



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0003855

(51) **B25J 11/00; B25J 9/04; B25J 9/10; B25J
2022.01 15/00**

(13) **Y**

(21) 2-2023-00609

(22) 18/06/2020

(67) 1-2020-03551

(45) 25/12/2024 441

(43) 27/09/2021 402

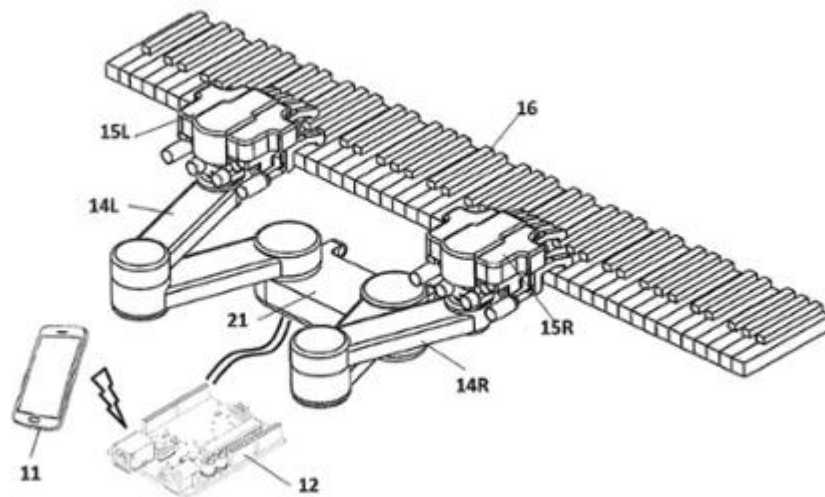
(76) Võ Gia Lộc (VN)

Số nhà 35, ngách 117/69 Thái Hà, Trung Liệt, Đống Đa, Hà Nội

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

(54) **CÁNH TAY ROBOT, BÀN TAY ROBOT, VÀ HỆ ROBOT DÙNG ĐỂ CHƠI ĐÀN
PIANO**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến cánh tay robot dùng để chơi đàn piano bao gồm khâu thứ nhất (25), khâu thứ hai (210) và bàn tay (15R, 15L), trong đó khâu thứ nhất (25) có chiều dài bằng khâu thứ hai (210) và đầu xa của khâu thứ nhất (25) được lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai (210), và trong đó bàn tay được tạo ra di chuyển được trên một đường thẳng dọc theo phím đàn và hướng của bàn tay được tạo ra vuông góc với phím đàn. Giải pháp hữu ích còn đề cập đến bàn tay robot, hệ robot dùng để chơi đàn piano gồm cánh tay robot theo giải pháp hữu ích, và vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm ít nhất một bộ điều khiển để thực thi các hướng dẫn trên đó để điều khiển hệ robot theo giải pháp hữu ích.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến lĩnh vực robot giải trí tự động hóa, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến cánh tay robot, bàn tay robot, hệ robot dùng để chơi đàn piano.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Sự phát triển của robot có nhiều ứng dụng to lớn trong các ngành công nghiệp khác nhau, trong đó có robot dùng để giải trí mà cụ thể là dùng để chơi đàn piano.

Trong tình trạng kỹ thuật, các hệ thống chơi đàn piano tự động đã được phát triển từ khá lâu trước đây. Hình thức ban đầu khá đơn sơ với việc gắn nam châm điện từ (solenoid) lên từng phím đàn một cách gián tiếp. Các hệ thống chơi đàn tự động còn có khả năng chơi lại một cách chính xác một bản nhạc được chơi trên đàn piano bằng cách trang bị một hệ thống cảm biến. Một số giải pháp được sử dụng với mục đích dạy đàn cho người dùng. Ngoài các hệ thống chơi đàn piano tự động mà cơ cấu được trang bị bên trong đàn như trên, các hệ thống chơi đàn piano tự động với cơ cấu tác động được bố trí bên ngoài robot cũng được phát triển. Một số được phát triển với hình thức robot với việc sử dụng bàn tay robot. Tuy nhiên, nhược điểm đầu tiên của các hệ thống này là công kênh, kích thước lớn do phải sử dụng nhiều nam châm điện từ cùng một lúc. Nếu số nam châm điện từ không đủ nhiều thì các hệ thống di chuyển bàn tay công kênh, không phù hợp với việc thương mại hóa. Với số lượng nam châm điện từ lớn và hệ thống di chuyển bàn tay công kênh, giá thành của các hệ chơi đàn trước đây đều cao, khó đến tay người sử dụng thông thường.

US7891935B2 bộc lộ hệ robot hai cánh tay bao gồm hai cánh tay, trong đó mỗi cánh tay có tập hợp cặp khớp nối, kết hợp với cụm khởi động, mà xác định ít nhất là ba bậc tự do để tạo ra sự dịch chuyển theo phương ngang độc lập và quay khớp xa nhất. Cơ cấu chuyển động theo phương thẳng đứng cũng được bộc lộ. Tuy nhiên, tài liệu này dùng trong hệ thống xếp tám bán dẫn nên robot theo giải pháp này phải sử dụng thêm một động cơ để điều khiển hướng.

US5064340B2 cũng bộc lộ cơ cấu cánh tay bao gồm hai hoặc ba khớp được nối bằng chốt với nhau bằng tay hoặc khâu tác động cuối ở đầu xa của khớp xa. Sự dịch

chuyển theo đường thẳng của nơi lắp chốt của khâu tác động cuối được tạo ra từ bánh xe dẫn động quay đồng trục với việc quay chốt của đầu gần của khớp gần. Bánh xe dẫn động đồng trục với chốt của đầu gần của khớp gần làm cho khớp thứ nhất và khớp thứ hai quay quanh trục chốt của chúng. Các động cơ theta và Z cũng được bộc lộ. Chuyển động Z của tài liệu này là điều khiển lên xuống, và phải sử dụng riêng một động cơ. Tài liệu này sử dụng thêm một động cơ nối với khâu đầu để điều khiển hướng của toàn bộ tay (đồng nghĩa với điều khiển hướng bàn tay). Ngoài ra, cơ cấu trong tài liệu này còn có kênh, tương đối phức tạp.

Tác giả đã phát hiện ra rằng các giải pháp trước đây thường rất cồng kềnh, đắt tiền và không mang hình dạng robot. Để di chuyển bàn tay thì thường cần có một hệ thống di chuyển tuyến tính được sử dụng. Hệ thống này kích thước lớn, không thân thiện và đặc biệt là không cho phép người chơi sử dụng đàn luôn luôn không cần các thao tác di chuyển robot. Các bàn tay thường dùng một nam châm điện từ cho một phím đàn khiến kích thước tay rất lớn hoặc sử dụng một hệ thống quay ngón tay phức tạp không phù hợp việc thương mại hóa. Kích thước lớn, trọng lượng cao của các bàn tay trước đó cũng không cho phép robot chơi các bài nhạc với tiết tấu nhanh cần sự di chuyển linh động của bàn tay.

Do đó, có nhu cầu tạo ra một robot có khả năng chơi được các bản nhạc phức tạp với những hợp âm phức tạp với khả năng thương mại hóa cao và giảm thiểu giá thành.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục các nhược điểm trong tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích. Để đạt được mục đích này, giải pháp hữu ích đề xuất bàn tay robot, cánh tay robot, hệ robot dùng để chơi đàn piano. Cánh tay robot chỉ cần sử dụng một động cơ tối thiểu để điều khiển hoạt động của cánh tay. Bên cạnh đó, thiết kế của bàn tay robot cho phép chơi nhiều hợp âm phức tạp nhưng vẫn nhỏ gọn và nhẹ để robot có thể chơi những bài nhạc với tiết tấu nhanh. Ngoài ra, robot có thể thu gọn lại khi không sử dụng để không ảnh hưởng đến người chơi khi người chơi muốn chơi đàn. Thiết kế của toàn hệ robot là nhỏ gọn, thân thiện với người dùng.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất cánh tay robot dùng để chơi đàn piano bao gồm khâu thứ nhất, khâu thứ hai và bàn tay, trong đó khâu thứ nhất có

chiều dài bằng khâu thứ hai và đầu xa của khâu thứ nhất được lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai;

cánh tay robot này còn bao gồm:

bệ;

động cơ được lắp với đầu gần của khâu thứ nhất;

bộ điều khiển;

bộ truyền động thứ nhất bao gồm:

puli thứ nhất được lắp đồng trục với động cơ thông qua trục và được lắp ở phía đầu gần của khâu thứ nhất, để dẫn động puli thứ hai thông qua phương tiện truyền động thứ nhất;

puli thứ hai được lắp ở phía đầu xa của khâu thứ nhất và cùng phía với puli thứ nhất;

trong đó, bộ truyền động thứ nhất có tỷ số truyền động là 1:2;

bộ truyền động thứ hai bao gồm:

puli thứ ba, được gắn với đầu gần của khâu thứ hai và đồng trục với puli thứ hai và nằm ở phía còn lại của đầu gần của khâu thứ hai, để dẫn động puli thứ tư thông qua phương tiện truyền động thứ hai;

puli thứ tư được lắp ở đầu xa của khâu thứ hai, và được gắn với bàn tay;

trong đó, bộ truyền động thứ hai có tỷ số truyền động là 2:1.

Theo một phương án, cánh tay robot theo giải pháp hữu ích còn bao gồm bộ truyền động thứ ba bao gồm:

puli thứ năm được gắn với động cơ để dẫn động puli thứ sáu thông qua phương tiện truyền động thứ ba;

puli thứ sáu được gắn với khâu thứ nhất ở một đầu của bệ và cùng phía với động cơ nêu trên, puli thứ sáu được lắp đồng trục với puli thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề xuất bàn tay dùng cho cánh tay robot để chơi đàn piano, trong đó bàn tay này bao gồm khối thứ nhất, khối thứ hai, khối thứ ba và các ngón tay trên bàn tay, trong đó:

khối thứ nhất được tạo ra nằm giữa khối thứ hai và khối thứ ba, trong đó khối thứ hai và khối thứ ba được tạo kết cấu để di chuyển theo phương ngang so với khối thứ nhất;

các ngón tay được tạo ra theo cách quay được với các khối thứ nhất, khối thứ hai và khối thứ ba, trong đó các ngón tay có kích thước khác nhau, trong đó:

các ngón tay dài có chiều dài đủ dài để chạm vào các phím đen của đàn,
các ngón tay ngắn có chiều dài để chạm vào các phím trắng của đàn,

phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay, phương tiện này được tạo ra để gắn với mỗi khối trong các khối thứ nhất, khối thứ hai và khối thứ ba, mỗi ngón tay được điều khiển bằng phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay này;

trong đó, khối thứ nhất có các phương tiện giữ ổ bi được gắn với khối thứ nhất này, mỗi phương tiện giữ ổ bi giữ nhiều ổ bi trượt và được trang bị phương tiện điều chỉnh vị trí của mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba;

trong đó, mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba được tạo ra với các phương tiện trượt, phương tiện trượt này được gắn với mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba và có thể trượt được trên các ổ bi;

trong đó, mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba được gắn với trục của phương tiện điều chỉnh vị trí của mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba sao cho mỗi khối này di chuyển được theo phương ngang so với khối thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ ba, giải pháp hữu ích đề xuất hệ robot chơi đàn piano trong đó hệ robot này bao gồm ít nhất hai cánh tay robot theo giải pháp hữu ích.

Theo khía cạnh thứ tư, giải pháp hữu ích đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm ít nhất một bộ điều khiển để thực thi các hướng dẫn trên đó để điều khiển hệ robot theo giải pháp hữu ích.

Phần bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích này được đề xuất để giới thiệu các khái niệm đơn giản liên quan đến cánh tay robot, bàn tay robot và hệ robot dùng để chơi đàn piano mà còn được mô tả dưới đây trong phần mô tả chi tiết của giải pháp hữu ích và các hình vẽ. Phần bản chất kỹ thuật này không nhằm xác định các dấu hiệu cần của đối tượng yêu cầu bảo hộ cũng không nhằm sử dụng trong việc xác định phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phần mô tả chi tiết của một hoặc nhiều khía cạnh của giải pháp hữu ích được mô tả trong tài liệu này dựa trên các hình vẽ sau đây. Các số chỉ dẫn giống nhau được

sử dụng xuyên suốt các hình vẽ để viện dẫn đến các dấu hiệu kỹ thuật và bộ phận giống nhau hoặc tương tự:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hệ robot chơi đàn piano ví dụ theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện một cánh tay robot ví dụ di chuyển dọc theo đàn theo giải pháp hữu ích.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện nguyên lý hoạt động của của một cánh tay robot theo giải pháp hữu ích.

