

Sujet 2 : Étude Comparative de Méthodes Statistiques Paramétriques et d'Approches Hybrides pour la Détection d'Anomalies dans les Données Médicales

Encadrante : Mme Ibtissem Cherni

Résumé

La détection d'anomalies dans les données médicales est un enjeu majeur pour le diagnostic précoce, la surveillance des patients et l'aide à la décision clinique. Les anomalies peuvent correspondre à des événements pathologiques, des dysfonctionnements de capteurs biomédicaux ou des évolutions anormales de paramètres physiologiques. Les méthodes statistiques paramétriques offrent un cadre rigoureux et interprétable pour modéliser le comportement physiologique normal, tandis que les approches basées sur l'intelligence artificielle permettent de traiter la complexité et la variabilité des données médicales.

Ce sujet propose une **étude comparative entre une méthode statistique paramétrique classique et une approche hybride combinant modélisation statistique et apprentissage automatique**, appliquées à la détection d'anomalies dans des données médicales, tout en mettant l'accent sur l'interprétabilité et la fiabilité des résultats.

Objectifs principaux

1. Modéliser le comportement physiologique normal à l'aide de lois statistiques paramétriques adaptées.
2. Estimer les paramètres statistiques à partir de données médicales réelles (signaux ou données cliniques).
3. Définir des critères de détection d'anomalies basés sur la vraisemblance et les tests statistiques.
4. Développer une approche hybride intégrant des techniques d'apprentissage automatique.
5. Comparer les performances, la robustesse et l'interprétabilité des deux approches.

Description des approches

Approche 1 : Méthode statistique paramétrique

- Modélisation des paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, pression artérielle, signaux ECG, etc.)
- Estimation paramétrique (MLE, MAP)
- Détection par scores statistiques et tests paramétriques

- Forte interprétabilité clinique

Approche 2 : Méthode hybride statistique–IA

- Extraction de caractéristiques statistiques des signaux médicaux
- Utilisation d’algorithmes d’apprentissage automatique (clustering, auto-encodeurs, isolation-based methods)
- Combinaison des scores statistiques et IA
- Amélioration de la détection d’anomalies complexes

Domaine d’application

Données médicales et biomédicales

- Surveillance de patients
- Détection précoce de pathologies
- Analyse de signaux physiologiques (ECG, EEG, capteurs biomédicaux)

Mots-clés

- Détection d’anomalies
- Données médicales
- Estimation paramétrique
- Méthodes hybrides Apprentissage automatique
- Aide au diagnostic

Références récentes (sélection)

1. Clifton, D. A., et al. (2019). *Gaussian Processes for Personalized e-Health Monitoring*. IEEE TBME.
2. Chalapathy, R., & Chawla, S. (2019). *Deep Learning for Anomaly Detection: A Survey*. ACM CSUR.
3. Ruff, L., et al. (2021). *Unifying Deep and Shallow Anomaly Detection*. Proceedings of the IEEE.
4. Rajpurkar, P., et al. (2020). *Deep Learning for ECG Analysis*. Nature Medicine.
5. Aggarwal, C. C. (2023). *Outlier Analysis*. Springer.