



(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)



1-0053635

(51)⁷ B25J 3/04; A61F 2/68

(13) B

(21) 1-2018-02553

(22) 14/06/2018

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/12/2019 381A

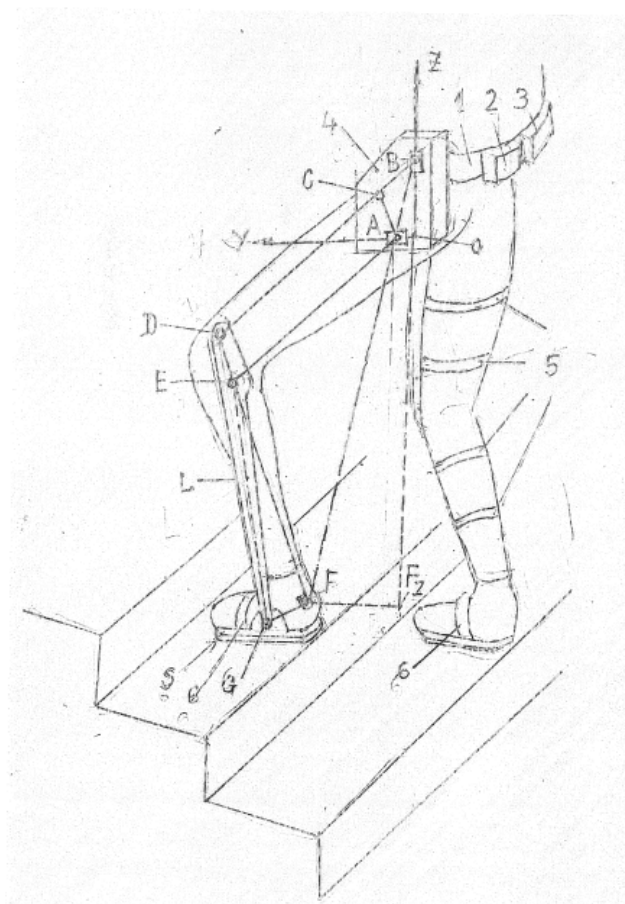
(76) Nguyễn Thiện Phúc (VN)

Nhà 32, khu BT1, Bắc Linh Đàm, quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội

(54) ROBOT KHUNG XƯƠNG CHÂN

(21) 1-2018-02553

- (57) Sáng chế đề xuất một loại robot khung xương chân, được gắn vào dây đai thắt lưng, robot khung xương bao gồm hộp truyền động trong đó có hai con trượt (A, B) có phương vuông góc với nhau và được dẫn động bằng hai động cơ tịnh tiến, hai động cơ này nằm song song với phương tịnh tiến của hai con trượt; các thiết bị nguồn động lực cho các động cơ tịnh tiến này được gắn vào dây đai thắt lưng, ngoài ra không cần đến một chiếc động cơ nào lắp ở phía dưới chân cả, nhất là ở khớp gối, thường trong tất cả các loại robot hiện hành đều phải dùng các động cơ quay tròn phải kèm theo là hộp giảm tốc và cảm biến đo góc; tất cả điều đó đã góp phần làm gọn nhẹ kết cấu robot đi rất nhiều lần và giá thành giảm đi gấp bội, đồng thời do đã thiết lập được một quan hệ đặc biệt về kích thước của các khâu của robot nên vì thế kết cấu rất đơn giản và rất thuận tiện trong tính toán lập trình điều khiển robot.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nội dung sáng chế được đề xuất liên quan trực tiếp đến lĩnh vực robot cụ thể là để giúp người vận hành đi lại trên một khung xương (Robotic Exoskeletons) có các kết nối khớp với nhau.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Robot khung xương là thiết bị áo giáp khung xương bó sát bên ngoài (Wearable Robot Exoskeleton) cơ thể con người, để trợ lực cho bộ khung xương hầu như cho toàn thân, nhưng chủ yếu là khung xương tay và khung xương chân. Còn “*robot khung xương chân*” là chỉ để trợ lực cho khung xương bên trong phần chân. Tất cả các loại robot này chủ yếu cũng đều được điều khiển tự động.

