



(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)



1-0049515

(51)^{2021.01} G06F 3/01; A61B 5/16

(13) B

(21) 1-2022-06817

(22) 21/10/2022

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/07/2023 424A

(73) Trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)
Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Quận Cầu Giấy, Thành Phố Hà Nội

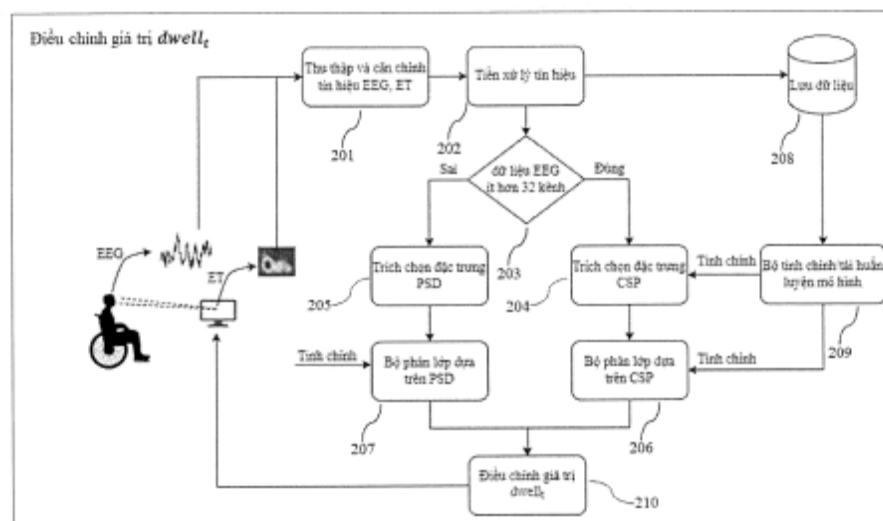
(72) Lê Thanh Hà (VN); Nguyễn Minh Hòa (VN); Nguyễn Việt Anh (VN); Kiều Hải
Đăng (VN); Ngô Thị Duyên (VN); Nguyễn Bá Hưng (VN).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ ALNGUYEN (ALNGUYEN IP CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ DỮ LIỆU TRONG HỆ THỐNG GIAO DIỆN TƯƠNG
TÁC NÃO - MÁY TÍNH (BRAIN COMPUTER INTERFACE)

(21) 1-2022-06817

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý dữ liệu được thực hiện bởi thiết bị tính toán bao gồm ít nhất một bộ nhớ và một bộ xử lý trong hệ thống giao diện tương tác não – máy tính (Brain-Computer Interface, BCI) sử dụng dữ liệu điện não (Electroencephalography, EEG) và dữ liệu theo dõi chuyển động mắt (Eye Tracking, ET), phương pháp bao gồm các bước: biểu diễn qua giao diện điều khiển, tập danh mục các phím điều khiển mà liên kết với các hành động của người dùng; thu nhận hai tập dữ liệu EEG, ET và kích hoạt bộ đếm trong khoảng thời gian dwell, trong đó, dwell là khoảng thời gian cần thiết mà người dùng phải nhìn vào một phím điều khiển để lựa chọn, sau đó thực hiện đồng bộ hai tập dữ liệu EEG và ET thu được dựa trên các nhãn thời gian; tiền xử lý hai tập dữ liệu EEG, ET; trích chọn đặc trưng phù hợp dựa trên số lượng kênh dữ liệu EEG; phân loại các tập dữ liệu theo các phân lớp đã được huấn luyện từ trước; xác định trạng thái là chờ nhập; xác định mức độ tin cậy của kết quả phân loại; điều chỉnh bộ đếm; tinh chỉnh, tái huấn luyện mô hình với dữ liệu mới. Sáng chế giới thiệu phương pháp giúp giảm thời gian chờ nhập dwell bằng cách xác định trạng thái tập trung dựa trên dữ liệu EEG thu được.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến một hệ thống và phương pháp giúp tăng tốc độ lựa chọn và điều khiển trong giao diện máy tính sử dụng kết hợp hai loại dữ liệu theo dõi mắt (Eye Tracking, ET) và dữ liệu điện não đồ (Electroencephalography, EEG). Phương pháp có khả năng hoạt động cả với những thiết bị thu dữ liệu EEG có ít cảm biến thu và nhiều cảm biến thu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Giao diện máy tính truyền thống được điều khiển bằng chuột, và bàn phím vật lý. Trong những năm gần đây, một số sản phẩm công nghệ mới đã được giới thiệu giúp đưa ra nhiều lựa chọn hơn cho người dùng trong việc điều khiển giao diện máy tính. Các sản phẩm thường sử dụng 1 hoặc sử dụng kết hợp nhiều loại dữ liệu như dữ liệu theo dõi mắt, dữ liệu điện não đồ, dữ liệu từ các cảm biến nhiệt độ, điện cơ,... để giúp điều khiển và lựa chọn những thành phần trong giao diện máy tính.

Công bố đơn đăng ký sáng chế WO2019167052A1 giới thiệu một hệ thống bàn phím tiếng Hindi trong đó đề cập đến một số phương pháp cải tiến việc nhập liệu sử dụng mắt theo cơ chế tham số dwell truyền thống bằng cách bổ sung dữ liệu thu được từ điện cơ mặt và một số nút bấm mềm nhỏ. Khi người dùng nhìn vào những thành phần trên giao diện máy tính, người dùng có thể sử dụng thêm một dữ liệu khác như bấm nút để ra hiệu cho việc lựa chọn nhanh hơn.