Fig.4A là hình vẽ thể hiện cấu tạo của một cánh tay robot theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.4B là hình vẽ thể hiện cấu tạo của một cánh tay robot theo một phương án khác của giải pháp hữu ích.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện cấu tạo của bàn tay robot ví dụ theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện cấu tạo khối thứ nhất và khối thứ hai ở trạng thái tách riêng của bàn tay robot theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện cấu tạo bàn tay robot ví dụ theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện cấu tạo bàn tay robot chỉ ra hướng dịch chuyển ví dụ của khối thứ hai theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.9A, Fig.9B, Fig.9C, Fig.9D là hình vẽ minh họa bàn tay robot thể hiện các khối di chuyển ở các trạng thái được đặt trên đàn.

Fig 10 là hình vẽ thể hiện cơ chế hoạt động của ngón tay theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện hệ robot bao gồm hai cánh tay theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện hệ robot bao gồm hai cánh tay được gắn với giá đỡ theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện giá đỡ minh họa theo giải pháp hữu ích.

Fig.14A, Fig.14B, Fig.14C, Fig.14D, và Fig.14E là hình vẽ thể hiện hệ robot ở các trạng thái khác nhau (đang chơi đàn, và đang được gấp gọn sau khi robot chơi đàn) ví dụ theo giải pháp hữu ích.

Fig.15 là hình vẽ minh họa hệ điều khiển robot theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.16 là sơ đồ khối thể hiện phương pháp điều khiển hệ robot chơi đàn piano theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.17 là sơ đồ khối thể hiện phương pháp điều khiển hệ robot chơi đàn piano theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Fig.18 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về phương pháp điều khiển theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các thuật ngữ được giải thích dưới đây này chủ yếu là nhằm mô tả giải pháp hữu ích và các phương án của giải pháp hữu ích và không nhằm làm giới hạn giải pháp hữu ích.

Như được sử dụng ở đây, bàn tay robot, cánh tay robot, hệ robot dùng để chơi đàn piano theo giải pháp hữu ích cũng có thể được sử dụng để chơi các loại nhạc cụ điện tử tương tự, ví dụ, không giới hạn ở, đàn organ.

Như được sử dụng ở đây, đàn piano có thể đề cập đến piano điện, piano cơ hoặc piano tương tự.

Như được sử dụng ở đây, phím đen và phím trắng dùng để chỉ các phím đàn piano như đã được biết rõ với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Cụ thể là, phím trắng có thể chơi bảy nốt nhạc cơ bản trong nhạc lý (Đô Rê Mi Fa Sol La Si). Phím đen có thể chơi bảy nốt thăng tương ứng với bảy nốt nhạc cơ bản (cụ thể là nốt thăng nâng cao nốt nhạc lên $\frac{1}{2}$ cung), và có thể chơi bảy nốt giáng tương ứng với bảy nốt nhạc cơ bản (cụ thể là nốt giáng hạ thấp nốt nhạc xuống $\frac{1}{2}$ cung).

Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "phía trên", "phía dưới", "phía trái", "phía phải", "phía trước", "phía sau", "trên", "dưới", "bên trong", "bên ngoài", các thuật ngữ liên quan đến hoặc mỗi tương quan về vị trí như "thẳng đứng", "nằm ngang", "ngang", "dọc", v.v. là dựa trên hướng hoặc mỗi tương quan về vị trí được thể hiện trên các hình vẽ và không làm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích trong trường hợp thay đổi góc nhìn trên thực tế.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "đầu xa", "đầu gần" dùng để chỉ các vị trí của vai, khuỷu tay, cổ tay trên cánh tay robot. Cụ thể là theo một phương án được ưu

tiên, vị trí đầu gần của khâu thứ nhất có thể nằm ở vị trí vai trên khâu thứ nhất, vị trí đầu xa có thể nằm ở vị trí khuỷu tay của khâu thứ nhất. Tương tự, theo một phương án ưu tiên, vị trí đầu gần của khâu thứ hai có thể nằm ở vị trí khuỷu tay trên khâu thứ hai, vị trí đầu xa có thể nằm ở vị trí nối với cổ tay của khâu thứ hai.

Như được sử dụng ở đây, xuyên suốt bản mô tả, bộ truyền động ví dụ sử dụng puli theo giải pháp hữu ích là bộ truyền động bao gồm puli dẫn động và phương tiện truyền động, ăn khớp với nhau. Bộ truyền động puli theo giải pháp hữu ích có thể là bộ truyền động puli đai, ví dụ như puli đai răng bất kỳ, không bị giới hạn về, ví dụ, cấu tạo, vật liệu, kích thước, số răng, v.v...

Như được sử dụng ở đây, nam châm điện từ có thể là nam châm điện từ thông thường đã biết rõ bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Ví dụ, nam châm điện từ thông thường có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, một cuộn dây điện từ ở trong vỏ thép, một trục thép di chuyển được bên trong cuộn dây. Khi cuộn dây được cấp điện, lực từ của cuộn dây hút trục thép di chuyển vào bên trong. Khi cuộn dây được ngắt điện, lò xo trả trục thép về vị trí cũ. Các nam châm điện từ có thể được điều khiển bằng một bộ điều khiển để điều khiển hoạt động của nam châm điện từ.

Hệ robot tổng quan

Như được thể hiện trên Fig. 1, Fig.1 minh họa hệ thống robot ví dụ theo giải pháp hữu ích có thể bao gồm cánh tay phải 14R, cánh tay trái 14L, trong đó cánh tay phải và cánh tay trái được nối vào bộ 21, bàn tay phải 15R và bàn tay trái 15L dùng để chơi đàn 16, được nối với các cánh tay tương ứng 14R và 14L. Các bàn tay 15R, 15L được tạo ra với nhiều ngón tay. Hệ robot được tạo cấu hình để điều khiển bằng một bộ điều khiển 12. Người dùng có thể chọn một bản nhạc để chơi bằng thiết bị điều khiển 11, ví dụ, như điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng hoặc thiết bị thích hợp bất kỳ. Bộ điều khiển 12 được tạo cấu hình để nhận lệnh điều khiển từ thiết bị điều khiển 11, điều khiển hai cánh tay 14R, 14L di chuyển hai bàn tay 15R, 15L đến vị trí cần thiết trên đàn để chơi bản nhạc.

Hệ robot được điều khiển bởi bộ điều khiển chủ có thể được tích hợp ngay bên trong bộ 21. Bộ điều khiển này đảm nhận việc điều khiển hoạt động của robot mà không liên quan gì đến thuật toán xử lý âm nhạc. Khi người chơi chọn chơi một bài nhạc có sẵn, đã được xử lý thuật toán cho ra hoạt động của robot, thì robot sẽ đơn giản

thực hiện lại các yêu cầu hoạt động để chơi nhạc. Với một bài nhạc mới (có định dạng âm nhạc, ví dụ như MIDI), không có sẵn trong danh mục đã xử lý thuật toán, file nhạc MIDI sẽ được gửi qua mạng internet tới một máy chủ chuyên xử lý thuật toán âm nhạc để xử lý file MIDI. Đầu ra của việc này là một tệp tin hoạt động của robot, mà sẽ được gửi lại cho robot qua điện thoại/máy tính bảng của người dùng. Theo một phương án khác, thuật toán có thể được xử lý trực tiếp trên điện thoại, máy tính bảng hoặc bộ điều khiển chủ mà không cần gửi về máy chủ qua mạng internet.

Nguyên lý hoạt động của cánh tay robot

Fig.2-Fig.3 là các hình vẽ thể hiện nguyên lý hoạt động chung của một cánh tay robot ví dụ theo giải pháp hữu ích. Như được thể hiện trên Fig.2, cánh tay 14R có thể được tạo kết cấu để di chuyển bàn tay 15R qua lại dọc theo phím đàn. Ngoài việc điều khiển vị trí của bàn tay trên đàn, hướng của bàn tay cũng được điều khiển không đổi so với phím đàn (bàn tay chuyển động theo hướng vuông góc với phím đàn). Do đó, hệ robot được tạo cấu hình để có ba bậc tự do, tức là, điều khiển vị trí của bàn tay theo phương x (phương ngang), phương y (phương dọc), hướng của bàn tay so với phím đàn. Với ba bậc tự do như vậy, thông thường là, cánh tay robot có thể sẽ cần hai động cơ để điều khiển vị trí O' (vị trí cổ tay của cánh tay robot) theo phương x và y, và một động cơ nữa để điều khiển hướng bàn tay (không được thể hiện trên hình vẽ). Tác giả giải pháp hữu ích đã phát hiện ra rằng bàn tay 15R chỉ cần di chuyển trên một đường thẳng dọc theo phím đàn và cách đàn với khoảng cách d (là khoảng cách từ tâm quay O' đến đàn), và hướng của bàn tay là không đổi trong suốt quá trình đánh đàn (tức là bàn tay vuông góc với phím đàn). Do đó, với mỗi cánh tay, tác giả có thể sử dụng ít hơn ba động cơ để điều khiển cánh tay chơi đàn. Do đó, giải pháp hữu ích đề xuất cánh tay robot được tạo kết cấu để sử dụng một động cơ duy nhất thông qua một hệ truyền động, trong đó cánh tay robot này được tạo ra để điều khiển bàn tay robot di chuyển được trên một đường thẳng theo phương song song với đàn và giữ hướng bàn tay luôn vuông góc với phím đàn trong suốt quá trình chơi đàn.

Như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4A-4B, cánh tay robot minh họa 14R, sử dụng động cơ 22 như nêu trên, để quay khâu thứ nhất (OA hoặc 25). Như được sử dụng ở đây, cánh tay robot có các khâu OA và AO' với các tâm quay vai, khuỷu tay, cổ bàn tay lần lượt là O, A, và O'. Giả sử khâu thứ nhất OA có chiều dài là a và bằng với chiều dài của khâu thứ hai AO'. Khâu thứ nhất OA có puli lớn (tại vị trí O), và puli

nhỏ (tại vị trí A) sao cho tỷ số truyền động là 1:2 (tức là puli lớn tại vị trí O có đường kính/số răng bằng hai lần đường kính/số răng puli nhỏ tại vị trí A, hay nói cách khác, khi khâu thứ nhất quay một góc là α so với bệ, thì khâu thứ hai quay một góc $2 \times \alpha$ so với khâu thứ nhất). Puli lớn tại vị trí O được gắn với bệ 21 và puli nhỏ tại vị trí A gắn với khâu thứ hai (AO' hoặc 210). Khi khâu thứ nhất quay một góc là α thì do tỷ số truyền động là 1:2 nên góc OAO' giữa khâu OA và khâu AO' luôn là 2α . Do đó, khi bộ truyền động puli-đai có tỷ số truyền là 1:2, chỉ với một động cơ 22, sự chuyển động của cổ tay sẽ là theo một đường thẳng. Thực vậy, bằng chứng minh hình học, xét trường hợp khi góc tạo bởi 2 khâu OA và AO' là $OA O'$ luôn bằng 2α với α là góc tạo bởi khâu thứ nhất OA với trục Oy, tại đây có công thức tính giá trị tọa độ của B trong hệ tọa độ robot như sau:

$$x(O') = OA \times \sin(\alpha) + AO' \times \sin(\alpha) = a \times \sin(\alpha) + a \times \sin(\alpha) = 2 \times a \times \sin(\alpha)$$

$y(O') = OO' \times \cos(\alpha) - OA \times \cos(\alpha) = 0$ (thỏa mãn điều kiện O' luôn nằm trên một đường thẳng theo phương ngang).

Tiếp theo, để duy trì góc giữa bàn tay 15R và khâu thứ hai AO' là góc α như nêu trên, giải pháp hữu ích còn có thể sử dụng thêm một bộ truyền động nữa. Bộ truyền động thứ hai này gồm puli nhỏ (cũng tại vị trí A) và puli lớn (tại vị trí O') sao cho đảm bảo tỷ số truyền động là 2:1 (tức là puli lớn tại vị trí O' có đường kính/số răng bằng hai lần đường kính/số răng puli nhỏ tại vị trí A, hay nói cách khác, khi góc giữa khâu thứ nhất và khâu thứ hai là 2α thì góc giữa bàn tay với khâu thứ hai sẽ luôn là α). Bàn tay robot 15R được gắn với puli lớn tại vị trí O'. Khi đó, do góc OAO' là 2α và tỷ số truyền động là 2:1 nên góc giữa bàn tay với khâu thứ hai (AO') sẽ luôn là α . Mối quan hệ tương đối giữa các tỷ số truyền động của hai bộ truyền động nêu trên là để đảm bảo sao cho góc α , 2α , α được duy trì trong toàn bộ các khâu.

