

Bộ xương ngoài và công nghệ “Iron Man”



Hãy tưởng tượng một chiếc áo robot, mặc vào người mang lại sức mạnh phi thường hoặc có thể giúp người bại liệt bước đi.

Người sút quả bóng Brazuca đầu tiên khai cuộc World Cup 2014 trên sân vận động Itaquerao hôm 12/6 là một thanh niên liệt cả hai chân. Juliano Pinto 29 tuổi, người Brazil, từng là vận động viên, phải di chuyển bằng xe lăn từ sau tai nạn xe hơi năm 2006. Trong ngày khai mạc, Juliano khoác lên bộ đồ người máy BRA-Santos Dumont như một Iron Man thực thụ. Anh dùng tín hiệu não điều khiển đôi chân, tự tin bước đến thực hiện cú sút mở màn mùa lễ hội.

Khoảnh khắc chỉ vài giây nhưng là kết quả nhiều năm nghiên cứu của hơn 150 nhà khoa học. Bộ đồ người máy BRA-Santos Dumont là sản phẩm của công nghệ exoskeleton hay còn gọi là “bộ xương ngoài”. Bộ xương ngoài không chỉ giúp con người trở nên mạnh mẽ như các anh hùng trong siêu phẩm điện ảnh mà còn hứa hẹn mang đến cho những người bị liệt như Juliano khả năng tự do đi lại.

Công nghệ chiến binh

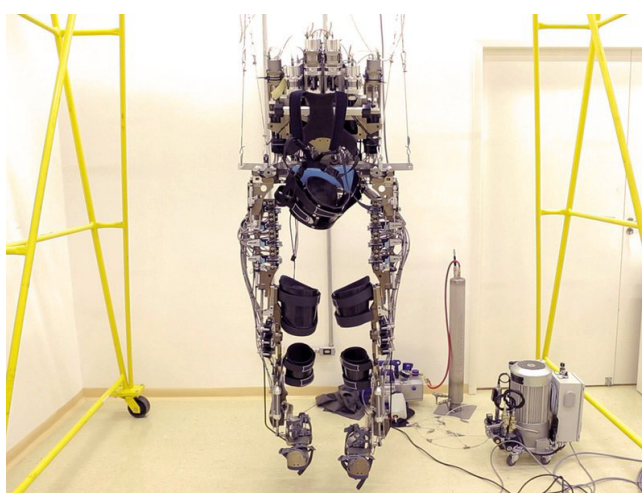
Một công nghệ thoát nghe có vẻ đầy tính nhân văn, nhưng ứng dụng đầu tiên là để phục vụ quân đội! Phiên bản thử nghiệm mang tên Hardiman của hãng General Electric được thiết kế năm 1965 nhằm trang bị cho binh lính theo yêu cầu của Chính phủ Mỹ.

Thống kê cho thấy 30% lính Mỹ bị đau lưng bởi phải đeo trung bình 45 kg hành lý khi di chuyển bằng đường bộ, chưa kể các thiết bị khác. Công nghệ bộ xương ngoài giúp giảm gánh nặng, hỗ trợ người lính chạy nhanh hơn, mang được nhiều vũ khí, dễ vượt chướng ngại vật và ít tổn thương bởi bom đạn. Theo thiết kế của General Electric, người lính mặc Hardiman có thể nâng vật nặng đến 680 kg. Dự án thất bại sau đó bởi không thể kiểm soát quá trình vận hành bộ áo.

Thực chất, trước Hardiman, các nhà khoa học đã quan tâm đến việc phát triển các kết cấu tương tự bộ

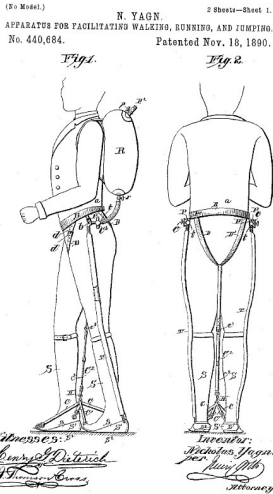


Juliano Pinto trong bộ áo BRA-Santos Dumont và niềm vui sau khi sút bóng. Ảnh: BBC News



BRA-Santos Dumont là sản phẩm của dự án Walk Again hỗ trợ người khuyết tật. Ảnh: Smithsonianmag.com

xương ngoài. Bằng sáng chế đầu tiên về thiết bị giúp tăng độ bền và sức mạnh cho con người được cấp năm 1890 mang số US 420179, có tên “Apparatus for facilitating walking, running, and jumping” (Máy giúp đi bộ, chạy và nhảy). Tác giả “Iron Man” đầu tiên này là Nicholas Yagn, một người Đài Loan sống tại Mỹ.



