các khối màu trắng 55, 57 này là thuận tiện để tạo ra bằng cách in đơn giản các khối màu đen 54, 56 trên vật liệu nền màu trắng 32, nhờ đó các khối màu trắng 55, 57 xuất hiện trong các khoảng cách 58 nằm giữa các khối màu đen 54, 56. Tuy nhiên, các khối màu tối 54, 56 và các khối màu sáng 55, 57 có thể được tạo ra với các màu tương phản, các kiểu mẫu hoặc các yếu tố khác. Do đó, đối với các mục đích của phần mô tả này, các thuật ngữ các khối màu tối và khối màu sáng bao gồm các màu tương phản, mẫu, và các yếu tố khác, bất kể cường độ, miễn là chúng khác biệt với nhau. Ví dụ, các khối màu đỏ và các khối màu xanh có thể có cường độ bằng nhau, tuy nhiên khác nhau ở các quy trình lọc thích hợp hoặc các quy trình khác. Ngoài ra, ví dụ, các khối màu đen và

các khối màu trắng lần lượt được xét là các khối màu tối và các khối khối màu sáng. Như cũng được minh họa trong dải được mã hóa ví dụ 16, một số khối trong số các khối màu tối 54, 56 được đặt trong các khoảng cách liền kề 58, mà kéo dài một cách hiệu quả các khối màu tối liền kề 54, 56 này thông qua hai khoảng cách liền kề và tạo ra sự xuất hiện của khối màu tối có chiều dài gấp đôi. Tương tự, một trong số các khối khối màu sáng 55, 57 được đặt trong các khoảng cách liền kề 58, mà kéo dài một cách hiệu quả các khối màu sáng liền kề 55, 57 thông qua hai khoảng cách liền kề và tạo ra sự xuất hiện của khối màu sáng có chiều dài gấp đôi. Các khối màu tối 54, 56 và các khối màu sáng 55, 57 có thể phát hiện được.

Trong dải được mã hóa ví dụ 16 được minh họa trên các Fig.1 và Fig.3, khoảng cách 58 bất kỳ có khối màu tối 54 nằm trên đường tâm mã 52 có khối màu sáng 57 nằm dưới đường tâm mã 52, và trong đó khoảng cách 58 bất kỳ mà có khối màu sáng 55 nằm trên đường tâm mã 52 có khối màu tối 56 nằm dưới đường tâm mã 52, sao cho các chuyển tiếp của các khối màu sáng 55 sang các khối màu tối 54 nằm trên đường tâm mã 52 thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu tối 56 sang các khối màu sáng 57 nằm dưới đường tâm mã 52, và sao cho các chuyển tiếp của các khối màu tối 54 sang các khối màu sáng 55 nằm trên đường tâm mã 52 thẳng hàng các chuyển tiếp của các khối màu sáng 57 sang các khối màu tối 56 nằm dưới đường tâm mã 52. Do đó, việc giao nhau của các góc của các khối màu tối 54 nằm trên đường tâm mã 52 với các góc của các khối màu tối 56 nằm dưới đường tâm mã 52 tạo thành các điểm đặc trưng 60 trên đường tâm mã 52 mà có thể phát hiện được.

Dải được mã hóa ví dụ 16 được minh họa trên các Fig.1 và Fig.3 và được mô tả nêu trên có thể được xây dựng từ dãy có chiều dài tối đa, giả ngẫu nhiên của các khối màu tối 54, 56 và các khối màu sáng 55, 57 có chiều dài mà kéo dài từ vị trí bắt đầu 30 xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 và trở lại vị trí bắt đầu 30 như được giải thích nêu trên. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rằng các dãy có chiều dài tối đa là các dãy mã lớn nhất mà có thể được tạo cấu trúc mà không lặp lại trên cửa sổ trượt nhỏ nhất, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật biết rằng làm thế nào để tạo ra các dãy mã có chiều dài tối đa này, ví dụ, các thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính

Galois hoặc các thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính Fibonacci. MathWorks (nhãn hiệu) MATLAB có thể được sử dụng để tạo ra các dãy mã này với nhiều chiều dài tối đa có thể có mong muốn. Ví dụ, dải được mã hóa 16 có thể được xây dựng từ dãy có chiều dài tối đa, giả ngẫu nhiên, được mã hóa Manchester của các khối màu đen (màu tối) 54, 56 và các khối màu trắng (màu sáng) có chiều dài mà kéo dài từ vị trí bắt đầu 30 xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 và trở lại vị trí bắt đầu 30. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rằng việc mã hóa Manchester mã hóa mọi bit của dãy bit chưa được mã hóa như hai bit của phiên bản được mã hóa Manchester của dãy chưa được mã hóa đó. Dãy chiều dài tối đa được mã hóa Manchester là 255 là một ví dụ tiện lợi. Nếu dãy chưa được mã hóa 255 bit, phiên bản được mã hóa Manchester của dãy chưa được mã hóa sẽ bao gồm 510 bit – gấp chính xác hai lần số bit đối với dãy bit chưa được mã hóa. Cụ thể là, việc mã hóa Manchester thay thế mỗi bit cao của dãy chưa được mã hóa với bit cao nằm sau bit thấp trong phiên bản được mã hóa Manchester của dãy bit này. Việc mã hóa Manchester thay thế mỗi bit thấp của dãy bit chưa được mã hóa với bit thấp nằm sau bit cao trong phiên bản được mã hóa Manchester của dãy bit. Trong dải được mã hóa ví dụ 16, dãy bit được tạo thành từ thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính (linear feedback shift register - LFSR) 8 bit là chiều dài tối đa, dãy bit giả ngẫu nhiên có chiều dài 255 được mã hóa Manchester để tạo ra dãy bit được mã hóa Manchester có chiều dài 510 bit, cửa sổ 59 (Fig.3) với chiều rộng là mười lăm (15) khoảng cách liên tiếp 58 có thể trượt dọc theo mọi vị trí trên toàn bộ chiều dài của dải được mã hóa 16, bao gồm việc mở rộng ngang qua vị trí bắt đầu 30, và không bao giờ chứa dãy mã có 15 khoảng cách mà lặp lại ở bất kỳ đâu quanh khu vực biểu diễn 10.

Tuy nhiên, có thể lưu ý rằng các dãy này không phải là các dãy có chiều dài tối đa. Yêu cầu này là ở chỗ dãy không lặp lại trên cửa sổ trượt tối thiểu. Nếu dãy chiều dài tối đa không được sử dụng, thì cửa sổ trượt chứa nhiều khoảng cách 58 sẽ phải được sử dụng để đảm bảo rằng cửa sổ trượt không quan sát được mẫu lặp lại bất kỳ ngang qua cửa sổ ở bất kỳ đâu quanh khu vực biểu diễn 16. Nói cách khác, việc sử dụng dãy chiều dài không tối đa nghĩa là bộ cảm biến hình ảnh 64 sẽ phải quan sát các bit không bị tắc nghẽn, liên tục hơn để cho thiết bị chụp ảnh 12 có thể xác định vị trí rõ ràng. Do đó, trái với việc sử dụng

dây chiều dài tối đa như được mô tả nêu trên, việc sử dụng dây chiều dài không tối đa sẽ yêu cầu bộ cảm biến hình ảnh 64 sẽ phải chụp ảnh nhiều hơn dây mã có 15 khoảng cách.

Dải được mã hóa của dây có chiều dài tối đa ví dụ 16 còn được mã hóa sao cho mỗi khoảng cách 58 bao gồm khối màu đen 54 nằm trên đường tâm mã 52 và khối màu trắng 57 nằm dưới đường tâm mã 52 để chỉ ra bit cao của dây được mã hóa Manchester của dải được mã hóa 16, hoặc khối màu trắng 55 nằm trên đường tâm 52 và khối màu đen 56 nằm dưới đường tâm 52 để chỉ ra bit thấp của dây được mã hóa Manchester của dải được mã hóa 16. Sự bố trí này cho phép giải mã dải được mã hóa 16 hoặc các phần của dải được mã hóa 16 với bộ lọc trung bình 0 như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Với mã không lặp lại được xác định trước của dải được mã hóa 16 được gắn xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 như được thể hiện trên Fig.1 và được mô tả nêu trên, vị trí chính xác theo ba chiều của mỗi điểm đặc trưng 60 trong dải được mã hóa 16 là đã biết bằng thiết kế, và có hàng trăm điểm đặc trưng này 60 ở các vị trí đã biết rõ ràng này xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10. Như được đề cập nêu trên, các đặc điểm đặc trưng 60 có thể được phát hiện.

Bây giờ đề cập chủ yếu đến các Fig.1 và Fig.2, thiết bị định vị ví dụ 12 bao gồm máy ảnh số với hệ thấu kính 62 để hội tụ ảnh của ít nhất một phần của dải được mã hóa 16 lên trên bộ cảm biến hình ảnh 64. Hệ thấu kính 62 có thể là hệ bất kỳ trong số vô số hệ thấu kính máy ảnh số thông thường để tạo ra sự hội tụ và khuếch đại thích hợp của hình ảnh lên trên bộ cảm biến hình ảnh 64 như đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực máy ảnh số, bao gồm, ví dụ, một thấu kính hoặc sự kết hợp của các thấu kính. Hệ thấu kính máy ảnh 62 có quang tâm hiệu dụng 66 để chiếu và hội tụ của hình ảnh lên trên bộ cảm biến hình ảnh 64. Quang tâm hiệu dụng 66 là điểm gần hệ thấu kính 62 trong đó lỗ ngắm ảo sẽ đặt thích hợp nhất với chức năng chụp ảnh của hệ thấu kính 62 nhờ bộ cảm biến hình ảnh 64. Nói cách khác, quang tâm 66 là điểm mà qua đó cho qua tất cả tia kéo dài giữa các đối tượng được chụp và hình ảnh tương ứng của chúng như được chiếu lên trên bộ cảm biến hình ảnh 64 bằng hệ thấu kính 62, như cũng được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực máy ảnh số, và trục quang 68 của hệ thấu kính 62 kéo dài qua quang tâm 66 và vuông góc với mặt phẳng của bộ cảm biến hình ảnh 64. Tiêu cự F là khoảng cách

từ quang tâm 66 đến bộ cảm biến hình ảnh 64. Góc nhìn 70 được thiết lập bởi tiêu cự F của hệ thấu kính 62 và các kích thước của bộ cảm biến hình ảnh 64. Số khoảng cách 58 của dải được mã hóa 16 mà được chụp ảnh trên bộ cảm biến hình ảnh 64 đối với trường (góc) nhìn cụ thể 70 biến đổi là hàm của khoảng cách của quang tâm 66 đến phần dải được mã hóa 16 mà đang được chụp lên trên bộ cảm biến hình ảnh 64. Trường (góc) nhìn 70 rộng hơn sẽ có thể mong muốn để chụp ảnh đủ số dấu mã 50 để cho phép thiết bị định vị 12 để thiết lập vị trí quang tâm 66 rõ ràng trong khu vực biểu diễn 16 ngay cả khi robot 14 và thiết bị định vị 12 gần dải được mã hóa 16. Tuy nhiên, đối với nhận diện rõ ràng các khối mã 54, 55, 56, 57 và các điểm đặc trưng 60 trong quy trình giải mã, cũng có thể mong muốn đối với hình ảnh của dải được mã hóa 16 được chụp bằng bộ cảm biến hình ảnh 64 để có càng nhiều điểm ảnh trên mỗi khối mã 54, 55, 56, 57 càng tốt, ngay cả khi robot 14 và thiết bị định vị 12 được đặt khoảng cách dài hơn từ dải được mã hóa 16. Do đó, thiết kế của tiêu cự F và kích cỡ của bộ cảm biến hình ảnh 64 đối với trường nhìn mong muốn 70 có thể liên quan đến kỹ thuật cân bằng giữa việc tạo ra trường nhìn 70 đủ rộng cho robot 14 và định vị thiết bị 12 để di chuyển đến các vị trí khá gần dải được mã hóa 16 và vẫn chụp số dấu mã 50 và đặc trưng 60 tối thiểu đối với thiết bị định vị để thiết lập vị trí của quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10 tại các khoảng cách gần, nhưng cũng là trường nhìn 70 đủ hẹp đối với bộ cảm biến hình ảnh 64 để chụp đủ các điểm ảnh trên mỗi khối mã 54, 55, 56, 57 khi robot 14 và thiết bị định vị 12 di chuyển đến các vị trí trong khu vực biểu diễn 10 xa khỏi dải được mã hóa 16 để cho phép thiết bị định vị 12 thiết lập các vị trí xa quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10.