Ngoài ra, đối với động cơ như được sử dụng ở đây, tốc độ của động cơ không ảnh hưởng/phụ thuộc đến tỷ số truyền động của hai cặp puli trên khâu thứ nhất và khâu thứ hai, tương ứng. Động cơ có thể truyền động trực tiếp hoặc gián tiếp với khâu thứ nhất mà không làm thay đổi cơ cấu/cấu tạo của khâu thứ nhất và khâu thứ hai. Tốt hơn là, động cơ là loại động cơ dẫn động trực tiếp (direct drive motor).

Cánh tay robot

Fig.4A là hình vẽ thể hiện cấu tạo của cánh tay robot ví dụ theo một phương án của giải pháp hữu ích. Cánh tay robot 14R dùng để chơi đàn piano theo giải pháp hữu ích bao gồm khâu thứ nhất 25, khâu thứ hai 210 và bàn tay 15R, trong đó khâu thứ nhất 25 có chiều dài bằng khâu thứ hai 210 và đầu xa của khâu thứ nhất 25 lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai 210.

Cánh tay robot này còn bao gồm động cơ 22 được lắp với bộ 21, bộ điều khiển được lắp hoạt động được với cánh tay robot này, bộ truyền động thứ nhất, bộ truyền động thứ hai và bộ truyền động thứ ba. Bộ truyền động thứ nhất bao gồm puli thứ nhất 23 được lắp ở phía đầu gần của khâu thứ nhất (25) ở một đầu của bộ 21 thông qua trục 215, để dẫn động puli thứ hai 26 thông qua phương tiện truyền động thứ nhất 24, puli thứ hai 26 được lắp ở phía đầu xa của khâu thứ nhất 25 và cùng phía với puli thứ nhất 23. Tốt hơn là, theo giải pháp hữu ích, bộ truyền động thứ nhất có tỷ số truyền động là 1:2. Theo một phương án của giải pháp hữu ích, puli thứ nhất 23 có thể được gắn với bộ 21 thông qua trục 215, trục này được gắn với chi tiết 214 và chi tiết 214 này được gắn với bộ 21 (do cần để trục rỗng để luồn dây qua nên phải sử dụng puli 23 gắn vào trục 215 để cố định puli 23). Bộ truyền động thứ hai bao gồm puli thứ ba 27 được gắn với đầu gần của khâu thứ hai 210 và đồng trục với puli thứ hai 26 và nằm ở phía còn lại của đầu gần của khâu thứ hai 210, để dẫn động puli thứ tư 29 thông qua phương tiện truyền động thứ hai 28, puli thứ tư 29 được lắp ở đầu xa của khâu thứ hai 210 và được gắn với bàn tay 15R. Tốt hơn là, theo giải pháp hữu ích, bộ truyền động thứ hai có tỷ số truyền động là 2:1. Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích còn bao gồm bộ truyền động thứ ba bao gồm: puli thứ năm 211 được gắn với động cơ 22 để dẫn động puli thứ sáu 213 thông qua phương tiện truyền động thứ ba 212, puli thứ sáu 213 được gắn với khâu thứ nhất 25 ở một đầu của bộ 21 và cùng phía với động cơ 22 nêu trên, puli thứ sáu 213 được lắp đồng trục với puli thứ nhất 23.

Fig.4B là hình vẽ thể hiện cấu tạo của cánh tay robot ví dụ theo một phương án khác của giải pháp hữu ích. Theo phương án này, động cơ (22) được lắp trực tiếp với khâu thứ nhất mà không cần thông qua bộ truyền động thứ nhất nêu trên. Do đó, giải pháp hữu ích đề cập đến cánh tay robot 14R dùng để chơi đàn piano theo giải pháp hữu ích bao gồm khâu thứ nhất 25, khâu thứ hai 210 và bàn tay 15R, trong đó khâu thứ nhất 25 có chiều dài bằng khâu thứ hai 210 và đầu xa của khâu thứ nhất 25 lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai 210. Cánh tay robot này còn

bao gồm động cơ (22) được gắn với bộ (21) và được lắp với đầu gần của khâu thứ nhất (25), bộ điều khiển được lắp hoạt động được với cánh tay robot này, bộ truyền động thứ nhất và bộ truyền động thứ hai. Bộ truyền động thứ nhất bao gồm puli thứ nhất (23) được lắp đồng trục với động cơ (22) thông qua trục (215) và được lắp ở phía đầu gần của khâu thứ nhất (25), để dẫn động puli thứ hai 26 thông qua phương tiện truyền động thứ nhất 24, puli thứ hai 26 được lắp ở phía đầu xa của khâu thứ nhất 25 và cùng phía với puli thứ nhất 23. Tốt hơn là, theo giải pháp hữu ích, bộ truyền động thứ nhất có tỷ số truyền động là 1:2. Theo một phương án của giải pháp hữu ích, puli thứ nhất 23 có thể được gắn với bộ 21 thông qua trục 215, trục này được gắn với chi tiết 214 và chi tiết 214 này được gắn với bộ 21. Bộ truyền động thứ hai bao gồm puli thứ ba 27 được gắn với đầu gần của khâu thứ hai 210 và đồng trục với puli thứ hai 26 và nằm ở phía còn lại của đầu gần của khâu thứ hai 210, để dẫn động puli thứ tư 29 thông qua phương tiện truyền động thứ hai 28, puli thứ tư 29 được lắp ở đầu xa của khâu thứ hai 210 và được gắn với bàn tay 15R. Tốt hơn là, theo giải pháp hữu ích, bộ truyền động thứ hai có tỷ số truyền động là 2:1.

Theo một phương án của giải pháp hữu ích, bàn tay được tạo ra di chuyển được trên một đường thẳng dọc theo phím đàn và hướng của bàn tay được tạo ra vuông góc với phím đàn.

Theo một phương án của giải pháp hữu ích, các puli thứ nhất, puli thứ hai, puli thứ ba, puli thứ tư, puli thứ năm và puli thứ sáu là puli đai răng.

Theo một phương án của giải pháp hữu ích, tốt hơn là, puli đai răng thứ nhất 23 có số răng bằng hai lần số răng của puli đai răng thứ hai 26 và puli đai răng thứ tư 29 có số răng bằng hai lần số răng của puli đai răng thứ ba 27. Theo một phương án khác, tỷ lệ đường kính của puli thứ hai so với puli thứ nhất là 1:2, và tỷ lệ đường kính của puli thứ tư 29 so với puli thứ ba 27 là 2:1. Theo một phương án của giải pháp hữu ích, phương tiện truyền động thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt là dây đai hoặc xích ăn khớp được với puli thứ nhất, thứ hai, thứ ba, thứ tư, thứ năm và thứ sáu.

Theo một phương án của giải pháp hữu ích, cánh tay robot này còn được tạo kết cấu để lắp với vỏ chứa để bao bọc bên ngoài. Vỏ chứa có thể làm bằng vật liệu thích hợp bất kỳ như chất dẻo, v.v. để tạo ra tính bảo vệ và/hoặc tính thẩm mỹ cho cánh tay robot.

Bàn tay robot

Theo một phương án, Fig.5 mô tả bàn tay dùng cho cánh tay robot để chơi đàn piano, trong đó bàn tay này bao gồm khối thứ nhất 31, khối thứ hai 32, khối thứ ba 33 và các ngón tay trên bàn tay 34, 35, trong đó khối thứ nhất 31 được tạo ra nằm giữa khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33 và khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33 được tạo kết cấu để di chuyển theo phương ngang so với khối thứ nhất 31. Các ngón tay 34, 35 được tạo ra theo cách quay được so với các khối thứ nhất 31, khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33, trong đó các ngón tay 34, 35 được tạo ra với kích thước khác nhau trên các khối này, trong đó các ngón tay dài 35 có chiều dài đủ dài để chạm vào các phím đen của đàn, các ngón tay ngắn 34 có chiều dài để chạm được vào các phím trắng của đàn. Bàn tay còn bao gồm phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay 36, ví dụ, nam châm điện từ, phương tiện này được tạo ra để gắn với của mỗi khối trong các khối thứ nhất 31, khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33, mỗi ngón tay được điều khiển bằng phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay này.

Như được thể hiện trên Fig.6-8, khối thứ nhất 31 của bàn tay có các phương tiện giữ ổ bi 64 được gắn với khối thứ nhất 31 này, mỗi phương tiện giữ ổ bi 64 giữ nhiều ổ bi trượt 63, ví dụ, hai ổ bi trượt 63, và được trang bị phương tiện điều chỉnh vị trí 65, ví dụ, nam châm điện từ hoặc động cơ, của mỗi khối trong số các khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33. Mỗi khối trong số các khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33, ví dụ, được tạo ra với các phương tiện trượt 66, phương tiện trượt 66 này được gắn với mỗi khối trong số các khối thứ hai và khối thứ ba và có thể trượt được trên các ổ bi 63. Mỗi khối trong số các khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33 được gắn với trục của phương tiện điều chỉnh vị trí 65 của mỗi khối trong số các khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33 sao cho mỗi khối này di chuyển được theo phương ngang so với khối thứ nhất 31.

Theo một phương án, như được thể hiện trên Fig.9A-9D, bàn tay còn được tạo kết cấu sao cho khoảng cách mà mỗi khối trong số các khối thứ hai 32 hoặc khối thứ ba 33 di chuyển được là tương đương với độ rộng của một phím đàn trắng. Theo một phương án, độ rộng của một phím đàn trắng là khoảng 23,5 mm.

Theo một phương án, khối thứ nhất 31 bao gồm hai ngón tay dài và hai ngón tay ngắn. Theo một phương án, mỗi khối trong các khối thứ hai 32 và khối thứ ba 33 bao gồm một ngón dài và một ngón ngắn.

Theo một phương án, phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay 36, ví dụ, nam châm điện từ, được lắp phía dưới, ví dụ, của các khối thứ nhất 31, khối thứ hai 32

và khối thứ ba 33. Như được thể hiện trên Fig.10, Fig.10 minh họa hoạt động của một ngón tay minh họa được điều khiển bởi nam châm điện từ 51 nằm trên khối thứ hai 32. Nam châm điện từ 51 được gắn phía dưới khối thứ hai 32. Ngón tay 54 quay được quanh chốt gắn với khối thứ hai. Khi nam châm điện từ 51 điều khiển trục 52 của nam châm điện từ đi ra và vào (hút vào bởi điện từ và nhả ra bởi một lò xo bên trong), chốt 53 nối với ngón tay có thể điều khiển ngón tay đi xuống đánh phím đàn và nhả ra.

Hệ robot

Giải pháp hữu ích cũng đề cập đến hệ robot dùng để chơi đàn piano trong đó hệ robot này bao gồm ít nhất hai cánh tay robot (như được thể hiện trên Fig.11), trong đó mỗi cánh tay như được mô tả nêu trên.

Theo một phương án, giải pháp hữu ích đề cập đến hệ robot dùng để chơi đàn piano, trong đó mỗi cánh tay robot bao gồm bàn tay như được mô tả nêu trên.

Theo một phương án, hệ robot theo giải pháp hữu ích có thể còn được tạo kết cấu để gắn với giá đỡ được đặt trên mặt sàn và giữ hệ robot song song với đàn. Như được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.12-13, giá đỡ 41 có chân đế 42 (chân đế có thể có hình dạng khác nhau bất kỳ, ví dụ là dạng chân liền khối hoặc không liền khối, miễn là đạt được chức năng đỡ) được gắn với mặt sàn và sử dụng chốt 43 để kết nối với đàn tạo độ cứng vững cho giá đỡ. Giá đỡ được tạo kết cấu để có cơ cấu bốn khâu gồm hai thanh 46 và 47 có chiều dài bằng nhau, hai thanh này nối với hai khớp quay 44 trên chân đế 42, hai khớp quay trên thanh đỡ bộ robot 48. Khi các khớp quay này được quay thì thanh đỡ bộ robot 48 di chuyển nhưng luôn song song với chân đế 42, tức là song song với đàn do chân đế 42 được lắp đặt song song với đàn. Cơ cấu bốn khâu này nhằm để di chuyển hệ robot từ vị trí gấp sang vị trí tiếp theo nhưng luôn giữ robot song song với đàn. Thanh đỡ bộ robot 48 được tạo kết cấu để nối với bộ 21 của robot bởi hai khớp quay 45. Sau khi quay robot quanh khớp 44 đến vị trí mong muốn, song song với đàn, hệ robot được quay quanh khớp 45 để đưa robot lên, chuyển mặt phẳng robot từ phương thẳng đứng sang phương ngang để chuẩn bị chơi đàn.

