

Systèmes dynamiques et Modélisation déterministe

Objectif du cours

On se propose tout d'abord de donner les éléments de base permettant de comprendre le mécanismes biologiques régissant le comportement électrique d'un neurone et permettant la construction des principaux modèles mathématiques en neuroscience. Un neurone peut présenter des comportements dynamiques riches parmi lesquels on trouve des comportements périodiques de spiking, de bursting ou encore des comportements chaotiques. Pour les étudier, nous présenterons dans la suite du cours des méthodes permettant de déterminer toutes les solutions périodiques d'un système dynamique non linéaire. Pour finir, nous décrirons des méthodes d'identification de modèles paramétriques à temps continu à partir de données échantillonnées. Elles seront appliquées aux modèles classiques décrivant le fonctionnement du neurone, ceci pour estimer leurs paramètres non mesurables expérimentalement.

Pré-requis :

EDO, algèbre linéaire, bases en méthodes numériques, programmation (Scilab, C ou autre)

Programme détaillé

- 1. Modélisation déterministe en neurosciences**
 - Biologie du neurone - les bases
 - Le modèle Hodgkin-Huxley et le modèle de Fitzhugh-Nagumo
 - Biologie du neurone – suite (modèles sur l'épilepsie, la CSD...)
- 2. Etude de la périodicité**
 - Solutions périodiques (définition, conditions d'existence et non-existence...)
 - Systèmes de Lur'e
 - Méthodes de Balance Harmonique et de la Fonction Descriptive
 - Applications: le modèle de FitzHugh-Nagumo
- 3. Identifiabilité et estimation de paramètres**
 - Notions sur les modèles paramétrés, identifiabilité, sensibilité paramétrique
 - Définition et choix du critère pour estimer les paramètres
 - Méthodes numériques classiques d'estimation de paramètres
 - Mise en œuvre pratique sur les modèles de Hodgkin-Huxley et de Fitzhugh-Nagumo

Bibliographie

1. Ermentrout, G. B., & Terman, D. H. (2010). *Mathematical foundations of neuroscience* (Vol. 35). Springer Science & Business Media.
2. Mees, A. I. (1981). *Dynamics of feedback systems*. John Wiley & Sons, Inc.
3. Tarantola, A. (2005). *Inverse Problem Theory and methods for model Parameter Estimation*, SIAM.
4. Walter, E., & Pronzato, L. (1997). *Identification of Parametric Models from Experimental Data*, Springer-Verlag, Berlin.