Thiết bị định vị ví dụ 12 bao gồm bộ xử lý số 74, ví dụ, CPU, để thiết lập các vị trí của quang tâm 66 của thiết bị định vị 12 dựa trên các hình ảnh của các phần của dải được mã hóa 16, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, và xuất ra các tín hiệu mà chỉ ra các vị trí này. Nói chung là, việc sử dụng các thuật ngữ “vị trí” và “địa điểm” liên quan đến quang tâm 66 bao gồm địa điểm trong không gian cũng như hướng góc của quang tâm 66 trừ khi có quy định khác. Với thiết bị định vị 12 được gắn trên robot 14 như được minh họa theo sơ đồ, ví dụ, trên Fig.1, việc thiết lập địa điểm cụ thể bất kỳ của quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10 có thể tương quan với các địa điểm cụ thể của robot 14 hoặc các thành phần của robot 14 trong khu vực biểu diễn 10 bằng cách biết đơn giản các kích thước liên

quan của robot 14 và vị trí mà tại đó quang tâm 66 được gắn trên robot 14. Các tín hiệu đầu ra được tạo ra bởi CPU 74, mà chỉ ra các địa điểm của quang tâm 66, được cung cấp bởi CPU 74 đến robot 14 thông qua cáp dữ liệu điện 20 hoặc bằng phương tiện khác, và các tín hiệu này có thể được ứng dụng theo cách được chỉ định bất kỳ vào đó, hoặc được xác định bằng, robot 14 để sử dụng trong việc thực hiện các hoạt động, diễn tập, hoặc nhiệm vụ.

Dải được mã hóa 16 tốt hơn là được gắn với đường tâm mã 52 với chiều cao đồng nhất h trên bề mặt biểu diễn 18 đều nằm xung quanh khu vực biểu diễn 10 như được minh họa theo sơ đồ trên Fig.1. Như được đề cập nêu trên, sự sắp thẳng hàng của cạnh phía trên 34 của vật liệu nền 32, theo đó là phía trên của dải được mã hóa 16, với cạnh phía trên 42, 44, 46, 48 của các thành 22, 24, 26, 28 có tạo điều kiện thuận lợi cho việc gắn dải được mã hóa 16 này với đường tâm mã 52 tại chiều cao đồng nhất h này nằm trên bề mặt biểu diễn 18. Do đó, đường tâm mã 52 xung quanh khu vực biểu diễn 10 định ra mặt phẳng (được chỉ ra theo sơ đồ bằng các đường ảo 76) với chiều cao h trên toàn bộ bề mặt biểu diễn 18 của khu vực biểu diễn 10. Thiết bị định vị 12 được đặt trong khu vực biểu diễn 10 với quang tâm 66 và trục quang 68 tốt hơn là, nhưng không nhất thiết, được đặt trong mặt phẳng 76, tức là, với chiều cao h nằm trên bề mặt biểu diễn. Do đó, nhà thiết kế robot 14 muốn ứng dụng thiết bị định vị ví dụ 12 với robot 14 này có thể gắn thiết bị định vị 12 lên robot 14 tại vị trí trên robot 14 mà đặt quang tâm 66 tại chiều cao h nằm trên bề mặt biểu diễn 18 như được minh họa trên Fig.1. Ở vị trí này, trục quang 68 của máy ảnh trong thiết bị định vị 12 rơi vào trong mặt phẳng 76, và, do đó, các điểm đặc trưng 60 sẽ luôn luôn nằm trên đường thẳng trong hình ảnh được chụp 104.

Bây giờ đề cập chủ yếu đến Fig.4, hệ tọa độ, ví dụ, hệ tọa độ Cartesian 78, liên quan đến khu vực biểu diễn 10. Gốc 80 (0,0) của hệ tọa độ 78 được đặt ở tâm của khu vực biểu diễn 10 với trục x dương 82 sang bên phải và trục y dương 84 về phía trước (tức là, trục x dương 82 là sang phía phải trong mặt phẳng của giấy và trục y dương 84 là lên phía trên trong mặt phẳng của giấy). Quang tâm 66 của thiết bị định vị 12 được đặt ở một nơi nào đó (x,y) trong khu vực biểu diễn 10, mà được liên kết bởi dải được mã hóa 16 như được giải thích nêu trên. Địa điểm của quang tâm 66 cũng có giá trị thẳng đứng (z), nhưng quang tâm 66 luôn luôn nằm trong mặt phẳng 76 với chiều cao h nằm trên bề mặt biểu diễn 18, như

được giải thích nêu trên, nên giá trị thẳng đứng (z) không bao giờ thay đổi và có thể được bỏ qua. Ngoài ra, luôn luôn có ba góc liên quan đến vị trí của quang tâm 66, tức là, quay góc hoặc đảo ngang (yaw) (ϕ), ngả (pitch) lên hoặc xuống (θ), và góc quay liệng (roll) (ψ). Do đó, việc mô tả hoàn toàn địa điểm của quang tâm 66 sẽ liên quan đến ba chiều trong không gian và ba hướng góc ($x, y, z, \phi, \theta, \psi$). Tuy nhiên, để đơn giản hóa và để tránh sự lặp lại không cần thiết, các giá trị địa điểm cụ thể ($x, y, z, \phi, \theta, \psi$) sẽ chỉ được bao gồm nếu cần thiết đối với các tính toán hoặc bước cụ thể. Trong ví dụ này, việc bỏ qua giá trị thẳng đứng (z) như được giải thích nêu trên, địa điểm (x, y, ϕ, θ, ψ) thực tế của quang tâm 66 (được biểu diễn trên Fig.4 là $\bar{P}_0$) trong khu vực biểu diễn 10 được thiết lập bằng thiết bị định vị 12 với quy trình mà bắt đầu bằng cách chụp ảnh với bộ cảm biến hình ảnh 62 (Fig.2) của một phần của dải được mã hóa 16 mà bao gồm nhiều hơn một số điểm đặc trưng tối thiểu 60, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây (và như được nêu trên trong phần mô tả của cửa sổ trượt 59 trên Fig.3), và sau đó dự đoán hoặc đoán ban đầu đối với địa điểm (x, y) của quang tâm 66 và hướng góc ban đầu (ϕ, θ, ψ) của trục quang 68, mà từ đó việc dự đoán hoặc đoán ban đầu đối với giá trị s' trên màn hình ảo 92, trong đó việc dự đoán hoặc đoán giả sử rằng các tia tương ứng 86, 88, 90 từ các điểm đặc trưng tương ứng 60 (ví dụ, $\bar{P}_1, \bar{P}_2$, và $\bar{P}_3$ trên Fig.4) sẽ đi qua màn hình ảo 92. Các giá trị s thực tế tại các điểm tương ứng 85, 87, 89 trên màn hình ảo 92, trong đó đo các tia tương ứng 86, 88, 90 từ các điểm đặc trưng tương ứng 60 (ví dụ, $\bar{P}_1, \bar{P}_2$, và $\bar{P}_3$ trên Fig.4) đi qua màn hình ảo 92. Các giá trị s thực tế đó tương ứng với các điểm ảnh trong ảnh được chụp bởi bộ cảm biến hình ảnh 62. Sau khi tính toán chỉ số sai số E mà chỉ ra các khác biệt giữa các giá trị s' được dự đoán và các giá trị s đo được, dự đoán mới được thực hiện đối với địa điểm (x, y) của quang tâm 66 và hướng góc (ϕ, θ, ψ) của trục quang 68 trên cơ sở độ chênh lệch (gradient) của chỉ số sai số E . Nói cách khác, giả thiết mới được thực hiện đối với các tọa độ (x, y, ϕ, θ, ψ) của quang tâm 66 và trục quang 68, và quy trình này được lặp lại theo cách lặp lại cho đến khi chỉ số sai số E giảm xuống giá trị chấp nhận được hoặc thỏa mãn được xác định trước. Các tọa độ địa điểm và góc cuối cùng (x, y, ϕ, θ, ψ) mà tạo ra giá trị chỉ số sai số E thỏa mã hoặc chấp nhận được thì được xuất ra bởi thiết bị định vị 12 là sự biểu diễn chính xác và rõ ràng của địa điểm thực tế và hướng góc của thiết bị định vị 12 trong khu vực biểu diễn 10 tại thời điểm đó. Dĩ nhiên là, quy trình này có thể được lặp lại bằng thiết bị định vị 12 nhanh nhiều lần nữa để xuất ra các tọa

độ vị trí và góc (x,y,ϕ,θ,ψ) trong chủ yếu thời gian thực do thiết bị định vị 12 được dịch chuyển xung quanh trong khu vực biểu diễn 10, ví dụ, bằng robot 14 mà trên đó thiết bị định vị 12 có thể được gắn.

Bây giờ đề cập chủ yếu đến Fig.5 với sự tham chiếu thứ yếu đến các hình vẽ khác nhau để bổ sung cho phần mô tả này, quy trình ví dụ này để thiết lập địa điểm và hướng (x,y,ϕ,θ,ψ) của quang tâm 66 của thiết bị định vị 12 bắt đầu tại 100. Trong bước tiếp theo 102, thiết bị định vị 12 chụp ảnh của một phần của dải được mã hóa 16, trong đó chỉ ra trục quang 68 (các Fig.1-3), và do đó cũng là bộ cảm biến hình ảnh 64. Ví dụ về một phần của dải được mã hóa 16 này được minh họa trên Fig.3, và, trong việc chụp ảnh ví dụ được minh họa trên Fig.4, các điểm đặc trưng 60 (ví dụ, $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2$, và $\bar{P}_3$) tạo thành các tia 86, 88, 90 đến quang tâm 66 đi qua màn hình ảo 92 tại các điểm tương ứng 85, 87, 89, mà tương ứng với các phát hiện ánh sáng điểm ảnh bởi bộ cảm biến hình ảnh 64. Các giao điểm của các tia 86, 88, 90 với màn hình ảo 92 mô tả địa điểm điểm ảnh của các điểm đặc trưng 60 (ví dụ, $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2$, và $\bar{P}_3$) trong hình ảnh được ghi lại. Việc biến đổi mà mô tả việc ánh xạ các tia vào các địa điểm điểm ảnh là đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, một ví dụ của việc này sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Như được giải thích nêu trên, với mã không lặp lại được xác định trước của dải được mã hóa 16 được gắn xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10 như được thể hiện trên Fig.1 và như được mô tả nêu trên, địa điểm chính xác theo ba chiều của mỗi điểm đặc trưng 60 trong dải được mã hóa 16 đã được biết bằng thiết kế và đã biết trong bộ nhớ liên quan đến CPU 74, và có hàng trăm điểm đặc trưng 60 này ở các địa điểm đã biết rõ ràng này xung quanh chu vi của khu vực biểu diễn 10. Một dải được mã hóa ví dụ 16 được sử dụng trong phần mô tả này đối với khu vực biểu diễn 12 ft. x 12 ft. (3,6576 m x 3,6576 m) 10 được mô tả nêu trên có năm trăm mười (510) khoảng cách 58 có chiều dài bằng nhau mà bắt đầu, ví dụ, tại góc 30 (Fig.1). Trong ví dụ này, có bốn thành 12 feet (3,6576 m) 22, 24, 26, 28, do đó tổng chiều dài dải được mã hóa 16 của bốn mươi tám (48), là năm trăm bảy mươi sáu (576) inơ (14,6305 m). Do đó, với tổng chiều dài bao gồm năm trăm mười (510) khoảng cách 58, mỗi khoảng cách 58 là $576/510 = 1,129$ inơ (2,86766 cm). Như cũng được đề cập nêu trên, đây các khối được xác định trước 54, 56 trong dải được mã hóa ví dụ

16 được mã hóa Manchester để tạo ra các bit mã được cách đều nhau mà tương ứng với các khoảng cách được cách đều nhau 58. Dải được mã hóa ví dụ 16 được minh họa trên Fig.1 và Fig.3 mã hóa mỗi bit trong các bit là một trong hai khoảng cách màu trắng sang màu đen hoặc khoảng cách màu đen sang màu trắng. Như cũng được giải thích nêu trên, các chuyển tiếp của các khối màu trắng 55 sang các khối màu đen 54 nằm trên đường tâm mã 52 thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu đen 56 sang các khối màu đen 57 nằm dưới đường tâm mã 52, và sao cho các chuyển tiếp của các khối màu đen 54 sang các khối màu trắng 55 nằm trên đường tâm mã 52 thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu trắng 57 sang các khối màu đen 56 nằm dưới đường tâm mã 52. Do đó, có thể phát hiện được việc giao nhau của các góc của các khối màu đen 54 nằm trên đường tâm mã 52 với các góc của các khối màu đen 56 nằm dưới đường tâm mã 52 tạo thành các điểm đặc trưng 60 trên đường tâm mã 52. Do một số khối trong số các khối màu đen 54 liền kề với nhau và một số khối trong số các khối màu trắng 56 liền kề với nhau, nên có ít chuyển tiếp hơn của các khối màu trắng 55 sang các khối màu đen 54 và ngược lại nằm trên và dưới đường tâm mã 52 so với có các khoảng cách 58. Do đó, có ít điểm đặc trưng có thể nhận diện được 60 hơn so với năm trăm mười (510) khoảng cách 58, nhưng vẫn có hàng trăm điểm đặc trưng có thể nhận diện được 60 này trong dải được mã hóa 16 tại các địa điểm được đặt rõ ràng và đã biết rõ ràng (x,y) quanh khu vực biểu diễn 10.