Ngày nay có khá nhiều công trình nghiên cứu, sản xuất các loại robot khung xương và robot khung xương chân. Nhiều kết quả đó đã hỗ trợ rất hiệu quả cho nhiều người cao tuổi ốm yếu, người bị bệnh tật đi lại khó khăn, người bị thương tích khuyết tật ở chân tay. Đồng thời robot khung xương đã tăng cường đáng kể sức lực cho những người bình thường nhưng thường xuyên phải lao động chân tay nặng nhọc và phục vụ cả những binh lính phải khuân vác quân trang quân dụng nặng nề, hành quân vất vả ở thực địa. Có không ít loại robot khung xương đó đã thành sản phẩm thương mại. Một số bộ phận trong các binh chủng của Hoa Kỳ đã cấp phát cho binh lính loại robot khung xương BLEEX do DARPA chế tạo.

Tuy nhiên, các loại robot khung xương có mặt ở thị trường hiện nay, nhất là các loại robot khung xương chân, còn có không ít nhược điểm. Trước hết là chúng rất phức tạp nên rất đắt tiền, hoàn toàn không phù hợp với sức mua của các đối tượng phục vụ, như đã nói ở trên họ là người già cả, người đau ốm, người thương tật v.v.. Chúng có kết cấu với nhiều cấu kiện phức tạp nên cần đến nhiều thiết bị phụ trợ. Cho nên ngay cả đối với robot khung xương phục vụ đôi chân thôi mà người sử dụng cũng phải đeo một chiếc ba lô cỡ lớn trên lưng và một vành hông chứa đầy thiết bị. Thiết bị khá cồng kềnh cũng gây nên phiền toái cản trở các thao tác của người sử dụng.

Độ phức tạp chủ yếu là do sơ đồ động học của robot khung xương hầu hết được chọn dùng sơ đồ chuỗi hở nối liên tiếp các khâu, thường được dùng cho các

robot công nghiệp và ở mỗi khớp quay có lắp trực tiếp một động cơ quay tròn, kèm theo hộp giảm tốc cùng một encorder ghi đo góc xoay của khớp quay. Vì thế sẽ làm nặng nề và cồng kềnh cho các khớp quay, nhất là khớp gối.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nội dung chủ yếu của sáng chế được đề xuất này là nhằm khắc phục các nhược điểm đã phân tích ở trên. Giải pháp cơ bản ở đây là thiết kế được sơ đồ động học hợp lý nhất để trên cơ sở đó tạo ra loại robot khung xương gọn nhẹ nhất, giá thành phù hợp nhất. Sơ đồ được thiết kế không phải là sơ đồ chuỗi hở nối liên tiếp các khâu như ở các loại robot khung xương chân khác, mà chuỗi có một khâu khép kín, như mô tả trên hình 1 ở đề mục sau. Sơ đồ gồm một cơ cấu pantograph cải tiến với 2 con trượt đặt vuông góc với nhau, trong đó con trượt nằm ngang song song với phương di chuyển trên mặt đất và các con trượt này được dẫn động độc lập. Trong tài liệu nộp đơn chủ đơn cũng đã dùng sơ đồ tương tự để tạo ra loại robot có tên là robot RP, gọi tên như thế vì Robot này dùng cơ cấu Pantograph.

Robot khung xương chân được đề xuất so với các robot khung xương chân khác, ngoài sự khác biệt nói trên còn có một số khác biệt và ưu điểm nổi trội sau đây:

1. Để dẫn động con trượt trong sơ đồ đã chọn dùng linear motor (động cơ tịnh tiến) hoặc linear solenoid. Điều này là dấu hiệu khác biệt so với tất cả các robot khung xương hiện hành và cũng là một cải tiến lớn so với sơ đồ của robot RP nhắc ở trên. Dấu hiệu này không chỉ sự khác biệt mà còn đem lại nhiều tiện ích khác. Các thiết bị này được điều khiển đơn giản bằng việc khống chế giá trị các thông số dòng điện cấp vào. Các loại động cơ tịnh tiến hiện đại này hiện nay đã bán rộng rãi trên thị trường quốc tế với nhiều chủng loại và kích cỡ khác nhau.
2. Không phải dùng đến các động cơ quay tròn, thường phải kèm theo hộp giảm tốc cùng một encorder ghi đo góc xoay của từng khớp quay, nhất là khớp gối, vì thế làm cho robot khung xương chân trở nên gọn nhẹ và đơn giản đi rất nhiều
3. Theo sơ đồ động học đã thiết kế hoàn toàn có thể bố trí các bộ nguồn pin-ắc quy và các bộ điều khiển động cơ tịnh tiến đều gắn với vành đai thắt lưng cuộn quanh hông, nhưng vẫn đảm bảo điều khiển các chuyển động độc lập của tất cả các khâu chấp hành của khung xương chân nằm xa vành hông

