

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47833 B1** (51) Cl. internationale : **A61B 5/00; G06F 19/00**
- (43) Date de publication : **30.11.2021**

- 
- (21) N° Dépôt : **47833**
- (22) Date de Dépôt : **30.12.2019**
- (71) Demandeur(s) : **Université Mohammed V de Rabat, Angle avenue Allal El Fassi et Mfadel Cherkaoui Al Irfane , Rabat, 8007 (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Jilbab Abdelilah ; BOUROUHOU Abdennaser ; EL ATTAOUI AMINA**
- (74) Mandataire : **Kartit Zaid**

---

(54) Titre : **Smart dispositifs portables interconnectés pour la télésurveillance médicale**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un réseau de modules de capteurs sans fil dédié à la surveillance à distance des grandeurs physiologiques en dehors des centres de santé. Les dites modules de capteurs sont miniaturisés, autonomes et capables d'être cousues dans les vêtements des utilisateurs à savoir tee-shirt. Ces modules peuvent assurer le prétraitement et la transmission à un nœud Gateway dit module de contrôle via un émetteur-récepteur les signaux vitaux captés notamment la température de corps, ECG...etc. Le module de contrôle chargé d'assurer le traitement complexe et l'agrégation des données collectés dans un espace Cloud. Le but est de veiller à l'état de santé des patient besoin de contrôle continue en intégrant des algorithmes de détection des anomalies de traitement de signal. La visualisation des données se fait en temps réel dans une interface IoT connecté à l'espace Cloud afin de récupérer les données.

Abrégé :

La présente invention concerne un réseau de modules de capteurs sans fil dédié à la surveillance à distance des grandeurs physiologiques en dehors des centres de santé. Les dites modules de capteurs sont miniaturisés, autonomes et capables d'être cousues dans les vêtements des utilisateurs à savoir tee-shirt. Ces modules peuvent assurer le prétraitement et la transmission à un nœud Gateway dit module de contrôle via un émetteur-récepteur les signaux vitaux captés notamment la température de corps, ECG... etc. Le module de contrôle chargé d'assurer le traitement complexe et l'agrégation des données collectés dans un espace Cloud. Le but est de veiller à l'état de santé des patient besoin de contrôle continue en intégrant des algorithmes de détection des anomalies de traitement de signal. La visualisation des données se fait en temps réel dans une interface IoT connecté à l'espace Cloud afin de récupérer les données.

Titre : Smart dispositifs portables interconnectés pour la télésurveillance médicale.

Domaine d'invention :

Cette invention concerne les systèmes embarqués précisément les applications de ses systèmes embarqués à la télémédecine.

Art antérieur :

L'invention WO/2019/009859 concerne un système de télésurveillance médicale dans lequel plusieurs données de santé d'une personne sont surveillées en temps réel. Le système capable prendre les données d'une manière automatique par un appareil portable, ainsi de les transmettent instantanément à un logiciel d'intelligence artificielle permettant de commenter et de prendre la décision sur les données reçues. Néanmoins la visualisation des données physiologique dans une interface de supervision n'a pas été élaborée sachons que la visualisation des signaux et les données numériques est importantes chez les professionnel de santé pour conclure le cas de santé du patient dans la manière que sont habitués.

L'invention WO/2019/035844 concerne un système de télésurveillance médicale monté sur une chaussure permettant la mesure d'une variété de fonctions corporelles via un ensemble de capteurs. Le système est doté de trois capteurs permettant la mesure de poids de l'utilisateur, la température du corps et de la fréquence cardiaque. Les données sont transmises à travers un émetteur- récepteur sans fil à un serveur de stockage. Cependant la contrainte de la télésurveillance en temps réel n'est pas prise en compte, de même, le traitement de données, la détection et la notification des anomalies n'est pas traité, afin que l'utilisateur peut savoir son état de santé en temps réel.

L'invention WO/2014/081276 concerne un système permettant la surveillance médicale par le biais d'un dispositif peut être porté doté d'une unité de communication sans fil. Le système dédié à surveiller la température du corps humain, transpiration ou la tension artérielle. Le système permet de stocker les données de santé dans une station de télésurveillance et d'alerter le service d'urgence dans le cas où une mesure se situe au-delà de seuils prédéterminés.