Trong bước chụp ảnh 102 trên Fig.5, hình ảnh 104 được chụp bởi thiết bị định vị 12 bao gồm phần 106 của dải được mã hóa 16 như được minh họa, ví dụ, trên Fig.6. Sau đó, trong bước phát triển đặc trưng 108, các điểm đặc trưng 60 trong phần 106 của dải được mã hóa 16 được phát hiện bởi CPU 74 như được minh họa theo sơ đồ trên Fig.7. Bộ cảm biến hình ảnh đơn sắc 64 có thể được sử dụng trong thiết bị định vị 12 để làm giảm tính toán mà không suy giảm hiệu năng. Trong bước phát hiện đặc trưng ví dụ 108, tích chập ngang qua ảnh 104 bởi phần mềm chức năng đặc trưng (feature kernel) 110 được minh họa trên Fig.8 tạo ra bản đồ đặc trưng 112 với số đáp ứng điểm đặc trưng 60 trong kiểu mẫu về cơ bản là tuyến tính như được minh họa trên Fig.7. Trong bước hồi quy đường khớp nhất 114, đường 116 được phát hiện biểu diễn tốt nhất các vị trí của các đáp ứng điểm đặc trưng 60 như được minh họa trên Fig.9. Đường khớp nhất 116 tương ứng với đường tâm mã 52 của dải được mã hóa 16 được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Đường khớp nhất 116 được sử

dụng trong bước tách tín hiệu 118 để dẫn hướng quy trình lọc trung bình 0 được mô tả dưới đây để giải mã phần 106 của dải được mã hóa 16 mà được chụp trong hình ảnh 104. Để nâng cao độ tin cậy và giảm tải tính toán, dải được mã hóa 16 được gắn sao cho đường tâm mã 52 là đồng mặt phẳng đều bao quanh khu vực biểu diễn 10 như được giải thích nêu trên và được minh họa trên Fig.1. Hơn nữa, thiết bị định vị 12 được gắn trên robot 14 sao cho quang tâm 66 duy trì trong mặt phẳng 76 với chiều cao h nằm trên bề mặt biểu diễn 18 như cũng được mô tả nêu trên và được minh họa trên Fig.1. Do đó, bất kể vị trí (x,y) và hướng (ϕ,θ,ψ) bất kỳ, đường tâm mã 52 sẽ biến đổi thành các đường khớp nhất 116 (Fig.9), ngay cả các góc chéo 30 mà đầu của một đoạn dải được mã hóa 16 trên một thành của khu vực biểu diễn 10 gặp phần bắt đầu của đoạn dải được mã hóa khác 16.

Quy trình lọc trung bình 0 của bước tách tín hiệu 118 trên Fig.5 được minh họa trên Fig.9 và 10. Các điểm ảnh dọc theo đường 120 mà vuông góc với đường khớp nhất 116 được xử lý để tạo ra tín hiệu được phát hiện 123, ví dụ của chúng được minh họa trên Fig.11. Trong ví dụ này, quy trình lọc trung bình 0 được minh họa trên Fig.10, giá trị độ sáng điểm ảnh dọc theo phần phía trên 124 của đường vuông góc 120 mà nằm trên đường khớp nhất 116 được cộng thành tổng, và các giá trị độ sáng điểm ảnh dọc theo phần phía dưới 126 của đường vuông góc 120 mà nằm dưới đường khớp nhất 116 được trừ từ tổng. Nói cách khác, đối với vị trí đưa ra của đường vuông góc 120 như được minh họa trên Fig.9, biên độ của mỗi điểm ảnh được phát hiện bởi bộ cảm biến hình ảnh 64 trên phần trên 124 của đường vuông góc 120 nằm trên đường khớp nhất 116 được nhân với +1, và biên độ của mỗi điểm ảnh được phát hiện bởi bộ cảm biến hình ảnh 64 trên phần phía dưới 126 của đường vuông góc 120 nằm dưới đường khớp nhất 116 được nhân với -1 và được cộng vào tổng. Tổng này được tính nhiều lần, mỗi lần đối với mỗi vị trí của đường vuông góc 12, mà nói rằng mỗi lần đối với mỗi cột vuông góc của các điểm ảnh trong phần 106 của hình ảnh 104 mà đi qua đường khớp nhất 116. Do đó, bộ lọc đưa ra câu trả lời là 0 đối với vùng đồng nhất bất kỳ, tức là, nó từ chối trung bình của vùng này. Nó chỉ nhạy cảm với vùng mà độ sáng trung bình nằm trên đường khớp nhất 116 là khác với độ sáng trung bình nằm dưới đường khớp nhất 116. Số đường vuông góc 120, tức là, các cột dọc của các điểm ảnh, trên mỗi khoảng cách 58 (Fig.3), tức là, trên mỗi khối 54, 55, 56, 57, biến đổi đột ngột tùy thuộc vào hệ thấu kính 62 của thiết bị định vị 12 được đặt bao xa từ dải được mã hóa

16 (Fig.1). Nếu hệ thấu kính 62 rất gần với dải được mã hóa 16, thì có thể có nhiều (ví dụ, các tá) đường vuông góc 120 (Fig.9) trong khoảng cách 58 mà được tính tổng giữa chúng. Mặt khác, nếu hệ thấu kính 62 xa với dải được mã hóa 16, ví dụ, gần một thành của khu vực biểu diễn 10 và nhìn vào thành đối diện, có thể có một vài, có lẽ thậm chí nhỏ hơn hai, đường thẳng đứng 120 mà có thể được tính tổng trong khoảng cách 58.

Nhờ các phép toán lọc trung bình 0, tín hiệu được phát hiện 123 được tạo ra, như được minh họa, ví dụ, trên Fig.11. Mã Manchester có mặt trong tín hiệu được phát hiện 123 được giải mã trong bước giải mã và tìm kiếm mẫu 128 trên Fig. 5 sử dụng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật giải mã khác nhau đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực để bộc lộ dòng bit được mã hóa 130 của dãy ngẫu nhiên giả của phần 106 của dải được mã hóa 16 trong hình ảnh được chụp 104. Khối màu đen 54 trên khối màu trắng 57 được mã hóa là 1, và khối màu trắng 55 trên khối màu đen 56 được mã hóa là 0 trong ví dụ này. Có số khoảng cách không ngắt quãng, liên tục tối thiểu 58 mà phải được chụp trong hình ảnh 104 để cho CPU 74 của thiết bị chụp ảnh 12 xác định phần nào của mã nó nhìn thấy, mà tùy thuộc vào số bit được mã hóa theo cụm nhỏ nhất hoặc dãy các bit trong dòng bit được mã hóa mà không lặp lại ở bất kỳ đâu trong dải được mã hóa 16, tức là, là duy nhất trong dòng bit được mã hóa. Trong dải được mã hóa ví dụ 16 này được tạo ra dãy giả ngẫu nhiên có chiều dài tối đa có chiều dài 255 sử dụng thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính 8 bit và sau đó được mã hóa Manchester để thu được chiều dài dãy bit là 510 bit như được mô tả nêu trên, hình ảnh được chụp 104 phải bao gồm ít nhất mười năm (15) khoảng cách không bị ngắt quãng, liên tục, ví dụ, 16,9 in (42,926 cm), để có thể xác định phần nào của mã nó nhìn thấy, do các dãy của mười năm (15) bit hoặc lớn hơn không lặp lại ở bất kỳ đâu trong dòng bit này. Do đó, phần phụ của mã có thể bộc lộ phần chính xác của mã này mà được chụp trong hình ảnh 104. Lần nữa, bộ nhớ liên quan đến CPU 74 chứa dãy bit đối với toàn bộ dải được mã hóa 16. Khi phần chính xác của mã này được nhận diện trong bước giải mã và tìm kiếm mẫu 128, thì phần chính xác này của mã liên quan đến các tọa độ đã biết (x,y) tương ứng với các điểm đặc trưng 60 ở chỗ phần của mã như được chỉ ra tại bước liên quan đến các tọa độ đã biết 132 trên Fig.5. Thời gian tính toán tương đối ít được sử dụng để tìm ra hình ảnh dải mã 106 trong hình ảnh được chụp 104, và nhờ tạo ra tín hiệu được phát hiện 123, việc tính toán vị trí giảm đối với vấn đề một chiều của độ phức

tạp tương đối thấp xuống thay vì vấn đề liên quan đến các tính toán trong không gian ảnh hai chiều.

Ngay khi các tọa độ đã biết (x,y) tương ứng với các điểm đặc trưng 60 được xác định ở bước 132, các tọa độ (x,y) đó được biến đổi thành các tọa độ đường s' ở bước 134 trên Fig.5 bằng quy trình biến đổi, mà đôi khi được gọi là sự biến đổi tổng thể và đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đồ họa máy tính. Trong một ví dụ của sự chuyển đổi này, thiết bị định vị 12 trên Fig.1 chụp ảnh một phần của dải được mã hóa 16 mà chứa các điểm đặc trưng 60 (ví dụ, $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2$, và $\bar{P}_3$) được quan sát tốt nhất trên Fig.4 và nhận biết $\bar{P}_1$ từ thông tin về dải được mã hóa 16 được lưu trữ trong bộ nhớ liên quan đến CPU 74 như được giải thích nêu trên. Do đó, dựa trên thông tin trong bộ nhớ về điểm đặc trưng 60, địa điểm (x,y) thực tế của $\bar{P}_1$ là đã biết. Tuy nhiên, CPU 74 tính toán điểm 85 mà tại đó tia 86 từ $\bar{P}_1$ đi qua màn hình ảo 92 trên cơ sở địa điểm đoán hoặc được ước lượng (x,y,ϕ,θ,ψ) đối với quang tâm 66, mà cũng được ký hiệu $\bar{P}_0$ trên Fig.4. Với địa điểm đã biết (x,y) này của $\bar{P}_1$ và địa điểm được đoán hoặc ước lượng (x,y,ϕ,θ,ψ) này của $\bar{P}_0$, khoảng cách thuận 94 có thể được phát hiện bằng: Chiều sâu thuận $= (\bar{P}_1 - \bar{P}_0) \cdot \bar{f}$, trong đó $\cdot$ nghĩa là tích vô hướng và $\bar{f}$ là vectơ thuận, mà thẳng hàng với trục quang 68. Hơn nữa, khoảng cách vuông góc 96 có thể được tìm thấy bằng: Khoảng cách vuông góc $= (\bar{P}_1 - \bar{P}_0) \cdot \bar{r}$, trong đó $\cdot$ nghĩa là tích vô hướng và $\bar{r}$ là vectơ 185, mà vuông góc với vectơ thuận $\bar{f}$. Khoảng cách s' đối với điểm được dự đoán 85 mà tại đó tia 86 từ $\bar{P}_1$ đi qua màn hình ảo 92 dựa trên địa điểm $\bar{P}_1$ thực tế và dự đoán hoặc ước lượng địa điểm $\bar{P}_0$ có thể được tìm thấy bằng: $s' = d * (\text{Khoảng cách vuông góc}) / (\text{Chiều sâu thuận})$, trong đó d là khoảng cách cụ thể giữa quang tâm 66 và màn hình ảo 92, trong đó các giao điểm 85, 87, 89 của các tia 84, 86, 88 được nhận là các đơn vị của các điểm ảnh của bộ cảm biến hình ảnh 64 với sự lựa chọn được xác định phù hợp của khoảng cách màn hình ảo d . Khoảng cách màn hình ảo d là thông số cụ thể với thiết kế nêu ra, được tính ngay tại nhà máy, và sau đó giả sử là giống nhau đối với mọi đơn vị được sản xuất với thiết kế đó. Trong ví dụ vừa được mô tả dựa trên vị trí và hướng của thiết bị định vị 12 được minh họa trên Fig.4, khoảng cách vuông góc sẽ là số âm (-), và điểm mà nằm dọc theo phương của vectơ thuận 68 sẽ có khoảng cách vuông góc là không (0). Các tính toán tương tự có thể được thực hiện đối với các điểm đặc trưng khác 60 mà được nhận diện trong một phần của dải được mã hóa 16 mà được chụp ảnh, ví dụ,

