Proposition de sujet de Stage Master2
[TEMPO - Transformers pour l'analyse de Séries Temporelles]

Contexte scientifique

Le projet TEMPO s'intéresse à la caractérisation continue des états de systèmes dynamiques à partir de flux de données. Les équipes Automatique et Image-Vision du laboratoire PRISME partagent un intérêt pour les modèles temporels, appliqués notamment au diagnostic et au pronostic industriels et à l'analyse comportementale animale. Les Transformers permettent de modéliser des dépendances entre observations, mais leur coût d'attention, la gestion du contexte à long terme et les besoins en données annotées limitent leur application à des flux continus.

Problématique

Dans quelle mesure les architectures Transformers dotées de mécanismes de mémoire permettent-elles de caractériser de façon continue et cohérente l'état latent d'un système dynamique, avec un coût de calcul et de mémoire compatible avec le traitement de flux de données ?

Objectifs

- Établir un état de l'art des Transformers pour longues séries temporelles et des mécanismes de mémoire.
- Implémenter un Transformer de référence et une ou deux architectures à mémoire (par exemple Transformer-XL ou Recurrent Memory Transformer).
- Étudier la représentation et la cohérence temporelle des états latents estimés.
- Comparer précision, stabilité, latence, temps de calcul et consommation mémoire.

Travaux proposés

Le stage débutera par une étude bibliographique et la définition d'un protocole expérimental reproductible. Le stagiaire sélectionnera des architectures représentatives, préparera des données temporelles, puis conduira des expérimentations sur un cas principal. Une validation complémentaire pourra être envisagée dans l'autre domaine applicatif du projet. Les résultats seront analysés en fonction de la longueur des séquences et des contraintes de traitement continu.

Applications envisagées

• Maintenance prédictive : séries temporelles de capteurs industriels, avec possibilité d'explorer des données de roulements (FEMTO-PRONOSTIA ou IMS, sous réserve de validation).
• Analyse comportementale animale : séries temporelles de caractéristiques ou de postures extraites de vidéos, selon les données disponibles.
• Les jeux de données exacts seront définis avec les encadrants.

Livrables attendus

Synthèse bibliographique, codes sources documentés, protocole expérimental reproductible, résultats comparatifs, rapport de stage et présentation orale. Les résultats pourront contribuer à une publication scientifique dans le cadre du projet TEMPO.

Profil recherché

Étudiant(e) en Master 2 IA, informatique, automatique, traitement du signal ou science des données. Compétences souhaitées : Python, PyTorch, apprentissage profond, analyse de séries temporelles et évaluation expérimentale.

Informations pratiques

Durée indicative : 5 à 6 mois à partir du mois de février 2027.
Structure d'accueil : laboratoire PRISME (UR 4229), Université d'Orléans – INSA Centre Val de Loire. Localisation : IUT de l'Indre, Site de Châteauroux (36).
Encadrement scientifique envisagé : Dr. Xavier Desquesnes et Dr. Pascal Vrignat.

Les modalités d'accueil et de gratification

Crous et services associés à disposition, bus gratuits.
Gratification selon le respect des modalités nationales.

Bibliographie et références scientifiques

[1] Wen *et al.,* "Transformers in time series: A survey," Preprint, 2022
[2] T. S. Stangeland, A. Köhler, S. Mæland, and A. R. Rivera, "Progressive Memory Transformer: Memory-Aware Attention for Time-Series," Preprint, 2026
[3] A. Bulatov, Y. Kuratov, and M. Burtsev, "Recurrent memory transformer," Advances in neural information processing systems, vol. 35, pp. 11079-11091, 2022
[4] T. Aggab, M. Avila, **P. Vrignat**, F. Kratz, "Unifying Model-Based Prognosis with Learning-Based Time Series Prediction Methods. Application to Li-Ion Battery", IEEE Systems Journal,pp. 1-10, 2021
[5] **P. Vrignat**, F. Kratz, and M. Avila, Sustainable manufacturing, maintenance policies, prognostics and health management: A literature review. Reliability Engineering & System Safety, vol. 218, Part A, p. 108140, (Best paper award, Certificate of Excellence, Astrophysics and Astronomy), 2022
[6] L. Handayani, **P. Vrignat**, and F. Kratz, "HSMM Multi-Observations for Prognostics and Health Management", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, pp.1-23., 2024
[7] I. Wardhana, A.Gouiaa-Mtibaa, **P. Vrignat**, and F. Kratz, "Enhancing Power-to-X Reliability Via Bearing Health Index and Fault Prediction Time", Journal of Power Sources, vol. 678, 2026
[8] S. Aouyaeb, **X. Desquesnes**, B. Emile, B.Mulot and S. Treuillet, "Intelligent video surveillance for animal behavior monitorging", in ICIAP conference, pp 361-37, 2022
[9] K. Qitout, **X. Desquesnes**, A. Maille, B. Emile, Self-supervised Pose Representation Learning For Nonhuman Primates, in ICPR, CVBMC Workshop, 2026