

Sujet 2

Cartes auto-organisatrices récurrentes en action

Proposé par : Hervé FREZZA-BUET, Jérémy FIX

Equipe : Biscuit

Informations générales

Encadrants	Hervé FREZZA-BUET, Jérémy FIX	
Adresse	LORIA, Campus Scientifique - BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy	
Téléphone	03 54 95 84 06	
Email	herve.frezza-buet@centralesupelec.fr	jeremy.fix@centralesupelec.fr
Bureau	C 044	

Motivations

L'équipe BISCUIT cherche à développer des modules de calcul génériques, inspirés des descriptions en biologie des processus d'auto-organisation du cortex cérébral. Ces modules informatiques se placent, du fait de cette inspiration, dans la lignée des cartes auto-organisatrices de Kohonen (SOMs) [1], qui sont aujourd'hui une méthode d'apprentissage automatique. Nous prolongeons ces investigations du calcul par cartes auto-organisatrices vers la construction d'architectures complexes multi-cartes, incluant des ré-entrances d'information. Ces ré-entrances permettent d'implémenter des calculs multimodaux, mais également des traitements temporels, sous un formalisme informatique unifié. Autant les SOMs sont aujourd'hui un algorithme de quantification vectoriel bien connu, autant les extensions qui nous intéressent, qui ravivent le questionnement inaugural du type de calcul que réalisent les grands systèmes nerveux auto-organisés, sont à ce jour peu explorées. Ces extensions posent des problématiques informatiques stimulantes : maîtrise des dynamiques de traitement d'information, maîtrise d'architectures avec de nombreux modules, auto-organisation d'un contrôleur en robotique, etc.

Dans le cadre du stage de master, nous nous focaliserons sur la ré-entrance permettant d'aborder les calculs temporels, la multimodalité étant traitée dans une thèse qui se termine [2]. Des travaux de type preuve de concept ont déjà été publiés dans l'équipe sur les aspects temporels [3]. C'est pourquoi nous souhaiterions avancer vers une mise en oeuvre plus opérationnelle de ces idées.

Sujet

Le sujet consiste à partir d'un système simple asservi par un régulateur (de type PID par exemple) à nourrir des cartes auto-organisatrices par des observations de ce système (les signaux d'erreurs et de commande typiquement). Un apprentissage supervisé naïf, qui associerait l'erreur perçue à la commande à exécuter, est vain. En effet, les régulateurs sont justement performants parce qu'ils tiennent compte de l'évolution temporelle de l'erreur.

En revanche, nourrir une architecture de cartes multi-modales (l'une prenant en charge l'erreur, l'autre la commande par exemple, voire une troisième les associant, ...) permettrait d'apprendre par imitation le comportement du régulateur, sous réserve que la temporalité des signaux observés soit effectivement gérée par l'architecture.

Ce contexte simple, mais réaliste, permet de définir un cadre expérimental très contrôlé, duquel une étude empirique et théorique du comportement des cartes est possible. Par exemple, la qualité de l'asservissement appris par la carte peut être comparée à la qualité de l'asservissement du régulateur par des critères quantitatifs, afin de qualifier la prise en compte de la temporalité par l'architecture.

Une extension vers un contrôle optimal sans la supervision de l'apprentissage par un régulateur externe pourra-t-elle être envisagée selon l'avancée des travaux, ouvrant la voie vers une approche de type apprentissage par renforcement. En effet, c'est l'objectif visé à terme par ces approches, afin de montrer que les architectures de cartes auto-organisatrices peuvent permettre à un animal¹ de se construire, en interagissant avec son environnement, un répertoire comportemental adapté à ses besoins.

1. robot autonome, animal artificiel.

Cadre du travail

Le stage s'effectuera au Loria, un poste de travail sera fourni. Des bonnes notions d'Intelligence Artificielle sont attendues, notamment en ce qui concerne la quantification vectorielle et l'auto-organisation. Les développements se feront sous Linux, à l'aide d'outils disponibles dans l'équipe pour la mise en œuvre d'architectures multi-cartes [4]. Le travail pourra être réalisé en tout ou partie sur le site de Nancy ou sur le site de Metz (campus de CentraleSupélec).

Références

- [1] T. Kohonen *Self-organized formation of topologically correct feature maps* in Biological Cybernetics, vol. 43(1), pp. 59–69, 1982.
- [2] Noémie Gonnier and Yann Boniface and Hervé Frezza-Buet *Input Prediction Using Consensus Driven SOMs*. ISCFI, Conference on Soft Computing & Machine Intelligence, Nov 2021.
- [3] Jérémy Fix and Hervé Frezza-Buet *Look and Feel What and How Recurrent Self-Organizing Maps Learn*. WSOM 19, 976, pp. 3–12, 2020, Advances in Intelligent Systems and Computing.
- [4] Hervé Frezza-Buet <https://frezza.pages.centralesupelec.fr/cxsom-web/cxsom/>