Problématique :

La problématique primordiale traitée est la télésurveillance des informations physiologiques des patients requérant le contrôle continue à savoir les femmes enceinte habitant dans les milieux ruraux, les patient subissent des opérations chirurgicales et les cas souffrent des maladies chroniques. En assurant un contrôle continu et en temps réel identique au service d'hospitalisation, ainsi d'alerter par différentes méthodes le centre de santé si une anomalie a commencé de se produire, finalement d'offrir aux professionnels de santé une interface de supervision des informations reçus similaire au « monitor » de visualisation utilisé dans les salles d'hospitalisation toute en réduisant les coûts d'hospitalisation, de contrôle ou consultation et de déplacement au profit des

patients, en outre, de faciliter le management des patients à l'intérieur d'hôpital fournissant une alternative de contrôle réduisant la surcharge des hôpitaux.

Brève description des figures :

La figure 1 présente La structure du nœud capteur portable

La figure 2 présente l'algorithme de mesure et d'envoi de données au niveau du nœud capteur

La figure 3 présente l'algorithme d'envoi du BPM à l'espace Cloud et de prise de décision sur la détection d'anomalie chez le patient.

La figure 4 présente l'algorithme d'envoi de la température corporelle à l'espace Cloud et de prise de décision sur la détection d'anomalie chez le patient.

Description détaillée de l'invention :

Le système d'invention a pour l'objectif la télésurveillance des patients requièrent un suivi médical continue et en temps réel d'un ensemble de grandeurs physiologiques ou bien d'une information spécifique dans certain cas. Le progrès technologique des systèmes embarqués et de la communication sans fil offre des alternatives innovantes, dynamiques facilitent un ensemble des problèmes liées au domaine biomédical. Cette invention s'articule sur la création et la conception des modules de capteurs sans fil portables, intelligents et interconnectés, permettant l'acquisition de la température du corps humain et de la fréquence cardiaque. Ces deux informations physiologiques sont deux indicateurs critiques de la santé des patients, par exemple le diagnostic des arythmies mortelles et des infections peuvent être justifiés par des indications de la variation élevé de la fréquence cardiaque.

Le dit module de capteurs est une carte embarqué permettant la mesure des grandeurs physiologiques, le prétraitement et la transmission. Ces trois fonctionnalités est assurés par les composants suivants :

- Les capteurs de mesure de signal ECG et de la température cardiaque
- Un microcontrôleur assurant le traitement
- Un module radiofréquence permettant la transmission de données.

L'acquisition du signal ECG et la température du corps humain ce fait par les capteurs embarqués dans le dit module de capteur. Un prétraitement consiste sur le filtrage du signal ECG assisté par un microcontrôleur ce fait en niveau de ce module, ainsi que ce dernier est configurer de compresser les données avant leurs envoie. Par le moyen d'un medium de la communication sans fil radiofréquence RF24L01, dont la bande de fréquence de fonctionnement de est de 2.4 GHZ et d'une portée de 1 km dans le vide, le module de capteur capable de transmettre les données prétraitées au dit module de contrôle.

Le dit module de contrôle est chargé d'exécuter le reste de traitement du ECG, notamment l'extraction des ondes QRS et détermination du nombre de battement du cœur par minutes BPM.

Ce module dit de contrôle est un carte intelligentes embarqué se comporte aussi le module radiofréquence permettant l'acquisition des données transmises par le module des capteurs, le traitement des données assisté par un microcontrôleur, ainsi apte de communiquer les données avec l'espace Cloud via un module Wi-Fi embarqué dans ce module de contrôle.

De plus ce module de contrôle est configurer de prendre la décision que l'existence d'anomalie de type Bradycardie ou Tachycardie pour la fréquence cardiaque, ainsi l'Hypothermie ou l'Hyperthermie pour la température corporelle. Finalement, le module de contrôle apte de communiquer en temps réel le signal ECG, BPM et la température corporelle avec une plateforme IoT (internet of things/ internet des objets), par agrégation des données de ces deux grandeurs dans un espace Cloud.

