



Balancing Innovation and Ecology: Review of AI and Big Data for a Sustainable Smarter Health Future

Aya Nalouti and Olfa Ben Ahmed

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

January 22, 2025

Équilibrer l'Innovation et l'Écologie : Revue de l'IA et des Big Data pour un Avenir de Santé Plus Intelligent et Durable

Aya Nalouti
University of Manouba, ISAMM,
Computer Science Department
Manouba, Tunisia
aya.nalouti11@gmail.com

Olfa Ben Ahmed
University of Carthage, SUP'COM,
MEDIATRON
University of Manouba, ISAMM,
Computer Science Department
Ariana/Manouba, Tunisia
olfa.benahmed@isamm.uma.tn

Abstract— L'ère numérique actuelle, marquée par l'essor de l'intelligence artificielle (IA) et du big data (BD), transforme radicalement nos vies quotidiennes et surtout nos systèmes de santé, offrant des solutions innovantes pour améliorer la qualité de vie. L'idée d'un "avenir plus intelligent" utilise les données pour fournir des soins médicaux plus efficaces, personnalisés et réactifs. Cependant, malgré ces avancées impressionnantes, un aspect crucial est souvent négligé : la durabilité environnementale des systèmes médicaux. Bien que les technologies modernes apportent des améliorations significatives dans la gestion de la santé et l'efficacité des hôpitaux intelligents, leur impact écologique et leur contribution à la durabilité des ressources ne sont pas suffisamment abordés. Cet article examinera non seulement les avantages nouvelles technologies dans la santé, mais soulignera également la nécessité de sensibiliser à l'environnement. En explorant comment intégrer des pratiques durables dans la conception et la mise en œuvre des systèmes de santé intelligents, il met en lumière l'importance d'équilibrer l'innovation technologique et la responsabilité écologique pour assurer un avenir intelligent et durable.

Mots-clés— avenir intelligent, durabilité environnementale, IA, soins de santé, Big Data

I. INTRODUCTION

L'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et du big data transforme profondément nos vies et façonne un avenir plus intelligent. Ce concept vise à optimiser les ressources pour améliorer la qualité de vie. Les villes intelligentes illustrent cette révolution en utilisant des technologies connectées et des big data pour gérer les infrastructures, les transports et les services publics, améliorant ainsi l'efficacité énergétique et le confort des citoyens. Les capteurs intelligents permettent une surveillance en temps réel et une planification proactive des ressources. L'avenir plus intelligent intègre ces innovations pour anticiper les besoins futurs et s'adapter aux changements rapides de la société, en repensant les paradigmes du développement durable et de la gestion des ressources naturelles. Dans le domaine de la santé, les hôpitaux intelligents utilisent l'IA et les big data pour personnaliser les traitements et gérer les soins de manière plus efficace. Cependant, il est crucial de ne pas négliger la durabilité environnementale dans ces développements. Dans ce résumé étendu, nous aborderons en premier lieu l'impact des villes intelligentes sur la gestion des ressources, avant de nous intéresser aux nouveautés dans le secteur médical. Ensuite, nous finirons par une discussion des défis et opportunités afin d'assurer une durabilité environnementale ainsi qu'un avenir meilleur.

II. ÉTAT DE L'ART

A. L'Intelligence Artificielle et les Soins de Santé

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans les systèmes de santé mobiles a pris une nouvelle dimension avec le développement du modèle de deep learning, InceptionTime v3, pour prédire les AVC. Ce modèle est entraîné et évalué à partir des signaux EMG de la base de données Physionet.

Parallèlement, des signaux ECG à 12 dérivations sont utilisés pour développer un réseau de neurones profond capable de classer 12 types de signaux, tandis que les signaux ECG à dérivation unique permettent la classification de 9 classes de signaux. Cette approche vise à améliorer le diagnostic des AVC, offrant une solution mobile et efficace [1].

D'autant plus que l'Intelligence Artificielle montre un potentiel immense dans la gestion des risques des industries de la santé dans les villes intelligentes. Un article met en avant le rôle crucial des systèmes de gestion des risques soutenus par l'IA, avec des bénéfices tels qu'une meilleure réactivité et précision des interventions médicales. Cependant, des défis persistants, comme le manque de transparence, la sécurité des données et la confidentialité des informations médicales, doivent être surmontés pour une adoption généralisée [2].

