

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 42165 B1** (51) Cl. internationale : **A61B 5/00**
(43) Date de publication : **29.11.2019**

-
- (21) N° Dépôt : **42165**
(22) Date de Dépôt : **12.03.2018**
(71) Demandeur(s) : **Université Hassan 1er, Présidence Université Hassan 1er de Settat, complexe universitaire, BP 539, km 3 route de Casablanca, CP26000 , SETTAT, 26000 (MA)**
(72) Inventeur(s) : **BOUKENZE Basma ; HAQIQ Abdelkrim ; MOUSANNIF Hajar**
(74) Mandataire : **FAHLI Ahmed**

(54) Titre : **Smart Plateforme d'Analyse Médicale**

(57) Abrégé : Cette invention concerne une Smart Plateforme d'Analyse Prédictive de données, capable d'analyser tous types de données quelque soit leur volume et dans n'importe quel secteur, notamment celui de la santé. Elle permet d'analyser et explorer les données des patients afin d'en extraire des connaissances, selon les facteurs de risque de chaque pathologie, Les connaissances extraites sont utiles à la prise de décision par le personnel de la santé, et permettent ainsi un smart diagnostic qui rend le dépistage de plus en plus précis, d'un coté, à travers la prédiction des maladies et leur progression, anticipation du traitement, aussi gérer voire même arrêter la progression de la maladie, assurer un suivi permanent, une surveillance en temps réel ainsi qu'un self monitoring. D'un autre coté, réduire les couts de traitements, et préparer à l'avance le patient au lieu de le choquer par sa maladie. Ladite invention combine les technologies mobiles et les techniques d'analyse prédictive. Le processus d'extraction de connaissances dans la Smart plateforme comprend toutes les étapes du traitement intelligent des données depuis la collecte jusqu'à l'analyse prédictive et la visualisation des résultats. Les données médicales analysées sont celles introduites par le médecin et celles captées par les dispositifs intelligents chez les patients. Ce processus est basé sur des techniques de Deep Learning, Data Mining et Machine Learning. Et puisque que beaucoup de maladies sont silencieuses et se développent sans symptômes apparents, et que les maladies sont toujours source de douleurs, de souffrance et liées au coût de traitement généralement élevé, cet invention constitue une nouvelle tendance qui va changer le secteur médical en

toutes ses dimensions en mettant un oeil sur l'état de santé du patient voire même une population au futur.

Smart Plateforme d'Analyse Médicale

Description

L'omniprésence des nouvelles technologies, la forte poussée de la mise en réseau, l'apparition et la diffusion rapide des technologies nomades sont des facteurs qui ont rendu les tâches quotidiennes faciles et simples, mais aussi ont permis une forte croissance en terme de volume de données dans tous les secteurs. Cette inondation de données nommée Big Data a ouvert la grande porte devant les analyses intelligentes ou prédictives, qui visent à explorer les données en vue d'extraire des connaissances cachées. L'arrivée des analyses prédictives crée une grande marge d'évolution en termes de qualité de prise de décision, de sécurité, de gains économiques et également d'anticipation et prédiction.

Actuellement tous les secteurs sont producteurs de données, qui sont issues de différentes sources. Donc la mise en place d'un système ou d'une plateforme intelligente basée sur les analyses prédictives des données est une priorité. D'abord pour exploiter les données disponibles, et aussi faire bénéficier les secteurs concernés d'un support puissant de traitement et d'analyse, notamment celui de la santé.

Dans le domaine de la santé, nous ne pouvons pas nier que le progrès technologique a changé tous les aspects traditionnels de la médecine, qui reste très significatif au développement des pays. Les exigences en matière de temps et de qualité d'intervention ont toujours été les aspects les plus préoccupants, or qu'une prévention et un bon diagnostic suivi par un traitement ciblé contribuent certainement au développement de notre pays dans le domaine de la santé.

Par ailleurs, diagnostiquer avec précision et améliorer la performance des résultats du système de santé sont possible, seulement grâce à une gestion efficace des dossiers médicaux. Or ce domaine est un domaine producteur de données, un bon diagnostic dépend d'une meilleure exploitation de ces données.

Le domaine médical a connu des progrès remarquables. Les innovations en médecine ont résolu beaucoup de problèmes, sauf qu'elles ne sont pas passées du cadre correctif au cadre préventif, qui sont deux approches différentes, la première est thérapeutique, tandis que la deuxième est préventive.

Tous les efforts sont focalisés sur les moyens utilisés pour découvrir les maladies et les traiter, et toutes les technologies, outils et méthodes de traitement qui existent actuellement sont valables en la présence de la maladie comme les plateformes médicales hébergées en Cloud, pour mieux gérer les dossiers médicaux et simplifier l'accès aux données des patients. Mais elles restent insuffisantes pour répondre aux besoins et aux attentes de la médecine en générale et des patients en particuliers.