Hệ robot theo giải pháp hữu ích có thể được đặt ở vị trí bất kỳ dọc theo chiều dài của đàn. Khi được đặt ở vị trí bất kỳ được cố định so với đàn, người dùng cần đưa thông tin đó vào bộ điều khiển để hệ robot điều khiển vị trí tay chính xác để chơi đàn. Theo cách khác, hệ robot có thể tự xác định vị trí ban đầu bằng cách trang bị bộ cảm biến âm thanh.

Thu gọn robot khi không sử dụng

Theo giải pháp hữu ích, một trong các hiệu quả của giải pháp hữu ích là robot rất nhỏ gọn, thân thiện với người dùng, dễ sử dụng. Khi không sử dụng, robot có thể được thu gọn lại để người dùng có thể chơi đàn luôn mà không bị cản trở bởi robot. Như được thể hiện trên Fig.14A, hệ robot đang ở trạng thái chơi đàn với giá đỡ, khi chơi xong, nếu cần thu gọn lại, hệ robot này có thể quay trở về vị trí ban đầu như minh họa trên Fig.14B để chuẩn bị cho việc gấp gọn. Ở bước đầu tiên của việc gấp gọn, hai bàn tay sẽ được quay lại thu gọn như minh họa trong Fig.14C. Việc này được thực hiện bằng cách sử dụng thêm một khóa chốt đơn giản ở khớp cổ tay hoặc khớp khuỷu tay mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết rõ. Sau đó, hệ robot được quay xuống bởi khớp quay 45 được nối với giá đỡ như Fig.14D. Cuối cùng, việc thu gọn hệ robot được hoàn thành bằng bước cuối cùng là quay cả hệ robot quanh khớp quay 44 để vào vị trí gấp gọn như Fig.14E. Kết cấu của giá đỡ, thao tác thu gọn giá đỡ (thứ tự các bước hoặc bổ sung, bớt đi bước nào đó .v.v.) có thể thay đổi miễn là thực hiện được chức năng đỡ hệ robot và có thể thu gọn một cách dễ dàng mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể cải biến, thực hiện được.

Điều khiển robot chơi đàn piano

Như được thể hiện trên Fig.15, hệ điều khiển robot theo giải pháp hữu ích có thể bao gồm ít nhất một bộ điều khiển.

Theo giải pháp hữu ích, các tệp tin âm nhạc có thể được xử lý bằng bộ điều khiển chủ, bộ điều khiển này không bị giới hạn ở, máy chủ, điện thoại thông minh, máy tính bảng, thiết bị thông minh hoặc vật ghi bất kỳ. Các thông tin âm nhạc có thể được xử lý bằng thuật toán điều khiển robot để tạo ra các thông tin điều khiển robot chơi đàn piano. Các thông tin điều khiển robot này có thể được gửi đến robot dưới dạng tệp tin lệnh điều khiển bằng, không bị giới hạn ở, kết nối có dây hoặc không dây.

Theo cách khác, robot theo giải pháp hữu ích còn có thể bao gồm bộ điều khiển riêng, bộ điều khiển này nhận lệnh điều khiển robot từ bộ điều khiển chủ nêu trên mà không cần thực hiện thuật toán xử lý âm nhạc. Bộ điều khiển này có thể đóng vai trò, không bị giới hạn ở, ví dụ, điều khiển di chuyển vị trí bàn tay, điều chỉnh hoạt động của ngón tay.

Theo cách khác, bộ điều khiển chủ và bộ điều khiển riêng của robot có thể được tích hợp vào, không bị giới hạn ở, ví dụ, một bộ điều khiển duy nhất.

Trên Fig.16, theo một phương án, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp điều khiển hệ robot chơi đàn piano, phương pháp này bao gồm các bước:

trích lọc các nốt nhạc cần chơi trong bài nhạc từ một tệp tin âm nhạc (ví dụ, như, không bị giới hạn ở, định dạng MIDI hoặc định dạng bất kỳ);

trích xuất các nốt nhạc cùng chơi một lúc trong cùng một hợp âm $C(i)$;

phân loại $C(i)$ thành các nốt nhạc chơi ở mỗi tay, với i là số thứ tự của sự kiện;

lưu các nốt nhạc chơi được ở mỗi tay vào một tệp tin C .

Tiếp theo, như được thể hiện trên Fig 17, phương pháp này còn bao gồm các bước:

bước tìm tổ hợp các ngón tay là tìm các tổ hợp của các ngón tay $F(j)$ có thể chơi hợp âm $C(i)$;

bước tìm tổ hợp ngón tay phù hợp nhất là tìm tổ hợp ngón tay $F(b)$ phù hợp nhất trong các tổ hợp các ngón tay $F(j)$ để chơi hợp âm $C(i)$;

bước tìm vị trí bàn tay là tìm vị trí bàn tay $H(i)$ tương ứng với tổ hợp ngón tay phù hợp $F(b)$;

bước kiểm tra sự va chạm là kiểm tra sự va chạm giữa các vị trí bàn tay $H(i)$; nếu có sự va chạm thì quay lại bước tìm tổ hợp ngón tay $F(b)$ phù hợp nhất cho từng vị trí bàn tay cho đến khi không còn va chạm;

bước lưu thông tin là lưu các thông tin về các vị trí tay $H(i)$, tổ hợp ngón tay $F(b)$ cùng với thời gian diễn ra tương ứng;

trong đó i là số thứ tự sự kiện hợp âm, j là số vị trí tay chơi được hợp âm.

Theo một phương án của giải pháp hữu ích, bước tìm tổ hợp ngón tay phù hợp nhất là dựa trên khoảng cách di chuyển của tay cần di chuyển, tốt hơn là, dựa trên các khoảng cách di chuyển ở hai, ba hoặc nhiều bước di chuyển sau đó.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ, người dùng sử dụng điện thoại, máy tính bảng 11, hoặc máy tính cá nhân bất kỳ để chọn bài nhạc muốn chơi. Mỗi bài nhạc được lưu dưới dạng tệp tin MIDI hoặc định dạng âm nhạc tương tự chứa thông tin về các nốt nhạc cần chơi ở mỗi thời điểm. Bộ điều khiển 12 theo phương pháp nêu trên có thể xử lý tệp tin này để lấy thông tin về tất cả các nốt nhạc cần chơi. Bộ điều khiển 12 có thể trích xuất thông tin của các nốt nhạc cùng chơi tại một thời điểm (hợp âm) ($C(i)$). Với một hợp âm $C(i)$ cụ

thể, có thể có nhiều kết hợp của ngón tay $F(j)$ trong bàn tay 15R, 15L có thể chơi được hợp âm $C(i)$. Ví dụ đơn giản là nếu chỉ cần một nốt nhạc cần được chơi thì số phương án $F(j)$ có thể sẽ bằng số ngón tay của bàn tay 15R, 15L. Bộ điều khiển 12 có thể tìm tất cả những kết hợp khác nhau của các ngón tay $F(j)$ có thể chơi hợp âm $C(i)$. Sau đó, bộ điều khiển tìm kết hợp ngón tay tốt nhất $F(b)$ theo một tiêu chí nhất định. Robot sau đó sẽ di chuyển bàn tay 15R, 15L đến vị trí để các kết hợp ngón tay $F(b)$ chơi hợp âm $C(i)$. Lệnh kích hoạt các ngón tay $F(b)$ được gửi đến để tạo ra âm thanh của hợp âm $C(i)$. Tuần tự như vậy, robot chơi toàn bộ bài nhạc được người dùng chọn.

Ở một ví dụ khác minh họa phương pháp nêu trên, như được thể hiện trên Fig.18, với một bài nhạc bao gồm 4 hợp âm được chơi tuần tự từ hợp âm $C(1)$ đến hợp âm $C(4)$. Gọi $R[i]$ là trạng thái tay có thể chơi được hợp âm $C(i)$. Có thể có nhiều vị trí tay có thể chơi được một hợp âm i , giả sử gọi các vị trí đó là $R[i][j]$ (tương đương với $F(j)$ nêu trên). Giả sử bàn tay đang ở vị trí $R[1]$ để chơi hợp âm $C(1)$. Ở hợp âm tiếp theo $C(2)$, có thể có 4 vị trí tay có thể chơi được hợp âm $C(2)$. Tương tự, có thể có 4 vị trí tay chơi được hợp âm $C(3)$, 4 vị trí chơi được hợp âm $C(4)$. Bài toán là tìm vị trí bàn tay tốt nhất để chơi hợp âm $C(2)$ trong $R[2].1$ đến $R[2].4$. Để tìm vị trí tay tốt nhất chơi hợp âm $C(2)$, ở đây cũng cần xét cả cách di chuyển từ $C(2)$ đến $C(3)$ và từ $C(3)$ đến $C(4)$.

Do đó, giả sử, như được sử dụng ở đây, gọi chi phí di chuyển (cost function) từ một vị trí bàn tay ở vị trí i đến một vị trí bàn tay ở vị trí $(i+1)$ là $CR(i,j)$, thì từ vị trí hợp âm $C(1)$ đến hợp âm $C(2)$ có các chi phí di chuyển từ $CR(1,1)$ đến $CR(1,4)$ và tương tự như vậy, từ hợp âm $C(2)$ đến hợp âm $C(3)$ có 16 tổ hợp kết nối từ $CR(2,1)$ đến $CR(2,16)$. Khi đó, tổng di chuyển từ hợp âm $C(1)$ đến hợp âm $C(4)$ là $CR(1,k)+CR(2,l)+CR(3,m)$, trong đó k là một vị trí tay chơi được hợp âm $C(2)$, l là một vị trí tay chơi được hợp âm $C(3)$, m là một vị trí tay chơi được hợp âm $C(4)$.

Do đó, tổng chi phí di chuyển nào thấp nhất sẽ là di chuyển tốt nhất và giả sử $R[2].b$ là vị trí tốt nhất tiếp theo sẽ được chọn với chi phí tổng thấp nhất đó (tương đương với $F(b)$ nêu trên). Ví dụ, theo Fig.21, $CR(1,2)+CR(2,5)+CR(3,9)$ cho chi phí di chuyển thấp nhất thì $R[2].2$ là vị trí tiếp theo được chọn. Theo giải pháp hữu ích, chi phí di chuyển được lấy đơn giản là khoảng cách di chuyển từ $R[i]$ đến $R[i+1]$.

Mặc dù phần mô tả nêu trên chỉ là phương án ưu tiên theo giải pháp hữu ích và không nhằm làm giới hạn giải pháp hữu ích, và các thay đổi và cải biến có thể được

thực hiện với giải pháp hữu ích này và cần được hiểu rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể tạo ra các cải biến, thay thế tương đương, cải tiến bất kỳ, v.v. trong tinh thần và các nguyên tắc của giải pháp hữu ích và đều thuộc phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Yêu cầu bảo hộ

1. Cánh tay robot dùng để chơi đàn piano bao gồm khâu thứ nhất (25), khâu thứ hai (210) và bàn tay (15R), trong đó khâu thứ nhất (25) có chiều dài bằng khâu thứ hai (210) và đầu xa của khâu thứ nhất (25) được lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai (210);

cánh tay robot này còn bao gồm:

bộ (21);

động cơ (22) được lắp với đầu gần của khâu thứ nhất (25);

bộ điều khiển (12);

bộ truyền động thứ nhất bao gồm:

puli thứ nhất (23) được lắp đồng trục với động cơ (22) thông qua trục (215) và được lắp ở phía đầu gần của khâu thứ nhất (25), để dẫn động puli thứ hai (26) thông qua phương tiện truyền động thứ nhất (24);

puli thứ hai (26) được lắp ở phía đầu xa của khâu thứ nhất (25) và cùng phía với puli thứ nhất (23);

trong đó, bộ truyền động thứ nhất có tỷ số truyền động là 1:2; và

bộ truyền động thứ hai bao gồm:

puli thứ ba (27), được gắn với đầu gần của khâu thứ hai (210) và đồng trục với puli thứ hai (26) và nằm ở phía còn lại của đầu gần của khâu thứ hai (210), để dẫn động puli thứ tư (29) thông qua phương tiện truyền động thứ hai (28);

puli thứ tư (29) được lắp ở đầu xa của khâu thứ hai (210), và được gắn với bàn tay;

trong đó, bộ truyền động thứ hai có tỷ số truyền động là 2:1.

2. Cánh tay robot theo điểm 1, trong đó bàn tay được tạo ra di chuyển được trên một đường thẳng dọc theo phím đàn và hướng của bàn tay được tạo ra vuông góc với phím đàn.

3. Cánh tay robot theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó các puli thứ nhất (23), puli thứ hai (26), puli thứ ba (27), puli thứ tư (29) là puli đai răng.

4. Cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phương tiện truyền động thứ nhất (24) và thứ hai (28) lần lượt là dây đai hoặc xích ăn khớp được với puli thứ nhất (23), thứ hai (26), thứ ba (27) và thứ tư (29).