Công bố đơn đăng ký sáng chế US20070011609A1 giới thiệu một hệ thống giao diện người – máy tính điều khiển bằng ánh mắt. Hệ thống sử dụng phương pháp tạo ra hồ sơ riêng cho mỗi người dùng dựa trên những đặc trưng thu được trong quá trình người dùng sử dụng ánh mắt để điều khiển thiết bị. Thông tin trong hồ sơ sẽ được sử dụng để cá nhân hóa việc điều khiển giao diện của người dùng và khử một số dạng nhiễu không mong muốn của dữ liệu như rung, nháy mắt.

Công bố đơn đăng ký sáng chế US20200004331A1 mô tả một giao diện điều khiển máy tính bằng ánh mắt có các phím bấm điều khiển như click chuột, cuộn trang, phóng to,... Sáng chế cũng mô tả một chức năng hỗ trợ cho việc lựa chọn các phím bấm được dễ dàng hơn bằng cách chia quá trình lựa chọn thành 2 bước. Bước một là chỉ ra vùng có chứa phím bấm muốn chọn, hệ thống sẽ phóng to màn hình của vùng đó lên; bước hai là người dùng lựa chọn phím bấm trên phần đã phóng to.

Công bố đơn đăng ký sáng chế US20200192478A1 mô tả một hệ thống giao diện não bộ-máy tính (Brain-Computer Interface – BCI) kết hợp với theo dõi mắt (Eye Tracking – ET) để điều khiển giao diện người dùng trên máy tính. Hệ thống sẽ chụp ảnh lại trạng thái của não bộ bằng các phương pháp điện hoặc quang học để thu được các dữ liệu thần kinh như dữ liệu: electroencephalography (EEG), electrocorticography (ECoG) hay magnetoencephalography (MEG). Dữ liệu theo dõi chuyển động mắt trong quá trình thu thập sẽ bị mất một phần do các nguyên nhân như nháy mắt, sự di chuyển quá nhanh của đồng tử, camera,..... Các dữ liệu BCI và ET được sử dụng để tinh chỉnh lại dữ liệu theo dõi chuyển động mắt từ đó làm tăng độ chính xác của vị trí mà người dùng muốn lựa chọn.

Căn cứ vào dải tần số, tín hiệu EEG có thể được chia thành các dải sóng sau:

- Sóng alpha: là sóng điện từ có tần số từ 8 đến 13 Hz và biên độ từ 30 đến 50 μV .
- Sóng beta: là sóng điện từ có tần số từ 14 đến 30 Hz và biên độ từ 5 đến 20 μV .
- Sóng gamma: là sóng điện từ có tần số từ 4 đến 7 Hz, với biên độ nhỏ hơn 30 μV .
- Sóng delta: là sóng điện từ có tần số từ 0,5 đến 3 Hz và biên độ từ 100 đến 200 μV .

Những thiết bị thu dữ liệu EEG có số lượng các cảm biến thu khác nhau sẽ cho những tập dữ liệu EEG có số lượng kênh dữ liệu khác nhau. Nếu số lượng kênh dữ liệu này nhỏ sẽ khiến cho những phương pháp học máy hoạt động kém hiệu quả. Ngược lại, những tập dữ liệu có số lượng kênh nhiều lại yêu cầu những thiết bị thu có giá thành cao và cách thức sử dụng phức tạp.

Đề thao tác với những nút bấm ảo trong giao diện người dùng, Majaranta và các cộng sự đã giới thiệu một phương pháp thao tác sử dụng tham số thời gian dwell. Theo đó, dwell

là khoảng thời gian cần thiết mà người dùng phải nhìn vào một nút bấm để lựa chọn nút đó. Tham số dwell cho phép người dùng có thể lựa chọn các phím bấm một cách linh hoạt hơn. Tuy nhiên độ dài của khoảng thời gian dwell là bao nhiêu thì cũng là một vấn đề cần xử lý. Nếu giá trị này lớn, người dùng sẽ phải giữ mắt cố định tại một vị trí quá lâu gây mỏi mắt, trong khi nếu giá trị này nhỏ quá, người dùng sẽ không kịp tìm kiếm ký tự mong muốn gây ra các lỗi điều khiển hoặc lỗi nhập liệu.

Tài liệu phi sáng chế

Päivi Majaranta, Kari-Jouko Räihä. (2007). Text Entry by Gaze: Utilizing Eye-Tracking. Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality, 175-187.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sử dụng dữ liệu ET và EEG để giúp việc lựa chọn, điều khiển các phím điều khiển trên giao diện người dùng bằng mắt được nhanh hơn. Phím điều khiển là phím bấm, nút bấm, ký tự, các nhãn (tags) hoặc các biểu tượng (icons). Phương pháp có thể thực hiện được tốt với cả những dữ liệu EEG có số kênh ít. Quá trình người dùng sử dụng mắt để điều khiển một phím điều khiển có thể chia thành hai giai đoạn chính: giai đoạn tìm kiếm và giai đoạn tập chờ nhập. Để lựa chọn một phím điều khiển trên màn hình, người dùng cần di chuyển con trỏ vào phím đó và giữ cho con trỏ bên trong phím trong khoảng thời gian dwell, dwell được gọi là thời gian chờ nhập và phím điều khiển này được gọi là ở trong thời gian chờ nhập. Nếu con trỏ di chuyển ra ngoài phím điều khiển trước khi hết thời gian chờ nhập thì phím này sẽ không được nhập. Ví dụ, khi người dùng muốn lựa chọn phím B, người dùng phải hướng mắt nhìn đến phím này sao cho con trỏ trên màn hình di chuyển vào bên trong phím B và giữ cho con trỏ không di chuyển ra ngoài phím B trong khoảng thời gian dwell để hệ thống hiểu rằng người dùng muốn lựa chọn phím B. Sáng chế giới thiệu một phương pháp giúp giảm thời gian chờ nhập dwell bằng cách xác định trạng thái tập trung dựa trên dữ liệu EEG thu được.