$\bar{P}_2$ và $\bar{P}_3$ trên Fig.4. Như được đề cập tóm lược nêu trên, các khoảng cách thực tế s đối với các giao điểm 85, 87, 89 được đo, và chỉ số sai số E mà chỉ ra các hiệu số giữa các giá trị s' được dự đoán và các giá trị s đo được được tính tại bước 136 trên Fig.5, và quy trình này được lặp lại, mỗi lần với vị trí được đề xuất mới, cho đến khi chỉ số sai số E trở nên đủ nhỏ tại bước 138 trên Fig.5 mà địa điểm và hướng góc được ước lượng (x,y,ϕ,θ,ψ) của quang tâm 66 mà tạo ra các giá trị s' được dự đoán này được xem là sự thiết lập đủ rõ ràng của địa điểm thực tế của quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10, tức là được xem là ổn định. Như được đề cập trên đây, sự dự đoán ban đầu của địa điểm của quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10 có thể là tùy ý hoặc có thể được dựa trên sự đánh giá nào đó. Một ước lượng ví dụ đối với địa điểm ban đầu có thể được tiến hành bởi CPU 74 chọn điểm đặc trưng 60 trong hình ảnh 104 mà có s âm nhất, điểm đặc trưng 60 trong hình ảnh 104 mà có s dương nhất, và điểm đặc trưng 60 trong hình ảnh 104 gần nhất điểm giữa, tức là giá trị tuyệt đối nhỏ nhất của s . Với các giá trị s đo được đó, CPU có thể tính toán ước lượng ban đầu đối với địa điểm (x,y) cho quang tâm 66 mà sử dụng biểu thức giải tích, và nó có thể ước lượng tính toán hướng ban đầu (ϕ,θ,ψ) mà sử dụng khoảng cách s gần nhất điểm giữa. Cả hai ước lượng vị trí nêu trên và các tính toán ước lượng góc nêu trên là dựa trên các giải pháp phân tích mà có thể thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực.

Đồng thời, tín hiệu mã 123 được tách tại bước 118 trên Fig.5 được hiệu chỉnh đối với độ ngả, độ nghiêng hoặc độ méo thấu kính bất kỳ tại bước 140. Hơn nữa, bước phát hiện đặc trưng điểm cắt 0 142 xác định các điểm cắt 0 của tín hiệu được phát hiện 123. Các điểm cắt 0 của tín hiệu được phát hiện 123 tương ứng với các điểm đặc trưng 60 của dải được mã hóa 16, mà các địa điểm chính xác trong ba chiều (x,y,z) là đã biết và được xác định trước bằng thiết kế và xây dựng dải được mã hóa 16 và việc gắn của nó trên khu vực biểu diễn 10 như được giải thích nêu trên. Fig.12 là hình vẽ minh họa ví dụ về các thông số trên Fig.4 khi máy ảnh trong thiết bị định vị 12 nghiêng xuống phía dưới với dải được mã hóa 16 vẫn xuất hiện tại phía trên của trường nhìn và góc quay liệng (roll angle) (ϕ) là 0 độ để đơn giản hóa việc giải thích. Fig.13 là sự biểu diễn khái niệm của các thông số thể hiện góc ngả và góc quay liệng của máy ảnh mà liên quan đến việc bù trừ và tìm kiếm vị trí chính xác. Fig.14 là hình vẽ minh họa độ méo của thấu kính và sự biểu diễn tia được sử dụng để hiệu chỉnh độ méo này. Quy trình ví dụ để thiết lập các địa điểm chính xác của

quang tâm 66 của hệ thấu kính 62 của thiết bị định vị 12 trong khu vực biểu diễn 10 tùy thuộc như được mô tả nêu trên vào số đo chính xác của các điểm đặc trưng này 60 trong hình ảnh được chụp. Trong quy trình ví dụ này, việc đo lường điểm ảnh phụ (subpixel) của sự ánh xạ các điểm đặc trưng 60 được sử dụng để nâng cao độ chính xác. Do đó, sự thay đổi về dấu được phát hiện giữa các phần tử liên kế y_{i-1} và y_i của tín hiệu được phát hiện 123, ước lượng điểm ảnh phụ được thực hiện bằng cách sử dụng nội suy tuyến tính là

$$s = i - 1 + \frac{y_{i-1}}{y_{i-1} - y_i} \quad (1)$$

trong đó s là nội suy số dấu phẩy động của chỉ số số nguyên I của mảng phát hiện 122 mô tả ước lượng điểm ảnh phụ của điểm cắt 0.

Sự ngắt nhất thời hoặc liên tục của máy ảnh trong thiết bị định vị 12 lên hoặc xuống gây ra sự thay đổi về khoảng cách màn hình ảo biểu kiến d (xem Fig.4), là d' , mà tạo ra việc nhân thông số khoảng cách s mà được hiệu chỉnh với hệ số k đang sử dụng.

$$k = \frac{d}{d'} = \frac{d}{\sqrt{d^2 + p^2}}$$

Ngoài được định hướng với góc ngắt khác 0, thì máy ảnh có thể được định hướng, hoặc trải qua, góc quay liệng khác 0. Góc quay liệng này là hiệu ứng quay đường khớp nhất 116 trong hình ảnh có liên quan 104 (Fig.6). Góc quay liệng này cũng có hiệu ứng dịch chuyển địa điểm biểu kiến của điểm liên quan đến thông số $s = 0$ dọc theo đường khớp nhất 116. Độ bù nghiêng p trên Fig.13 được tìm thấy là

$$p = \frac{b}{\sqrt{1 + m^2}} \quad (3)$$

Với hai lần hiệu chỉnh này, các điểm cắt 0 của tín hiệu được phát hiện 123 được ánh xạ đến thông số s là:

$$s_i = \frac{d(x_i(1 + m^2) + bm)}{\sqrt{d^2(1 + m^2) + b^2}}$$

trong đó x là tọa độ điểm ảnh điểm cắt 0 dấu phẩy động được xác định là trên mỗi hệ tọa độ của Fig.14.

Sự cải thiện về độ chính xác nữa có thể bao gồm bằng cách sử dụng sự hiệu chỉnh thấu kính khoảng:

$$\beta = 1 + k_1 r_d^2 + k_2 r_d^4 + k_3 r_d^6$$

trong đó:

$$r_d = \sqrt{x_d^2 + y_d^2}$$

như được xác định trên Fig.14. Do đó, các điểm cắt 0 của các điểm đặc trưng 60 được phát hiện tại bước 142 (phát hiện đặc trưng điểm cắt 0) trên Fig.5 là:

$$s_i = \frac{\beta d(x_d^i + m y_d^i)}{\sqrt{(d^2(1 + m^2) + \beta^2 b^2)}}$$

Sau đó, sự ánh xạ của thông số s' được tính trong bước biến đổi thành các tọa độ đường 134 trên Fig.5 là:

$$s'_i = d \frac{\cos(\theta)(x_i - x) - \sin(\theta)(y_i - y)}{\sin(\theta)(x_i - x) + \cos(\theta)(y_i - y)} = d \frac{(\bar{P}_i - \bar{P}_0) \cdot \bar{r}}{(\bar{P}_i - \bar{P}_0) \cdot \bar{f}}$$

Trong các công thức này, $\bar{f} = (\sin(\phi), \cos(\phi))$ và $\bar{r} = (\cos(\phi), -\cos(\phi))$.

Do các địa điểm chính xác của các điểm đặc trưng mã 60 là đã biết như được giải thích nêu trên, và do các điểm đặc trưng 60 này có sự tương ứng một một với các điểm cắt 0 của tín hiệu được phát hiện 123, và do sự ánh xạ lý tưởng của các điểm đặc trưng 60 đó vào trong các tọa độ của màn hình ảo 92 là đã biết, thì sai số E trong bước tính sai số 136 trên Fig.5 tiến hành là:

$$E = \frac{1}{2} \sum_n (s_i - s'_i)^2$$

Sai số được tính toán E trong bước 136 trên Fig.5 được kiểm soát trong bước 138 (ổn định) để xác định liệu sai số E có dừng giảm đi, mà chỉ ra rằng vị trí tốt nhất được phát hiện. Nếu sai số E được xác định tại bước 138 chưa được giảm tối ưu, thì quy trình này lặp lại bước đề xuất vị trí mới 144 trên Fig.5, trong đó vị trí thử nghiệm mới có thể được tính dựa trên, ví dụ, phương pháp Newton-Raphson hoặc phương pháp chia đôi. Nhờ sử dụng

phương pháp Newton-Raphson, mà đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, số dư r_i trước tiên được định nghĩa là:

$$r_i = s_i - s'_i$$

và C_i được xác định là:

$$C_i = \frac{d}{\left((\bar{P}_i - \bar{P}_0) \cdot \bar{f}\right)^2}$$

Định thức Jacobi có thể được tính là:

$$J_x = \frac{\partial r_i}{\partial x} = (y_i - y)C_i$$

$$J_y = \frac{\partial r_i}{\partial y} = (x_i - x)C_i$$

$$J_\theta = \frac{\partial r_i}{\partial \theta} = ((x_i - x)^2 + (y_i - y)^2)C_i$$

sao cho gradient của hàm sai số ở dạng đóng là:

$$\nabla_x f(p) = \sum_m (y_i - y)C_i r_i$$

$$\nabla_y f(p) = \sum_m (x_i - x)C_i r_i$$

$$\nabla_\theta f(p) = \sum_m ((x_i - x)^2 + (y_i - y)^2)C_i r_i$$

Bước Newton là:

$$\bar{p}_{j+1} = \bar{p}_j - \alpha \left(\nabla^2 f(\bar{p}_j) \right)^{-1} \nabla f(\bar{p}_j)$$

Trong đó ma trận Hessian xấp xỉ là:

$$\nabla^2 f(x) \approx J(x)^T J(x)$$

Do đó, vị trí được đề xuất mới $\bar{p}_{j+1}$ được đề xuất trong bước đề xuất vị trí mới 144 trên Fig.5, và việc đề xuất đó được sử dụng làm thử nghiệm vị trí mới trong bước biến đổi

thành các tọa độ đường 134 trên Fig.5. Việc lặp này được tiếp tục cho đến khi sai số E trở nên ổn định tại bước ổn định 138 trên Fig.5, và thế là địa điểm và hướng của quang tâm 66 trong khu vực biểu diễn 10 được xem là vị trí được đề xuất cuối cùng $\bar{P}_0 = (x,y,z,\phi,\theta,\psi)$ từ bước đề xuất vị trí mới 144 như được minh họa trên Fig.5. Như được giải thích nêu trên, giá trị (z) thẳng đứng có thể được bỏ qua do quang tâm 66 luôn luôn nằm trong mặt phẳng 76 với chiều cao h (Fig.1), và góc quay liệng (ϕ) là theo các công thức, ví dụ, công thức (8) nêu trên, là $\bar{f} = (\sin(\phi), \cos(\phi))$ và $\bar{r} = (\cos(\phi), -\cos(\phi))$. Góc ngẩng (θ) và góc quay liệng (ψ) được xác định sau khi vòng lặp hoàn thành là:

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{b}{d\sqrt{1+m^2}}\right)$$

và

$$\psi = \text{atan}(m)$$

Các tính toán này thấp so với công suất của các bộ xử lý có sẵn, thậm chí không đắt tiền mà có bán trên thị trường, sao cho tốc độ cập nhật lớn hơn mười (10) cập nhật trên mỗi giây đạt được dễ dàng.