4. Với những quan hệ thiết kế hợp lý giữa các thông số kích thước của các khâu có thể dễ dàng điều khiển bàn chân thực hiện các di chuyển theo trục tọa độ nằm ngang bằng cách chỉ di chuyển con trượt nằm ngang và di chuyển theo trục tọa độ thẳng đứng bằng cách chỉ di chuyển con trượt thẳng đứng. Do đó sẽ làm đơn giản hóa việc điều khiển để thực hiện các bước chân đi của con người

5. Các di chuyển nhỏ của các con trượt đều có thể được khuếch đại nên đảm bảo đơn giản hơn về kết cấu, linh hoạt về cấu trúc và nhỏ gọn về kích thước của robot khung xương chân.

Những điều trình bày trên đây chứng tỏ rằng đề xuất robot khung xương chân này vượt trội hơn qua 5 giải pháp sáng tạo đề xuất nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 mô tả robot khung xương chân để trợ lực khi bước lên cầu thang.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bộ khung xương chân bắt đầu từ hộp truyền động 4, ở đây có 2 con trượt A và B được dẫn động bằng 2 động cơ tịnh tiến chuẩn hóa, được bố trí nằm song song với 2 phương tịnh tiến của 2 con trượt, nên trên hình 1 không vẽ chúng để tránh che lấp các con trượt. Khung xương đùi được cấu tạo từ hình bình hành với 2 khâu AE và khâu BD song song với nhau, chúng nối động với nhau bằng 2 khâu ED và AC. Còn xương chân L là chi tiết nối khớp gối với khớp G trên tấm đế S đỡ bàn chân, khớp quay G tương ứng với khớp mắt cá chân. Ở đây khớp gối hình thành từ chuyển động của khâu DE, khâu DE kéo dài đến tận điểm F, đường GF vuông góc với khâu FED. Như thế các điểm G, F, E, D đều thuộc chi tiết máy xương chân L và chuyển động cùng với nó.

Cơ cấu ABCDEF là một biến thể của cơ cấu pantograph với 2 bậc tự do. Ta tiến hành xây dựng hệ tọa độ YOZ, với trục hoành OY nằm dọc theo phương tịnh tiến của con trượt A và trục tung OZ nằm dọc theo phương tịnh tiến của con trượt B. Khi đã cho trước các quan hệ cụ thể giữa các thông số hình học của cơ cấu này thì có thể xác định các tọa độ của điểm F bằng cách giải các phương trình phụ thuộc 2 thông số đầu vào, là 2 độ dịch chuyển của 2 con trượt A và B. Khi xác định được tọa độ của điểm F thì dễ dàng tính toán ra tọa độ của điểm G vì chúng nằm trên cùng một khâu.

Bài toán sẽ đơn giản và hấp dẫn hơn nhiều khi ta thiết lập được quan hệ đặc biệt giữa các khâu của cơ cấu này để sao cho 3 điểm B, A và F luôn luôn thẳng hàng. Theo điều kiện này trên hình 1 từ các quan hệ các tam giác đồng dạng CBA và DBF có thể dễ dàng thiết lập quan hệ sau:

$$\frac{CB}{DB} = \frac{ED}{FD} \quad (1)$$

Các hình chiếu của điểm A và điểm B trên các trục tọa độ OY và OZ là:

$$Y_A = OA, \quad Z_A = 0, \quad Y_B = 0, \quad Z_B = OB, \quad Y_F = F_Z F, \quad Z_F = -OF_Z, \quad (2)$$

Cũng từ quan hệ các tam giác đồng dạng ABO và FBF_Z đồng thời tính tới (2) sẽ thiết lập được các biểu thức sau đây:

$$P_Z = Z_F / Z_B, \quad P_Y = Y_F / Y_A \quad (3)$$

$$P_Y = \frac{CB}{DB} = \frac{ED}{FD} \quad (4)$$

$$P_Y = P_Z + 1 \quad (5)$$

P_Z và P_Y được gọi là các hệ số khuếch đại theo phương Z và phương Y.

