

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2011

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

Ces dernières années la compréhension du processus de codage neuronal s'est considérablement améliorée avec l'arrivée de nouvelles méthodes d'acquisition et de nouveaux cadres théoriques d'analyse. Du côté expérimental, les matrices d'électrodes (Multi Electrodes Array) et les méthodes de « spike sorting » permettent d'enregistrer l'activité simultanée de quelques centaines de neurones, avec pour corollaire des avancées significatives sur notre connaissance de la façon dont l'information est codée par les réseaux neuronaux. Ainsi, des expériences récentes sur la rétine ont souligné le rôle des synchronisation de potentiels d'action dans le codage des images rétinienne [1]. Par ailleurs, il a été établi que la rétine était capable, à l'aide de circuits spécifiques, de résoudre des tâches complexes telles que détection de mouvement différentiel, détection d'approche, détection de texture; elle en fournit alors les résultats au cortex visuel via le nerf optique [2]. Du côté théorique il a été montré que les potentiels d'actions émis par la rétine notamment étaient distribués selon des distributions « de Gibbs » dont la forme renseigne sur la structure du réseau sous-jacent et sur la façon dont il

code un stimulus [1,3]. En parallèle, des algorithmes d'analyse statistique de trains de potentiels d'action par distributions de Gibbs ont été développés.

□ Notre équipe, NeuroMathComp en collaboration avec l'équipe INRIA Cortex, a ainsi développé une bibliothèque C++ pour l'analyse de trains de potentiels d'action par distribution de Gibbs (software ENAS (*)) actuellement utilisée pour l'analyse de données rétinienne, en collaboration avec le centre de neurosciences de Valparaiso. Nous avons par ailleurs pu calculer explicitement et rigoureusement la distribution de Gibbs dans le cadre de modèle neuronaux biologiquement plausibles [4]. Enfin, nous avons développé un simulateur rétinien, Virtual Retina (**), qui reproduit le comportement d'une rétine avec une implémentation détaillée des différentes couches rétinienne, proches des caractéristiques biologiques [5,6].

Bien que les résultats de [2] montrent que des circuits spécifiques rétinienne sont capables d'encoder des caractéristiques complexes d'une scène visuelle, ils ne disent pas comment le codage est effectué et quels caractéristiques statistiques du train de potentiels d'action envoyé au cortex visuel sont pertinentes. L'objectif de la thèse est de modéliser ces circuits rétinienne de façon détaillée en s'inspirant des modèles rétinienne existants et de caractériser mathématiquement la statistique des potentiels d'action émis par ces circuits, en activité spontanée ou en présence d'un stimulus, en utilisant le cadre théorique développé dans [3]. Nous voulons mieux comprendre comment des circuits rétinienne spécifiques sont capables d'encoder une information complexe dans un train de potentiels d'action de durée brève mais massivement parallélisée sur un grand nombre de neurones. Des implémentations de ces circuits seront ensuite intégrées au simulateur Virtual Retina de façon à obtenir un simulateur rétinien plus performant.

Contacts:

email: bruno.cessac@unice.fr. Phone: (33) 4 92 38 50 35.

Références.

[1] E. Schneidman, M.J. Berry, R. Segev, and W. Bialek. Weak pairwise correlations imply strong correlated network states in a neural population. *Nature*, 440:1007- 1012, 2006.

[2] Eye Smarter than Scientists Believed: Neural Computations in Circuits of the Retina, Tim Gollisch, Markus Meister, *Neuron* 65, January 28, 2010.

[3] B. Cessac B (2010), "A discrete time neural network model with spiking neurons: II: Dynamics with noise", *Journal of Mathematical Biology*, DOI: 10.1007/s00285-010-0358-4;

[4] B. Cessac « Statistics of spike trains in conductance-based neural networks : Rigorous results », soumis à *J. Mathematical Neuroscience*.

[5] A. Wohrer, P. Kornprobst, "Virtual Retina : A biological retina model and simulator, with contrast gain control", *Journal of Computational Neuroscience*, 2008. (<http://www.springerlink.com/content/6272111282m0lj61/>)

[6] A. Wohrer (2008). Model and large-scale simulator of a biological retina, with contrast gain control, PhD thesis (http://www.gnt.ens.fr/~awohrer/doc/thesis_adrien_wohrer.pdf).

(*) <http://www-sop.inria.fr/odyssee/software/virtualretina/>

(**) <http://enas.gforge.inria.fr/>

URL :

<http://www-sop.inria.fr/members/Bruno.Cessac/>

English version:

URL : <http://www-sop.inria.fr/members/Bruno.Cessac/>