

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Monsieur Christos GIACHOUDIS est autorisé à présenter ses travaux en vue de l'obtention du diplôme national de DOCTORAT délivré par l'école CENTRALE de MARSEILLE

Le jeudi 27 août 2026 à 14h00

Lieu : Salle Pierre Cotton (Institut Fresnel), Institut Fresnel, 52 Av. Escadrille Normandie Niemen, 13013, Marseille

Titre : **Considérations des couches physique et MAC et amélioration de couverture pour les réseaux corporels médicaux optiques sans-fil**

Ecole doctorale : ED 352 - Physique et Sciences de la Matière

Spécialité : PHYSIQUE & SCIENCES DE LA MATIERE - Spécialité : OPTIQUE, PHOTONIQUE ET TRAITEMENT D'IMAGE

Composition du jury :

M. Mohammad-Ali KHALIGHI	Institut Fresnel, Centrale Méditerranée	Directeur de thèse
M. Stanislav ZVANOVEC	Université Technique Tchèque	Co-directeur de thèse
M. Laurent ROS	Gipsa-Lab, Université Grenoble Alpes	Président
M. Eric SIMON	IEMN, Université de Lille	Rapporteur
M. Pierre COMBEAU	XLIM, Université de Poitiers	Rapporteur
Mme Beatriz ORTEGA	PRL, Université Polytechnique de Valence, Espagne	Examinatrice
M. Georges KARAGIANNIDIS	ECE Dept, Aristote University of Thessaloniki, Grèce	Examineur
M. Zabih GHASSEMLOOY	OCRG Lab, Université Northumbria à Newcastle, Royaume-Uni	Examineur

Résumé (FR)

Les systèmes de santé mondiaux sont actuellement confrontés à une pénurie critique de professionnels de santé, un défi exacerbé par le vieillissement de la population et la demande croissante en matière de surveillance continue de la santé. Si la surveillance à distance des patients à l'aide de réseaux corporels sans fil (WBAN) offre une solution viable pour atténuer cette pression, les systèmes traditionnels basés sur les radiofréquences souffrent de congestion du spectre, d'interférences et de failles de sécurité. Dans cette thèse, nous étudions la mise en oeuvre des communications optiques sans fil (OWC) en tant qu'alternative robuste, sécurisée et sans interférences pour la prochaine génération de WBAN médicaux. Nous nous concentrons sur trois domaines clés du processus de conception du réseau : la couche physique (PHY), la couche de contrôle d'accès au support (MAC) et les technologies d'amélioration de la couverture. Au niveau de la couche PHY, pour remédier à la dégradation des performances due à la dérive de la ligne de base, inhérente aux systèmes optiques utilisant la modulation par impulsions, nous envisageons les techniques de codage de ligne bien établies que sont le codage Manchester et le codage 8B10B. À travers des simulations numériques et des expériences, nous démontrons que le

codage Manchester est une solution appropriée à faible complexité pour les transmissions optiques à modulation par impulsions et à débit de données relativement faible, par exemple dans le cas des WBAN médicaux. En ce qui concerne la couche MAC, nous étudions tout d'abord des schémas de planification écoénergétiques pour la transmission de données au sein du réseau. En nous concentrant sur le protocole Slotted-ALOHA, qui repose sur la contention, nous proposons une approche d'optimisation du réseau basée sur l'optimisation par essaim de particules (PSO). Nous fournissons ensuite une analyse comparative de deux protocoles différents, à savoir l'accès multiple par répartition dans le temps (TDMA) et l'accès multiple avec détection de porteuse et évitement de collision (CSMA/CA), dans laquelle nous identifions le TDMA comme une solution hautement performante pour maintenir la qualité de service et minimiser la consommation d'énergie. Enfin, pour surmonter les limitations de la ligne de visée et la directivité du signal de l'OWC, nous proposons l'intégration de surfaces intelligentes reconfigurables (RIS) dans les WBANs optiques, et analysons leurs avantages en termes d'amélioration de la fiabilité de la liaison et de la consommation d'énergie. Les résultats démontrent que les RIS peuvent améliorer de manière significative la couverture du réseau et la durée de vie des nœuds de réseau alimentés par batterie. Menée dans le cadre du projet OWIN6G financé par l'Union européenne, cette étude apporte des éclairages sur la conception et propose des solutions pratiques visant à faciliter l'adoption généralisée des WBANs optiques, contribuant ainsi à l'évolution vers une surveillance médicale efficace et fiable à l'ère de la 6G.

Mots-clés : Télésurveillance Médicale, Réseaux Corporels sans Fil, Communications Optiques sans Fil, Effet de Dérive de la Ligne de Base, Conception de la Couche MAC, Surface Intelligente Reconfigurable

Abstract (EN)

Global healthcare systems are currently facing a critical shortage of medical professionals, a challenge exacerbated by aging populations and the rising demand for continuous health monitoring. While remote patient monitoring using Wireless Body Area Networks (WBANs) offers a viable solution to mitigate this pressure, traditional Radio Frequency based systems suffer from spectrum congestion, interference, and security vulnerabilities. In this thesis, we investigate the implementation of Optical Wireless Communications (OWCs), as a robust, secure, and interference-free alternative for the next generation of medical WBANs. We focus on three pivotal areas of the network design process: the Physical (PHY) layer, the Medium Access Control (MAC) layer, and coverage-enhancing technologies. In the PHY Layer, to address the performance degradation due to Baseline Wander, inherent in optical systems using pulsed modulation, we consider the well-established line-coding techniques of Manchester and 8B10B coding. Through numerical simulations and experiments, we demonstrate that Manchester coding is a suitable low-complexity solution for relatively low-data rate, pulse-modulated optical transmissions, e.g., in the case of medical WBANs. Concerning the MAC Layer, we first explore energy-efficient scheduling schemes for data transmission in the network. Focusing on the contention-based Slotted-ALOHA protocol, we propose a network optimization approach based on the Particle Swarm Optimization (PSO). Then we provide a comparative analysis of two different protocols, i.e., Time Division Multiple Access (TDMA) and Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA), where we identify the TDMA as a high-performance solution for maintaining Quality-of-Service and minimizing energy consumption. Finally, to overcome the Line-of-Sight limitations and signal directivity of OWC, we propose the integration of Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS) into optical WBANs, and analyze their benefit in improving the link reliability and energy consumption. The results demonstrate that RIS can significantly enhance network coverage and expand battery operated network nodes' lifetime. Conducted within the framework of the EU-funded OWIN6G project, this research provides design insights and practical solutions to facilitate the widespread adoption of optical WBANs, contributing to the evolution of efficient and reliable healthcare monitoring in the 6G era.

Keywords: Remote Patient Monitoring, Wireless Body-Area Networks, Optical Wireless Communications, Baseline Wander Effect, MAC Layer Design, Reconfigurable Intelligent Surface