La pandémie du COVID-19 a mis en avant l'importance des avancées technologiques dans le secteur de la santé, affectant les individus sur les plans physique, mental et social [9][10][11]. L'utilisation de technologies telles que l'Internet des objets (IoT), l'IA et les drones ont permis la surveillance à distance des patients, la gestion des admissions hospitalières et la distribution de médicaments essentiels. Les données proviennent de diverses sources, incluant des rapports sur la pandémie, des statistiques sur les lits d'hôpitaux et le nombre de médecins en Inde, ainsi que des informations sur le gaspillage de doses de vaccin. Ces références montrent l'impact positif de l'IoT et de l'IA dans la gestion de la pandémie, offrant des perspectives prometteuses pour l'avenir des soins de santé intelligents [5].

En résumé, l'IA et les technologies associées transforment les systèmes de santé, améliorant la prédiction et le diagnostic des maladies ainsi que la gestion des crises sanitaires et des risques dans les villes intelligentes. Malgré les défis en matière de sécurité des données et de confidentialité, les bénéfices potentiels sont considérables, promettant une amélioration continue des soins de santé à l'échelle mondiale.

B. Infrastructures des hôpitaux intelligents et connectés

L'impact des technologies 5G dans le secteur de la santé est au centre d'un article qui évalue comment l'utilisation de cette technologie, associée à l'IA, à la réalité augmentée et virtuelle, et à l'informatique en nuage, peut améliorer les soins de santé. L'article examine en détail les applications spécifiques de la 5G dans les hôpitaux intelligents, notamment la détection des signaux et la réduction de la puissance de crête, mesurée par le « PAPR » (Peak-to-Average Power Ratio). Cette métrique est cruciale dans les communications sans fil, en particulier pour les systèmes à modulation multi-ondes (MCW) car cela permet d'évaluer l'efficacité des signaux transmis. En outre, l'article aborde les défis et solutions pour le déploiement réussi des hôpitaux intelligents, tout en mettant l'accent sur l'importance d'une infrastructure solide et fiable. Parallèlement, un autre article se concentre sur l'adoption de modèles de données sémantiques communs pour garantir l'interopérabilité des applications de santé numérique, en mettant en avant l'utilisation des normes FHIR (Fast Healthcare Interoperability

Resources) [4]. Les données utilisées incluent des variables issues du processus de dépistage, des informations démographiques, des antécédents médicaux, le contexte social et d'autres détails médicaux. Les indicateurs clés utilisés pour évaluer l'efficacité de ces applications sont les KPI (Key Performance Indicators), regroupés en cinq grandes catégories : cliniques, expérience rapportée par les patients/utilisateurs, résultats rapportés par les patients, productivité et données économiques. Ces indicateurs sont essentiels pour mesurer l'impact des applications de santé numérique sur la qualité des soins, l'expérience des patients et l'efficacité économique.

C. Sécurité et Confiance dans les Applications de Santé

Cet article se concentre davantage sur l'état de l'art dans le domaine, en synthétisant les avancées récentes dans l'intégration de l'IA et de la blockchain dans les applications de l'Internet des Objets Médicaux (MedIoT). L'objectif principal est d'explorer comment ces technologies peuvent révolutionner la prestation des soins de santé en améliorant les diagnostics, la gestion des données médicales, la confidentialité des patients et les soins efficaces. En intégrant l'IA, les diagnostics deviennent plus précis et plus rapides, tandis que la blockchain assure une gestion sécurisée et transparente des données médicales, protégeant ainsi la vie privée des patients. De plus, l'article identifie les défis actuels tels que la complexité technologique, les préoccupations en matière de sécurité des données et l'adoption par les professionnels de la santé. Il fournit également des orientations pour les recherches futures afin d'améliorer la sécurité des données et d'assurer des soins de santé plus efficaces et centrés sur le patient. En résumé, l'intégration de l'IA et de la blockchain dans le MedIoT promet de transformer les soins de santé en offrant des solutions plus intelligentes, plus sûres et plus centrées sur le patient.[6]

D. Applications de l'IA en imagerie médicale

Dans cette section, nous allons explorer des articles qui apportent des éclairages variés sur l'application des avancées numériques sur l'imagerie médicale. Un domaine où ces technologies s'avèrent être en effet un atout capital qui permettraient de dépasser le seuil de la médecine traditionnelle. L'utilisation des techniques d'apprentissage profond (Deep Learning) repoussent les barrières diagnostiques classiques en maximisant l'utilisation des images médicales même lorsqu'elles sont incomplètes ou fragmentées. Le processus de reconstruction d'images éparses est extrêmement important afin de compenser les limitations des données réduites. C'est en générant des images de haute qualité en dépit d'informations initiales partielles, que les méthodes modernes ouvrent de nouvelles possibilités vers la surveillance à distance favorisant ainsi des soins plus personnalisés [12]. Cette capacité à améliorer la qualité des données constitue une évolution majeure contribuant ainsi à offrir des soins plus adaptés aux patients.

