

All-in-one: une méthode neuronale pour la détection de la démence

Ahmad Tay, Mohamed Djallel Dilmi

Efrei Research Lab, Paris-Panthéon-Assas University, Paris 2,
30-32 Av. de la République, Villejuif, 94800, France
ahmad.tay@efrei.fr djallel.dilmi@efrei.fr

1 Introduction

La détection précoce de la démence est essentielle pour ralentir la progression de cette maladie. Les avancées en intelligence artificielle dans l'analyse des données vocales, ont ouvert la voie à des systèmes de diagnostic non-invasifs, et plus récemment, à des solutions intégrables sur des dispositifs portables. Ces dispositifs permettent une surveillance continue, pratique, et efficace des patients, facilitant ainsi la détection précoce des signes de déclin cognitif.

Cependant, les méthodes classiques reposent souvent sur des pipelines en plusieurs étapes, où des techniques de réduction de dimensionnalité, comme l'ACP, sont combinées à des modèles d'apprentissage pour la classification. Ces approches multi-étapes, ont démontré une performance prometteuse dans la détection de la démence à partir de données vocales.(Javeed et al., 2023). Bien que l'ACP classique soit efficace pour réduire la dimensionnalité en préservant la variance globale des données, elle présente certaines limitations dans des tâches de classification : elle n'utilise pas les informations de classe, ce qui signifie qu'elle traite toutes les observations de manière égale, indépendamment de leur appartenance à des classes spécifiques, ce qui rend difficile la distinction entre ces classes dans l'espace réduit.

Pour répondre à cette contrainte, une technique plus adaptée, appelée ACP dépendante de la classe (CDPCA) (Sharma et al., 2006), est utilisée. Contrairement à l'ACP classique, la CDPCA prend en compte les informations de classe lors de la réduction de dimensionnalité, en optimisant la projection pour maximiser la séparation entre les classes. En particulier, l'ACP dépendante de la classe est utilisée pour extraire des caractéristiques pertinentes avant la phase de classification.

Toutefois, la complexité des processus de feature engineering et de classification rend difficile leur intégration sur des plateformes matérielles à faible puissance, telles que les microcontrôleurs, limitant ainsi leur utilisation pratique dans des dispositifs portables ou des applications embarquées pour la détection quotidienne de la démence.

2 Approche méthodologique

Nous proposons une architecture intégrée ALL-in-one qui fusionne l'étape de projection et le classificateur neuronal dans un seul réseau neuronal. Cette approche permet de combiner à la fois l'extraction des caractéristiques via CDPCA et la classification dans un unique modèle, ce qui réduit la complexité computationnelle et les ressources nécessaires pour le déploiement sur

All-in-one: une méthode neuronale pour la détection de la démence

des microcontrôleurs. En unifiant ces processus, nous obtenons une architecture plus compacte, légère, et optimisée pour un embarquement sur des architectures à faible puissance.

Cette approche présente plusieurs avantages. Elle optimise l'ACP classique en maximisant la séparation entre les classes, rendant la classification plus précise et efficace. En intégrant les étiquettes de classe, CDPCA améliore la représentation des caractéristiques et gère mieux les données complexes ou déséquilibrées. De plus, elle réduit l'empreinte mémoire et améliore l'efficacité énergétique, ce qui est crucial pour les microcontrôleurs et dispositifs portables. Enfin, cette architecture simplifie l'intégration dans des systèmes embarqués, permettant une surveillance continue et non invasive des patients.

3 Expérimentations

Nous prévoyons de réaliser des tests approfondis pour évaluer la performance de notre modèle embarqué. Nous anticipons que l'approche ALL-in-one non seulement détectera efficacement les signes de démence avec une précision comparable, voire supérieure, à celle des pipelines traditionnels, mais qu'elle le fera également avec une empreinte mémoire beaucoup plus réduite, facilitant son déploiement sur des architectures de microcontrôleurs. Les premiers tests seront réalisés sur le jeu de données Dementia Bank Dataset (Becker et al., 1994), afin d'évaluer la performance de notre modèle. Si les résultats confirment une amélioration en termes de précision de classification par rapport aux méthodes traditionnelles, cela ouvrira la voie à une intégration efficace de cette solution dans des dispositifs portables pour un suivi continu et non invasif des patients à risque de démence.

Références

- Becker, J. T., F. Boiler, O. L. Lopez, J. Saxton, et K. L. McGonigle (1994). The natural history of alzheimer's disease : description of study cohort and accuracy of diagnosis. *Archives of neurology* 51(6), 585–594.
- Javeed, A., A. L. Dallora, J. S. Berglund, A. Ali, L. Ali, et P. Anderberg (2023). Machine learning for dementia prediction : a systematic review and future research directions. *Journal of medical systems* 47(1), 17.
- Sharma, A., K. K. Paliwal, et G. C. Onwubolu (2006). Class-dependent pca, mdc and lda : A combined classifier for pattern classification. *Pattern Recognition* 39(7), 1215–1229.

Summary

Early detection of dementia is crucial to slow disease progression. Previous methods using class-dependent PCA and multilayer neural networks have shown effectiveness but require specific adaptations for microcontroller deployment. We propose an ALL-in-one architecture that integrates PCA projections and a neural classifier into a unified network, combining feature engineering and classification. This approach yields a lightweight model suitable for microcontroller architectures, facilitating its daily use in early dementia detection.