L'industrie médicale a été submergée par les nouvelles technologies en raison de nombreuses raisons, nous prenons comme exemple la mise en œuvre des systèmes E-Health dans les universités comme celui de l'université Kagawa au Japon qui a été conçue et mise en œuvre pour l'éducation sanitaire universitaire. E-Healthcare est une forme de service Cloud privé pour les étudiants universitaires qui peuvent obtenir leurs enregistrements de santé à partir de dispositifs de mesure physique mais après une authentification basée sur une carte à puce, leurs données médicales sont gérées dans une base de données appropriée. Les médecins et infirmiers peuvent consulter et enquêter sur les données pertinentes en fonction de leurs demandes.

La technologie de Cloud Computing a sa grande part comme une nouvelle technologie appliquée dans le système de santé, et ceci pour de nombreuses raisons : la création d'un réseau entre les médecins ainsi que les patients et les instituts de soins de santé, la facilité d'accès à l'information médicale n'importe où et à tout moment, il suffit juste d'avoir un dispositif et une connexion internet.

Healthcare SaaS plateforme (HSP) est un autre type de plateformes médicales hébergées sur le Cloud, en Corée, afin de fournir un service d'information sur les soins de santé, et ceci avec un faible coût et une valeur clinique élevée, ce qui permettra une grande facilité d'utilisation avec un haut niveau de sécurité.

Les maladies sont toujours liées aux douleurs, à la souffrance et au coût de traitement qui est généralement élevé, donc agir avant l'apparition de la maladie et plus important qu'agir en sa présence. Beaucoup de maladies sont silencieuses et se développent sans symptômes apparents, ce qui rend leur découverte tardive, jusqu'aux stades avancés où la thérapie devient difficile, longue et coûteuse. L'insuffisance rénale, les maladies cardiovasculaires et le cancer rentrent dans le cercle des maladies guérissables, mais si et seulement si le diagnostic est précoce.

La dite invention est une Smart Plateforme d'analyse prédictive en temps réel des données médicales afin de prévoir les pathologies avant leur apparition et leur progression. Ce processus d'analyse est caractérisé par une étape de collection de différentes données cliniques et laboratoire et leur stockage dans un serveur dédié à recevoir une grande capacité de données. Une étape de préparation et d'analyse de données quel que soit leur volume et leur flux en temps réel , préférablement avec le système Hadoop .Une étape d'analyse prédictive et d'extraction de connaissances , cette dernière est basée sur la définition préalable des facteurs de risque de chaque maladie puis la validation des paramètres auprès d'un organisme médical spécialisé, ensuite l'application des techniques de fouilles de donnée (Datamining) et d'apprentissage automatique (Machine Learning) via l'implémentation du Learning algorithme adéquat pour un meilleur modèle prédictif . Et finalement une étape de visualisation des résultats.

Et pour assurer un suivi en temps réel des patients, d'autres données s'ajoutent pour être analysées, se sont celles captées par les dispositifs intelligents dont le patient dispose comme les smart-montre, smart-bracelet et smart-phone.

Le processus d'analyse de données en sa totalité se passe dans un environnement Cloud pour permettre une souplesse d'analyse en temps réel, recevoir et supporter la masse volumineuse des données médicales en tous moments. Et aussi permettre un accès permanent n'importe où et avec n'importe quel dispositif permettant à se connecter via internet.

Cet accès à la plateforme est sécurisé, et permanent que pour le personnel de la santé choisi, Cependant le médecin accède à la plateforme pour:

- ✓ Consulter les profils des patients,
- ✓ Suivre et contrôler l'état de santé de chaque patient,
- ✓ Enregistrer un nouveau patient ou mise à jour des données d'un patient déjà enregistré.

Quant au patient, il a une double interaction avec le système:

- ✓ Interaction indirecte: le patient suit les lignes directrices de son médecin, qui décide selon les résultats des analyses.
- ✓ Interaction directe: le patient dispose d'un dispositif médical tel que (Smartphone, Montre intelligente ou Bracelet) équipé de capteurs pour collecter des données vitales (par exemple sons rythme cardiaque).

Ces données reçus spécialement par les dispositifs intelligents sont analysées en temps réel et permettent de générer :

- ✓ Un rapport à envoyer au médecin pour l'avertir du changement de l'état de santé du patient suivi.
- ✓ Un message d'urgence envoyé au patient en cas d'urgence pour l'avertir de sa situation.
- ✓ Le médecin intervient sur la base du rapport reçu et le patient sera contacté pour le nécessaire.

