

MAINTENANCE PRÉDICTIVE RÉINVENTÉE:

Des Modèles SRU Ultra-Optimisés pour l'IA Embarquée

La maintenance prédictive, essentielle pour anticiper les défaillances et réduire les temps d'arrêt, repose souvent sur des modèles complexes comme les LSTMs (Long Short-Term Memory). Cependant, leur coût computationnel élevé et leur besoin en ressources les rendent peu adaptés aux systèmes embarqués. Les architectures embarquées, telles que la VisionFive2 RISC-V, imposent des contraintes sévères en termes de latence, mémoire et énergie, limitant leur capacité à intégrer ces modèles. Cet article explore l'optimisation des LSTMs, leur remplacement par des SRUs (Simple Recurrent Units), et la création d'une version minimale, pour répondre à ces défis.

MÉTHODOLOGIE

Optimisation progressive des modèles

- Transformation d'un LSTM en SRU pour réduire la latence et la consommation.
- Utilisation de techniques comme le pruning (réduction des connexions inutiles) et la knowledge distillation (compression avec transfert de connaissances).
- SRU Minimal : Simplification structurelle des SRUs en supprimant les calculs complexes inutiles pour les tendances à long terme.

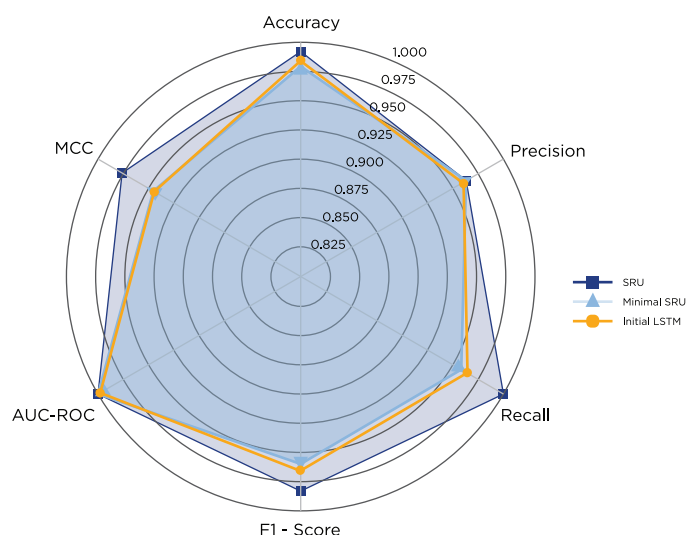


Fig. 6: Predictive metric of initial LSTM and SRU models

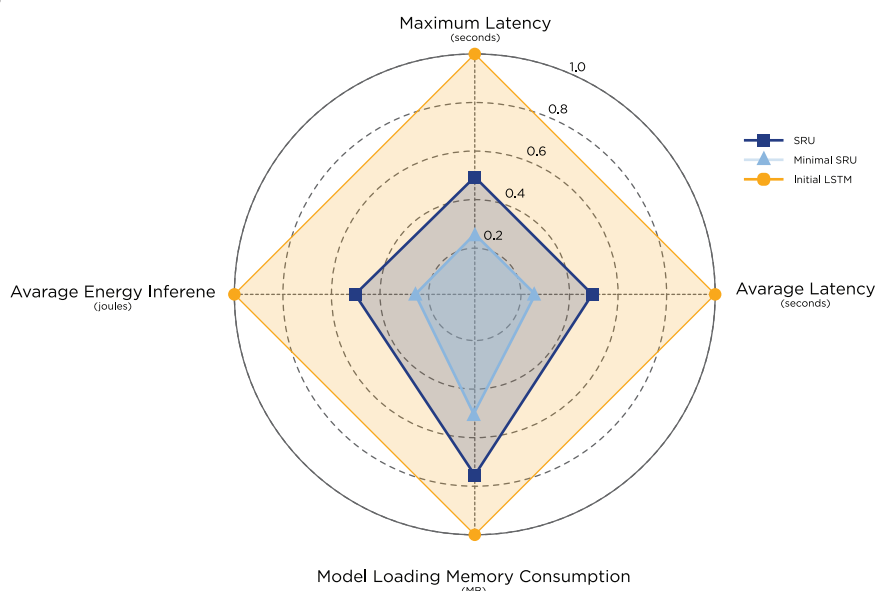


Fig. 7: Enhancement of embedded performance of SRU models compared to the initial LSTM

Évaluation expérimentale:

- Tests sur un jeu de données NASA simulant la dégradation des moteurs turbofan.
- Mesures des performances (précision, rappel, latence, énergie).

RÉSULTATS PRINCIPAUX

- Réduction de latence : Le SRU Minimal réduit la latence de 75% tout en conservant des performances identiques au LSTM initial.
- Optimisation énergétique : Jusqu'à 87% d'économie d'énergie par inférence.
- Précision maintenue ou améliorée : Le SRU distillé conserve une précision de 97.85%.

APPLICATIONS CLÉS POUR L'INDUSTRIE

- IoT et systèmes autonomes : Réduction des besoins en cloud pour des solutions embarquées.
- Aéronautique et industrie lourde : Maintenance des moteurs critiques.
- Optimisation énergétique : Idéal pour les environnements contraints.

PERSPECTIVES

Les SRUs et SRUs Minimal marquent une avancée significative pour les systèmes embarqués. Les travaux futurs viseront à concevoir des architectures SRU sur mesure pour encore améliorer la précision et l'efficacité.

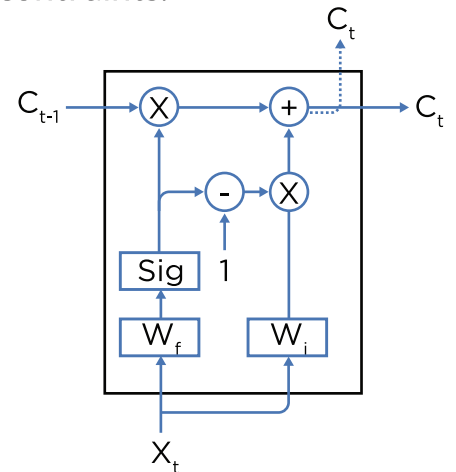


Fig. 3: Diagram of minimal SRU

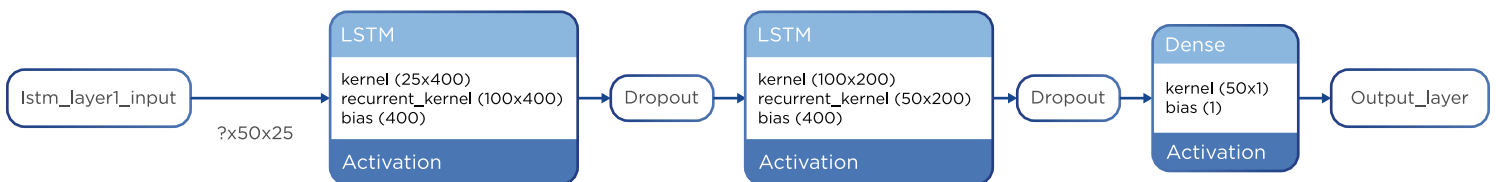


Fig. 4: Model layers

Référence

(PDF) [Optimizing SRU Models for Predictive Maintenance on Embedded Systems \(RISC-V\)](#)