

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 46812 A1** (51) Cl. internationale : **A61B 5/00; A61B 5/00**
- (43) Date de publication : **31.05.2021**

-
- (21) N° Dépôt : **46812**
- (22) Date de Dépôt : **03.09.2019**
- (71) Demandeur(s) : **Université Mohammed V - RABAT, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000, Maroc (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Kaissari Soufiane ; Elyousfi Alaoui My hicham ; Jilbab Abdellah**
- (74) Mandataire : **Kartit Zaid**

-
- (54) Titre : **Casquette connectée pour la prédiction des crises d'épilepsie**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un système, composé de deux parties principales autonomes et communicantes via le réseau Internet en plus d'un ou de plusieurs téléphones portables utilisés pour communiquer avec le patient, tuteur et/ou son médecin. La première partie du système qui se présente sous forme d'une casquette, connectée portée par le patient, prélève en permanence des signaux EEG et les envoie, après un prétraitement, de manière sécurisée via Internet au serveur. Ce dernier qui contient d'une base de données des signaux épileptiques est équipé des algorithmes d'analyse, d'extractions d'informations et de l'intelligence artificielle pour la prédiction. Il recherche la présence ou non des informations relatives à l'état préictal qui annoncent la préparation d'une crise d'épilepsie et dans le cas où il les détecte, il envoie des messages d'alerte aux téléphones prédéfinis.

Abrégé :

L'invention concerne un système, composé de deux parties principales autonomes et communicantes via le réseau Internet en plus d'un ou de plusieurs téléphones portables utilisés pour communiquer avec le patient, tuteur et/ou son médecin.

La première partie du système qui se présente sous forme d'une casquette, connectée portée par le patient, prélève en permanence des signaux EEG et les envoie, après un prétraitement, de manière sécurisée via Internet au serveur. Ce dernier qui contient d'une base de données des signaux épileptiques est équipé des algorithmes d'analyse, d'extractions d'informations et de l'intelligence artificielle pour la prédiction. Il recherche la présence ou non des informations relatives à l'état préictal qui annoncent la préparation d'une crise d'épilepsie et dans le cas où il les détecte, il envoie des messages d'alerte aux téléphones prédéfinis.

Titre : Casquette connectée pour la prédiction des crises d'épilepsie

(IoT-cap for epileptic seizure prediction)

Description

La présente invention concerne l'application de l'internet des objets IoT dans le domaine de la santé, il s'agit plus précisément d'une casquette connectée pour prédire des crises d'épilepsie.

Les patients épileptiques souffrent de troubles neurologiques pouvant générer à n'importe quel moment des crises partielles ou généralisés. Ces crises se manifestent sous forme de convulsions musculaires violentes et incontrôlables, d'une altération de la conscience transitoire etc.... Ceci limite la vie active des patients, leur autonomie économique et conduit à leur isolement social.

La surveillance des signaux électroencéphalographique (EEG) d'un patient épileptique a pour but de prédire de manière précoce l'arrivée d'une crise. Elle permet de donner du temps au patient et/ou à son médecin (ou tuteur) traitant pour prendre les précautions nécessaires afin d'éviter la crise et/ou les conséquences qu'elle peut engendrer.

Brève description des figures

Figure 1 : Architecture du système 'Casquette connectée' pour la surveillance et la prédiction des crises d'épilepsie

Figure 2 : Prétraitement réalisé par le système embarqué au niveau de la casquette de prédiction des crises d'épilepsie.

Figure 3 : Principe de l'application serveur de prédication des crises d'épilepsie

Description détaillée :

Le système de prédiction des crises d'épilepsie que nous présentons dans cette invention se présente sous forme d'une casquette connectée à Internet. Il capte en continu les signaux EEG, les prétraite et les envoie de manière sécurisée via Internet à un serveur qui en extrait les informations nécessaires à leur analyse et grâce à l'intelligence artificielle préparée dans ce sens d'en déduire la préparation ou non d'une crise. Au cas où le système détecte des informations qui annoncent la préparation d'une crise, il envoie des messages d'alarme aux personnes concernées 10 à 30mn à l'avance.

Ce système est composé de trois parties ;

- Un premier sous-système formé d'une casquette munie d'un ensemble de capteurs EEG et d'une unité de prétraitement des signaux captés et d'une unité de sécurisation des données en plus d'un circuit de connexion et d'émission.
- La deuxième partie de ce système est formée d'un serveur abritant la base de données des signaux épileptiques, les logiciels de traitement et l'intelligence artificielle pour l'analyse et la prise de décision.
- Un ou plusieurs systèmes permettant d'avertir le patient, son tuteur et son médecin traitant seront pour recevoir les alarmes et s'informer sur l'état du patient.
- Afin d'éloigner le circuit de connexion à Internet de la tête du patient, on exploite le Smartphone du patient comme intermédiaire de connexion entre la casquette et Internet. La communication entre la casquette et le Smartphone sera assurée par une connexion sans fil de faible puissance.