5. Cánh tay robot dùng để chơi đàn piano bao gồm khâu thứ nhất (25), khâu thứ hai (210) và bàn tay (15R), trong đó khâu thứ nhất (25) có chiều dài bằng khâu thứ hai (210) và đầu xa của khâu thứ nhất (25) được lắp đồng trục theo cách xoay được với đầu gần của khâu thứ hai (210);

cánh tay robot này còn bao gồm:

bộ (21);

động cơ (22);

bộ điều khiển (12);

bộ truyền động thứ nhất bao gồm:

puli thứ nhất (23) được lắp ở phía đầu gần của khâu thứ nhất (25) ở một đầu của bộ (21) thông qua trục (215), để dẫn động puli thứ hai (26) thông qua phương tiện truyền động thứ nhất (24);

puli thứ hai (26) được lắp ở phía đầu xa của khâu thứ nhất (25) và cùng phía với puli thứ nhất (23);

trong đó, bộ truyền động thứ nhất có tỷ số truyền động là 1:2;

bộ truyền động thứ hai bao gồm:

puli thứ ba (27), được gắn với đầu gần của khâu thứ hai (210) và đồng trục với puli thứ hai (26) và nằm ở phía còn lại của đầu gần của khâu thứ hai (210), để dẫn động puli thứ tư (29) thông qua phương tiện truyền động thứ hai (28);

puli thứ tư (29) được lắp ở đầu xa của khâu thứ hai (210), và được gắn với bàn tay;

trong đó, bộ truyền động thứ hai có tỷ số truyền động là 2:1;

trong đó cánh tay này còn bao gồm:

bộ truyền động thứ ba bao gồm:

puli thứ năm (211) được gắn với động cơ (22) để dẫn động puli thứ sáu (213) thông qua phương tiện truyền động thứ ba (212);

puli thứ sáu (213) được gắn với khâu thứ nhất (25) ở một đầu của bộ (21) và cùng phía với động cơ (22) nêu trên, puli thứ sáu (213) được lắp đồng trục với puli thứ nhất (23).

6. Cánh tay robot theo điểm 4, trong đó bàn tay được tạo ra di chuyển được trên một đường thẳng dọc theo phím đàn và hướng của bàn tay được tạo ra vuông góc với phím đàn.

7. Cánh tay robot theo điểm 5 hoặc điểm 6, trong đó các puli thứ nhất (23), puli thứ hai (26), puli thứ ba (27), puli thứ tư (29), puli thứ năm (211) và puli thứ sáu (213) là puli đai răng.

8. Cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó phương tiện truyền động thứ nhất (24), thứ hai (28) và thứ ba (212) lần lượt là dây đai hoặc xích ăn khớp được với puli thứ nhất (23), thứ hai (26), thứ ba (27), thứ tư (29), thứ năm (211) và thứ sáu (213).

9. Cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm 3, 4, 7 và 8, trong đó puli thứ nhất (23) có số răng bằng hai lần số răng của puli thứ hai (26), và puli thứ tư (29) có số răng bằng hai lần số răng của puli thứ ba (27).

10. Cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó tỷ lệ đường kính của puli thứ hai (26) so với puli thứ nhất (23) là 1:2, và tỷ lệ đường kính của puli thứ tư (29) so với puli thứ ba (27) là 2:1.

11. Cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó cánh tay robot này còn được tạo kết cấu để lắp với vỏ chứa để bao bọc bên ngoài.

12. Bàn tay dùng cho cánh tay robot để chơi đàn piano theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó bàn tay này bao gồm khối thứ nhất (31), khối thứ hai (32), khối thứ ba (33) và các ngón tay (34, 35) trên bàn tay, trong đó:

khối thứ nhất (31) được tạo ra nằm giữa khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33), trong đó khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) được tạo kết cấu để di chuyển theo phương ngang so với khối thứ nhất (31);

các ngón tay (34, 35) được tạo ra theo cách quay được so với các khối thứ nhất (31), khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33), trong đó các ngón tay (34, 35) có kích thước khác nhau, trong đó:

các ngón tay dài (35) có chiều dài đủ dài để chạm vào các phím đen của đàn,

các ngón tay ngắn (34) có chiều dài để chạm vào các phím trắng của đàn, phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay (36), phương tiện này được tạo ra để gắn với mỗi khối trong các khối thứ nhất (31), khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33), mỗi ngón tay (34, 35) được điều khiển bằng phương tiện điều khiển hoạt động (36) của ngón tay này;

trong đó, khối thứ nhất (31) có các phương tiện giữ ổ bi (64) được gắn với khối thứ nhất (31) này, mỗi phương tiện giữ ổ bi (64) giữ nhiều ổ bi trượt (63) và được trang bị phương tiện điều chỉnh vị trí (65) của mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33);

trong đó, mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) được tạo ra với các phương tiện trượt (66), phương tiện trượt (66) này được gắn với mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) và có thể trượt được trên các ổ bi (63);

trong đó, mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) được gắn với trục của phương tiện điều chỉnh vị trí (65) của mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) sao cho mỗi khối này di chuyển được theo phương ngang so với khối thứ nhất (31).

13. Bàn tay theo điểm 12, trong đó khoảng cách mà mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) hoặc khối thứ ba (33) di chuyển được là tương đương với độ rộng của một phím đàn trắng.

14. Bàn tay theo điểm 12 hoặc 13, trong đó phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay (36) là nam châm điện từ.

15. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 14, trong đó mỗi phương tiện giữ ổ bi (64) giữ hai ổ bi trượt.

16. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó phương tiện điều chỉnh vị trí (65) của mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) là nam châm điện từ.

17. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 16, trong đó phương tiện điều chỉnh vị trí (65) của mỗi khối trong số các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) là động cơ.

18. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 17, trong đó phương tiện điều khiển hoạt động của ngón tay (36) được lắp phía dưới của các khối thứ nhất (31), khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33).

19. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 18, trong đó mỗi khối trong số khối thứ nhất (31), khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) được tạo kết cấu để bao gồm ít nhất hai ngón tay.

20. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 19, trong đó khối thứ nhất (31) bao gồm hai ngón tay dài (35) và hai ngón tay ngắn (34).
21. Bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 20, trong đó mỗi khối trong các khối thứ hai (32) và khối thứ ba (33) bao gồm một ngón dài (35) và một ngón ngắn (34).
22. Hệ robot chơi đàn piano trong đó hệ robot này bao gồm ít nhất hai cánh tay robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.
23. Hệ robot theo điểm 22, trong đó mỗi cánh tay robot còn bao gồm bàn tay theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 21.
24. Hệ robot theo điểm 22 hoặc 23, trong đó hệ robot này còn được tạo kết cấu để lắp với giá đỡ được đặt trên mặt sàn và giữ hệ robot song song với đàn.
25. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm ít nhất một bộ điều khiển để thực thi các hướng dẫn trên đó để điều khiển hệ robot theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 22 đến 24.