Tóm lại, hình ảnh đưa ra 104 như được lấy mẫu bằng bộ cảm biến hình ảnh 64 tương ứng với một và chỉ một vị trí và hướng cụ thể của quang tâm 66. Do đó, mọi vị trí và hướng khác biệt của quang tâm 66 tương ứng với địa điểm duy nhất và dự đoán được của các điểm đặc trưng 60 trong ảnh ảo 92. Đó là quy trình dự đoán cần thiết để tìm vị trí và hướng của quang tâm 66 bằng cách dự đoán và sau đó so sánh hình ảnh được dự đoán với hình ảnh được đo thực tế. Do đó, CPU 74 dự đoán nhiều vị trí đối với quang tâm 66 cho đến khi nó có thể tái cấu trúc bên trong cùng hình ảnh giống như bộ cảm biến hình ảnh 64 nhìn thấy.

Thực tế, quy trình này không thực hiện các tính toán để khớp với các hình ảnh, nhưng thay vào đó chuyển đổi thông tin của các hình ảnh thành các mảng một chiều. Quy trình này được hoàn thành bằng cách chuyển đổi hình ảnh 104 được chụp bằng bộ cảm biến hình ảnh 64 thành tập một chiều của các điểm đặc trưng 60 được nhận diện bởi khoảng cách một chiều của chúng dọc theo đường tâm 52 của dải được mã hóa 16. CPU 74 cũng nhận diện độ tương đồng của mỗi điểm đặc trưng 60 sao cho các tọa độ (x,y) của mỗi điểm đặc trưng

60 là đã biết. Các nhận dạng này cho phép sai số chỉ số E được sử dụng đối với quy trình dự đoán để so sánh các danh sách 1 chiều đo được thay vì phải so sánh hình ảnh được đo 104 với hình ảnh ảo được tạo ra bên trong, mà sẽ tốn kém hơn rất nhiều về mặt tính toán. Với vị trí thử nghiệm ảo và hướng của quang tâm 66 đã nêu, dễ dàng xác định các đặc điểm quang học 60 nào sẽ nhìn thấy được và chính xác nơi nào chúng sẽ đặt trong hình ảnh, và do đó tạo ra danh sách 1 chiều của các vị trí ảo s của các điểm đặc trưng 60 dọc theo đường tâm ảo. Với hình ảnh được đo 104 từ bộ cảm biến hình ảnh 64 được chuyển đổi thành danh sách 1 chiều của các khoảng cách s , và nhờ có danh sách 1 chiều ảo của các khoảng cách s' có thể được dự đoán từ vị trí thử nghiệm bất kỳ của quang tâm 66, thì quy trình này có thể lặp bằng cách thử nhiều vị trí và hướng cho đến khi danh sách 1 chiều được tạo ra bên trong của vị trí của điểm đặc trưng 60 s' khớp với các khoảng cách 1 chiều s như đo được từ bộ cảm biến hình ảnh 64. Cuối cùng là, vòng lặp hội tụ vào vị trí mà tối thiểu hóa bình phương của hiệu giữa các danh sách 1 chiều $s' - s$.

Như được minh họa trên Fig.15, nhiều thiết bị định vị 12, ví dụ, được gắn trên nhiều robot 14, mà di chuyển độc lập với nhau có thể hoạt động đồng thời trong cùng khu vực biểu diễn 10 như được minh họa, ví dụ, trên Fig.15. Mỗi thiết bị định vị trong số các thiết bị định vị 12 có thể thiết lập các địa điểm chính xác của quang tâm của nó 66 trong thời gian thực như được mô tả nêu trên và tạo ra các tín hiệu vị trí đối với các địa điểm để sử dụng bởi robot 14 mà trên đó thiết bị định vị 12 này được gắn. Tùy thuộc vào góc nhìn 70 của hệ thấu kính 62, mỗi máy ảnh của thiết bị định vị 12 thường có thể nhìn một phần của dải được mã hóa 16 trong trường nhìn của nó với đủ các điểm đặc trưng 60 (Fig.4) để thiết lập địa điểm đối với quang tâm của nó 66, ngay cả với các robot di động khác 14 hoặc các đối tượng ngẫu nhiên 96 bịt kín các của dải được mã hóa 16 từ máy ảnh. Trong một ví dụ, sự bổ sung của một hoặc nhiều thiết bị định vị bổ sung 12' được gắn trên robot 14 và được chỉ theo phương khác, ví dụ, 180 độ, từ thiết bị định vị thứ nhất 12 còn có thể giảm xác suất của sự bịt kín hoàn toàn dải được mã hóa 16 đối với robot cụ thể 14 này. Ngoài ra, sự mở rộng của trường nhìn 70 có thể giảm xác suất của sự bịt kín hoàn toàn dải được mã hóa từ trường nhìn 70. Tuy nhiên, như được đề cập nêu trên, sự mở rộng này của trường nhìn 70 có thể làm giảm số mẫu tín hiệu 123 trên mỗi khoảng cách 58 đến giá trị không chấp nhận được trong các trường hợp mà thiết bị định vị 12 đi xa khỏi dải được mã hóa 16.

Thiết bị định vị 12 cũng có thể được sử dụng đối với phân tích hình ảnh bổ sung, như tránh đối tượng 14, 96, địa điểm của đối tượng 14, 96, v.v.. Vốn có trong phần cứng cần thiết để xử lý các hình ảnh 104 từ bộ cảm biến hình ảnh 64 và thiết lập địa điểm, như được mô tả nêu trên, là khả năng tiến hành phân tích hình ảnh thêm. Ví dụ, hình ảnh 104 từ bộ cảm biến hình ảnh 64 có thể trước tiên được xử lý đối với địa điểm của quang tâm 66 như được mô tả nêu trên, và sau đó hình ảnh 104 còn có thể được xử lý để xác định sự có mặt của các đối tượng khác 14, 96 để xác định các đối tượng khác hoặc các cản trở này.

Do đó, sự viện dẫn có thể được thực hiện với tất cả các tổ hợp, tổ hợp con, biến thể, và phần tương đương thích hợp mà nằm trong phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các đặc điểm. Thuật ngữ “bao gồm,” “gồm có,” “gồm,” “chứa,” “bao hàm,” và “liên quan” khi được sử dụng trong bản mô tả này, bao gồm các đặc điểm, nhằm cụ thể hóa sự có mặt của các đặc điểm, thành phần, số nguyên, hoặc các bước nêu ra, nhưng chúng không làm loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều đặc điểm, số nguyên, thành phần, bước hoặc các nhóm của chúng. Ngoài ra, thuật ngữ về hướng, như “lên phía trên,” “xuống phía dưới,” “lên,” “xuống,” “trên,” “dưới,” “nằm trên,” “nằm dưới,” v.v., có thể đôi khi liên quan đến hướng của các thành phần và các đặc điểm như được minh họa trong các hình vẽ, và không được sử dụng để yêu cầu hướng thật cụ thể bất kỳ hoặc giới hạn bất kỳ về hướng của thiết bị hoặc thành phần trong sử dụng thực tế trừ khi có quy định khác trong phần mô tả này.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống khu vực biểu diễn dùng cho các phương tiện vận chuyển mà biểu diễn trong không gian biểu diễn, hệ thống khu vực biểu diễn này bao gồm:

dải được mã hóa có đầu bắt đầu và kéo dài chiều dài được xác định trước đến đầu kết thúc và có số các đoạn khoảng cách được xác định trước kéo dài từ đầu bắt đầu đến đầu kết thúc, trong đó dải được mã hóa có thể gắn được ở vị trí bắt đầu liền kề với không gian biểu diễn và có thể kéo dài đến các đoạn khoảng cách được xác định trước liền kề với không gian biểu diễn, dải được mã hóa bao gồm đường tâm mã và được gắn liền kề với không gian biểu diễn theo cách mà định ra mặt phẳng tham chiếu nằm trên bề mặt biểu diễn, trong đó dãy của các dấu trong dải được mã hóa bao gồm dãy các khối không lặp lại ở các khoảng cách dọc đường tâm mã, dãy các khối không lặp lại bao gồm các khối màu tối được đặt rải rác với các khối màu sáng, một số khối màu tối và khối màu sáng được đặt trên đường tâm mã và trong đó một số khối màu tối khác và khối màu sáng khác được đặt dưới đường tâm mã, khoảng cách bất kỳ có khối màu tối nằm trên đường tâm mã có khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, và trong đó khoảng cách bất kỳ mà có khối màu tối nằm trên đường tâm mã có khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, và trong đó khoảng cách bất kỳ mà có khối màu sáng nằm trên đường tâm mã có khối màu tối nằm dưới đường tâm mã sao cho các chuyển tiếp của các khối màu sáng sang các khối màu tối nằm trên đường tâm mã thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu tối sang các khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, và sao cho các chuyển tiếp của các khối màu tối sang các khối màu sáng nằm trên đường tâm mã thẳng hàng với các chuyển tiếp của các khối màu sáng sang các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã, trong đó việc giao nhau của các góc của các khối màu tối nằm trên đường tâm mã với các góc của các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã tạo thành các điểm đặc trưng trên đường tâm mã.

2. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 1 bao gồm thiết bị định vị được đặt trong không gian biểu diễn mà bao gồm máy ảnh số dùng để thu nhận hình ảnh bao gồm một hoặc nhiều phần của dãy của các dấu mã, máy ảnh số có hệ thấu kính hội tụ hình ảnh trên bộ cảm biến hình ảnh, hệ thấu kính này có quang tâm.

3. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 2 trong đó thiết bị định vị có thể gắn được trên phương tiện vận chuyển theo cách đặt quang tâm trong mặt phẳng tham chiếu.

4. Hệ thống theo điểm 3, bao gồm bộ xử lý được lập trình để so sánh hình ảnh thu nhận được bằng máy ảnh số với dãy của các dấu mã trong bộ nhớ để nhận dạng một hoặc nhiều phần của dãy của các dấu mã trong hình ảnh và tạo ra các tín hiệu mà chỉ dẫn vị trí và hướng của thiết bị định vị trong không gian biểu diễn.

5. Hệ thống theo điểm 3, trong đó các thiết bị định vị có thể gắn được trên phương tiện vận chuyển theo cách để đặt quang tâm trong mặt phẳng tham chiếu.

6. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 4, trong đó bộ xử lý được lập trình để nhận diện đường tâm mã bằng điểm đặc trưng được tạo thành trên đường tâm mã bằng góc của khối màu tối nằm trên đường tâm mã giao nhau với góc của khối màu tối nằm dưới đường tâm mã.

7. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 6, trong đó bộ xử lý được lập trình để nhận diện các vị trí của các điểm đặc trưng trong hình ảnh là các vị trí tương ứng của các điểm đặc trưng này trên dải được mã hóa, theo đó vị trí của các điểm đặc trưng này so với vị trí bắt đầu trên chu vi của khu vực biểu diễn được xác định bằng cách nhận diện các vị trí tương ứng của các điểm đặc trưng tương ứng theo dãy của các dấu và vị trí cụ thể trong bộ nhớ xung quanh khu vực biểu diễn.

8. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 1, trong đó bề mặt biểu diễn có hình dạng đa giác và không gian khu vực được bao quanh bởi các thành mà giao nhau tại các góc, và trong đó vị trí bắt đầu là một trong các góc này.