Comme décrit par la figure 1, des capteurs EEG incorporées dans une casquette vont faire l'acquisition en temps réel de l'activité neurophysiologique du cerveau du patient. La casquette envoie ensuite ces données prétraitées au Smartphone du patient via une connexion sans fil. Une application, installée sur un serveur, va permettre d'alerter l'utilisateur et le médecin traitant (ou un personnel de santé) de la préparation d'une crise imminente d'épilepsie. On aura alors le temps suffisant pour réagir et prendre les dispositions nécessaires pour éviter les possibles complications. Par exemple si le patient est au volant, il peut se garer et aller dans un endroit sécuritaire, appelé à l'aide, prendre des médicaments...

Le système est composé de :

1 - Une casquette connectée et équipée d'un système embarqué pour le prétraitement, la sécurisation et la transmission des données : Portée par le patient et connectée en permanence à Internet, elle transmet en temps réel à ce dernier les signaux EEG. Le principe des traitements réalisés par le système embarqué de cette casquette est détaillé par l'algorithme de la figure 2.

2- Le système de communication machine à machine permet de relier la casquette ou le Smartphone du patient au serveur d'application via le réseau Internet. Il est aussi utilisé pour recevoir les éventuels messages d'alertes.

3 - **Un serveur dédié aux traitements** : Il héberge en plus des données des patients

épileptiques une application de référence, les programmes de traitement, d'analyse et d'aide à la décision. Aussi les programmes de prise de décision et de la génération et l'envoi des alarmes au patient et aux personnes concernées par le suivi de son état. Le principe des traitements réalisés au niveau serveur sont détaillés par l'algorithme de la figure 3.

4 – Médecin soignant / personnel de santé : Il peut suivre les informations relatives à la surveillance d'état du patient à n'importe quel moment, accéder à son historique et il est alerté en cas de préparation de crise pour prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter le pire.

Revendications

- 1- Un système connecté de prédiction des crises d'épilepsie caractérisé en ce qu'il est composé de trois parties :
 - Une casquette intelligente équipée de plusieurs capteurs EEG (électroencéphalographique) qui font l'acquisition des données en temps réel de l'activité neurophysiologique du cerveau du patient et une carte électronique avec des programmes de traitement embarqués pour le prétraitement, la sécurisation des dites données et leur transmission.
 - Un dispositif de communication mobile pour recevoir des données transmises par ladite carte électronique via une connexion sans fil.
 - Un serveur hébergeant la base de données des signaux épileptiques, des programmes pour traiter lesdites données reçues dudit dispositif de communication et des programmes d'intelligence artificielle pour produire la décision d'alerte du patient et des personnes qui le prend en charge en cas de besoin via les dits dispositifs de communication.
- 2- Le système selon la revendication 1 est caractérisé en ce que ledit serveur analyse les données acquises en comparant la base de connaissances qu'il abrite aux caractéristiques extraites des signaux acquis afin d'identifier des signatures de l'état préictal.
- 3- Le système selon les revendications 1 et 2 est caractérisé en ce que ledit serveur stocke ledit état préictal déterminé pour enrichir ladite base de données.
- 4- Le système selon l'une quelconque des revendications précédentes est caractérisé en ce que ledit dispositif de communication est connecté et peut être un Smartphone, un ordinateur, tablette.

