

Achieving ultra-slow timescales in neuromorphic circuits - Application to neural bursting

Auteur : Graindorge, Pierre

Promoteur(s) : Franci, Alessio

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/20956>

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.

UNIVERSITY OF LIÈGE

FACULTY OF APPLIED SCIENCES

Electrical Engineering: Neuromorphic Engineering

Achieving ultra-slow timescales in neuromorphic circuits

Application to neural bursting

Pierre GRAINDORGE

Supervised by Pr. Alessio Franci

Academic year 2023-2024

Abstract

Neuromorphic engineering seeks to replicate the brain's computational power and energy efficiency in hardware. Current neuromorphic designs, however, face challenges in achieving ultra-slow timescales critical for replicating biological neural behaviors such as realistic bursting patterns. This thesis focuses on addressing these limitations through the design and simulation of neuromorphic circuits capable of ultra-slow dynamics while optimizing area efficiency. Using the Cadence Virtuoso software and a general purpose development kit (GSDK), the work reproduces a reference circuit which mimics biological homeostasis, and incorporates this system to an existing neuron circuit, leading to a new modifiable neuron design. Key advancements include the combined use of a differential pair integrator (DPI) and an automatic gain control (AGC) loop to achieve ultra-slow temporal filtering and new neuromodulation capabilities while avoiding the need for excessively large capacitors. Simulation results demonstrate significant improvements in achieving the desired dynamics with enhanced area efficiency. This work represents a step towards more practical large-scale neuromorphic hardware capable of mimicking complex neural behaviors.