

Détection d'arythmie cardiaque à partir de la reconstruction dans l'espace de phase.

Mahamat Hassan Adam[†], Jacquir Sabir & Binczak Stéphane

Université de Bourgogne Franche-Comté, Arts et Métiers - Laboratoire LE2I UMR 6306 Ailes des sciences de l'ingénieur BP 47870 21078 Dijon Cedex

[†]hassan.adam.mahamat@gmail.com

Un signal biologique ou physiologique est intrinsèquement non linéaire. Les méthodes linéaires ne sont pas donc appropriées pour caractériser ce type de signal de façon absolue. Le traitement par des méthodes non linéaires est mieux approprié et adéquat. Bien qu'un signal physiologique puisse contenir des motifs non linéaires, sa non linéarité ne peut être reflétée que lors de sa mesure. Il existe des méthodes qui permettent de vérifier la présence ou l'absence de linéarité dans un signal telles que l'analyse des données SDA (Surrogate Data Analyse) développées par [1]. Dans le but de discriminer les différentes dynamiques dans un signal physiologique, une analyse de ses états récurrents peut être pertinente, et permet d'extraire un maximum d'information comme présenté par [2]. Des travaux utilisant des outils de la théorie des systèmes dynamiques non linéaires pour la détection des anomalies dans les signaux physiologiques sont également décrits dans [3]. Dans ces travaux, nous proposons de reconstruire dans l'espace de phase, les trajectoires d'un électrocardiogramme (ECG). L'espace des phases d'un système dynamique possède m dimensions. Dans le cas d'un processus stochastique, le nombre des dimensions de l'espace des phases est directement lié à l'ensemble des variables dynamiques obéissant à un système d'équations différentielles du premier ordre. Dans le cas d'un signal physiologique clinique ou expérimental, l'espace des phases du système sous-jacent doit être construit malgré le fait que l'on ignore, à priori sa dimension. Une série temporelle peut être reconstruite dans un espace multidimensionnel ou dans un espace de coordonnées à délai temporel en utilisant la méthode de Takens [4]. Le signal reconstruit aura la forme :

$$x_n(m, \tau) = (x_n, x_{n+\tau}, \dots, x_{n+(m-1)\tau}), \quad (1)$$

où m est la dimension de plongement calculé avec la méthode des faux voisins [4] et τ le délai temporel [5]. Les résultats de nos travaux ont montré que l'espace de phase reconstruit à partir d'un signal temporel expérimental ou clinique permet aisément de distinguer les comportements normaux et arythmiques [6].

Références

1. T. SCHREIBER AND A. SCHMITZ , Improved surrogate data for nonlinearity tests, *Physical Review Letters* **77** (4), 635 (1996).
2. N. NAVORET, S. JACQUIR, G. LAURENT, AND S. BINCZAK , Detection of complex fractionated atrial electrograms using recurrence quantification analysis, *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* **60** (7), pp. 1975-1982 (2013).
3. S. JACQUIR, B. XU, S. BINCZAK, AND J.-M. BILBAULT , Détection d'anomalie dans les signaux physiologiques, *Le Vivant Critique et Chaotique*, pp. 293-332 (2015).
4. H. KANTZ AND T. SCHREIBER, Nonlinear time series analysis, *Cambridge university press*, **7**, (2004).
5. A. M. ALBANO, J. MUENCH, C. SCHWARTZ, A. MEES, AND P. RAPP , Singular-value decomposition and the Grassberger-Procaccia algorithm, *Physical Review A* **38** (6), 3017 (1988).
6. B. XU, S. JACQUIR, G. LAURENT, J.-M. BILBAULT, AND S. BINCZAK, Analysis of an experimental model of in vitro cardiac tissue using phase space reconstruction, *Biomedical Signal Processing and Control*, **13**, pp. 313-326 (2014).