Sáng chế đề xuất phương pháp xử lý dữ liệu được thực hiện bởi thiết bị tính toán bao gồm ít nhất một bộ nhớ và một bộ xử lý trong hệ thống giao diện tương tác não – máy tính

(Brain-Computer Interface, BCI) sử dụng dữ liệu điện não (Electroencephalography, EEG) và dữ liệu theo dõi chuyển động mắt (Eye Tracking, ET), trong đó, hệ thống BCI bao gồm màn hình được tạo cấu hình để hiển thị giao diện điều khiển với người dùng thông qua các phím điều khiển mà liên kết với các hành động của người dùng, dữ liệu điện não được thu từ thiết bị theo dõi điện não và dữ liệu theo dõi chuyển động mắt là dữ liệu dạng tọa độ (x,y) thể hiện vị trí mà mắt người dùng nhìn trên màn hình được thu được từ thiết bị theo dõi chuyển động mắt, phương pháp bao gồm các bước:

biểu diễn qua giao diện điều khiển, tập các phím điều khiển mà liên kết với các hành động của người dùng;

thu nhận hai tập dữ liệu EEG, ET và kích hoạt bộ đếm trong khoảng thời gian dwell, trong đó, dwell là khoảng thời gian cần thiết mà người dùng phải nhìn vào một phím điều khiển để lựa chọn, sau đó thực hiện đồng bộ hai tập dữ liệu EEG và ET thu được dựa trên các nhãn thời gian;

tiền xử lý hai tập dữ liệu EEG, ET, trong đó, thực hiện chuẩn hóa dữ liệu trong khoảng giá trị [0,1] và lọc thông dải để loại bỏ nhiễu;

trích chọn đặc trưng, trong đó, hai tập dữ liệu EEG và ET sau khi tiền xử lý được đưa qua mô đun trích chọn đặc trưng. Nếu tập dữ liệu EEG có số lượng kênh dữ liệu ít hơn c ($c = 32$) thì hai tập dữ liệu sẽ được đưa qua mô đun mẫu không gian chung (Common Spatial Pattern, CSP) để trích xuất đặc trưng CSP và mô đun mật độ phổ công suất (Power Spectral Density, PSD) để trích xuất đặc trưng PSD;

phân loại các tập dữ liệu theo các lớp bằng mô hình đã được huấn luyện từ trước, mô hình là bộ phân lớp dựa trên đặc trưng CSP hoặc bộ phân lớp dựa trên PSD;

xác định trạng thái là chờ nhập khi và chỉ khi mức độ tin cậy conf của hai bộ phân lớp được sử dụng lớn hơn 60%;

tính toán tham số điều chỉnh bộ đếm g theo mức độ tin cậy conf, theo công thức:

$$g = \text{conf} * \alpha$$

với α là hệ số điều chỉnh, giá trị α phụ thuộc vào giá trị tham số dwell ban đầu với:

$$\frac{1}{2} \text{dwell} \leq \alpha \leq \text{dwell}$$

tham số g sau khi được tính toán sẽ được dùng để điều chỉnh giá trị dwell trong bộ đếm thời gian theo công thức:

$$\text{dwell}_t = \text{dwell} - g$$

trong đó, dwell_t là khoảng thời gian cần thiết mới;

tinh chỉnh, tái huấn luyện mô hình với dữ liệu mới, trong đó, thực hiện tính toán lại đặc trưng CSP hoặc PSD đồng thời huấn luyện lại mô hình phân lớp nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ minh họa các bước cần thực hiện để xác định người dùng muốn lựa chọn, điều khiển một phím điều khiển.

Hình 2 là hình vẽ minh họa các bước thực hiện để giảm thời gian chờ nhập theo phương pháp được đề xuất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả đầy đủ hơn khi tham khảo các hình vẽ đi kèm. Các phương án ví dụ được cung cấp để sáng chế là rõ ràng và sẽ mô tả đầy đủ phạm vi của sáng chế cho những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Các chi tiết cụ thể được nêu ra, chẳng hạn như ví dụ về các bộ phận, thiết bị và phương pháp cụ thể, để cung cấp sự hiểu rõ ràng về phương án theo sáng chế. Đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ thấy rõ ràng không cần sử dụng các chi tiết cụ thể, mà các phương án ví dụ đó có thể được thể hiện dưới nhiều hình thức khác nhau và các chi tiết cụ thể và phương án ví dụ không được hiểu là để giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Hệ thống giao diện tương tác não máy tính theo sáng chế bao gồm một thiết bị tính toán, một màn hình hiển thị, một thiết bị thu dữ liệu ET, một thiết bị thu dữ liệu EEG. Thiết bị thu dữ liệu EEG là vòng đeo đầu hoặc mũ mà bao gồm nhiều cảm biến dạng điện cực tiếp xúc trên đầu. Thiết bị theo dõi chuyển động mắt có thể cố định (được nhúng trong màn hình), di động (có thể được kết nối và gắn trên các màn hình đa dạng) hoặc có thể đeo (được nhúng trong một cặp kính). Theo một phương án khác, thiết bị theo dõi chuyển động mắt bao gồm camera hồng ngoại.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị thu dữ liệu EEG có thể là loại có nhiều kênh thu hoặc ít kênh thu.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị thu dữ liệu ET có thể được sử dụng để xác định vị trí mà mắt người muốn tìm kiếm, hay theo nghĩa khác, thiết bị thu dữ liệu ET có thể sử dụng quỹ đạo chuyển động của mắt người như là các đặc tính điều khiển con trỏ, phát hiện ra các thông tin quan trọng trong hành vi và ý định của người dùng.