L'objectif principal est de prédire les pathologies à travers les données analysées. Sachant que ces données médicales cachent en elles même une richesse qui peut changer toutes les visions et mettre un œil sur le futur, voir même agir et changer tous les événements qui semblaient avant difficile à deviner, tel le cas de la prédiction de la maladie de l'insuffisance rénale et sa progression.

En plus de la prédiction des maladies, cette invention est une nouvelle tendance qui va changer le secteur médical en toutes ses dimensions et ceux-ci pour de nombreuses raisons : prédire les maladies selon leurs facteurs de risque, anticiper le traitement, gérer même arrêter la progression de la maladie, aider le médecin à la bonne prise de décision, permettre un suivi permanent, une surveillance en temps réel ainsi qu'un self monitoring, réduire les couts de traitements, simplifier le diagnostic préalable, permettre un smart diagnostic, préparer à l'avance le patient, et analyser les données en temps réel quel que soit le volume.

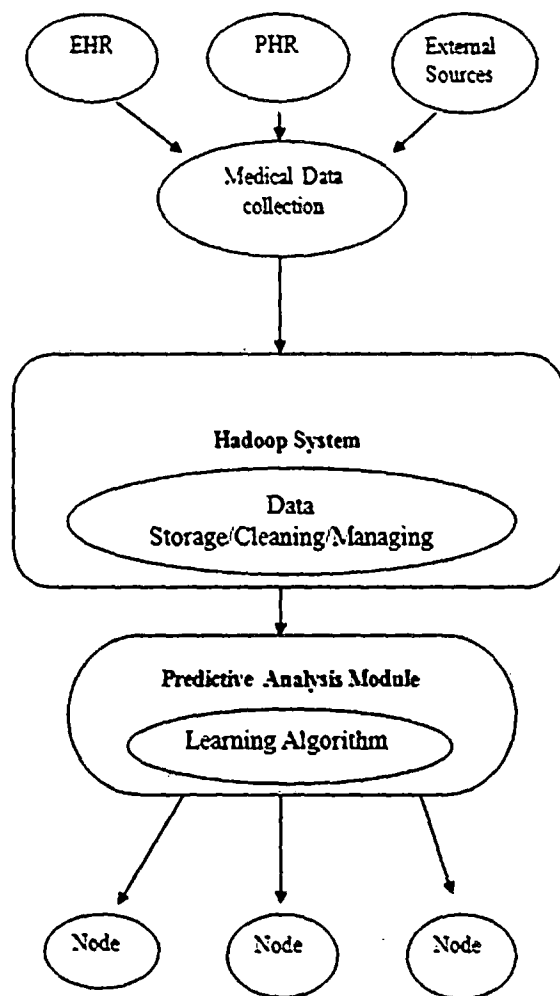
Cette Smart Plateforme d'analyse prédictive est capable de prédire les maladies, et spécialement la maladie d'insuffisance Rénale et sa progression. Et aussi capable de traiter et analyser tous type de données et quoique cela soit le secteur concerné pour en extraire les connaissances utiles en fonction de chaque contexte.