Dessins

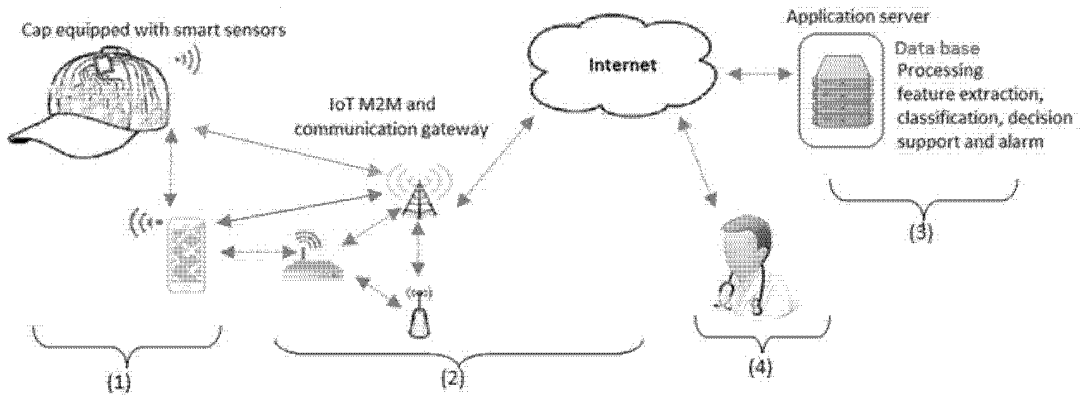


Figure 1

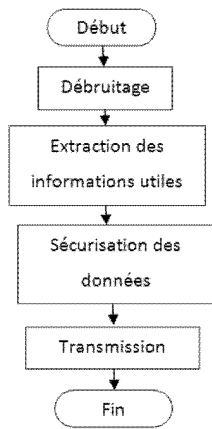


Figure 2

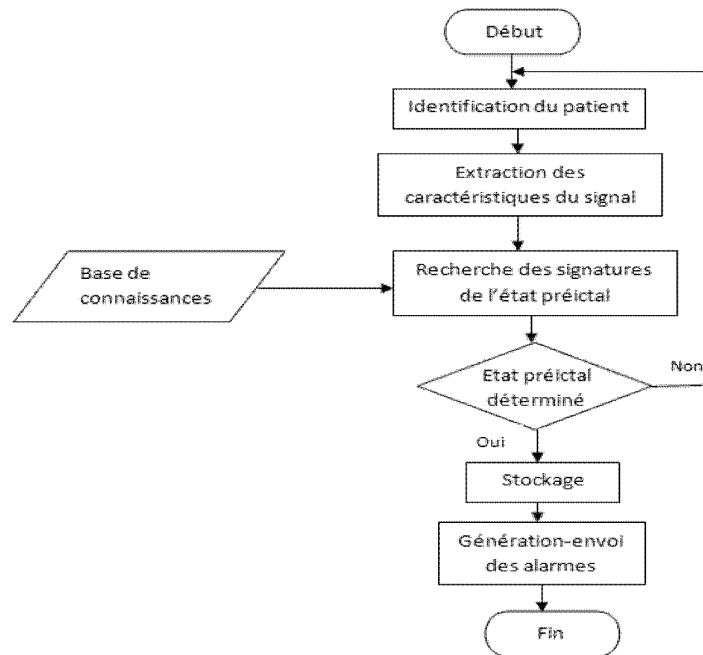


Figure 3

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 46812	Date de dépôt : 03/09/2019
Déposant : Université Mohammed V - RABAT	
Intitulé de l'invention : Casquette connectée pour la prédiction des crises d'épilepsie	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 22/01/2020
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
3 Pages
- Revendications
1-4
- Planches de dessin
1 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : A61B5/00

CPC : A61B5/00

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	US20150164377A1 ; Vaidhi NathanAnoo Nathan ; 18/06/2015	1-4
X	US20130060167A1 ; Jeffrey Albert DracupAlexander Patterson DracupSteven Barkolas ; 07/03/2013	1-4

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs

-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-4	Non
Application Industrielle	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US20150164377A1

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue l'objet des revendications 1-4 qui est donc nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

1. Activité inventive

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 et divulgue : Un système connecté de prédiction des crises d'épilepsie (voir paragraphe 0098) caractérisé en ce qu'il est composé de trois parties :

- Une casquette intelligente (voir paragraphe 0035) équipée de plusieurs capteurs qui font l'acquisition des données en temps réel de l'activité neurophysiologique du cerveau du patient (implicite du paragraphe 0098) et une carte électronique avec des programmes de traitement embarqués pour le prétraitement, la sécurisation desdites données et leur transmission (voir figure 3).
- Un dispositif de communication mobile pour recevoir des données transmises par ladite carte électronique via une connexion sans fil. (voir figure 3).
- Un serveur hébergeant la base de données des signaux épileptiques, des programmes pour traiter lesdites données reçues dudit dispositif de communication et des programmes d'intelligence artificielle pour produire la décision d'alerte du patient et des personnes qui le prennent en charge en cas de besoin via lesdits dispositifs de communication. (voir figure 6, paragraphe 0299) .

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que les capteurs utilisés sont des capteurs EEG (électroencéphalographiques).

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Fournir une alternative au système de prédiction des crises d'épilepsie.

La solution proposée n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97

telle que modifiée et complétée par la loi 23/13 puisque l'utilisation des capteurs électroencéphalographiques n'est qu'un choix parmi d'autres que l'homme du métier sélectionnerait selon le cas pour résoudre le problème posé sans faire preuve d'esprit inventif.

L'objet des revendications 2-4 ne contient aucune caractéristique technique qui, en combinaison avec l'une quelconque des revendications à laquelle elle se réfère, implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

2. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.