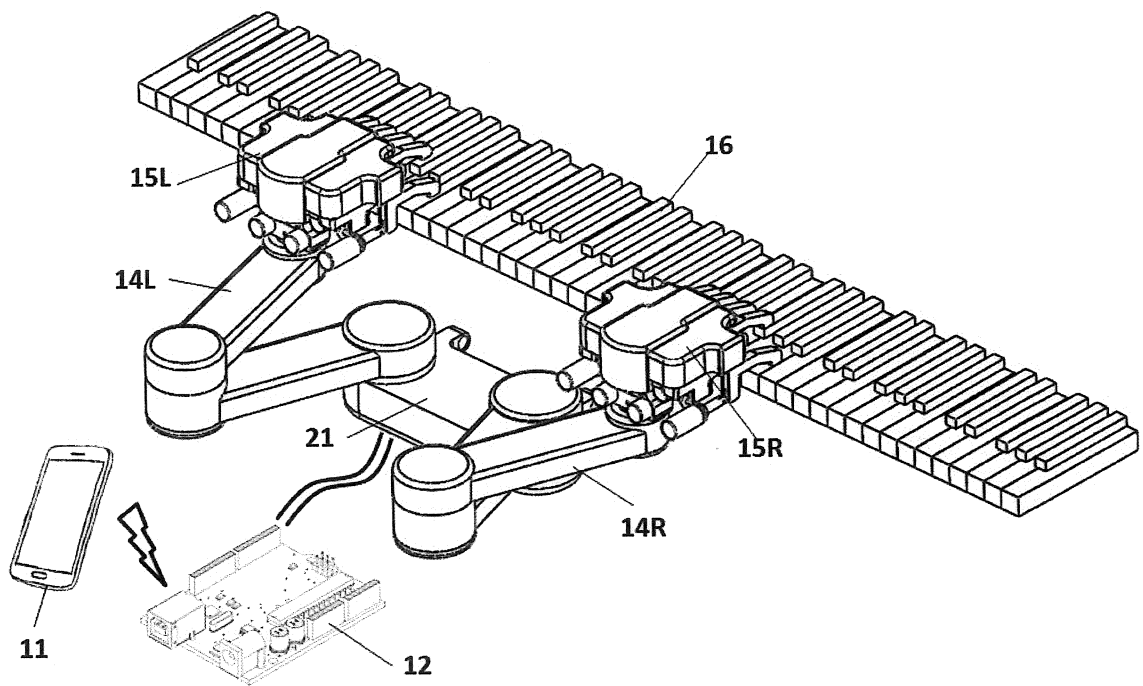


Fig.1

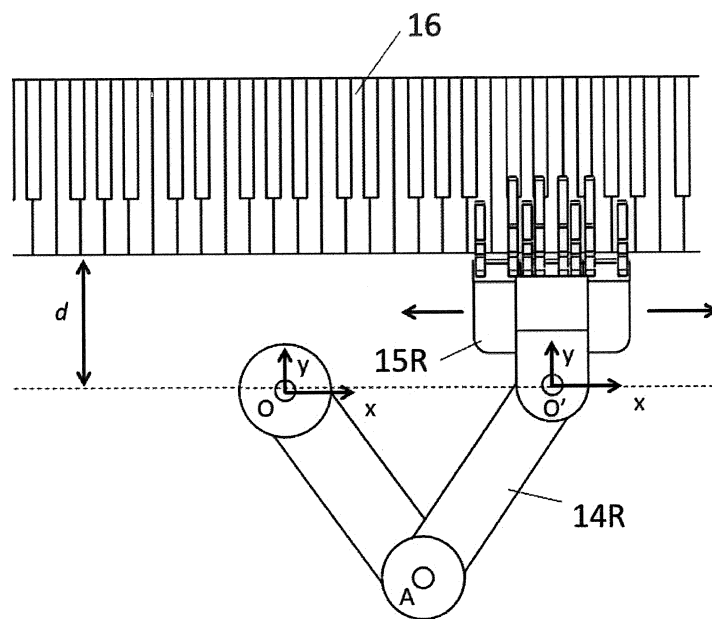


Fig.2

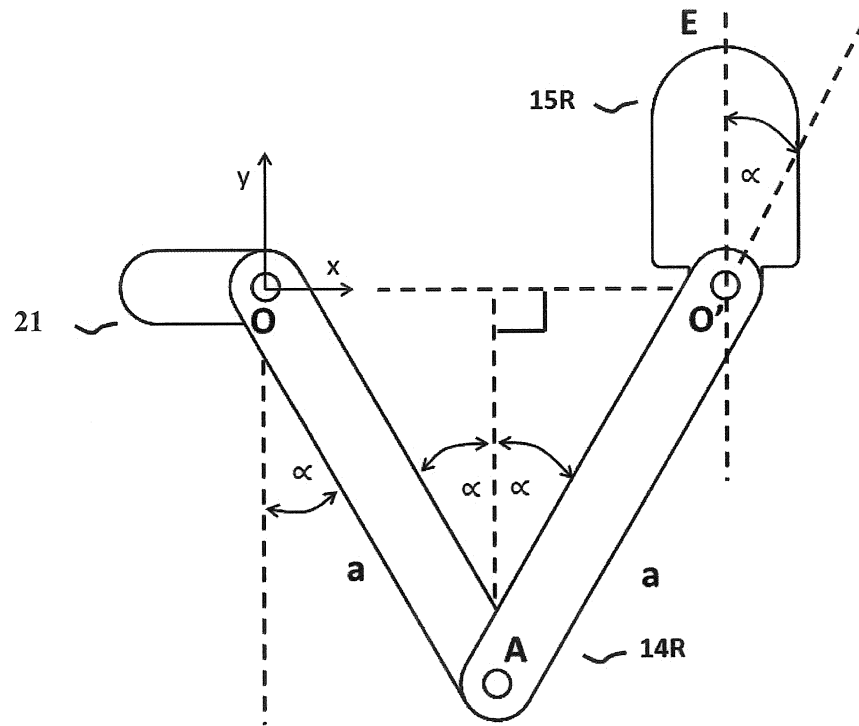


Fig.3

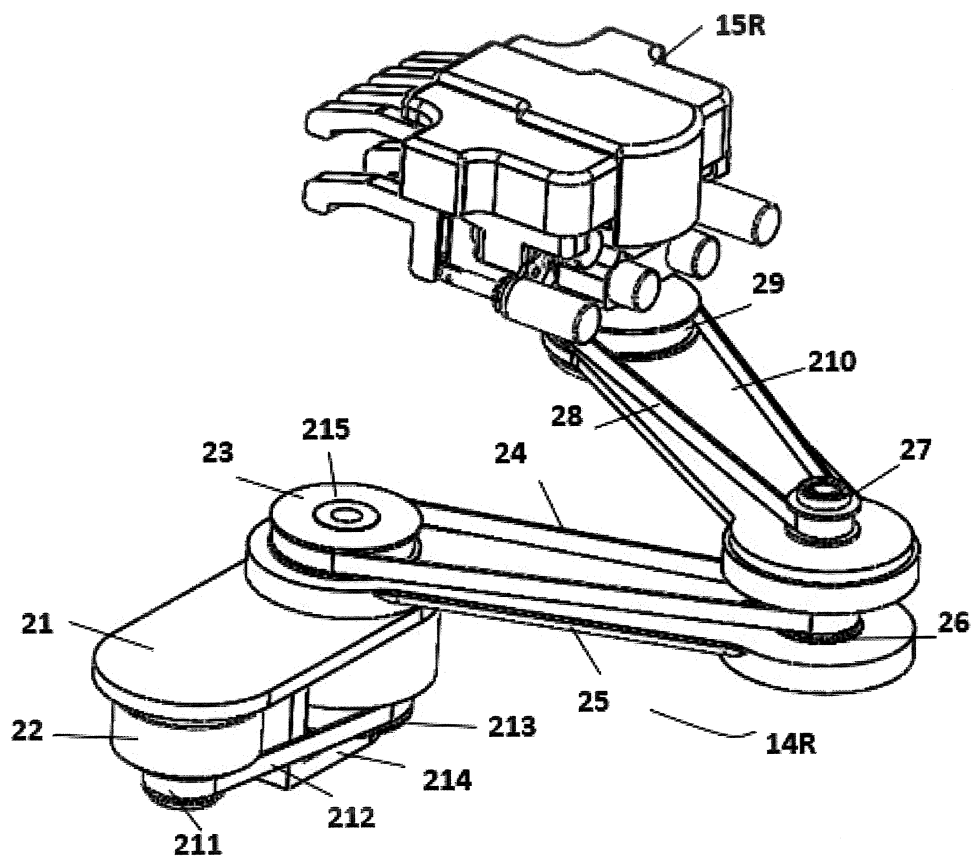


Fig.4A

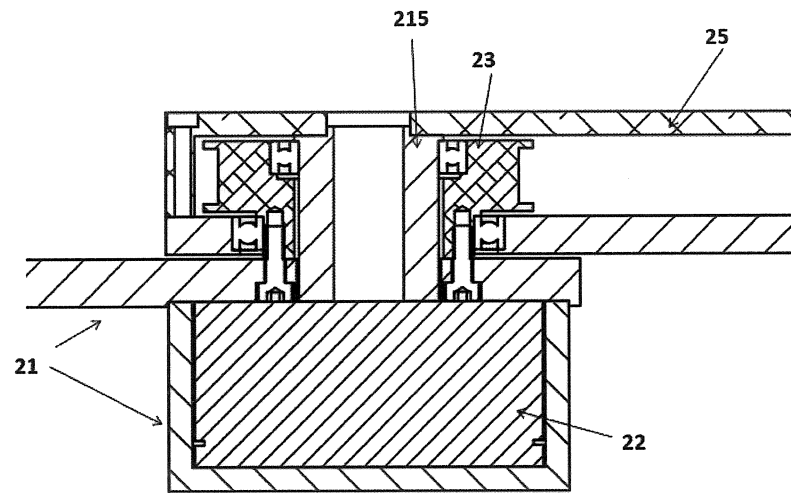


Fig.4B

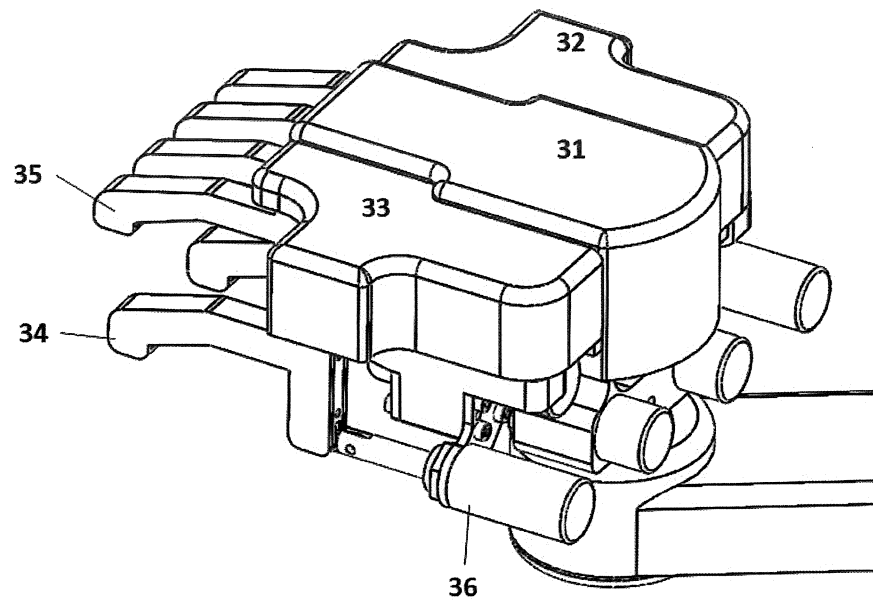


Fig.5

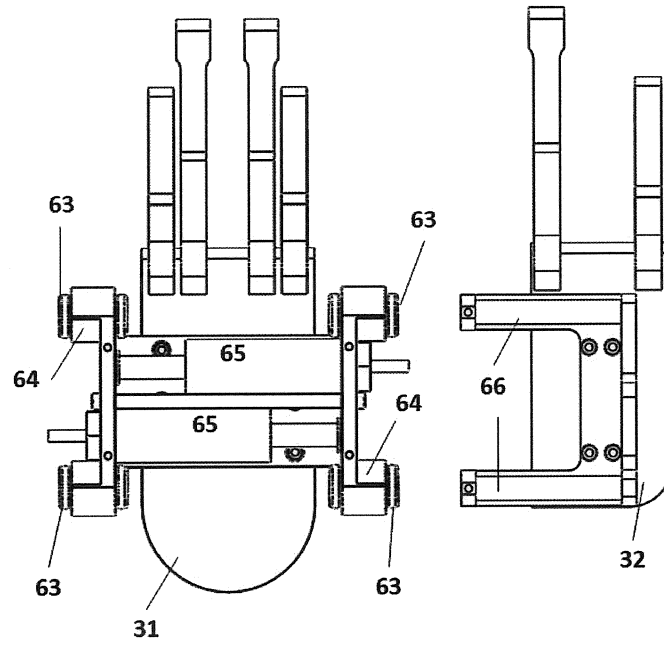


Fig.6

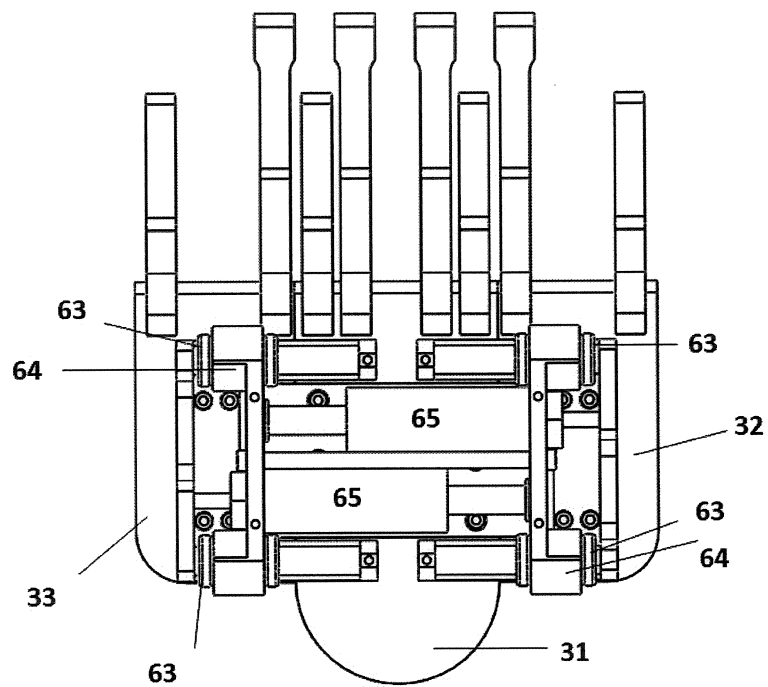


Fig.7

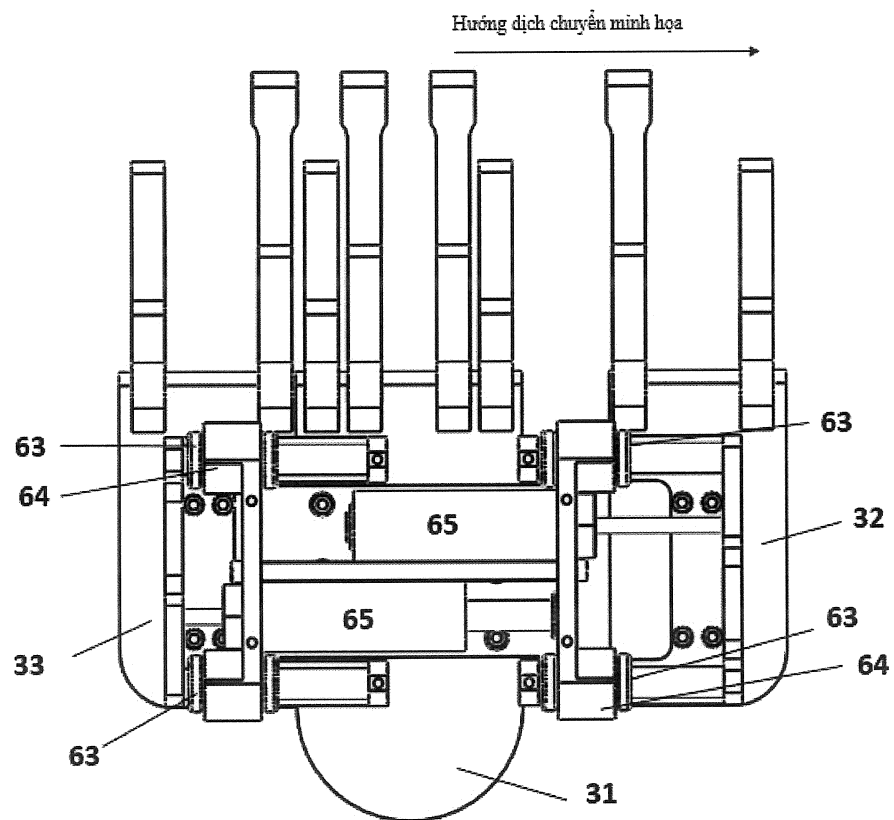