Revendications

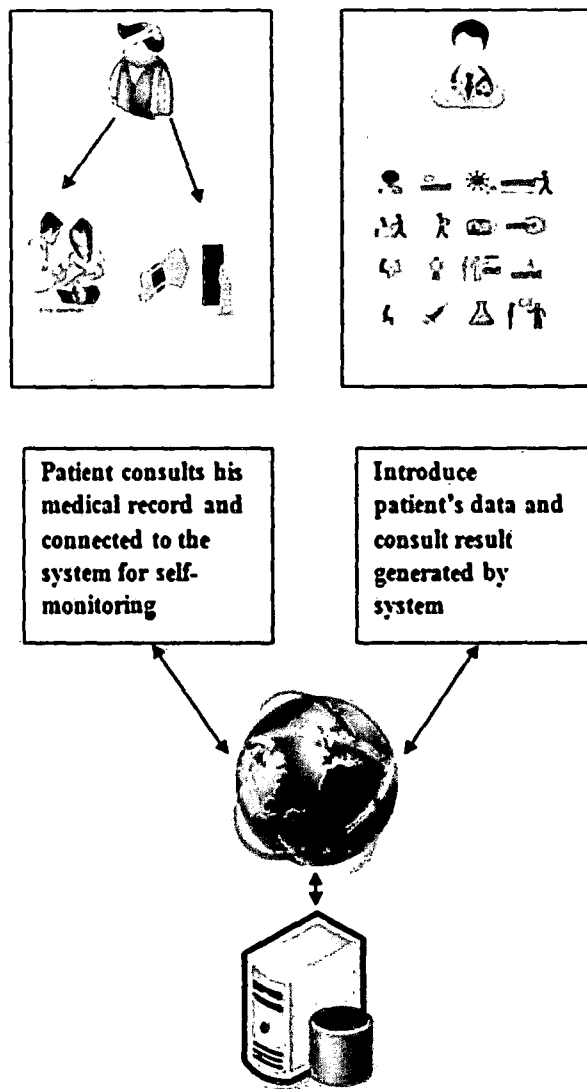
1. Système d'analyse prédictive des données médicales caractérisé par :
 - ❖ Des dispositifs de collecte des données médicales des patients à partir des dossiers médicaux (EHR), et des dossiers médicaux personnels (PHR).
 - ❖ Des capteurs pour la collection des données pour assurer un suivi en temps réel via les dispositifs intelligent tels que (Smartphones, Smart- montres, Smart-bracelet).
 - ❖ Un système de préparation et d'analyse en temps réel des données quel que soit leurs volume et leurs flux.
 - ❖ Un module d'analyse prédictive sur la base des facteurs de risque de chaque maladie
 - ❖ Des nœuds de visualisation par le personnel de la santé
2. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que les dispositifs de collecte des données doivent être installés à l'hôpital et permettent de stocker les données cliniques et laboratoires, même les informations contenus dans des images comme les scanner et les IRM.
3. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que les capteurs doivent être installée sur les dispositifs dont les patient se trouvent obligés de disposer et garder avec eux tous le temps ; comme les smart-montre , smart-bracelet, smart-phone.
4. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le stockage des données collectées doit être supporté par un serveur puissant de capacité énorme pour recevoir les flux de données à tous moment
5. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le traitement et l'analyse initial des données se fait via Hadoop system vue sa capacité d'accueillir et d'analyser des flux important de données avec un processus de traitement parallèle et une rapidité d'exécution
6. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le module d'analyse prédictive soit introduit et implémenté après la détermination des facteurs de risque pour la maladie parce que chaque maladie a ses

propres facteurs déclencheurs, et que dans l'étape d'avant le système analyse toutes les paramètres médicales introduites.

7. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le module de prédiction se base sur des Learning algorithmes permettant de construire un modèle prédictif au préalable, sur lequel le système va se baser pour prédire en introduisant juste les données après
8. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que pour chaque maladie dépend un modèle prédictif et donc un Learning algorithme adéquat
9. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce que les résultats de l'analyse prédictive sont visualisés par le personnel de la santé qui possède un identifiant pour accéder à la plateforme, les visualisations sont faites sur des nœuds.
10. Système d'analyse prédictive des données médicales selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il constitue un support puissant pour la bonne prise de décision aux médecins, pour prédire tous types de maladie et notamment la maladie d'insuffisance Rénale et sa progression via la prédiction de la variation des taux de filtration glomérulaire (GFR).




Étapes de traitement et d'analyse des données dans la Smart Plateforme (1)



Synoptique typique de la Smart Medical Plateforme (2)

**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*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 42165	Date de dépôt : 12/03/2018
Déposant : Université Hassan 1er	
Intitulé de l'invention : Smart Plateforme d'Analyse Médicale	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : A 61B 5/00 CPC : A 61B 5/00	
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 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: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 25/11/2019
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
1-10
- 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 complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US20150025329A1

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue l'objet des revendications 1-10 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

2. Activité inventive

Le document D1 divulgue un système d'analyse prédictive des données médicales (voir Abrégé) caractérisé par :

- Des dispositifs de collecte des données médicales des patients (voir figure 1).
- Des capteurs pour la collection des données (voir description paragraphe 0013) pour assurer un suivi en temps réel (voir revendication 1) via des dispositifs intelligents (voir figure 1 et description paragraphe 0014).
- Un système de préparation et d'analyse en temps réel des données (voir figure 2, revendications 1 et 3).
- Un module d'analyse prédictive sur la base des facteurs de risque de chaque maladie (voir paragraphe 0021).
- Des nœuds de visualisation par le personnel de la santé (voir abrégé, revendication 1).

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que :

Le système génère deux rapports d'urgence détaillés :

- Un rapport d'urgence patient : envoyé au patient et son entourage par email et/ou message selon l'analyse de ses données enregistrées et captées par le système indique une intervention d'urgence.
- Un rapport d'urgence médecin : envoyé au médecin concerné visant à information le médecin du changement de l'état de santé de son patient par email ou notification.

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Améliorer la plateforme d'analyse prédictive des données médicales.

Aucun document de l'état de l'art ne contient un enseignement ou une suggestion qui aurait incité l'homme du métier à adopter la solution proposée.

L'objet des revendications 1-10 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.

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.