Người dùng đứng/ngồi/nằm phía trước màn hình hệ thống, với khoảng cách tối thiểu 60cm và tối đa 1m. Màn hình hệ thống hiển thị giao diện người dùng và các phím điều khiển. Người dùng sử dụng mắt để lựa chọn các phím điều khiển hoặc nhập nội dung văn bản. Để chọn một phím điều khiển hoặc một ký tự/từ trên màn hình, người dùng tìm kiếm phím điều khiển hoặc từ/ký tự bằng mắt. Màn hình hệ thống hiển thị con trỏ nhập có dạng một vòng tròn nhỏ tại vị trí người dùng đang nhìn trên màn hình. Khi tìm thấy phím điều khiển hoặc từ/ký tự muốn nhập, người dùng nhìn tập trung vào mục tiêu nhằm cố định vị trí con trỏ nhập tại mục tiêu.

Cách thức hoạt động:

Khi con trỏ nhập nằm trong phạm vi của một phím điều khiển (một nút bấm, một phím bấm, một từ/ký tự, nhãn hay một biểu tượng) hệ thống sẽ khởi động bộ đếm thời gian trong khoảng thời gian dwell. Quá trình này được gọi là trạng thái chờ nhập. Khi hết thời gian dwell, hệ thống xác định người dùng muốn chọn phím điều khiển hoặc từ/ký tự tại vị trí con trỏ nhập. Nếu người dùng di chuyển mắt nhìn sang vị trí khác bên ngoài phím điều khiển/từ/ký tự đang chọn, bộ đếm thời gian sẽ giảm dần theo thời gian cho đến khi trở về

0. Hệ thống huỷ bỏ trạng thái chờ nhập của phím điều khiển khi giá trị của bộ đếm thời gian bằng 0.

Giá trị dwell sẽ được thay đổi tùy thuộc vào mức độ tập trung của người dùng dựa trên dữ liệu EEG mà hệ thống xác định được. Mức độ tập trung sẽ cho phép xác định độ chắc chắn (độ tin cậy) muốn chọn mục tiêu của người dùng. Độ tập trung được xác định thông qua phân tích dữ liệu EEG thu được trong quá trình người dùng điều khiển máy tính hoặc nhập nội dung văn bản.

Hình 1 thể hiện quá trình xác định người dùng muốn lựa chọn, điều khiển một phím điều khiển. Mỗi phím điều khiển B có một biến đếm thời gian t_B thể hiện thời gian người dùng đã nhìn vào phím đó. Tại thời điểm bắt đầu, biến đếm thời gian t_B được đặt bằng 0 (bước 101). Khi người dùng muốn lựa chọn phím B, người dùng phải hướng mắt nhìn đến phím này sao cho con trỏ trên màn hình di chuyển vào bên trong phím B (bước 102). Tiếp đó tại bước 103, hệ thống sẽ kiểm tra giá trị t_B có nhỏ hơn $dwell_t$ hay không (tại thời điểm ban đầu, giá trị $dwell_t$ được đặt bằng với $dwell$, với $dwell$ là khoảng thời gian cần thiết mặc định mà người dùng phải nhìn vào một phím để lựa chọn phím đó), nếu đúng, giá trị t_B được tăng thêm một khoảng Δ_t (bước 104), là một khoảng thời gian cố định và thường bằng 1 mili giây. Sau đó hệ thống sử dụng phương pháp tính toán, điều chỉnh lại giá trị $dwell_t$ (bước 105) và lặp lại từ bước kiểm tra xem người dùng có đang nhìn vào phím B hay không (bước 102). Trong quá trình này, nếu người dùng nhìn ra ngoài phím B, giá trị t_B sẽ không lập tức được đặt bằng 0 mà giảm dần về 0 theo từng mức Δ_t (bước 106, bước 107). Khi người dùng nhìn vào phím B, giá trị t_B sẽ tăng liên tục và khi nào giá trị này không còn nhỏ hơn $dwell_t$ nữa thì hệ thống sẽ xác nhận rằng người dùng lựa chọn phím B (bước 108). Hình 2 là hình vẽ minh họa chi tiết các bước thực hiện của phương pháp được đề xuất để điều chỉnh giá trị $dwell_t$ tại bước 105 của hình 1 nhằm giảm thời gian chờ nhập. Phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước:

Bước 201: Thu thập và căn chỉnh dữ liệu

Hệ thống thu nhận dữ liệu EEG và ET. Trong đó, dữ liệu EEG là dữ liệu theo chuỗi thời gian, được thu từ nhiều kênh tín hiệu. Mỗi kênh tín hiệu được lấy từ nguồn là đầu ra của một điện cực, đo bằng hiệu điện thế giữa điện cực đó và điện cực tham chiếu với một tần số lấy mẫu xác định (ví dụ 128Hz). Dữ liệu ET là vị trí con trỏ trên màn hình hiển thị và được mô tả bằng 2 giá trị thể hiện tọa độ con trỏ trên hệ tọa độ 2 chiều gắn với màn hình hiển thị và thời gian ghi nhận vị trí con trỏ. Tần số lấy mẫu của dữ liệu ET cũng được xác định (ví dụ 64Hz).

