
Master thesis : Fast and Flexible Decision Making using CMOS Hardware

Auteur : Giourgas, Nicolas

Promoteur(s) : Franci, Alessio

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/2268.2/22454>

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.

Fast and Flexible Decision-Making using CMOS Hardware

Giourgas Nicolas

Master of Science in Neuromorphic Engineering

Academic Year 2024-2025

Supervisor: Alessio Franci

Summary

This thesis focuses on the study and implementation of neuromorphic circuits capable of demonstrating multistability and hysteresis, inspired by biological neural processes. The main objective is to design a hardware system that mimics fast and flexible decision-making behavior. The work begins with an introduction to CMOS transistors, the circuits used and their operation. This is followed by a detailed study of bifurcations, feedback loops and the mathematical principles that lead to the existence of several equilibria. Possible equilibrium changes are explored and supported by numerical simulations performed in Julia. These principles are then implemented in an electrical circuit using the Cadence Virtuoso tool. The different simulations demonstrate the behavior of bistable and tristable circuits, with a particular focus on hysteresis loops that highlight state-dependent transitions and region of multistability. Experimental results confirmed theoretical predictions, showing multistable behavior with equilibrium states dependent on initial conditions and input current. This demonstrates the potential of CMOS neuromorphic circuits for low-power, biologically inspired decision-making. In conclusion, the combination of theoretical modeling, circuit simulations, and experimental testing validates the approach and provides insights into the design of energy-efficient and adaptive neuromorphic systems.