9. Hệ thống khu vực biểu diễn bao gồm:

dải được mã hóa mà kéo dài quanh ít nhất một phần chu vi của không gian biểu diễn trên bề mặt của khu vực biểu diễn, dải được mã hóa này bao gồm dãy của các dấu mã bắt đầu tại vị trí bắt đầu, trong đó phần dãy dấu mã tại vị trí cụ thể bất kỳ liên kết với không gian khu vực so với vị trí bắt đầu là duy nhất;

các thiết bị định vị được đặt trong không gian khu vực, bao gồm máy ảnh số để thu nhận hình ảnh bao gồm một hoặc nhiều phần dãy của các dấu mã; và

bộ xử lý được lập trình để tạo ra tín hiệu dựa trên một phần hoặc các phần dãy của các dấu trong ảnh, tín hiệu này chỉ ra vị trí và hướng của thiết bị định vị trong không gian khu vực,

trong đó dãy của các dấu mã của dải được mã hóa bao gồm dãy các khối không lặp lại ở các khoảng cách dọc đường tâm mã, dãy các khối không lặp lại này bao gồm các khối màu tối được đặt rải rác với các khối màu sáng, một số khối màu tối và khối màu sáng được đặt trên đường tâm mã, và một số khối khác của các khối màu tối và khối màu sáng được đặt dưới đường tâm mã, một số khoảng cách có khối màu tối nằm trên đường tâm mã và có khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã và các khoảng cách khác có khối màu sáng nằm trên đường tâm mã và các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã sao cho sự chuyển tiếp của khối màu sáng nằm trên đường tâm mã sang khối màu tối nằm dưới đường tâm mã thẳng hàng với sự chuyển tiếp của khối màu tối nằm dưới đường tâm mã sang khối màu sáng và sao cho sự chuyển tiếp của khối màu tối nằm trên đường tâm mã sang khối màu sáng thẳng hàng với sự chuyển tiếp của khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã, trong đó việc giao nhau của các góc của khối màu tối nằm trên đường tâm mã với các góc của khối màu tối nằm dưới đường tâm mã tạo thành các điểm đặc trưng trên đường tâm mã;

10. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 9, trong đó máy ảnh số bao gồm hệ thấu kính để hội tụ hình ảnh trên bộ cảm biến hình ảnh, hệ thấu kính này có quang tâm thẳng hàng với bộ cảm biến hình ảnh.

11. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 10 trong đó thiết bị định vị có thể gắn được trên phương tiện vận chuyển theo cách để đặt quang tâm trong mặt phẳng tham chiếu.

12. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 11, trong đó bộ xử lý được lập trình để nhận diện đường tâm mã bằng điểm đặc trưng được tạo thành trên đường tâm mã bằng góc của khối màu tối nằm trên đường tâm mã giao nhau với góc của khối màu tối nằm dưới đường tâm mã.

13. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 12, trong đó bộ xử lý được lập trình để nhận diện các vị trí của các điểm đặc trưng trong hình ảnh là các vị trí tương ứng của các điểm đặc trưng này trên dải được mã hóa, bằng cách đó vị trí của các điểm đặc trưng này so với vị trí bắt đầu được xác định bằng cách nhận diện các vị trí tương ứng của các điểm đặc trưng

tương ứng theo dãy của các dấu và các vị trí cụ thể liên hệ với khu vực biểu diễn mà được lưu trữ trong bộ nhớ.

14. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 9, trong đó bề mặt biểu diễn có hình dạng đa giác và không gian khu vực được bao quanh bởi các thành mà giao nhau tại các góc, và trong đó vị trí bắt đầu là một trong các góc này.

15. Hệ thống khu vực biểu diễn theo điểm 9, trong đó không gian biểu diễn có chu vi, và trong đó dải được mã hóa kéo dài từ vị trí bắt đầu ít nhất một phần ở quanh chu vi của không gian khu vực biểu diễn.

16. Phương pháp lắp ráp khu vực biểu diễn bao gồm:

bước đặt dải được mã hóa ít nhất một phần xung quanh hoặc trong khu vực biểu diễn, trong đó dải được mã hóa có đầu bắt đầu và đầu kết thúc với chiều dài mã nằm giữa đầu bắt đầu và đầu kết thúc, và việc đặt đầu kết thúc ít nhất một phần xung quanh hoặc trong khu vực biểu diễn tại vị trí bắt đầu so với khu vực biểu diễn, vị trí bắt đầu có vị trí cụ thể so với khu vực biểu diễn, và trong đó dải được mã hóa bao gồm nhiều điểm đặc trưng trong chiều dài mã nằm giữa đầu bắt đầu và đầu kết thúc, mỗi điểm đặc trưng là nằm ở khoảng cách được xác định trước từ đầu bắt đầu sao cho mỗi điểm đặc trưng trong chiều dài mã là tại vị trí được xác định trước tương ứng so với vị trí bắt đầu,

trong đó dãy của các dấu mã của dải được mã hóa bao gồm dãy các khối không lặp lại với khoảng cách cách đều nhau dọc theo đường tâm mã của dải được mã hóa, dãy các khối không lặp lại bao gồm các khối màu tối được đặt rải rác với các khối màu sáng, một số khối màu tối và khối màu sáng được đặt trên đường tâm mã và một số khối khác của các khối màu tối và khối màu sáng được đặt dưới đường tâm mã, một số khoảng cách có khối màu tối nằm trên đường tâm mã và có khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã và các khoảng cách khác có khối màu sáng nằm trên đường tâm mã và các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã sao cho sự chuyển tiếp của khối màu sáng nằm trên đường tâm mã sang khối màu tối thẳng hàng với sự chuyển tiếp của khối màu tối dưới đường tâm mã sang khối màu sáng và sao cho sự chuyển tiếp của khối màu tối nằm trên đường tâm mã sang khối màu sáng thẳng hàng với sự chuyển tiếp của khối màu sáng nằm dưới đường tâm mã thành các khối màu tối, trong đó việc giao nhau của các góc của các khối màu tối nằm trên đường

tâm mã với các góc của các khối màu tối nằm dưới đường tâm mã tạo thành các điểm đặc trưng trên đường tâm mã.

17. Phương pháp theo điểm 16, bao gồm bước lắp ráp nhiều thành xung quanh không gian biểu diễn để giao cắt với nhau tại nhiều góc, mà chỉ định một trong các góc là vị trí bắt đầu, bước gắn dải được mã hóa trên thành với đầu bắt đầu của dải được mã hóa được đặt tại góc mà được chỉ định là vị trí bắt đầu, trong đó mỗi điểm đặc trưng trong dải được mã hóa được đặt ở khoảng cách được xác định trước tương ứng từ góc mà được chỉ định là vị trí bắt đầu.

18. Phương pháp theo điểm 17, bao gồm bước lắp ráp nhiều thành lên bề mặt khu vực và bước gắn dải được mã hóa lên trên các thành sao cho đường tâm mã của dải được mã hóa ở chiều cao không đổi.

19. Phương pháp theo điểm 16, bao gồm bước áp dụng các đoạn của dải được mã hóa vào nhiều thành mà có đường tâm của dải được mã hóa, đường tâm của dải được mã hóa tại mỗi đoạn được đặt với chiều cao không đổi trên mỗi thành.

20. Phương pháp theo điểm 19, bao gồm bước lắp ráp nhiều thành xung quanh hoặc liền kề với bề mặt khu vực theo cách sao cho đường tâm mã định ra mặt phẳng với chiều cao không đổi nằm trên bề mặt khu vực.