Do có sự chênh lệch về thời gian thu nhận, sự chậm trễ do truyền tải, cũng như có sự sai khác về tần số lấy mẫu, dữ liệu EEG và ET sau khi thu nhận sẽ được tiến hành căn chỉnh theo thời gian. Các bước căn chỉnh bao gồm: so khớp 2 loại dữ liệu theo thời gian, nội suy để bù thêm những khoảng dữ liệu bị thiếu (trong trường hợp dữ liệu có tần số lấy mẫu thấp hơn). Sau bước này, chúng ta thu được 2 tập dữ liệu EEG và ET có cùng tần số lấy mẫu, cùng thời điểm lấy mẫu (timestamp).

Bước 202: Tiền xử lý dữ liệu

Chuẩn hoá giá trị dữ liệu trong khoảng giá trị $[0,1]$ và lọc thông dải trong $[a,b]$. Trong đó, chuẩn hóa là việc đưa miền giá trị của tín hiệu về khoảng $[0,1]$ bằng cách áp dụng phương pháp trừ đi giá trị nhỏ nhất, sau đó chia cho giá trị lớn nhất của tập dữ liệu cho từng điểm dữ liệu. Lọc thông dải là quá trình loại bỏ các thành phần tần số nằm ngoài dải từ a đến b , thường là thành phần nhiễu, với giá trị a bằng 0 Hz và b nằm trong khoảng từ 30 đến 50 Hz tùy thuộc vào chất lượng dữ liệu thu được.

Bước 203: Tính toán đặc trưng

Tính toán đặc trưng là quá trình biến đổi dữ liệu từ không gian nguyên gốc ban đầu sang một không gian mới mà tại đó dữ liệu có những đặc tính thuận lợi cho bài toán đang xét. Cụ thể ở đây là bài toán phân lớp. Dựa vào số kênh dữ liệu EEG, dữ liệu thu được qua bước tiền xử lý sẽ được đem đi tính toán đặc trưng phù hợp. Nếu dữ liệu EEG có số kênh ít hơn c (ví dụ, $c = 32$) thì hai loại dữ liệu sẽ được đưa qua phân hệ CSP (bước 204). Nếu

dữ liệu EEG có số kênh lớn hơn hoặc bằng c thì hai loại dữ liệu sẽ được đưa qua phân hệ PSD (bước 203). Mô tả của hai phân hệ như sau:

- Phân hệ CSP sau khi được huấn luyện, sẽ biến đổi dữ liệu thành dữ liệu đặc trưng CSP, có tính phân biệt cao giữa 2 trường hợp đang chờ nhập hoặc đang tìm kiếm mục tiêu (bước 204).

Ý tưởng chính của CSP là sử dụng một phép biến đổi tuyến tính để ánh xạ dữ liệu EEG đa kênh sang một không gian có số chiều thấp hơn bởi một ma trận, trong đó mỗi hàng của ma trận là trọng số cho một kênh. Phép biến đổi này nhằm tăng tính phân biệt của dữ liệu bằng cách tối đa phương sai của dữ liệu tại một lớp, đồng thời tối thiểu hoá phương sai dữ liệu ở lớp còn lại. Phương pháp CSP dựa trên việc chéo hoá đồng thời các ma trận hiệp phương sai của cả hai lớp.

Giải thuật CSP có thể được mô tả như sau, với ví dụ về việc phân loại dữ liệu của hoạt động nhìn tập trung vào ký tự để chờ nhập và dữ liệu của hoạt động nhìn lướt nhanh để tìm kiếm ký tự:

Gọi X_f và X_s lần lượt là ma trận dữ liệu EEG cho 2 lớp: lớp dữ liệu thể hiện việc nhìn tập trung và lớp dữ liệu thể hiện việc nhìn lướt tìm kiếm ký tự. Kích thước của hai ma trận là $N \times T$. Với N là số kênh và T là số lượng mẫu dữ liệu của một lớp. Ma trận hiệp phương sai được chuẩn hoá có thể được biểu diễn như sau:

$$\left[C_f = \frac{X_f X_f^T}{\text{tr}(X_f X_f^T)} \quad C_s = \frac{X_s X_s^T}{\text{tr}(X_s X_s^T)} \right]$$

Mục tiêu phân loại của CSP có thể đạt được bằng cách tối đa hóa giá trị $\text{tr}(W^T C_f W)$ với điều kiện $W^T (C_f + C_s) W = I$, với I là ma trận đơn vị.

Dữ liệu sau khi đi qua phân hệ CSP sẽ được lưu dưới dạng ma trận kích thước $N \times T$. Với N là số kênh và T là số lượng mẫu dữ liệu của một lớp.

- Phân hệ PSD trích chọn đặc trưng PSD (bước 205). Tại phân hệ này, dữ liệu được chia tách thành các đoạn có kích thước là n khung dữ liệu (frames), trong đó mỗi khung dữ liệu được hiểu là một khối dữ liệu được thu tại cùng

một thời điểm. Mỗi đoạn dữ liệu sẽ được đưa qua phép biến đổi Fourier, sau đó tính giá trị PSD theo từng dải tần số tương ứng với các sóng alpha, beta, gamma, delta theo công thức sau:

$$P(n) = \frac{F(n)F^*(n)}{N}$$

với:

- $P(n)$ là giá trị PSD của dữ liệu ứng với tần số n ,
- $F(n)$ là kết quả của phép biến đổi fourier dữ liệu,
- $F^*(n)$ là hàm liên hợp của $F(n)$,
- N là tần số lấy mẫu của dữ liệu.