Cần nhấn mạnh rằng, robot khung xương chân với sơ đồ động học đã đề xuất có những ưu điểm nổi trội như cho phép đưa tất cả bộ nguồn và các động cơ lên vành đai hông, mà lại dùng động cơ tịnh tiến (linear motor) hoặc linear solenoid chứ không dùng đến các động cơ quay tròn, thường phải kèm theo các thiết bị phụ trợ phức tạp nặng nề, vì thế làm cho robot khung xương chân trở nên rất đơn giản, gọn nhẹ hơn nên rẻ hơn nhiều lần so với các loại hiện hành. Ngoài các ưu điểm kể trên, việc thiết lập được mối quan hệ đặc biệt để nhận được các biểu thức trên đây đã làm cho robot khung xương chân theo sáng chế còn có thêm nhiều tiện ích rất thuận lợi trong tính toán điều khiển, cụ thể như sau:

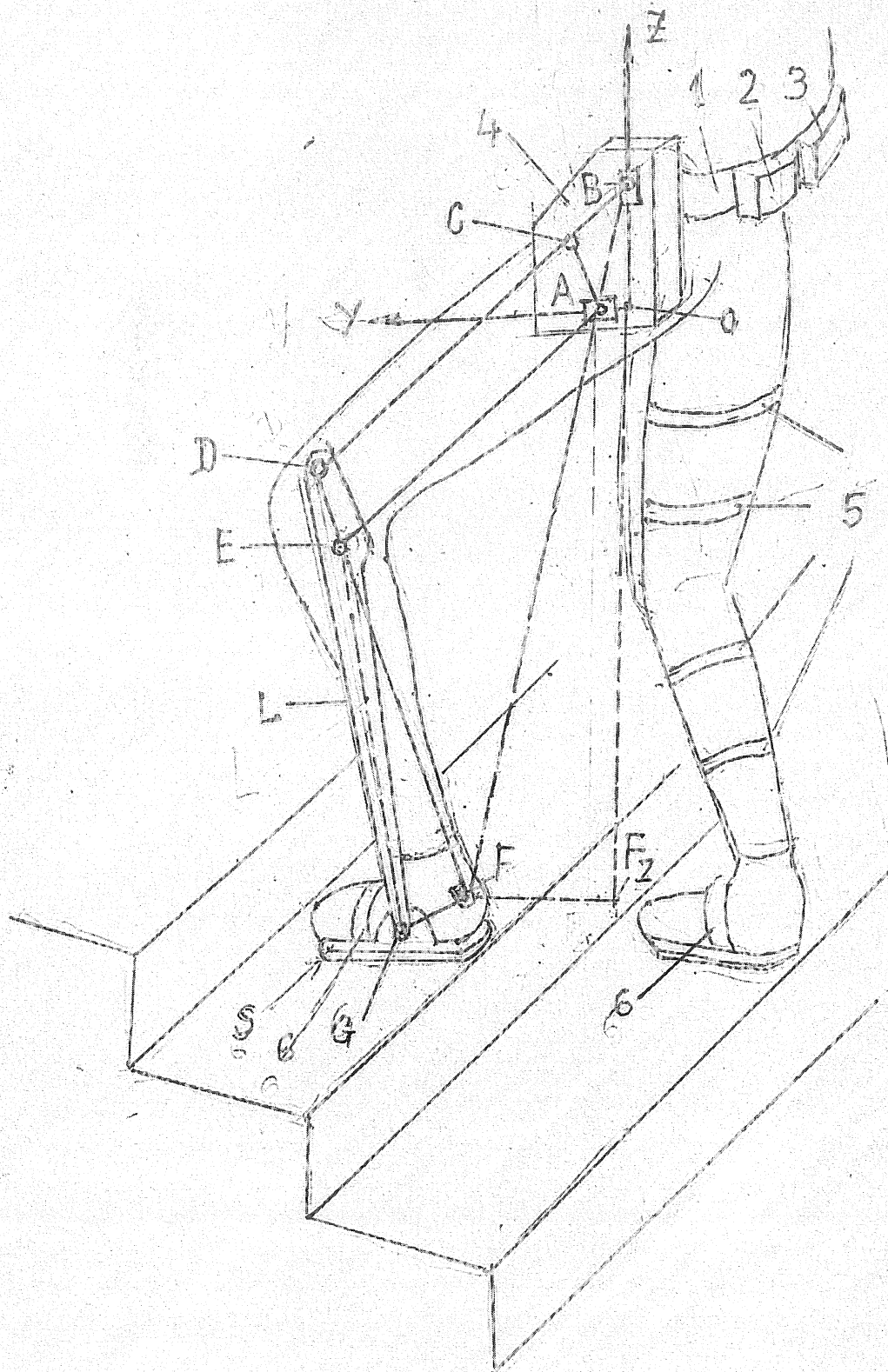
Khi muốn điểm F của bàn chân thực hiện lần lượt các đại lượng di chuyển đưa chân lên Z_F và di chuyển chân đưa ngang Y_F thì sẽ tính ngay ra các độ dịch chuyển cần thiết của các con trượt A và B tính theo công thức đơn giản (3), trong đó P_Z và P_Y là các hệ số khuếch đại theo phương Z và phương Y. Các hệ số này lại được xác định bằng tỷ lệ kích thước các khâu tính theo các công thức cũng rất đơn giản (4) và (5). Vậy khi cần thực hiện các bước chân của con người có robot trợ lực thì chỉ cần mô tả liên tiếp các giá trị Y_B, Z_B, Y_A, Z_A . Theo đó khi cần dịch chuyển theo phương ngang Y thì chỉ cần điều khiển con trượt A và khi dịch chuyển theo phương thẳng đứng Z thì chỉ cần điều khiển con trượt B. Còn khi điều khiển phối hợp đồng thời cả 2 con trượt di chuyển thì sẽ thực hiện được quỹ đạo bất kỳ của điểm F