Fig. 8

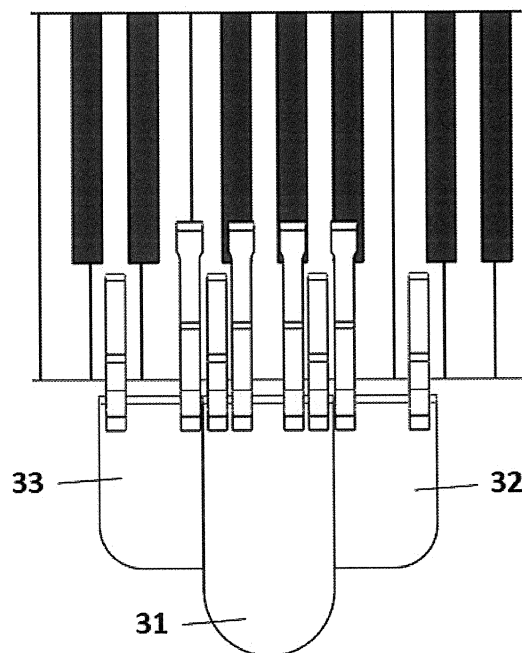


Fig. 9A

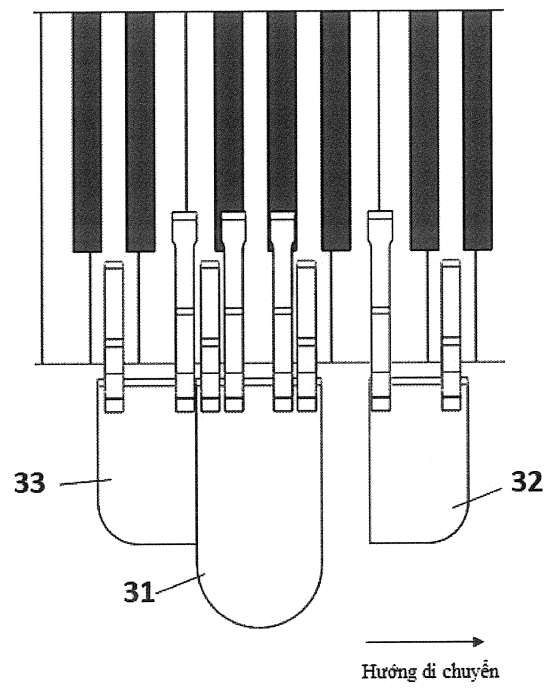


Fig.9B

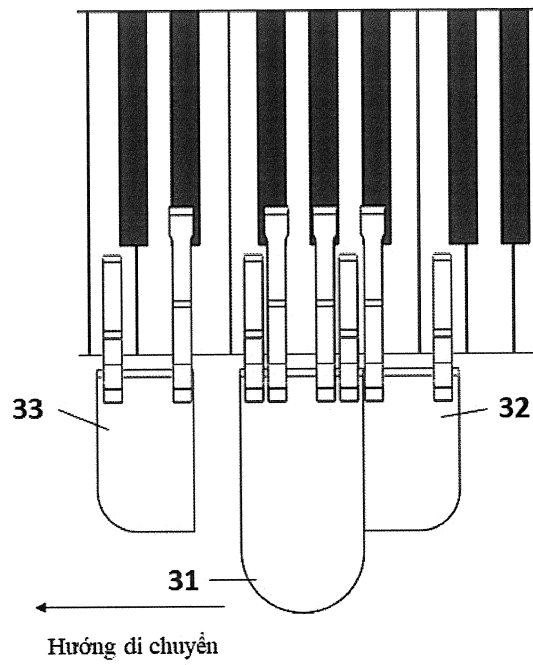


Fig. 9C

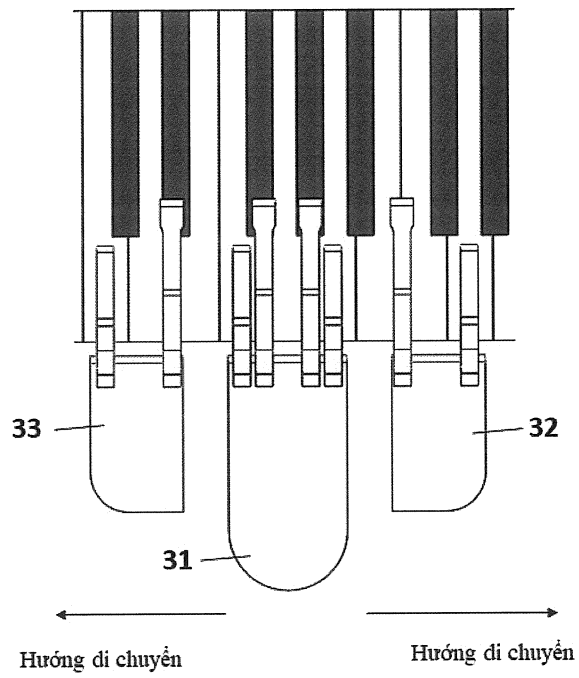


Fig.9D

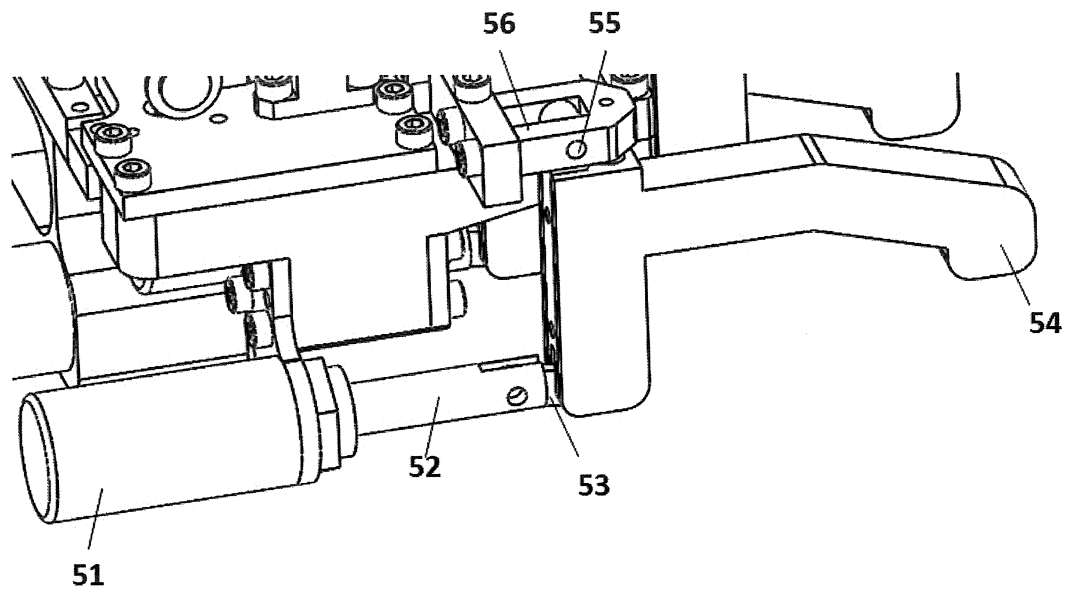


Fig. 10

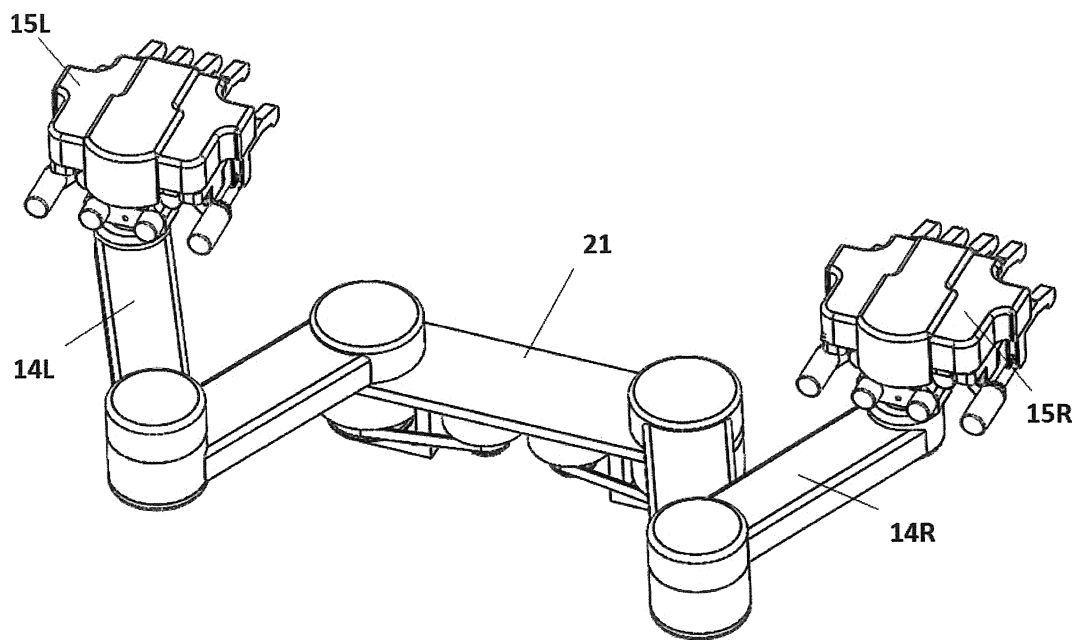


Fig.11

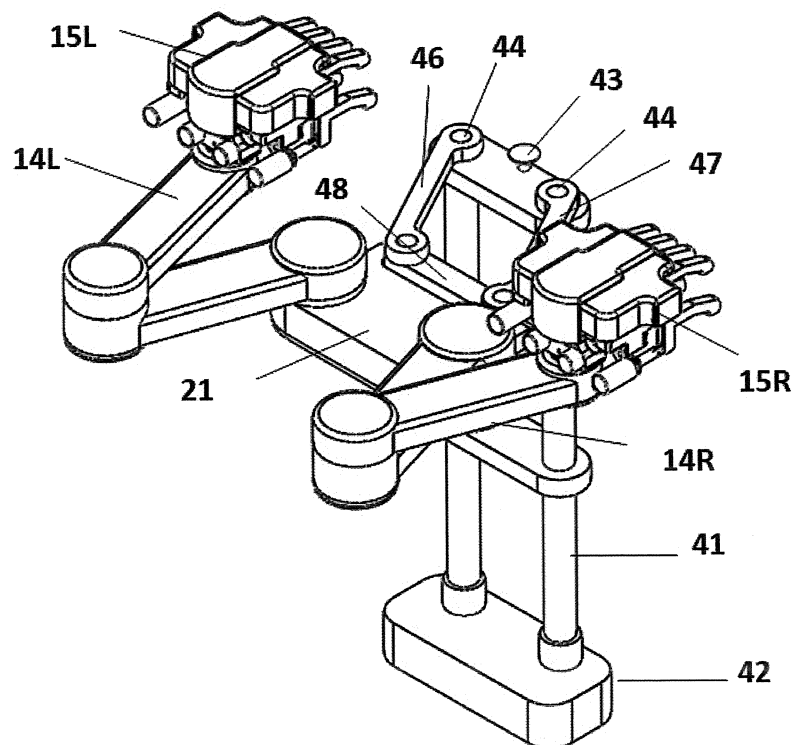


Fig.12

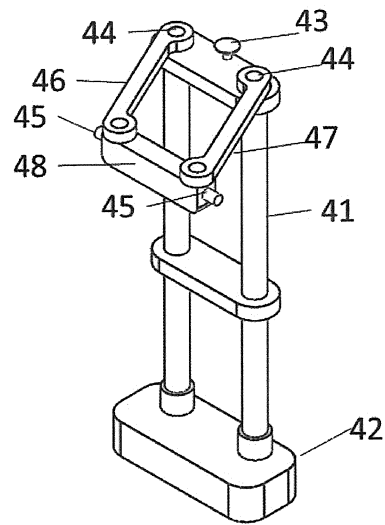


Fig.13