Bước 206, 207: Phân biệt trạng thái chờ nhập với trạng thái tìm kiếm

Đặc trưng CSP hoặc PSD thu được tại bước 203 được đưa vào bộ phân lớp riêng biệt đã được huấn luyện từ trước (bước 206 hoặc bước 207). Bộ phân lớp sử dụng mô hình máy véc-tơ hỗ trợ (Support vector machine, SVM) hoặc mô hình mạng nơ ron nhiều lớp (MultiLayer Perceptron, MLP). Hai mô hình học máy này được tích hợp trong hầu hết các thư viện hỗ trợ lập trình học máy phổ biến ví dụ như thư viện của scikit-learn. Việc lựa chọn hạt nhân cho mô hình SVM có thể dựa trên kiến thức và đặc điểm của dữ liệu EEG thu được. Nếu cần thiết, có thể thực hiện một quy trình lặp lại để so sánh các kết quả đầu ra xem hạt nhân nào phù hợp với bộ dữ liệu thực tế. Số lượng lớp ẩn cũng như các tham số ban đầu cho mô hình MLP được điều chỉnh dựa trên đặc điểm của dữ liệu thu được bằng cách lặp lại quá trình phân lớp nhiều lần cho tới khi thu được kết quả mong muốn.

Kết quả của bộ phân lớp sẽ là một giá trị trong khoảng từ 0-100%. Giá trị này tỉ lệ thuận với mức độ tin cậy của kết quả xác định sự tập trung của mô hình học máy. Kết quả phân lớp là nhìn tập trung – tương ứng với xác định trạng thái là chờ nhập khi và chỉ khi mức độ tin cậy conf của mô hình lớn hơn 60%.

Bước 210: Điều chỉnh giá trị $dwell_t$

Tham số điều chỉnh bộ đếm g được tính toán bởi mức độ tin cậy conf được đưa ra bởi bộ phân lớp ở bước 206, 207, theo công thức:

$$g = \text{conf} * \alpha$$

với α là hệ số điều chỉnh. Giá trị α phụ thuộc vào giá trị tham số dwell ban đầu với:

$$\frac{1}{2} \text{dwell} \leq \alpha \leq \text{dwell}$$

Tham số g sau khi được tính toán sẽ được dùng để điều chỉnh giá trị dwell trong bộ đếm thời gian theo công thức:

$$\text{dwell}_t = \text{dwell} - g$$

Trong đó dwell là khoảng thời gian cần thiết mà người dùng phải nhìn vào một nút bấm để lựa chọn nút đó, dwell_t là khoảng thời gian cần thiết mới.

Bước 209: Tinh chỉnh, tái huấn luyện mô hình với dữ liệu mới

Trong quá trình hệ thống được sử dụng, dữ liệu sẽ liên tục được lưu lại (bước 208). Sau khi dữ liệu thu được trong một khoảng thời gian xác định (ví dụ 1 giờ hoạt động), hệ thống sẽ thực hiện tính toán lại đặc trưng tương ứng được sử dụng (CSP hoặc PSD) đồng thời huấn luyện lại mô hình phân lớp được lựa chọn. Quá trình huấn luyện này thực hiện trên một tiến trình khác và chạy song song với tiến trình chính của hệ thống (bước 209).

Sau khi tiến trình tái huấn luyện tại bước 209 hoàn thành, tiến trình chính thực hiện tải nạp tham số mô hình và tiếp tục hoạt động.

Theo một phương án của sáng chế, các thuật toán nêu trên có thể được thực hiện bởi thiết bị tính toán, ví dụ như máy tính, mà bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Thuật ngữ “bộ xử lý” phải được diễn giải theo nghĩa rộng bao gồm bộ xử lý đa năng, bộ xử lý trung tâm (central processing unit, CPU), bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, máy trạng thái, và bộ xử lý tương tự. Trong một số trường hợp, “bộ xử lý” có thể dùng để chỉ mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific

integrated circuit, ASIC), thiết bị logic khả lập trình (programmable logic device, PLD), mảng cổng khả lập trình bằng trường (field programmable gate array, FPGA), và thiết bị tương tự. Thuật ngữ “bộ xử lý” có thể dùng để chỉ dạng kết hợp của các thiết bị xử lý, ví dụ, dạng kết hợp của DSP và bộ vi xử lý, dạng kết hợp của nhiều bộ vi xử lý, dạng kết hợp của một hoặc nhiều bộ vi xử lý kết hợp với lõi DSP, hoặc dạng kết hợp của các cấu hình bất kỳ khác. Thuật ngữ “bộ nhớ” phải được diễn giải theo nghĩa rộng bao gồm thành phần điện tử bất kỳ có khả năng lưu thông tin điện tử. Thuật ngữ “bộ nhớ” có thể dùng để chỉ các kiểu khác nhau của phương tiện có thể đọc được bằng bộ xử lý, chẳng hạn như bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên bất khả biến (non-volatile random access memory, NVRAM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình (programmable read-only memory, PROM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình xóa được (erase-programmable read-only memory, EPROM), bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình xóa được bằng tín hiệu điện (electrically erasable PROM, EEPROM), bộ nhớ dạng flash, thiết bị lưu trữ dữ liệu dạng từ tính hoặc quang học, thanh ghi, và bộ nhớ tương tự. Khi bộ xử lý có khả năng đọc thông tin từ và/hoặc ghi thông tin vào bộ nhớ, thì bộ nhớ có thể được gọi là đang truyền thông điện tử với bộ xử lý. Bộ nhớ được tích hợp trong bộ xử lý ở trong trạng thái truyền thông điện tử với bộ xử lý.

Các phương án được mô tả ở trên của sáng chế có thể được ghi như chương trình có thể thực hiện được bằng máy tính và được thực hiện bởi máy tính kỹ thuật số đa năng mà vận hành chương trình này qua vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm vật ghi chẳng hạn như vật ghi từ tính (ví dụ, ROM, đĩa mềm, đĩa cứng, v.v.) và vật ghi quang tính (ví dụ, CD-ROM, DVD, v.v.).

