

SiCoPAD : Suivi interactif et connecté de patients hospitalisés à domicile

Salma Ben Dhaou¹, Mathieu Bourgeois², Grégory Bonnet¹, Laurent Vercoüter², Bruno Zanuttini¹

¹ Normandie Univ, UNICAEN, ENSICAEN, CNRS, GREYC
14000 Caen, France

² Normandie Univ, INSA Rouen, UNIHAVRE, UNIROUEN, LITIS
76000 Rouen, France

Résumé

De nos jours, il existe de nombreux objets connectés mis à la disposition de tous, que ce soit pour la domotique, l'assistance à la pratique sportive ou encore le domaine médical. Ces objets connectés, par le biais des techniques de l'internet des objets (IoT), permettent de récupérer d'importantes quantités de données en temps réel sur l'état d'un utilisateur. Dans le contexte médical, lors d'une prise en charge ambulatoire, il est possible de suivre les constantes vitales d'un patient comme son rythme cardiaque, sa température corporelle ou encore sa pression artérielle.

Sans l'aide de l'IoT, le suivi à domicile de patients traités contre des cancers est habituellement fait grâce à des questionnaires téléphoniques assistés d'une prise de données effectuée ponctuellement sur le patient. L'IoT permet d'automatiser ce processus tout en apportant un suivi plus précis et plus régulier du patient, en générant en temps réel de grandes quantités de données grâce à des capteurs surveillant les constantes vitales. Pour autant, les moyens humains ne sont pas suffisants pour analyser convenablement et en temps réel cet amas de données afin de détecter une dégradation de l'état de santé du patient, et ainsi réaliser une prise en charge adéquate à la situation. Il est donc impératif de développer un système intelligent capable d'assister le corps médical dans le suivi des patients hospitalisés à domicile.

Le projet SiCoPAD (Suivi interactif et Connecté de PATients hospitalisés à Domicile)¹ s'inscrit dans ce contexte avec la volonté d'aider le corps médical dans le suivi de patients dont la santé est surveillée à domicile. Cette tâche se décompose en deux sujets scientifiques : la récupération et la contextualisation des données d'une part, et la mise en place d'un système intelligent d'aide à la décision de l'autre.

La première tâche que nous avons réalisée est la catégorisation des données en fonction du capteur qui les émet. Cette catégorisation s'appuie sur le type des données émises par un capteur (quantitatives/qualitatives) et sur la temporalité de cette émission (continue/continue par morceaux/ponctuelle), et permet de mieux appréhender le traitement lors de la phase d'aide à la décision. Selon la catégorie, les éléments déclencheurs à observer n'ont pas la même forme (dépassement de seuil, présence dans un intervalle donné, tendance), ils ne sont donc pas à surveiller et à combiner de la même façon pour obtenir un modèle de l'état du patient.

Il est aussi important de contextualiser les données émises par un capteur médical, c'est-à-dire ajouter de l'information à une valeur donnée pour mieux la comprendre. Cette contextualisation permet de calculer un indice de confiance associé à la valeur, permettant par exemple de rapidement mettre hors de cause une valeur aberrante obtenu avec peu de confiance (capteur défaillant ou activité de la personne ne correspondant pas). L'objectif est ainsi de tirer le plus d'informations possibles des capteurs connectés pour optimiser la phase d'aide à la décision.

Enfin, nous proposons un mécanisme de suivi intelligent capable d'assister le corps médical dans sa prise de décision vis-à-vis d'un patient hospitalisé à domicile. Ce mécanisme a pour but de lever des alertes de différents niveaux en fonction de l'état estimé du patient, sans trop lever d'alertes mais sans trop peu en lever non plus. Pour ce faire, nous utiliserons la théorie des fonctions de croyance qui permet de représenter et de gérer l'incertitude, l'imprécision et l'ignorance.

L'idée de la méthode proposée consiste à estimer l'état du patient pour ensuite prendre une décision sur l'alerte à lancer.

La première étape du modèle consiste à associer une fonction de masse (à la Dempster-Shafer) à chaque information donnée par chaque capteur. Étant donné que les capteurs ne sont pas fiables à 100 %, il est nécessaire d'affaiblir leurs fonctions de masse respectives en se basant sur leurs degrés de fiabilité et de confiance. Ensuite, ces fonctions de masse affaiblies seront combinées et le résultat de cette combinaison sera projeté sur le cadre de discernement des alertes.

Dans un deuxième temps, une décision sur l'alerte à lancer sera prise en utilisant les Processus de Décision Markoviens Partiellement Observables (POMDPs), que nous étendons au cadre de la théorie des fonctions de croyance de Dempster-Shafer. La distribution initiale des fonctions de masse associée à l'ensemble des états d'un tel POMDP évidentiel sera issue du calcul de la première étape du modèle. Ceci permettra de déterminer le type d'alerte à lancer.

Finalement, la révision des croyances et des actions à prendre s'effectuera en utilisant l'apprentissage par renforcement en s'appuyant sur les retours des médecins.

1. Projet soutenu par la région Normandie pour la période 2018-2021, dans le cadre du Réseau d'Interêt Normandie Digitale.