

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 :

Le transport de l'information par les neurones s'effectue par le biais de potentiels d'action ou «spikes». La réponse dynamique d'un réseau de neurones à des stimuli externes est caractérisée par une succession de spikes ("train de spikes"). En conséquence, ces trains de spikes contiennent une information considérable sur les neurones, sur les propriétés synaptiques et la structure du réseau, ainsi que sur le stimulus. Les chercheurs tentent actuellement de décoder cette information. Il s'agit d'un défi ouvert dans le cas de réseaux de neurones biologiques. Cependant les récents progrès sur le plan théorique ouvrent la possibilité de déduire de nombreuses informations sur la structure du réseau et des stimuli à partir des statistiques de train de spikes. En effet, dans [1], nous avons obtenu pour un modèle de réseau de neurones simple, la distribution exacte des trains de spikes comme une fonction des poids synaptiques et

du stimulus. Dans ce même temps, nous avons développé un algorithme permettant de construire un modèle statistique optimal en se basant sur des observations empiriques de trains de spikes [2] (voir la page web <http://enas.gforge.inria.fr/>).

Nous souhaitons travailler sur les développements suivants.

1. Prolonger l'analyse faite dans [1] sur des modèles plus réalistes de réseaux de neurones (conductance base de la dynamique des synapses réaliste avec gap-jonctions). Les outils théoriques utilisés pour cela sont Gibbs distributions et des chaînes avec connectivité complète.
2. Etudier dans quelle mesure ces informations sur le réseau et les stimuli peuvent être obtenus à partir de la connaissance de statistique des trains de spikes.

References.

- [1] B. Cessac, A discrete time neural network model with spiking neurons. II. Dynamics with noise. to appear in J. Math. Biol.
- [2] J.C. Vasquez, B. Cessac, T. Viéville, "Entropy- based parametric estimation of spike train statistics", submitted.

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

English version:

Information transport by neurons is mediated by action potentials or "spikes". The dynamical response of a neural network to external stimuli is manifested by succession of spikes ("spike trains"). As a consequence, spike trains contain an enormous information on neurons and synapses properties, neural network structure and stimulus. People are currently attempting to decode this information. This is still an open challenge when dealing with biological neural networks, but recent advances on theoretical grounds open up the possibility of inferring much information on network structure and stimulus from spike train statistics. Indeed, in [1] we have obtained, in a simple neural network model, the exact distribution of spike trains, with an explicit dependence on synaptic weights and stimulus. At the same time, we have developed an algorithmic procedure allowing one to select an optimal statistical model, constrained by the empirical observations of spike trains [2] (see the web page <http://enas.gforge.inria.fr/>).

We want to work on the following developments.

1. To extend the analysis made in [1] to more realistic neural network models (conductance based with realistic synapse dynamics with gap-junctions). The theoretical tools used for this are Gibbs distributions and chains with complete connections.
2. To investigate to which extent information on the network and stimuli can be obtained from the knowledge of spike train statistics.

References.

[1] B. Cessac, A discrete time neural network model with spiking neurons. II. Dynamics with noise.

to appear in J. Math. Biol.

[2] J.C. Vasquez, B. Cessac, T. Viéville, "Entropy-based parametric estimation of spike train statistics", submitted.

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