De plus, les récents progrès dans l'optimisation de l'intelligence artificielle renforcent cette tendance. Par exemple, les améliorations apportées au modèle VGG16 afin de classer des tumeurs cérébrales pour renforcer les résultats des examens de radiologie. En ajustant ce modèle, l'IA peut dorénavant mieux classer les images IRM facilitant alors la prise de décisions thérapeutiques plus ciblées et contribuant à des traitements plus adaptés aux besoins des malades. [13]

En outre, l'intégration des nouvelles technologies est une révolution dans le secteur médical est marquée par une étape importante et décisive, répondant ainsi aux défis de la médecine moderne.

III. DISCUSSION

Cette revue de la littérature offre un aperçu global des connaissances sur les technologies modernes dans le domaine médical. Les études récentes se concentrent principalement sur l'application de l'intelligence artificielle (IA) et des technologies associées, telles que l'Internet des objets (IoT) et le cloud computing. Cependant, elles présentent une limite majeure : elles n'abordent pas suffisamment les aspects de durabilité environnementale ni les défis pratiques liés à l'intégration de pratiques durables dans la conception des systèmes de santé intelligents. Bien que certains articles mentionnent l'importance de concilier innovation technologique et responsabilité écologique, ils manquent d'analyses approfondies sur les solutions concrètes. De plus, certains se concentrent uniquement sur les avantages technologiques, en négligeant les implications environnementales. Ce manque récurrent de prise en compte des enjeux écologiques représente un obstacle important pour un avenir véritablement durable dans le domaine de la santé.

A. Analyse des implications des résultats existants

Les résultats des articles analysés offrent des perspectives variées mais complémentaires sur l'intégration des technologies avancées et des pratiques durables dans le secteur de la santé. En revanche, un autre met en lumière les bénéfices des technologies comme la 5G et l'IA dans le domaine de la santé tout en insistant sur la nécessité de prendre en compte la durabilité environnementale. De plus, certains articles abordent les implications de l'utilisation de la blockchain et de l'IA dans les applications médicales IoT (MedIoT), soulignant la nécessité d'assurer la fiabilité, la sécurité et l'explicabilité des technologies. Un dernier article se concentre sur les technologies mobiles et les capteurs sans fil pour la prédiction des AVC, démontrant l'efficacité des modèles d'apprentissage profond dans la surveillance à distance des patients.

B. Identification des lacunes de la littérature actuelle

La littérature actuelle sur l'IA dans le domaine de la santé révèle plusieurs lacunes importantes. D'une part, il y a un manque d'études approfondies sur l'évolutivité des solutions d'interopérabilité et sur l'intégration d'outils conviviaux pour la gestion des ressources FHIR. Les implications éthiques liées à la confidentialité des données sont également insuffisamment explorées. Par ailleurs, les défis liés à l'intégration de pratiques durables dans les systèmes de santé intelligents ne sont que rarement abordés. De plus, l'intégration des dispositifs MedIoT avec des systèmes blockchain pose des problèmes de sécurité des données et d'interopérabilité. Pour les systèmes de gestion des risques assistés par l'IA, les lacunes incluent l'absence d'études longitudinales sur leur efficacité, ainsi que l'impact sur diverses populations. Il existe aussi peu de recherches sur les implications éthiques et les expériences des patients, ainsi que sur les analyses coûts-bénéfices nécessaires pour évaluer l'impact économique de ces systèmes.

C. Suggestions pour les recherches futures

Pour combler ces lacunes, il est crucial de considérer des orientations de recherche futures qui fourniront un cadre complet pour l'intégration durable de l'IA et des mégadonnées dans les soins de santé. Une attention particulière doit être accordée à l'informatique "verte", qui vise à réduire la consommation d'énergie dans les systèmes de santé intelligents. Certaines mesures pratiques incluent la

collaboration entre les secteurs public et privé, l'adoption de réglementations environnementales plus strictes, et l'investissement accru dans la recherche pour des technologies vertes. Promouvoir la télémédecine et utiliser l'IA pour optimiser la gestion des ressources sont d'autres stratégies essentielles.