Ladite plateforme IoT de supervision jeu le rôle d'interface de supervision de l'état du patient, en visualisant les données récupérées de l'espace Cloud. Des visualisations graphiques des signaux et des indicateurs de signalisation ou d'alerte des anomalies sont établies au niveau cette plateforme.

En outre le module de contrôle peut notifier l'anomalie à travers l'envoi d'un texto au téléphone du professionnel de santé.

**Revendications :**

1. Un système de structure multiniveaux dédié à la surveillance et le diagnostic des conditions de santé des patients en continu et à distance des centres hospitaliers composé de trois sous-systèmes autonomes suivant :
  - Un réseau hybride se compose des modules de capteurs portables déployés dans le corps humain, et capable de supporter la communication sans fil entre eux et avec les autres sous-systèmes.
  - Un module de contrôle capable de supporter le calcul de brouillard ou dit de point basé sur les algorithmes d'intelligence artificielle pour assurer l'interprétation et la prédiction de l'état de santé en se basant sur les données physiologiques collectées par lesdits modules de capteurs.
  - Une plateforme de télésurveillance en temps réel basé sur la technologie Internet des Objets permettant la supervision de l'état de santé du sujet surveillé en temps réel. Ainsi permettant au professionnels de santé de consulter l'historique des données collecter pour des fins de diagnostique complexe.

L'ensemble du système est caractérisé à ce que lesdits modules de capteurs ou de contrôle sont configurés pour supporter l'acquisition, le traitement et la transmission des données.

2. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit module de capteur de structure matérielle se comporte en quatre sous unités essentielles suivantes :
  - L'unité de mesure : se comporte d'un microcapteur de mesure de température du corps ou du signal ECG. Le microcapteur de mesure du signal ECG est embarqué dans ledit module de capteur portable et contenant trois électrodes en contacte directe avec le tissu humain, et reliées au circuit électronique de conditionnement, ainsi permettant la conversion du signal analogique en données numériques appropriées au traitement par le microcontrôleur. L'unité de mesure dudit module de capteur de la température du corps porte sur un microcapteur de type Lilly pad, et permettant la mesure de la température du corps par le contact direct avec le tissu du corps humain. En outre ledit microcapteur de la température du corps effectue le transfert des données au microcontrôleur par une liaison directe embarquée dans ledit module de capteur.
  - L'unité de traitement constitue un microcontrôleur qui gouverne le fonctionnement dudit module de capteur en termes de mesure, traitement et de transmission. Aussi les microcontrôleurs des deux dites modules de capteurs sont configurés de supporter la compression des données, le filtrage du bruit, et la préparation des trames de données à transmettre.
  - L'unité de communication basée sur un module radiofréquence assurant la transmission sans fil des données mesurées au dit module de contrôle. Ainsi permettant la communication bidirectionnelle pour recevoir des ordres d'envoi de données sous demande.

- L'unité d'alimentation porte sur une batterie lithium assurant l'alimentation dudit module de capteur en énergie électrique.
3. Le système selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le module de contrôle collecte les données transmises par les modules de capteurs via un module radiofréquence. Ainsi d'effectuer le post traitement par la technique de calcul du brouillard (Fog / Edge computing en anglais) en utilisant des algorithmes d'apprentissage machine implémentés dans son unité de traitement.
  4. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que le module de contrôle capable d'effectuer la prise de décision en interprétant du résultat obtenu du calcul du brouillard pour des fins de détection des anomalies de santé. De plus, ledit module de contrôle capable d'agréger dans un espace Cloud les données résultantes du post traitement en utilisant les protocoles d'Internet des Objets par de communication Wifi. Ainsi de notifier l'existence anomalie en envoyant un texto personnalisé au téléphone de l'expert de santé concerné.
  5. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite plateforme de télésurveillance accessible de n'importe quel smart terminal connecté au réseau internet. Ladite plateforme de télésurveillance permet la supervision de l'état des conditions de la santé par le moyen d'interface IoT connectée à l'espace Cloud. Ainsi ladite plateforme de télésurveillance est programmée de faire la mise à jour des données affichées à chaque instant que de nouvelles données sont agrégées dans à l'espace Cloud.
  6. Le Système selon les revendications précédentes caractérisé en ce que chaque patient est présenté dans ladite plateforme de télésurveillance par son identifiant ID configurer dans lesdits modules de capteurs et dans la plateforme IoT de supervision.