Hiệu quả đạt được :

Như vậy, với đối tượng những người khuyết tật, những người ốm yếu thì phải tạo ra robot khung xương chân theo kiểu “may đo” cho thật hiệu quả, thật phù hợp bằng cách ghi đo cụ thể các thông số bước chân của họ rồi tái hiện lại trên robot. Kết cấu và cách thức vận hành đơn giản như loại robot đã đề xuất trong sáng chế sẽ cho phép triển khai công việc này một cách rất dễ dàng thuận tiện. Còn đối với người khỏe mạnh bình thường nhưng cần trợ lực khi thường xuyên phải đi lại khuôn vác nặng nhọc thì dùng các robot khung xương chân sản xuất hàng loạt vì các kích thước và các thông số bước đi đã chuẩn hóa. Yếu tố quan trọng để phổ cập loại thiết bị này là đầu tư rất thấp. Các robot hiện hành đắt hơn gấp nhiều lần chủ yếu là do độ phức tạp công nghệ của chúng. Các điều nói trên đã khẳng định tiêu chí về khả năng ứng dụng của sáng chế đề xuất này

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Robot khung xương chân bao gồm hộp truyền động trong đó có hai con trượt (A, B) có phương vuông góc với nhau và được dẫn động bằng hai động cơ tịnh tiến, hai động cơ này nằm song song với phương tịnh tiến của hai con trượt; phần khung xương đùi được cấu tạo từ hình bình hành với hai khâu (AE và BD) song song với nhau, chúng nối động với nhau bằng khâu (ED và AC); phần xương chân (L) là chi tiết nối khớp gối với khớp (G) trên tấm đế (S) đỡ bàn chân, khớp quay (G) tương ứng với khớp mắt cá chân; phần khớp gối hình thành từ chuyển động của khâu (DE) kéo dài đến tận gót (GF); phần cơ cấu (ABCDEF) là một biến thể của cơ cấu pantograph với hai bậc tự do; khi robot khung xương chân hoạt động thì dựa trên hệ tọa độ (YOZ), với trục hoành (OY) nằm dọc theo phương tịnh tiến của con trượt (A) và trục tung (OZ) nằm dọc theo phương tịnh tiến của con trượt (B) dựa theo thông số hình học của cơ cấu này thì có thể xác định các tọa độ của điểm (F) bằng cách giải các phương trình phụ thuộc hai thông số đầu vào, là hai độ dịch chuyển của hai con trượt (A và B) lúc này chi tiết khớp gối hình thành từ chuyển động (DE) kéo dài đến gót (GF) dễ dàng tính toán ra tọa độ vì chúng nằm trên cùng một khâu thống nhất.



Hình 1