CONCLUSION

La présente étude conclut que l'intégration de l'intelligence artificielle (IA), des données massives (BD) et des technologies sophistiquées dans les systèmes de santé intelligents peut grandement améliorer les résultats pour les patients ainsi que l'efficacité et la prestation des soins de santé. Ces innovations présentent des solutions prometteuses pour le traitement personnalisé, l'analyse prédictive et la surveillance de la santé en temps réel, qui ont le potentiel de révolutionner le domaine médical. Néanmoins, cette avancée technologique doit être équilibrée par un effort consciencieux en faveur de la pérennité écologique. La littérature existante met en évidence le potentiel de transformation de ces technologies, mais aussi un certain nombre de lacunes critiques. Bien que le Big Data et l'IA présentent plusieurs avantages établis dans le domaine médical, leurs effets sur l'environnement ne sont pas encore bien compris. Les recherches futures devraient se concentrer sur la création et le déploiement de technologies respectueuses de l'environnement, encourager la collaboration intersectorielle et cultiver une compréhension plus large de la durabilité environnementale au sein du secteur des soins de santé afin de combler ces lacunes. Pour assurer un avenir véritablement intelligent et durable, il faut s'assurer que les systèmes de santé intelligents soient autant sophistiqués sur le plan technologique que sur le plan écologique pour un avenir plus durable et prouver qu'une coexistence pacifique entre l'innovation de pointe et la gestion environnementale est possible et atteignable par les parties prenantes, démontrant un équilibre dans les deux disciplines.

REFERENCES

- [1] Bassant M. Elbagoury, Rytis Maskeliunas, Marwa Zaghaw, Nabil Kamela, Novel Inception Deep Learning model for Mobile AI Stroke Prediction system: AI Research and Industry Perspectives for Connected Health, 6 th International Conference on Computing and Informatics 2024). J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] Ibrahim Alrashdi, Md Altab Hossin, M. M. Kamruzzaman AI-Assisted Risk Management Systems in Healthcare Industries of Smart Cities, 2023 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps): Workshop on Edge-AI and IoT for Connected Health.
- [3] Arun Kumar, Aziz Nanthaamornphong, R. Selvi, J. Venkatesh d, Mohammed H. Alsharif , Peerapong Uthansakul, Monthippa Uthansakul, Evaluation of 5G techniques affecting the deployment of smart hospital infrastructure: Understanding 5G, AI and IoT role in smart hospital, Received 26 June 2023; Received in revised form 1 October 2023; Accepted 30 October 2023, Available online 6 November 2023 1110-0168/© 2023 THE AUTHORS. Published by Elsevier BV on behalf of Faculty of Engineering, Alexandria University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license.
- [4] Emmanouil S. Rigas, Paris Lagakis, Makis Karadimas,

Evangelos Logaras, Dimitra Latsou, Magda Hatzikou, Athanasios Poulakidas, Antonis Billis, Panagiotis D. Bamidis, Semantic interoperability for an AI-based applications platform for smart hospitals using HL7 FHIR, Received 17 August 2023; Received in revised form 11 May 2024; Accepted 14 May 2024, Available online 16 May 2024 0164-1212/© 2024 The Authors. Published by Elsevier Inc.

- [5] Shalini Vermani, Smart Healthcare: Future Applications & Challenges, 2023 10th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom).
- [6] Ellis Solaiman, Christa Awad, 2023, Trust and Dependability in Blockchain-Based Medical Internet of Things Applications: Research Challenges and Future Directions.
- [7] Federica Lucivero, Big Data, Big Waste? A Reflection on the Environmental Sustainability of Big Data Initiatives, Science and Engineering Ethics (2020) 26:1009–1030
- [8] Stoney Brooks, Xuequn Wang, Saonee Sarker, Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature.
- [9] W. Eggers, "Governments' Response to Covid-19: From Pandemic Crisis to a Better Future", Deloitte Insights, 2020. Available at Governments respond to Covid-19 | Deloitte Insights
- [10] RS Yadav, "Data analysis of COVID-2019 epidemic using machine learning methods: a case study of India", International Journal of Information Technology, Vol. 12 (4), PP. 1321- 1330, Dec. 2020/
- [11] M Yamin, "Counting the cost of COVID-19", International Journal of Information Technology Vol 12(2), PP 311-317, June 2020
- [12] Saravanan S, P. Malin Bruntha, Iwin Thanakumar Joseph S, Suresh Subramanian, G. Naveen Sundar, D. Narmadha, Reconstruction of Medical Images from Sparse Data: A Deep Learning Approach, 2024 5th International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics (ICMCSI)
- [13] Ankita Mitra, K. Sridar, S. Rathna, Rini Chowdhury, Prashant Kumar, Glory E, Optimizing Brain Tumor MRI Classification Using Modified Vgg16 Model, 2024 International Conference on Intelligent Algorithms for Computational Intelligence Systems (IACIS)