Liste des figures :

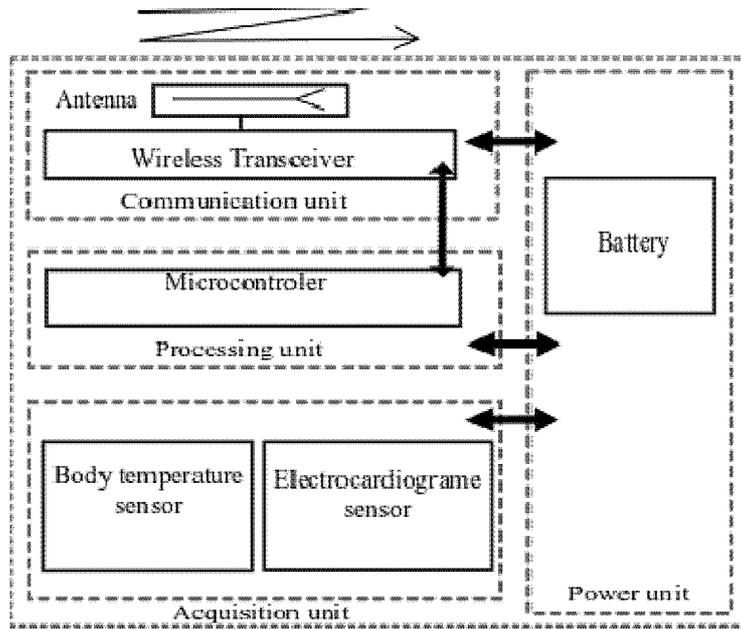


Figure 1

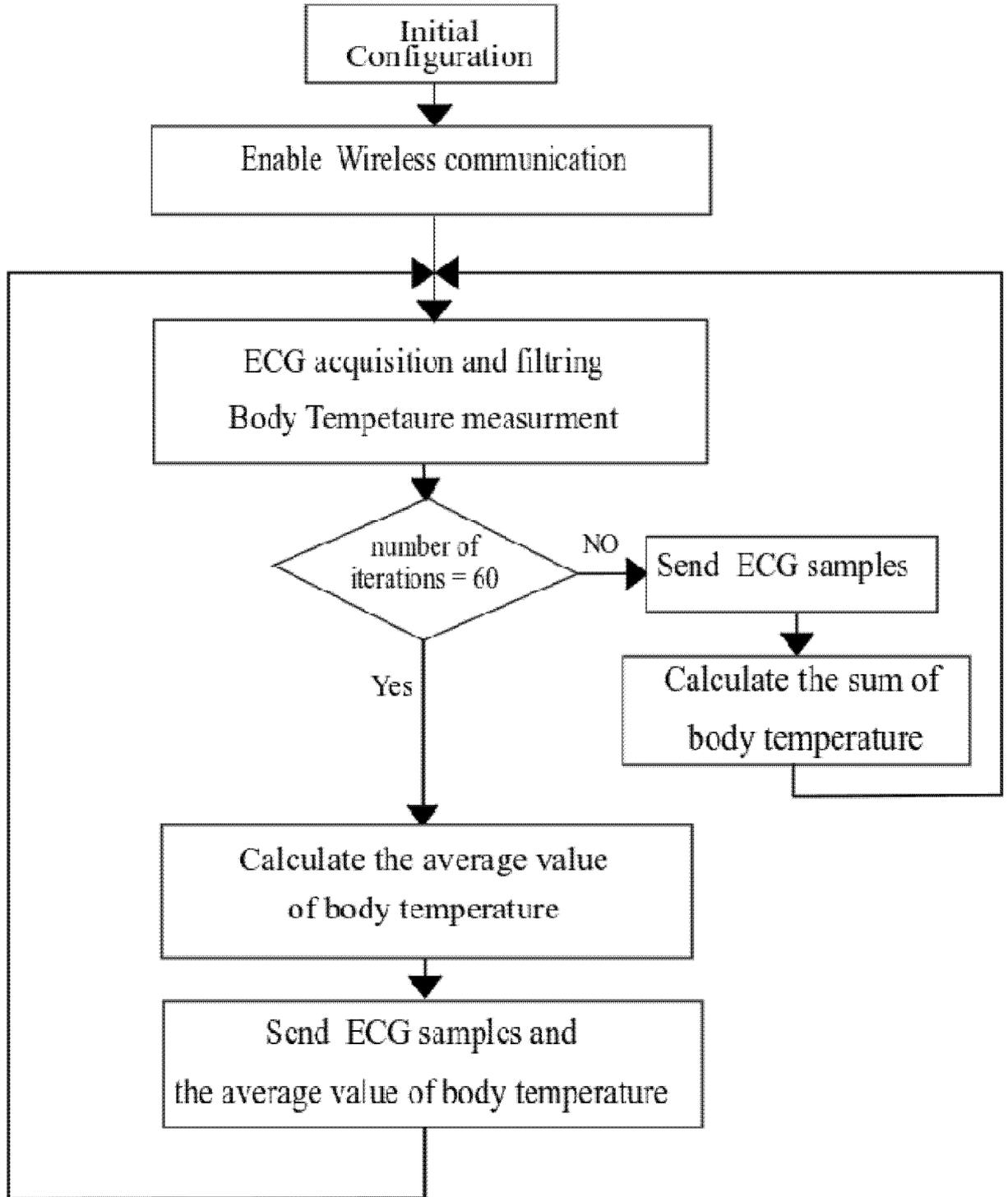


Figure 2

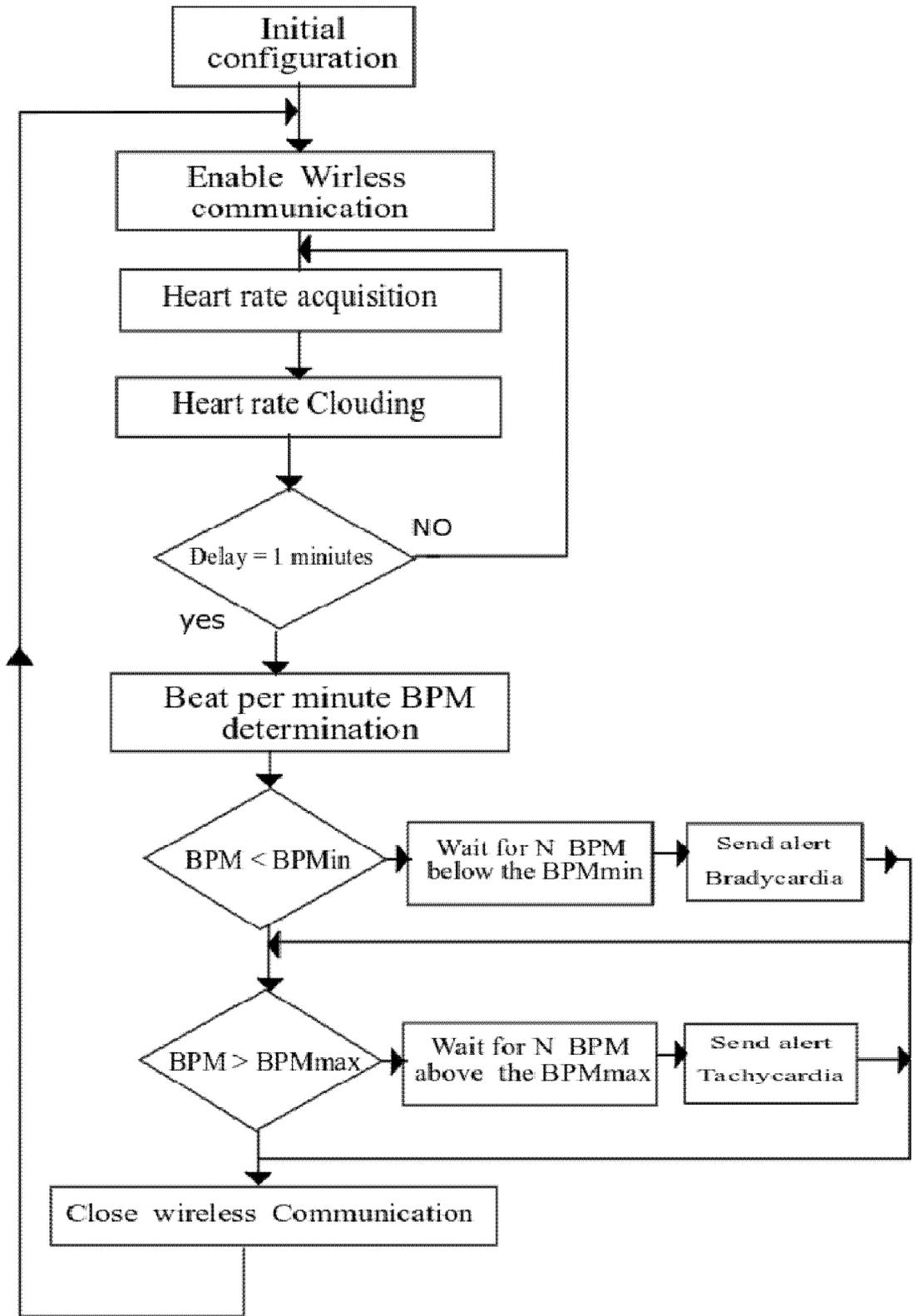


Figure 3

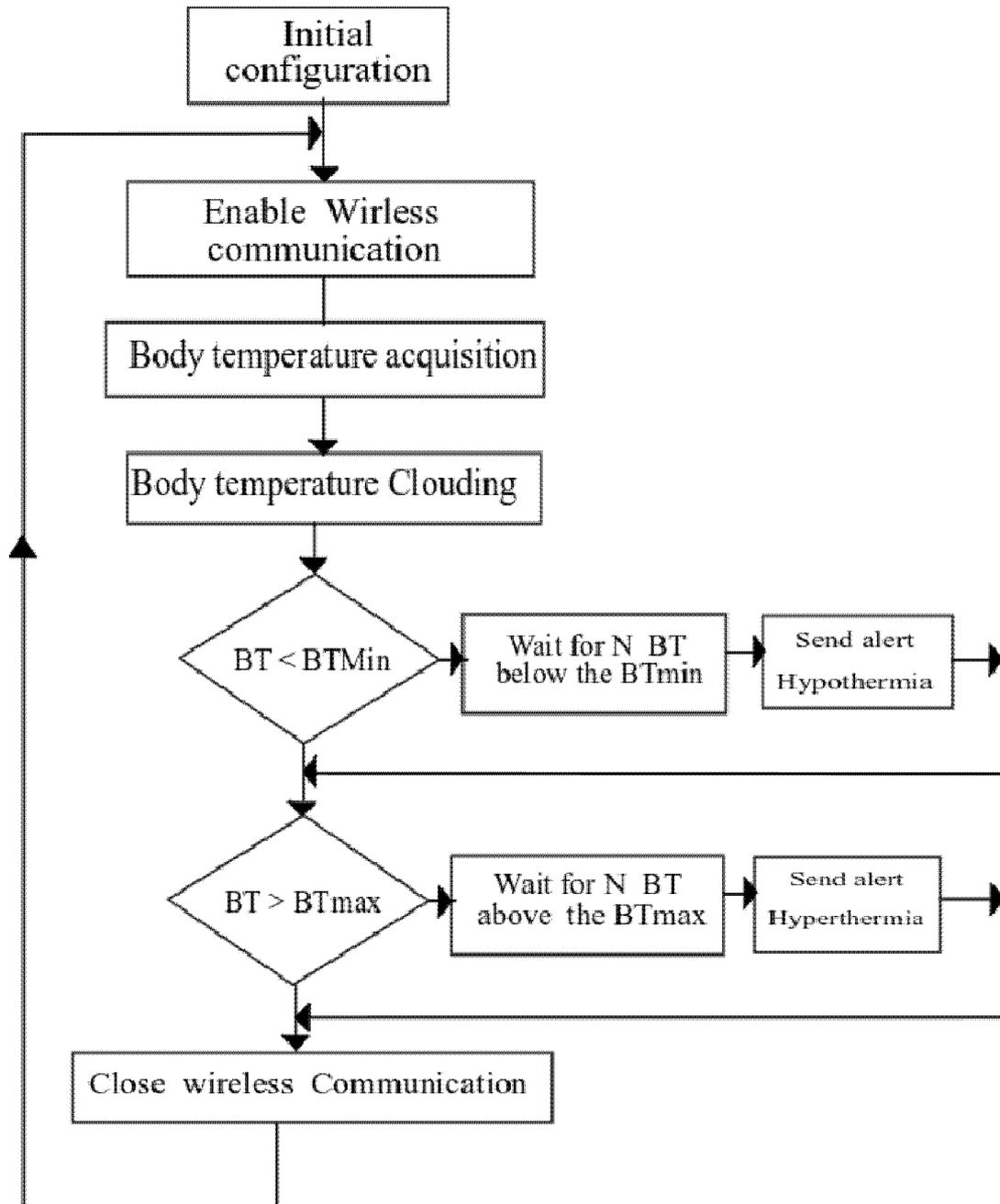


Figure4

**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR  
 LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 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*

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 47833	Date de dépôt : 30/12/2019 ;
Déposant : Université Mohammed V de Rabat	
Intitulé de l'invention : Smart dispositifs portables interconnectés pour la télésurveillance médicale	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b>	
CIB : A61B 5/00 ; G06F 19/00 ; G16H 50/00 ; G16H 10/00 CPC : A61B 5/0002 ; A61B 5/7275 ; G06F19/3418 ; G16H 50/20 ; G16H 10/60	
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	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <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: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 22/10/2021
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

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