Các phương án khác nhau đã được mô tả ở trên. Sẽ dễ dàng được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng sáng chế có thể được thể hiện dưới nhiều dạng khác nhau mà không nằm ngoài các dấu hiệu cơ bản của sáng chế. Do đó, các phương án của sáng chế được nêu ở đây phải được xem xét theo nghĩa mô tả và không nhằm mục đích hạn chế sáng chế. Phạm vi của sáng chế được nêu trong phần các yêu cầu bảo hộ thay vì là trong phần mô tả được đề cập ở trên, và tất cả các phần khác biệt nằm trong phạm vi tương đương phải được hiểu là vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý dữ liệu được thực hiện bởi thiết bị tính toán bao gồm ít nhất một bộ nhớ và một bộ xử lý trong hệ thống giao diện tương tác não – máy tính (Brain-Computer Interface, BCI) sử dụng dữ liệu điện não (Electroencephalography , EEG) và dữ liệu theo dõi chuyển động mắt (Eye Tracking , ET), trong đó, hệ thống BCI bao gồm màn hình được tạo cấu hình để hiển thị giao diện điều khiển với người dùng thông qua danh mục các phím điều khiển mà liên kết với các hành động của người dùng, dữ liệu điện não được thu từ thiết bị theo dõi điện não và dữ liệu theo dõi chuyển động mắt là dữ liệu dạng tọa độ (x,y) vị trí của mắt trên màn hình được thu được từ thiết bị theo dõi chuyển động mắt, phương pháp bao gồm các bước:

biểu diễn qua giao diện điều khiển, tập danh mục các phím điều khiển mà liên kết với các hành động của người dùng;

thu nhận hai tập dữ liệu EEG, ET và kích hoạt bộ đếm trong khoảng thời gian dwell, trong đó, dwell là khoảng thời gian cần thiết mà người dùng phải nhìn vào một phím điều khiển để lựa chọn, sau đó thực hiện đồng bộ hai tập dữ liệu EEG và ET thu được dựa trên các nhãn thời gian;

tiền xử lý hai tập dữ liệu EEG, ET, trong đó, thực hiện chuẩn hóa dữ liệu trong khoảng giá trị $[0,1]$ và lọc thông dải để loại bỏ nhiễu;

trích chọn đặc trưng, trong đó, hai tập dữ liệu EEG và ET sau khi tiền xử lý được đưa qua mô đun trích chọn đặc trưng; nếu tập dữ liệu EEG có số lượng kênh dữ liệu ít hơn c ($c = 32$) thì hai tập dữ liệu sẽ được đưa qua mô đun mẫu không gian chung (Common Spatial Pattern, CSP) để trích chọn đặc trưng CSP; nếu tập dữ liệu EEG có số kênh lớn hơn hoặc bằng c thì hai tập dữ liệu sẽ được đưa qua mô đun mật độ phổ công suất (Power Spectral Density, PSD) để trích chọn đặc trưng PSD;

phân loại các tập dữ liệu theo các lớp bằng mô hình đã được huấn luyện từ trước, mô hình là bộ phân lớp dựa trên đặc trưng CSP hoặc bộ phân lớp dựa trên đặc trưng PSD;

xác định trạng thái là chờ nhập khi và chỉ khi mức độ tin cậy (conf) của mỗi bộ phân lớp được sử dụng lớn hơn 60%;

tính toán tham số điều chỉnh bộ đếm g theo mức độ tin cậy conf, theo công thức:

$$g = \text{conf} * \alpha$$

với α là hệ số điều chỉnh, giá trị α phụ thuộc vào giá trị tham số dwell ban đầu với:

$$\frac{1}{2} \text{dwell} \leq \alpha \leq \text{dwell}$$

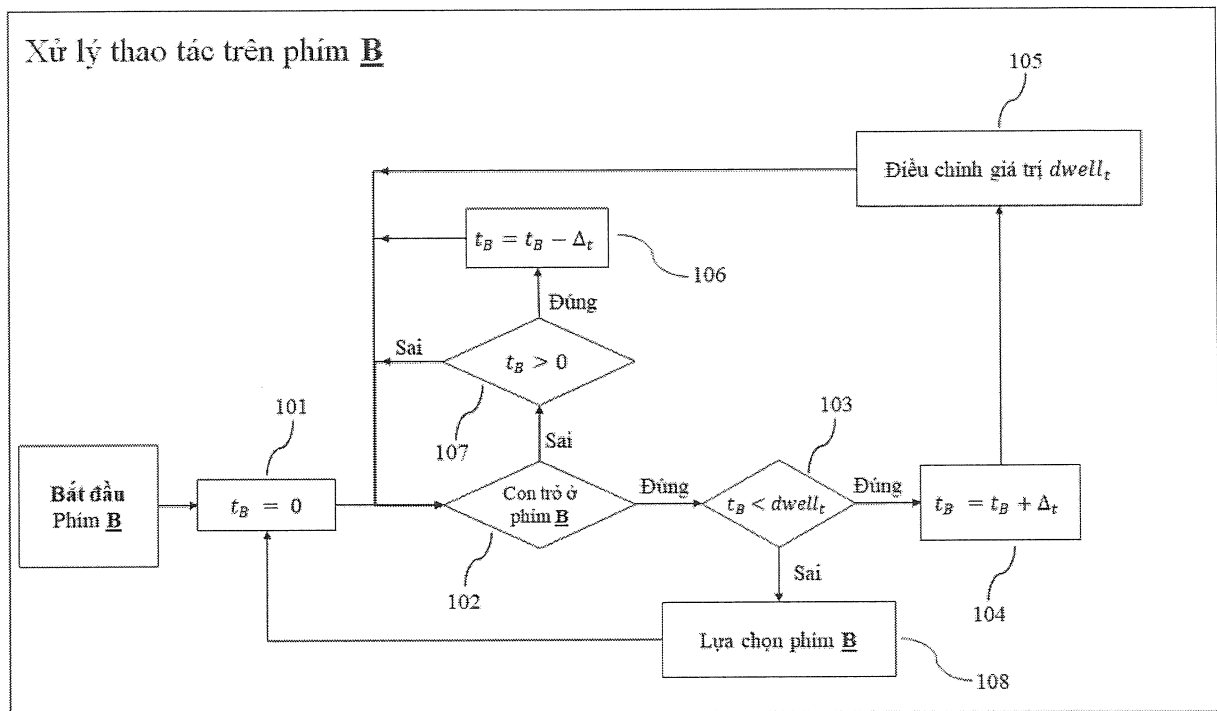
tham số điều chỉnh bộ đếm g sau khi được tính toán sẽ được dùng để điều chỉnh giá trị dwell trong bộ đếm thời gian theo công thức:

$$\text{dwell}_t = \text{dwell} - g$$

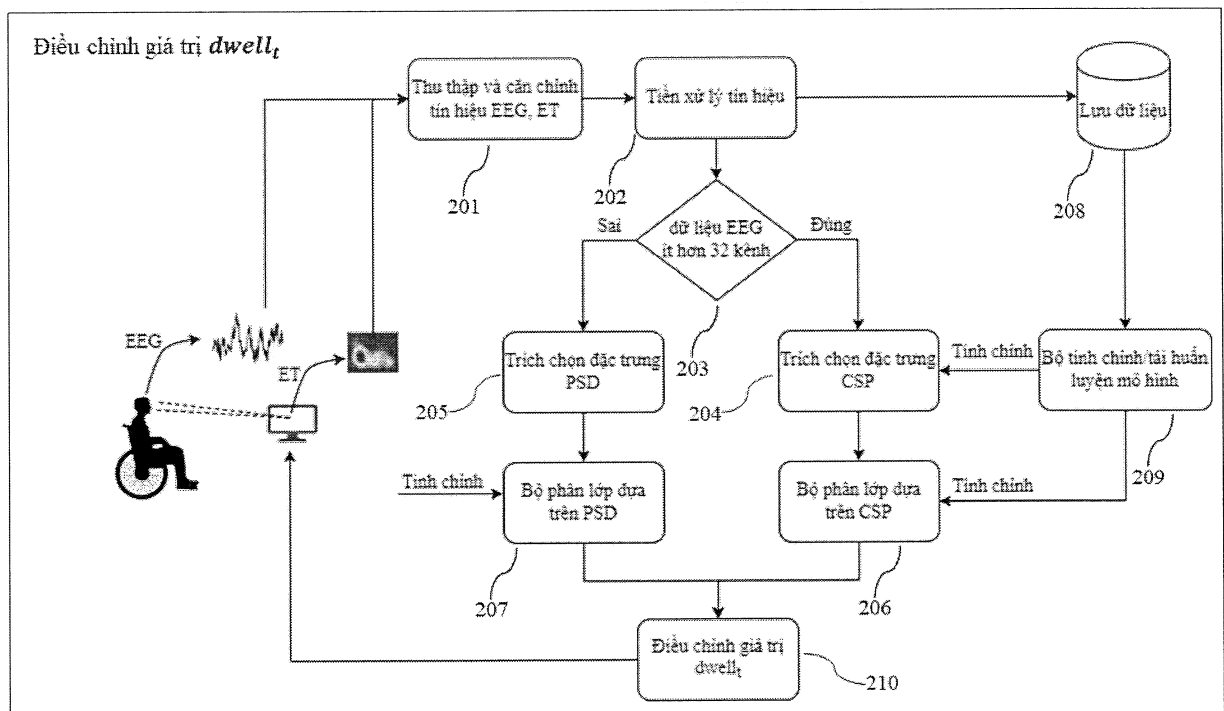
trong đó, dwell_t là khoảng thời gian cần thiết mới;

tính chỉnh, tái huấn luyện mô hình với dữ liệu mới, trong đó, thực hiện tính toán lại đặc trưng CSP hoặc PSD đồng thời huấn luyện lại hai mô hình phân lớp nêu trên.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, danh mục các phím điều khiển là phím bấm, nút bấm, ký tự, các nhãn (tags) hoặc các biểu tượng (icons).
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, bộ phân lớp sử dụng mô hình máy véc-tơ hỗ trợ (Support vector machine) hoặc mạng nơ ron nhiều lớp (MultiLayer Perceptron, MLP).
4. Phương pháp đồng bộ theo điểm 1, trong đó thiết bị thu tín hiệu điện não (EEG) là vòng đeo đầu hoặc mũ mà bao gồm nhiều cảm biến dạng điện cực tiếp xúc trên đầu.
5. Phương pháp đồng bộ theo điểm 1, trong đó thiết bị theo dõi chuyển động mắt có thể cố định (được nhúng trong màn hình), di động (có thể được kết nối và gắn trên các màn hình đa dạng) hoặc có thể đeo (được nhúng trong một cặp kính).
6. Phương pháp đồng bộ theo điểm 1, trong đó thiết bị theo dõi chuyển động mắt bao gồm camera hồng ngoại.



Hình 1



Hình 2