

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 601

Mathématiques et Sciences et Technologies

de l'Information et de la Communication

Spécialité : *Électronique*

Par

Houssein TALEB

Développement de réseaux de communication pour la détection précoce de symptômes pathologiques

Thèse présentée et soutenue à Nantes Université, le 13 décembre 2022

Unité de recherche : IETR UMR CNRS 6164

Rapporteurs avant soutenance :

Guillaume FERRE Maître de conférences, HDR, Université de Bordeaux
Yannis POUSSET Professeur, Université de Poitiers

Composition du Jury :

Examineurs : Jean-François DIOURIS Professeur, Nantes Université
Guillaume FERRE Maître de conférences, HDR, Université de Bordeaux
Martin HEUSSE Professeur, Université Grenoble Alpes
Ali JABER Professeur, Université Libanaise de Beyrouth, Liban
Yannis POUSSET Professeur, Université de Poitiers

Dir. de thèse : Guillaume ANDRIEUX Maître de conférences, HDR, Nantes Université
Encadrants : Abbass NASSER Maître de conférences, AUCE, Beyrouth, Liban
Nour CHARARA Maître de conférences, AUCE, Beyrouth, Liban

Titre : Développement de réseaux de communication pour la détection précoce de symptômes pathologiques

Mots clés : Technologies sans fil, LoRa, WBAN, Applications médicales, Capteurs, IoT.

Résumé : L'objectif de la thèse est d'étudier et développer des réseaux de capteurs WBAN (Wireless Body Area Networks) consistant à surveiller les patients à distance, de détecter et de prévenir les situations médicales critiques tout en réduisant la consommation énergétique. Dans un premier temps, nous avons étudié l'architecture et les caractéristiques des réseaux WBAN et nous avons recensé les différentes technologies sans fil candidates pour ces réseaux. Puis, des applications médicales WBAN issues de travaux de recherche ainsi que des capteurs médicaux ont été présentés. Dans un second temps, nous nous sommes intéressés à la technologie LoRa, mise en évidence précédemment.

Nous avons proposé une application médicale à faible consommation énergétique basée sur la technologie LoRa (nommée HeaLoRa) permettant de déterminer et de transmettre le niveau de criticité d'un patient au centre médical. Puis, nous basant sur le facteur d'étalement de la technologie LoRa qui fournit un compromis entre la consommation énergétique et la probabilité d'erreur, nous avons proposé une méthode de sélection pour choisir un facteur d'étalement pertinent suivant l'état critique d'un patient. Enfin, pour la partie expérimentale, nous avons développé des applications médicales pour la détection précoce des symptômes pathologiques des patients.

Title : Development of communication networks for the early detection of pathological symptoms

Keywords : Wireless Technologies, LoRa, WBAN, Medical applications, Sensors, IoT.

Abstract : The objective of the thesis is to study and develop networks of sensors WBAN (Wireless Body Area Networks) consisting of monitoring patients remotely, detecting and preventing critical medical situations while reducing energy consumption. First, we studied the architecture and characteristics of WBAN networks and we identified the different candidate wireless technologies for these networks. Then, WBAN medical applications resulting from research work as well as medical sensors were presented. Secondly, we have interested to the LoRa technology, highlighted previously.

We have proposed a low-energy medical application based on LoRa technology (named HeaLoRa) to determine and transmit the level of criticality of a patient to the medical center. Then, based on the spreading factor of the LoRa technology which provides a compromise between the energy consumption and the error probability, we proposed a selection method to choose the relevant spreading factor according to the critical state of a patient. Finally, for the experimental part, we have developed medical applications for the early detection of pathological symptoms of patients.