Bằng sáng chế US 420179.
Nguồn: Google patents



Người lính mặc bộ xương ngoài mang đến 90kg và đi xa hơn mà không mệt.
Nguồn: Berkeley Bionics.

Cấu tạo bộ xương ngoài

Khung: làm từ vật liệu nhẹ nhưng phải đủ mạnh để nâng đỡ và giữ chắc cơ thể. Khung thường tạo thành từ 3 khớp nối chính, ở hông, đầu gối và mắt cá chân.

Pin: cung cấp năng lượng vận hành bộ xương, có kích thước nhỏ để không làm bộ xương thêm cồng kềnh.

Điện cực: ghi nhận sóng não hay các xung động khác của cơ thể và truyền đến máy tính.

Máy tính: gắn trên lưng, liên tục tính toán để phân phối trọng lượng và điều khiển bộ xương theo tín hiệu não.

Cơ cấu chấp hành thủy lực: phối hợp với cảm biến, máy tính để hình thành một mạng lưới vận hành tương tự hệ thống thần kinh con người. Tín hiệu điều khiển kiểm soát dòng chảy của chất lỏng thủy lực áp suất cao giúp di chuyển các khớp cơ khí.



Bộ phận cân bằng và kiểm soát dáng đi: giữ thăng bằng cho người sử dụng.

Nút điều khiển: để lựa chọn các kiểu vận động khác nhau như đi bộ, leo thang, đứng, ngồi...

Bộ phận tạo cảm giác: tạo cảm giác cho người sử dụng khi di chuyển, gồm các bo mạch in có chứa cảm biến áp suất, nhiệt độ và tốc độ, gắn ở lòng bàn chân và bắp chân.

Các bộ xương ngoài vào lúc đó ít được nhắc đến bởi hạn chế về công nghệ máy tính, nguồn năng lượng và quá cồng kềnh.

Nhờ tiến bộ vượt bậc trong lĩnh vực vật liệu, phỏng sinh học và giao diện não-máy tính, cấu trúc bộ xương ngoài thế kỷ 21 được cải tiến ngày càng gọn nhẹ, linh hoạt, hữu dụng.

Mô phỏng bộ xương động vật

Bộ xương ngoài là công nghệ phỏng sinh học theo cấu tạo cơ thể động vật chân đốt, kết hợp với giao diện não-máy tính (BCI – Brain-Computer Interface) để tăng cường khả năng điều khiển của con người.

Động vật chân đốt như châu chấu, nhện, ve... vốn không có xương sống. Cơ thể chúng được nâng đỡ và định hình bởi lớp vỏ cứng bao ngoài gồm nhiều phần liên kết nhau, còn gọi là bộ xương ngoài. Công nghệ bộ xương ngoài mô phỏng cấu trúc này tạo ra lớp vỏ điện tử gồm nhiều phần: cấu trúc nâng đỡ cơ thể con người từ bên ngoài, hỗ trợ chức năng cột sống bên trong, tăng cường sức mạnh cơ bắp.

Để điều khiển khung xương, các nhà khoa học sử dụng giao diện não-máy tính. Điện cực và cảm biến gắn ở phần đầu gửi tín hiệu sóng não đến máy tính. Máy tính phân tích và chuyển tín hiệu này thành lệnh để di chuyển các phần trên khung xương.

Trường hợp Juliano Pinto, anh điều khiển đôi chân sút bóng bằng ý nghĩ. Điện cực trên mũ truyền sóng não đến máy tính gắn ở lưng. Máy tính phát tín hiệu di chuyển chân và làm động tác "sút". Khi bộ xương ngoài chạm mặt đất hoặc chạm bóng, cảm biến làm rung thiết bị kích thích làn da, tạo cho Juliano cảm giác như đang thật sự bước đi.

Có thể nói, trong các công nghệ tích hợp trên bộ xương ngoài, BCI chính là cốt lõi để vận hành bộ xương hoàn toàn tự động.