1/10

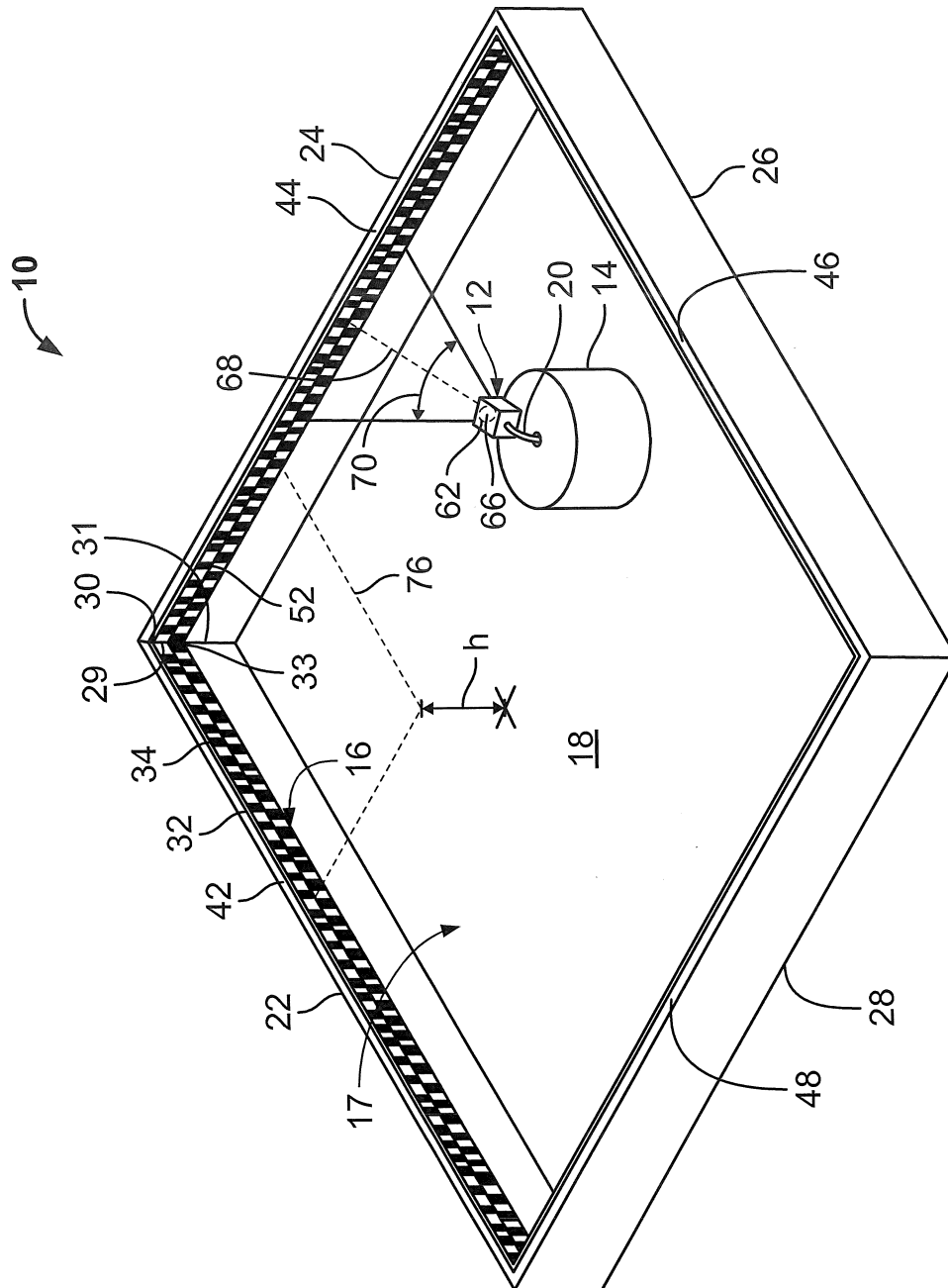


FIG. 1

2/10

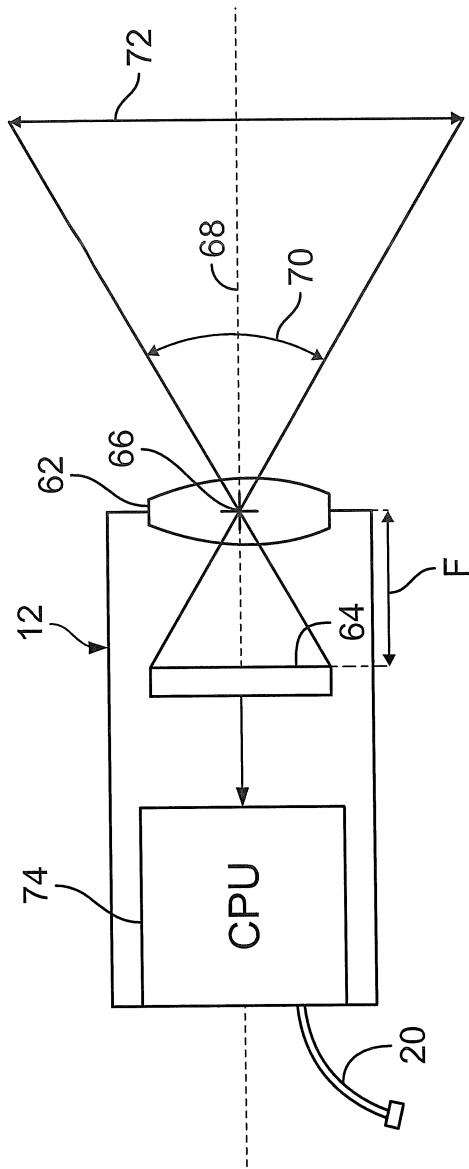


FIG. 2

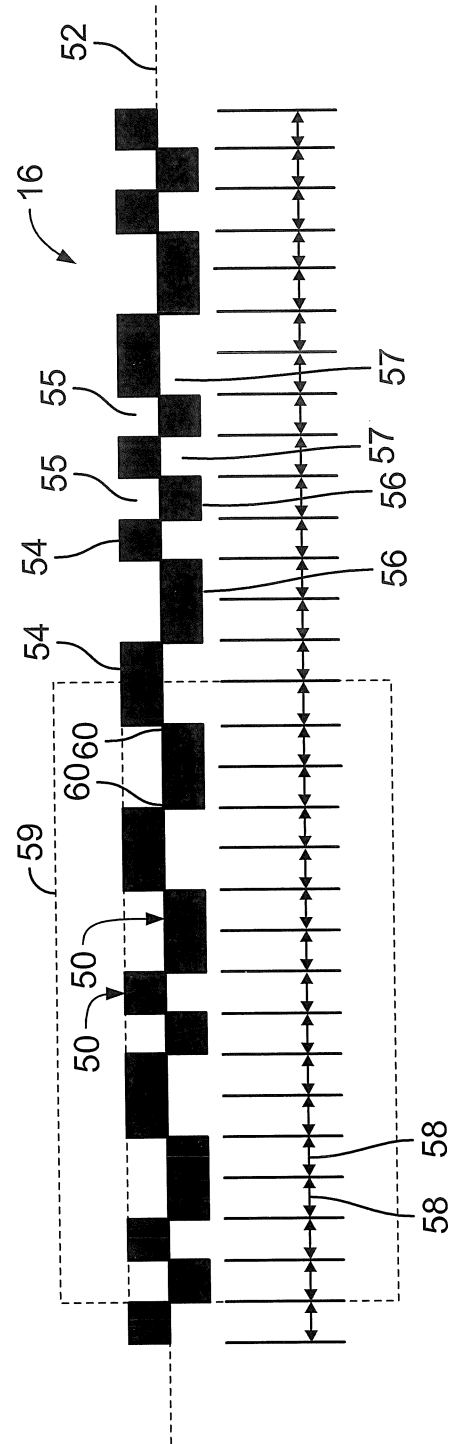


FIG. 3

3/10

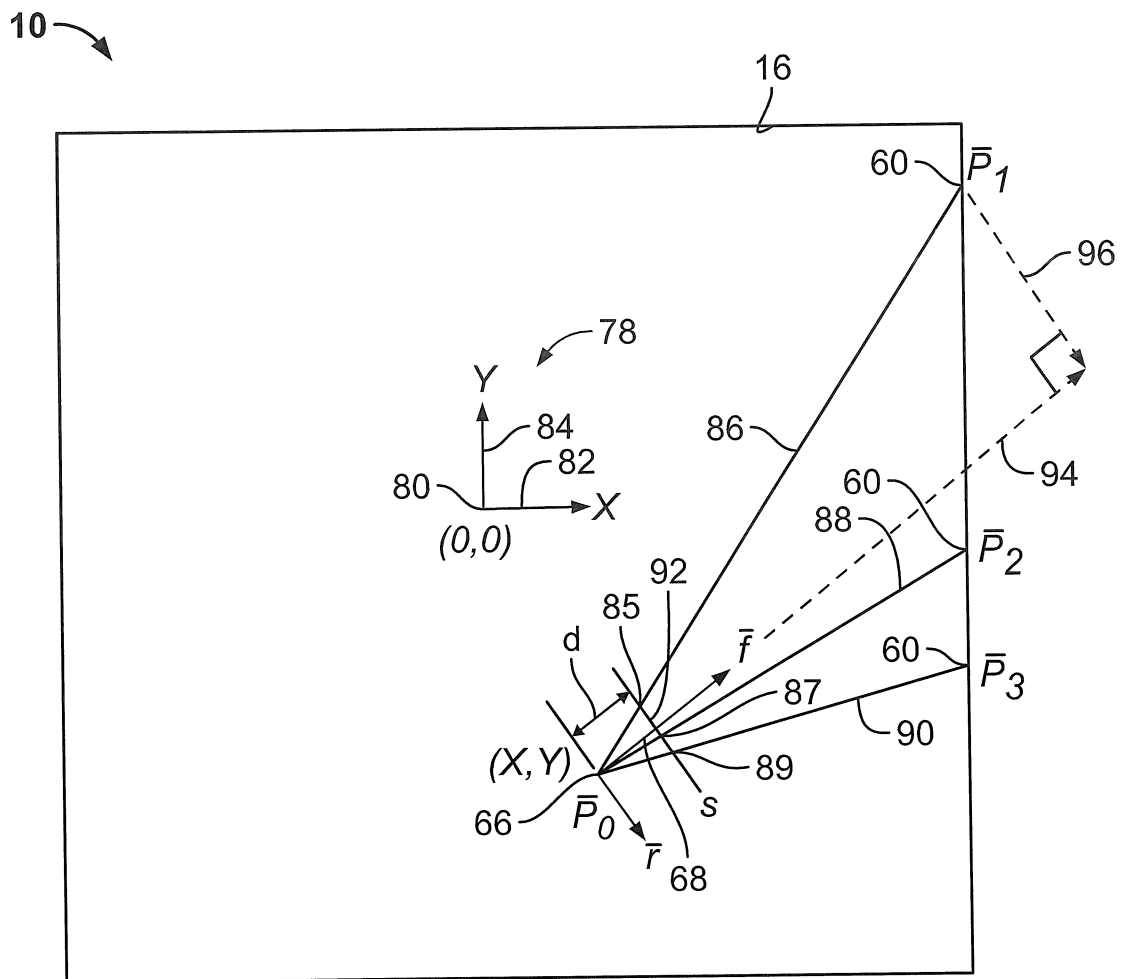


FIG. 4

4/10

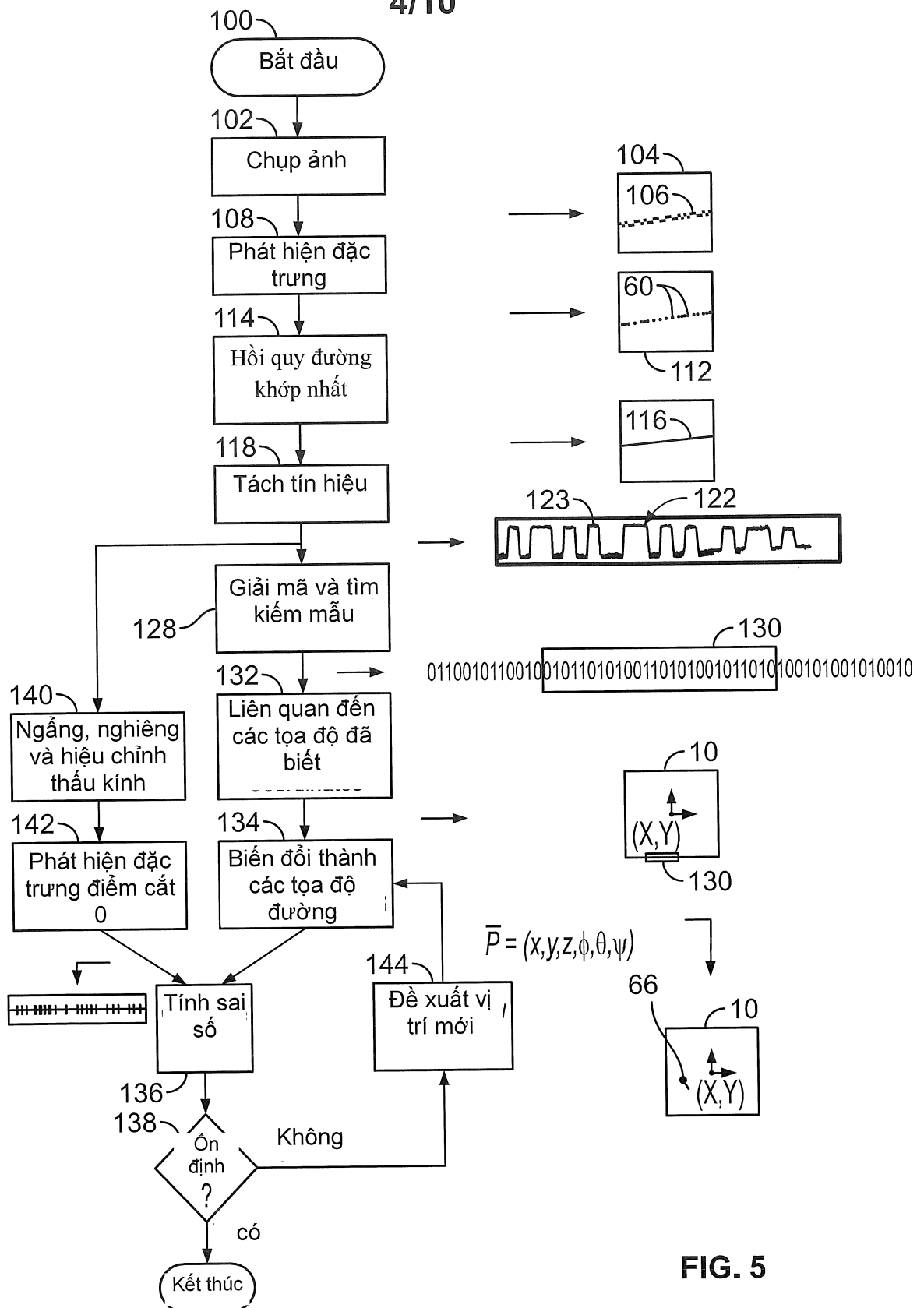


FIG. 5

5/10

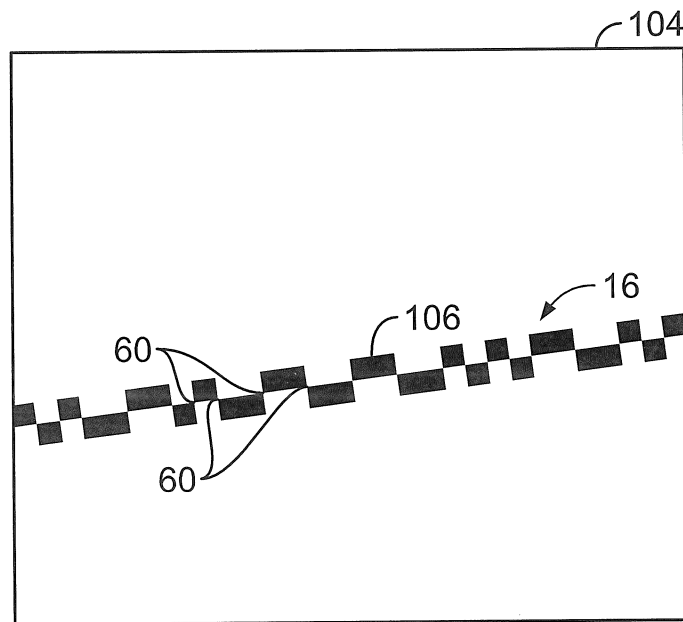


FIG. 6

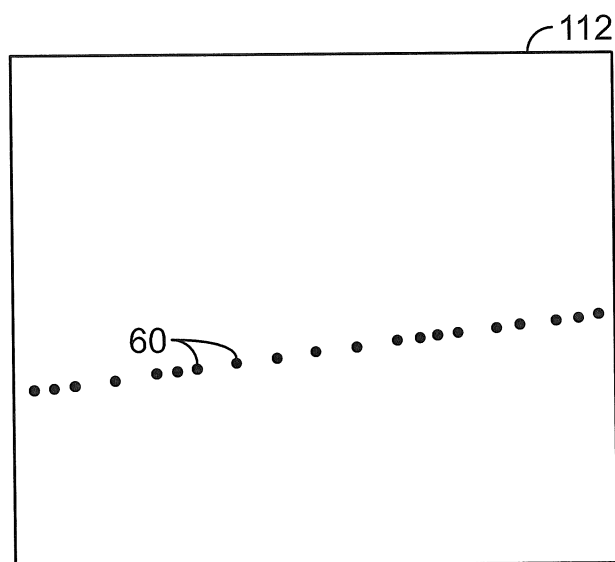


FIG. 7

6/10

110

+	+	-	-
+	+	-	-