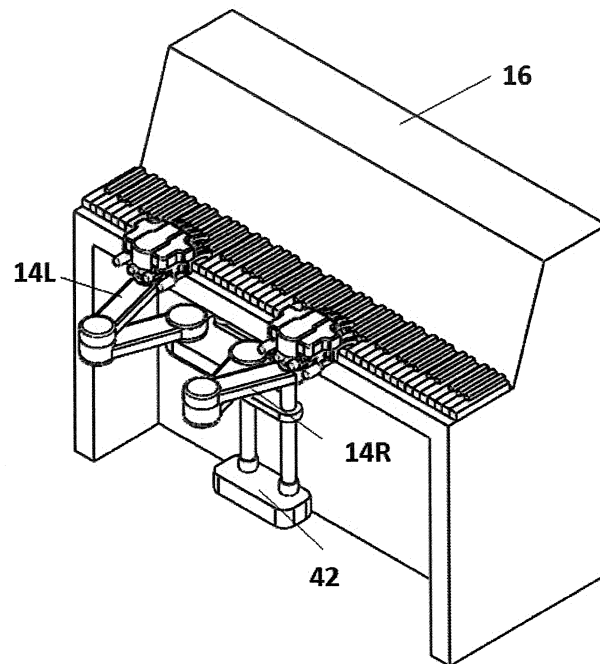


Fig.14A

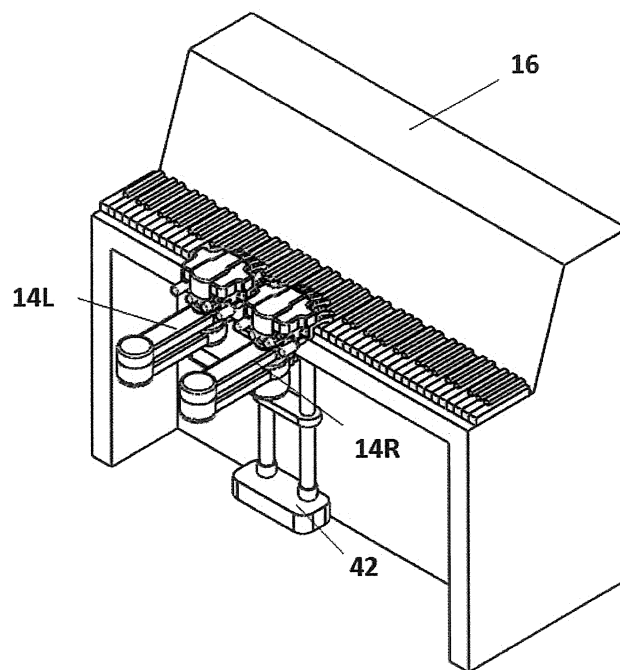


Fig.14B

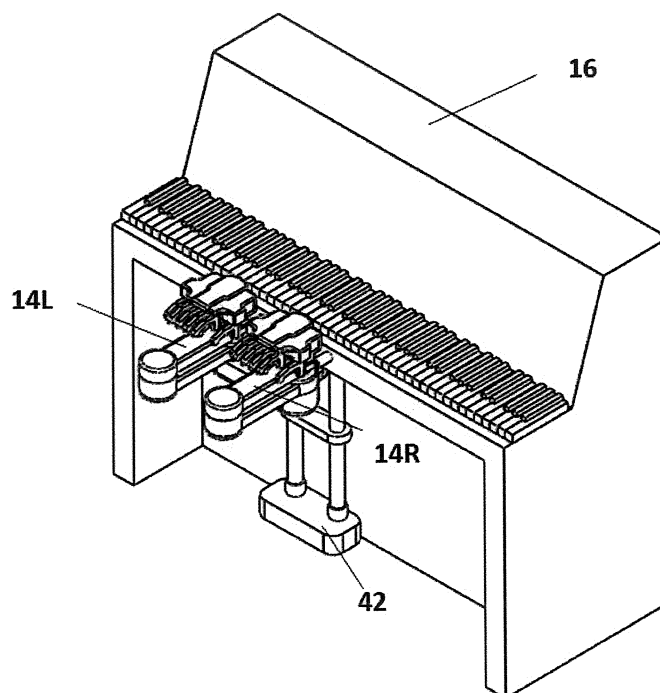


Fig.14C

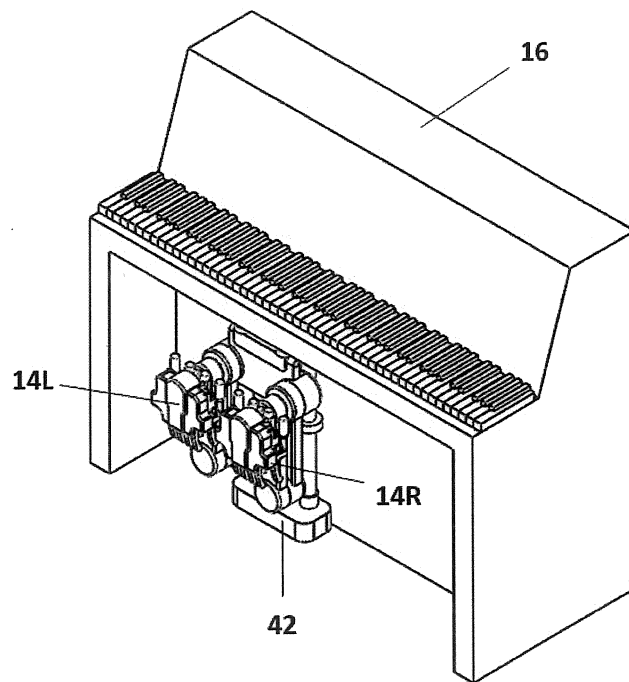


Fig.14D

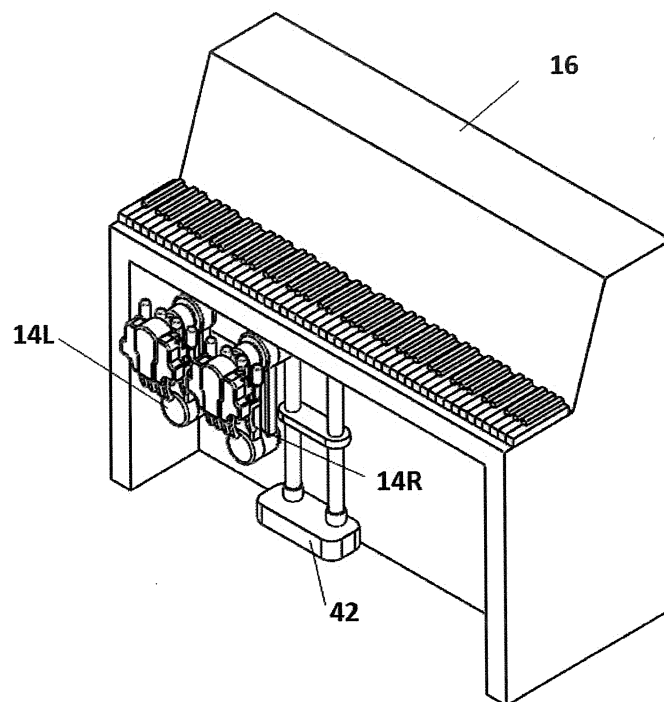


Fig.14E

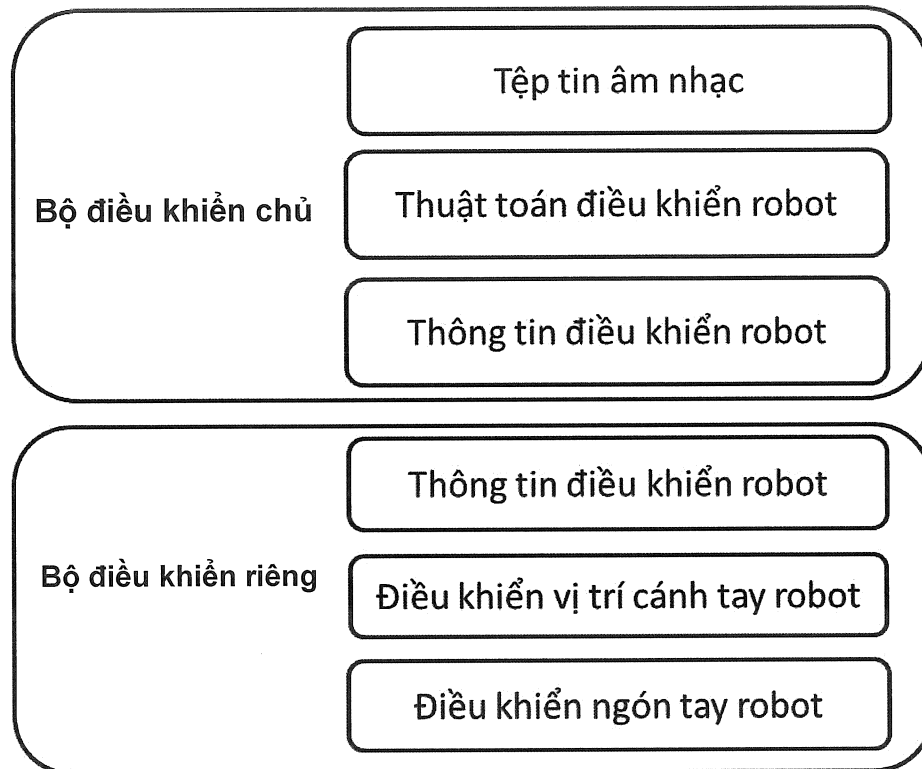


Fig.15

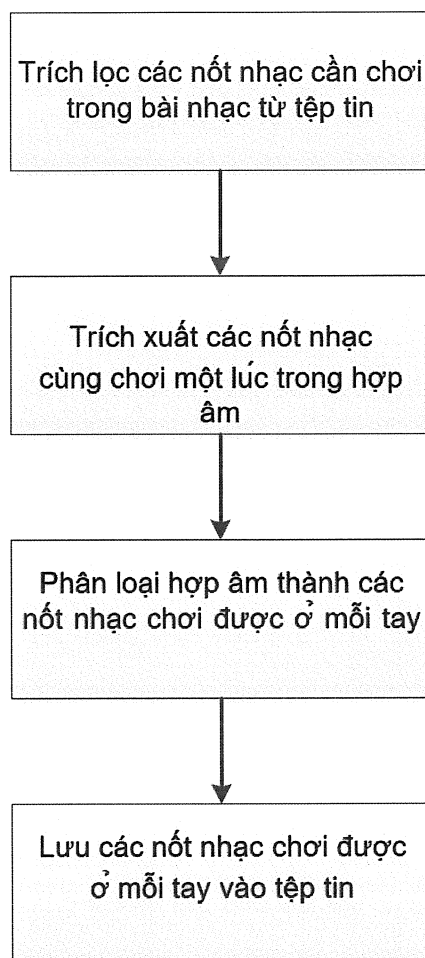


Fig.16

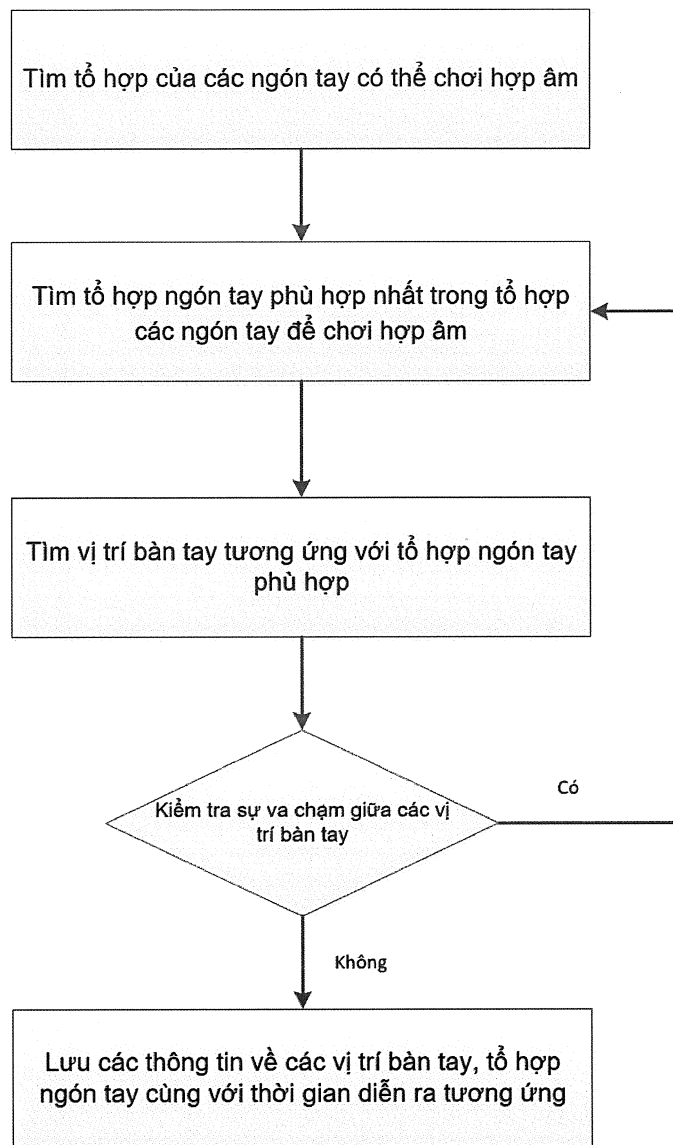


Fig.17

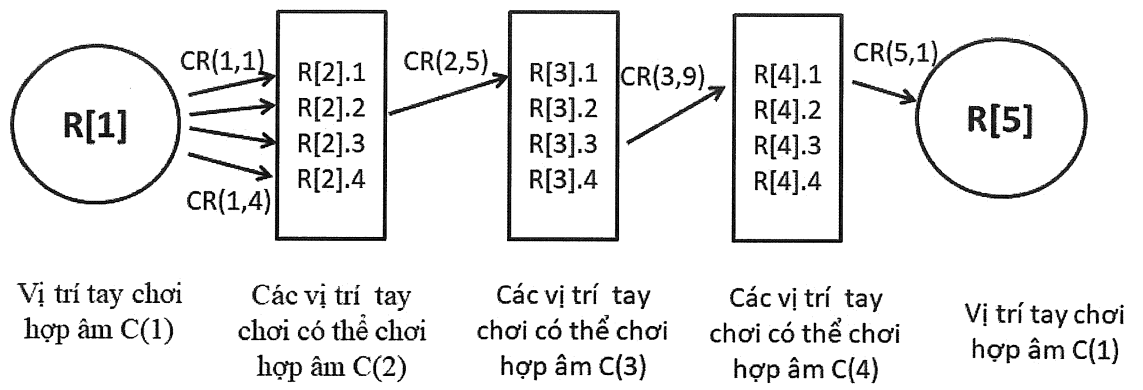


Fig.18