Năng lực Iron Man

Hiệu quả của công nghệ bộ xương ngoài đã được kiểm chứng trong một nghiên cứu mang tên: *"Autonomous exoskeleton reduces metabolic cost of human walking during load carriage"* (*"Bộ xương ngoài tự động làm giảm chi phí trao đổi chất của con người khi mang hành lý đi bộ"*) đăng trên tạp chí *NeuroEngineering and Rehabilitation* vào tháng 5/2014. Nghiên cứu do Viện Công nghệ Massachusetts thực hiện. Đối tượng là những người lính mang khoảng 35 kg hành lý, mặc áo giáp trọng lượng 23 kg di chuyển với tốc độ 1,5-1,75 m/giây trong 10 km. Kết quả cho thấy, nếu người lính khoác thêm bộ xương ngoài nặng 4 kg (1,7 kg ở thắt lưng và 2,3 kg trên hai chân) sẽ giảm tiêu hao năng lượng, bớt mệt mỏi, tăng sức bền đồng thời vẫn duy trì sự linh hoạt của đôi chân.

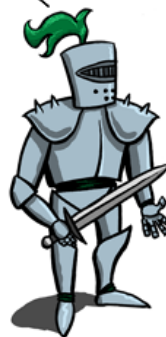
Cấu trúc khung xương phân phối 80% trọng lượng cơ thể đang mang xuống đất thông qua hai chân robot. Các bộ phận giảm xóc gắn ở hông, đầu gối; bộ phận thủy lực cung cấp lực đẩy, lực nâng cộng hưởng với nhịp chuyển động ở các khớp. Nhờ đó cơ thể giảm tiêu hao 30%-50% năng lượng hoạt động, tương đương việc giảm thêm 7 kg hành lý.

Các bộ xương ngoài hiện đại ngoài điều khiển bằng ý nghĩ, nhẹ hơn, nhanh hơn, tạo cảm giác đi như thật, còn được trang bị thêm GPS để định hướng và cung cấp thông tin cho người lính trên mặt trận. Tương lai không xa, mỗi người lính có thể là một Iron Man với những khả năng tưởng chừng chỉ có trên phim ảnh.



Cấu trúc bộ xương sử dụng trong nghiên cứu.
Nguồn: tạp chí *NeuroEngineering and Rehabilitation*.

Bộ giáp đẹp đó, anh bạn!



HISSESSS!!!!



Nhược điểm đáng đi

Nhược điểm lớn nhất của công nghệ bộ xương ngoài hiện nay là đáng đi. Đi bộ là cách thức cơ thể kiểm soát điểm rơi về phía trước. Mỗi bước đi bình thường tưởng chừng đơn giản, nhưng đòi hỏi phối hợp nhuần nhuyễn một loạt chuyển động từ gót đến ngón chân.

Do cơ chế bước đi phức tạp, bộ phận cân bằng của các bộ xương ngoài hiện nay chưa đủ mạnh để mô phỏng hoàn hảo đáng đi bình thường. Thiết kế hiện tại cũng đòi hỏi người sử dụng phải có khả năng giữ phần thân trên thật vững. Do đó chỉ dùng được cho người liệt từ hông trở xuống. Để khắc phục, các nhà khoa học đang nghiên cứu công nghệ *"con quay hồi chuyển"* dùng khi hạ cánh máy bay để kiểm soát tốc độ và mô phỏng chính xác hơn động tác đi bộ bình thường.

Đôi chân cho người bại liệt

Vượt xa mục tiêu ban đầu, công nghệ bộ xương ngoài ngày nay được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác ngoài quân sự, đặc biệt là những ngành nghề đòi hỏi mang vác nặng như nhân viên cứu hộ, cứu hỏa,... Ngoài năng lực khuyếch đại sức mạnh, cấu trúc linh hoạt còn cho phép khung xương lắp ráp thành nhiều hình dạng với công dụng rất khác nhau khi cần thiết.

Riêng với y học, ý nghĩa lớn nhất của công nghệ này là giúp người liệt chân bước đi trở lại. Những dự án nghiên cứu bộ xương ngoài như ReWalk, Walk Again, Mindwalker... đang đổi thay từng ngày cuộc sống của những người khuyết tật như Juliano Pinto. Hãng Panasonic dự định xuất xưởng 1.000 bộ xương ngoài đầu tiên vào năm 2015 với giá khoảng 5.000 USD một sản phẩm. Như vậy, thời khắc Juliano tự mình sút quả bóng dưới sự chứng kiến của hàng tỷ khán giả khắp hành tinh đã đánh dấu bước chuyển cho một tương lai - khi đó, những chiếc xe lăn sẽ trở nên vô dụng. □