

Sujet de Thèse:

Approche collaborative par IA et drones pour l'optimisation la surveillance et l'intervention des soins de santé à domicile

Description du Sujet

Avec le vieillissement de la population et la prévalence croissante des maladies chroniques, la demande de soins de santé à domicile connaît une forte augmentation. Cela soulève des défis majeurs concernant le suivi des patients, la gestion des urgences et la logistique des soins, d'autant plus les infrastructures médicales et le personnel de santé sont souvent insuffisants pour assurer une surveillance continue et des interventions rapides.

Dans ce contexte, améliorer la gestion des soins à domicile devient une priorité. L'intégration de technologies innovantes, telles que l'intelligence artificielle (IA) et les drones, ouvre de nouvelles perspectives pour optimiser les interventions et renforcer la qualité des services. Cela peut contribuer d'une part, à améliorer la logistique des livraisons médicales grâce à une coordination efficace entre les drones et le personnel soignant, et d'autre part à appuyer la surveillance à distance des patients tout en réduisant la charge des professionnels de santé par une anticipation intelligente des besoins.

Ce projet de thèse repose sur une approche collaborative combinant l'utilisation de drones et de véhicules conventionnels, coordonnés par des modèles prédictifs basés sur l'IA, afin d'optimiser les tournées de livraison (médicaments, dispositifs médicaux, échantillons biologiques) et l'organisation des interventions dans le cadre des soins à domicile. Les drones utilisés pourront être équipés de capteurs permettant de collecter certaines données environnementales ou cliniques, en lien avec des capteurs installés aux domiciles des patients (capteurs biométriques, objets connectés de suivi, etc.). Ces données contribueront à enrichir les modèles d'analyse pour déclencher des actions adaptées, qu'il s'agisse d'une livraison ou d'une intervention humaine. L'objectif de l'approche collaborative est de répondre plus efficacement aux besoins des patients dans des situations variables (urgence, changement soudain des quantités à livrer ou indisponibilité d'un professionnel de santé). Une coordination dynamique entre drones, véhicules et personnel soignant permet alors de limiter les détours, de réduire les retards et d'assurer une réponse rapide et adaptée.

Les objectives de la thèse sont :

- Concevoir une architecture IoT adaptée aux soins à domicile, intégrant les drones, les dispositifs de suivi chez le patient, les véhicules conventionnels et les acteurs de santé, afin de faciliter la collecte, le partage et l'exploitation des données en temps réel. L'objectif est d'améliorer la coordination des tournées de livraison et de permettre des interventions médicales mieux planifiées.
- Développer des modèles prédictifs basés sur l'IA, capables d'anticiper les besoins médicaux à partir de données cliniques, logistiques et environnementales, afin de déclencher les livraisons ou interventions au bon moment.
- Mettre en œuvre une coordination dynamique entre drones, véhicules et personnel soignant, dans le but d'optimiser la planification des tournées, la répartition des ressources et la réactivité face aux situations imprévues.

- Évaluer la faisabilité technique et clinique de cette approche à travers des simulations et des études de cas.

Approche Méthodologique

La méthodologie de la thèse repose sur quatre axes principaux :

1. Modélisation d'une architecture IoT adaptée aux soins à domicile, intégrant les drones, les capteurs médicaux, les véhicules et le personnel soignant. Un prototype simulé sera proposé pour organiser les flux de données.
2. Développement de modèles prédictifs basés sur l'IA, entraînés sur des données simulées ou publiques, pour anticiper les besoins médicaux et déclencher les livraisons ou les interventions du personnel soignant.
3. Conception et implémentation de modèles d'optimisation des tournées de livraison, en s'appuyant sur des approches métaheuristiques et éventuellement des hyperheuristiques, afin de coordonner efficacement les drones, les véhicules et les soignants. Ces approches seront testées sur des scénarios réalistes dans un environnement de simulation.
4. Évaluation de la faisabilité à travers des simulations, avec des indicateurs de performance (temps de réponse, pertinence des décisions) et une analyse critique des résultats.

Résultats Attendus

Cette thèse contribuera à la digitalisation des soins de santé à domicile en intégrant des technologies émergentes telles que l'IoT et l'IA pour optimiser la logistique des interventions à domicile. Les résultats attendus de cette thèse sont les suivants :

- Une architecture IoT adaptée aux soins à domicile, permettant une gestion fluide et connectée des données issues des capteurs médicaux et des drones.
- Des modèles prédictifs capables d'anticiper les besoins médicaux et logistiques pour déclencher les livraisons ou les interventions au moment le plus pertinent.
- Des algorithmes et des modèles d'optimisation dynamique des tournées de livraison, capables de s'adapter aux imprévus et aux contraintes opérationnelles, tout en assurant une coordination efficace entre les drones, les véhicules et les soignants.
- Une évaluation complète de la faisabilité technique de la solution proposée, à travers des simulations et des scénarios réalistes.

Bibliographie

- Jeyaraj, P., & Narayanan, T. (2023). Role of artificial intelligence in enhancing healthcare delivery. *Int. J. Innov. Sci. Mod. Eng*, 11, 12.
- Siripurapu, S., Darimireddy, N. K., Chehri, A., & AV, P. (2023). Technological advancements and elucidation gadgets for healthcare applications: An exhaustive methodological review-part-II (robotics, drones, 3D-printing, internet of things, virtual/augmented and mixed reality). *Electronics*, 12(3), 548.

- Zeb, S., Nizamullah, F. N. U., Abbasi, N., & Fahad, M. (2024). AI in healthcare: revolutionizing diagnosis and therapy. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts*, 3(3), 118-128.
- Bachir, N., Harb, H., Zaki, C., & Billen, R. (2024, October). SAMO: A Sequential Pattern Mining Model for Evaluating Road Criticality in Urban Traffic Networks. In *2024 IEEE 100th Vehicular Technology Conference (VTC2024-Fall)* (pp. 1-5). IEEE.
- Danach, K., Harb, H., Rashid, A. S. K., Al-Tarawneh, M. A., & Aly, W. H. F. (2025). Location planning techniques for Internet provider service unmanned aerial vehicles during crisis. *Results in Engineering*, 25, 103833.
- Belhor, M., El-Amraoui, A., Jemai, A., & Delmotte, F. (2023). Multi-objective evolutionary approach based on K-means clustering for home health care routing and scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 213, 119035.
- Isakov, T. M., Härkönen, H., Atkova, I., Wang, F., Vesty, G., Hyvämäki, P., & Jansson, M. (2024). From challenges to opportunities: Digital transformation in hospital-at-home care. *International Journal of Medical Informatics*, 192, 105644.
- Liu, Y., Cao, X., Chen, T., Jiang, Y., You, J., Wu, M., ... & Chen, J. (2025). A Survey of Embodied AI in Healthcare: Techniques, Applications, and Opportunities. *arXiv preprint arXiv:2501.07468*.

Mots Clés

Soins de santé à domicile, Internet des objets, drones, intelligence artificielle, optimisation dynamique, temps réel, tournées de livraison

Profil Scientifique du Candidat

- Solides bases en mathématiques appliquées, notamment en optimisation.
- Bonne maîtrise de l'IA, en particulier des modèles prédictifs.
- Connaissances en IoT avec un intérêt pour les applications médicales et logistiques.
- Expérience en développement Python, notamment pour l'IA et la manipulation de données.
- Capacité à concevoir, implémenter et tester des solutions dans un environnement simulé.