-	-	+	+
-	-	+	+

FIG. 8

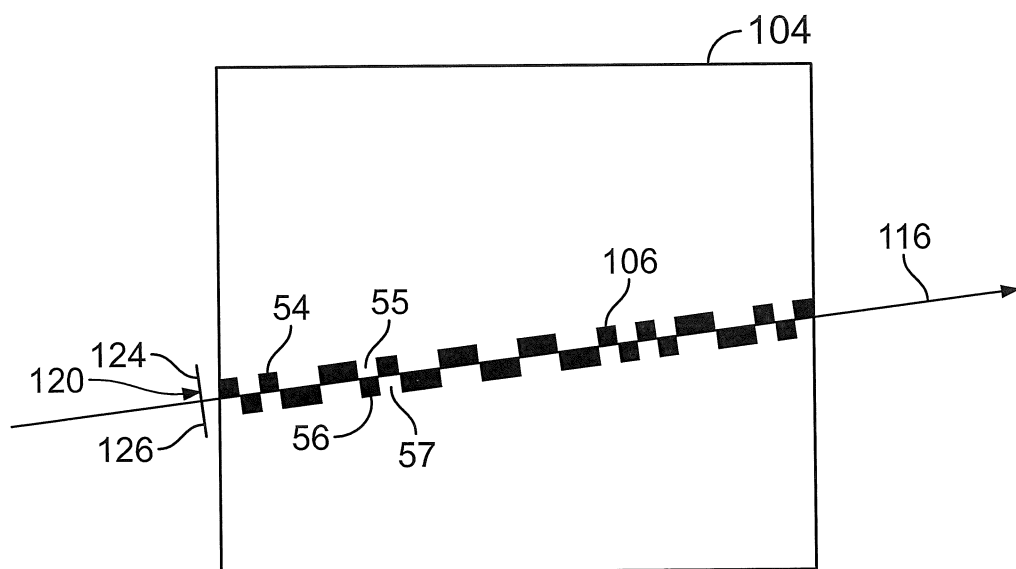


FIG. 9

7/10

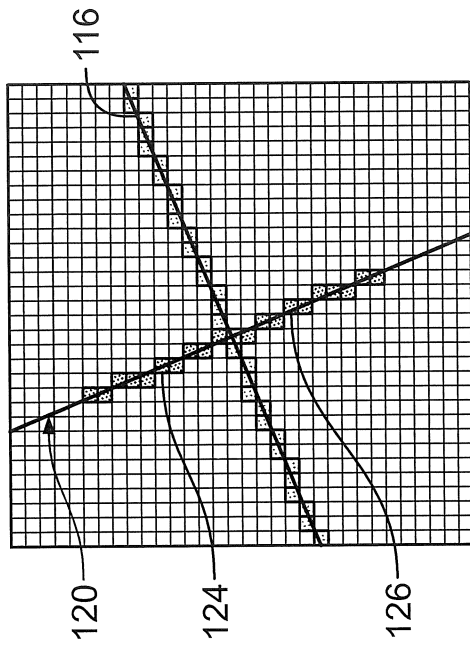


FIG. 10

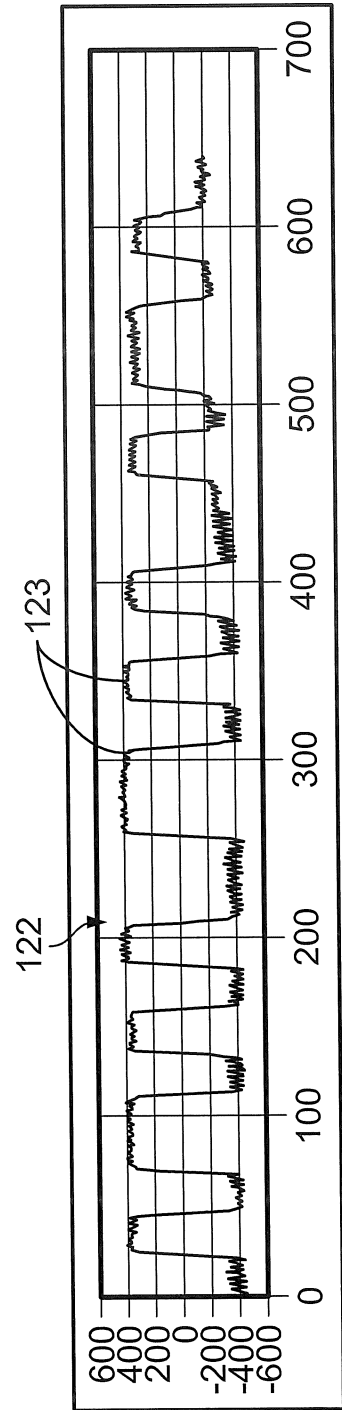


FIG. 11

8/10

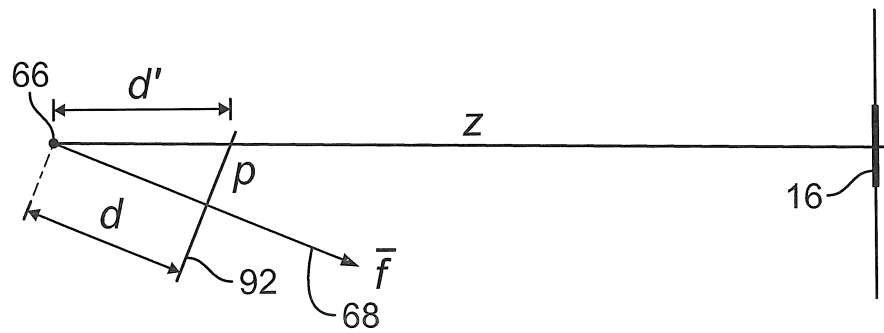


FIG. 12

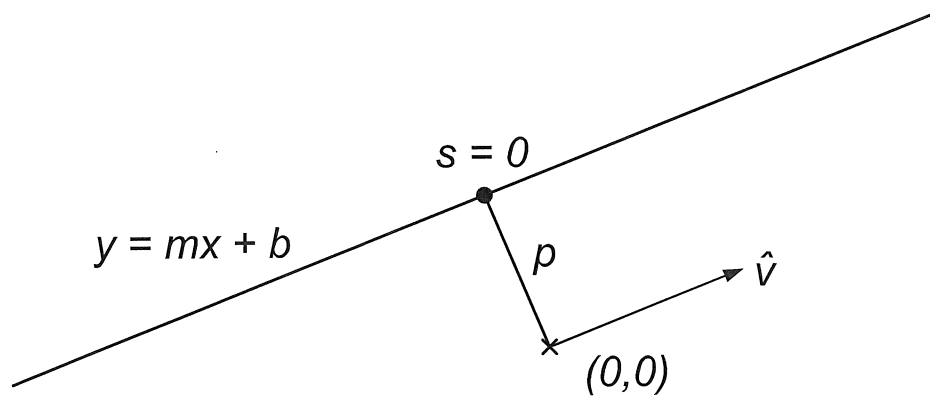


FIG. 13

9/10

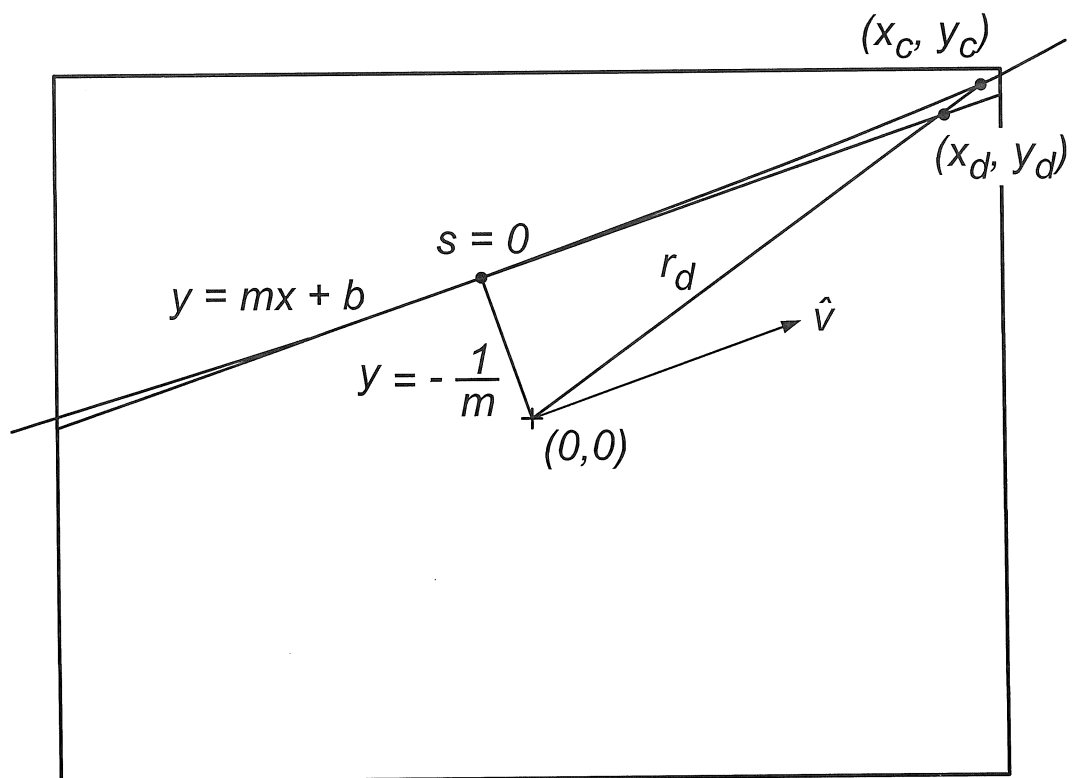


FIG. 14

10/10

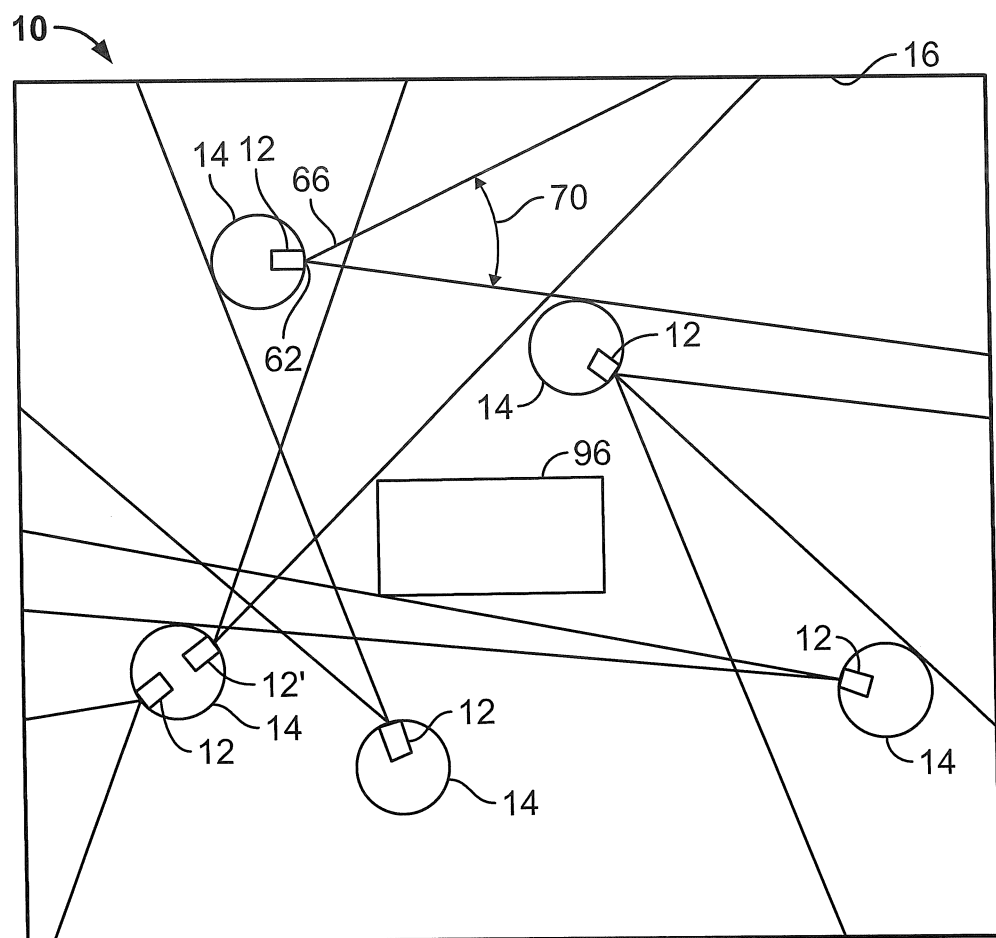


FIG. 15