

Evaluation of Spiking Neural Network (SNN) Models for Detection & Classification Using FMCW Radar Data

Auteur : Weber, Tom

Promoteur(s) : Louppe, Gilles

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master : ingénieur civil électricien, à finalité spécialisée en Neuromorphic Engineering

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24951>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

TFE : Evaluation of Spiking Neural Network (SNN) Models for Detection & Classification Using FMCW Radar Data

Authors :

Tom WEBER s203806

Year : 2024-2025

Professor : G. LOUPPE

Supervisor : F. RAYMACKERS

Abstract

Processing radar data presents significant challenges due to its high dimensionality, noise, and temporal complexity, which make extracting robust and efficient features difficult. Spiking neural networks (SNNs) offer a biologically inspired alternative to conventional artificial neural networks (ANNs), with the promise of energy efficiency and temporal information processing. This work aims to evaluate the feasibility of SNN models for classification and detection tasks on frequency-modulated continuous-wave (FMCW) radar data, particularly in the industrial context of BEA.

To address this, a complete dataset of FMCW radar signals was created and automatically annotated using a dedicated tool developed for this project. The dataset was then analyzed to characterize the signals and their variability. Several SNN models were trained and evaluated on the tasks, alongside standard ANN baselines for comparison. The experimental protocol included various neural encoding strategies, rigorous training, and consistent evaluation to ensure fair benchmarking. Performance was assessed in terms of classification accuracy, energy consumption (both theoretical and practical), and suitability for embedded deployment.

Results demonstrate that while ANNs slightly outperform SNNs in accuracy, SNNs offer substantial gains in energy efficiency, making them highly suitable for low-power applications. Furthermore, deployment tests confirm that SNNs can be effectively implemented on classical embedded hardware, offering a promising pathway for low-power radar-based sensing.

This thesis contributes :

- i An automatic annotation tool for FMCW radar data.
- ii A ready-to-use FMCW dataset for BEA applications.
- iii An empirical and conceptual understanding of SNN behavior on radar data.
- iv A detailed evaluation of SNN viability in terms of accuracy and energy consumption.
- v A proof-of-concept embedded implementation that demonstrates integration into existing BEA products.