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

- Demande telle qu'initialement déposée
  - Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
    - Revendications  
6
  - Observations à l'appui des revendications maintenues
  - Observations des tiers suite à la publication de la demande
  - Réponses du déposant aux observations des tiers
  - Nouveaux documents constituant des antériorités :
    - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- WO2019009859A2 ; INTER MEDIA SAYISAL GOERUENTUE VE BILGI ISLEM SISTEMLERI LTD SIRKETI  
[TR] ; 10-01-2019**
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

**Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 3 : Remarques de clarté**

La revendication indépendante 1 ne satisfait pas à l'exigence de clarté selon l'art. 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini, et ce pour les raisons suivantes :

- La revendication 1 tente de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.
- Le terme « multiniveaux » employé dans la revendication 1 a un sens relatif qui n'est pas bien établi, et il laisse subsister un doute quant à la signification des caractéristiques techniques auxquelles il se rapporte, au point que l'objet de ladite revendication n'est pas clairement défini.

**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : WO03025826A2  
D2 : US2017113059A1  
D3 : EP1011433A1  
D4 : WO2017072100A1  
D5 : WO2019009859A2

### 1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un système de structure dédié à la surveillance et le diagnostic des conditions de santé des patients comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1 à 6. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### 2. Activité inventive

Le document D5 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un système de structure dédié à la surveillance et le diagnostic des conditions de santé des patients en continu et à distance des centres hospitaliers comportant les trois sous-systèmes autonomes suivants :

- Un réseau hybride se compose des modules de capteurs portables déployés dans le corps humain, et capable de supporter la communication sans fil entre eux et avec les autres sous-systèmes.
- Un module de contrôle capable de supporter le calcul de brouillard ou dit de point basé sur les algorithmes d'intelligence artificielle pour assurer l'interprétation et la prédiction de l'état de santé en se basant sur les données physiologiques collectées par lesdits modules de capteurs.
- Une plateforme de télésurveillance.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D5 en ce que la plateforme de télésurveillance est basée sur la technologie Internet des Objets permettant la supervision de l'état de santé du sujet surveillé en temps réel.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans la transmission directe des données

collectées à l'espace Cloud en utilisant les protocoles d'Internet des Objets.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme permettre une visualisation des données physiologiques du patient en temps réel grâce aux protocoles d'Internet des Objets.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 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 concernant l'activité inventive.

Les revendications 2 à 6 dépendent de la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### **3. 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.