Analyse non linéaire de signaux cardiologiques en vue d'applications cliniques

Travail de fin d'études présenté par
Pierre-Antoine ABSIL
en vue de l'obtention du grade d'ingénieur civil physicien.
Année académique 1997-1998.
Promoteur: Rodolphe SEPULCHRE*

*Institut d'électricité Montefiore B28, Université de Liège,
4000 Liège Sart Tilman, Belgique.
email: sepulchre@montefiore.ulg.ac.be. Fax: +32-4-366 29 89

RÉSUMÉ

Ce travail est consacré à l'étude des séries RR, qui fournissent les durées des révolutions cardiaques successives (la lettre R désigne dans l'ECG les pics liés à la contraction ventriculaire). Il est réalisé en collaboration avec le Service de Cardiologie du Centre Hospitalier Universitaire de Liège.

Les méthodes "classiques" d'analyse de la variabilité du rythme cardiaque (ou HRV, Heart Rate Variability) sont reprises dans le **chapitre 1**. Elles sont abondamment utilisées par les cardiologues depuis qu'il a été démontré en 1987 que la réduction de l'écart-type des espaces RR permet de pronostiquer une propension à la maladie cardiaque.

Dans le **chapitre 2**, nous essayons de répondre à la question: *"Le rythme cardiaque est-il chaotique?"*. Il est incontestablement irrégulier, mais notre recherche bibliographique incite à conclure que cette variabilité n'est vraisemblablement pas due aux composantes déterministes du système cardiaque. Il faudrait plutôt l'attribuer aux excitations de type aléatoire que le centre de contrôle du cœur reçoit de l'extérieur (respiration, émotions, etc.).

Le **chapitre 3** est consacré à l'étude de la DFA, méthode non linéaire apparue récemment pour étudier le HRV. Nous montrons notamment, étude statistique à l'appui, qu'un des coefficients tirés de la DFA possède une valeur pronostique sur l'évolution future du patient aussi grande que le "gold standard" actuel, l'indice de Weber (basé sur la consommation d'oxygène à l'effort).

Les Diagrammes de Variabilité (VD), méthode rapide et visuelle pour analyser les corrélations à court terme dans les séries temporelles, font l'objet du **chapitre 4**. L'utilité des VD d'ordre 1 par rapport aux cartes de premier retour pour la détection des extrasystoles est confirmée théoriquement et pratiquement. Un diagramme mixte est proposé pour la détection des *missed beats*. Des tentatives d'application des VD à la décompensation cardiaque et aux apnées du sommeil sont effectuées, sans résultat probant. En appliquant la méthode au modèle théorique de la "Bouncing Ball", nous montrons que le VD d'ordre 1 appliqué à une seule des variables de ce système discret d'ordre 2 permet de révéler une structuration que la carte de premier retour est incapable de discerner.

Enfin, le **chapitre 5** décrit le logiciel que nous avons développé en vue de la détection des apnées du sommeil au moyen des séries RR. Les tests de validation préliminaires effectués au CHU de Liège ont donné des résultats prometteurs.