

ÖZET

YÜKSEK ESNEKLİKLİ ELEKTROKARDİYOGRAM SİNYAL SİMÜLATÖRÜ

Pegah Demirkaya
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi. Sevil ÖZER
Ocak 2021, 66 sayfa

Kalp sisteminin elektrokardiyografi (EKG) sinyalin üretimine dayalı olarak modellenmesi, yalnızca kalbin davranışının ve çalışma döngüsünün daha iyi anlaşılmasına değil, aynı zamanda kalp hastalığının teşhisinde de oldukça önemlidir. Bilgisayar tabanlı EKG simülasyonlarıyla, normal veya patolojik durumdaki kalbin elektriksel aktivitelerini gösteren EKG sinyalleri arasındaki ilişkiler anlaşılabilmekte ve uzmanlara, hastalığın derecesinin ve türünün belirlenmesine, ilaca dayalı tedavi ve ameliyat metodunun belirlenmesine fikir sunabilmektedir. EKG sinyalinin matematiksel modellemesine dayanan bu çalışmada, mevcut modeller kullanılarak, çıktı sinyalinin davranışı gerçek elektrokardiyografine benzemesine çalışılmıştır. Çalışmada, birleştirilmiş ve filtrelenmiş Van-der Pol osilatörlerine dayalı modellemede, P ve T dalgalarının genliğinin gözle görülemeyecek derece küçük olması ve beklenen sonucun elde edilememesinden dolayı otoregresif modellemenin uygulamasına geçilmiştir. Otoregresif (AR) modelinden elde edilen sinyalin aralıkları ve pikleri gerçek EKG sinyalinin özelliklerine çok uyumlu olduğu görülmüştür. Otoregresif modelin verimliliğine dayanarak, modelin de yüksek esnekliği sayesinde çok çeşitli aritmiler ve yüksek dinamikler oluşturulabilmektedir. AR modelin verimliliğini değerlendirme göstergeleri olarak da 10 sağlıklı insanın EKG sinyalleri ile AR modelden üretilen sinyal arasındaki hatadan elde edilen “kök ortalama kare hatası” hesaplanmış ve en iyi hata oranı 0,00081 elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında ise, kaydedilmesi, depolaması ve dijital iletişim ağları üzerinden iletilmesi esnasında gürültüye maruz kalan EKG sinyalinin incelemesi yapılmıştır. Özellikle şebeke hattı gürültüsünü ortadan kaldırmak için kullanılan Butterworth frekans filtresi, simülasyonda da çok iyi performans göstermiştir. Bu filtrenin değerlendirilme kriteri, en iyi gürültü giderme oranı 1021 desibel olan, yüksek desibelden faydalanan sinyal gürültü kriteridir.

Anahtar Kelimeler: *Kardiyak Sistem Modelleme – Van der Pol Osilatörü - Otoregresif Denklemler - Gürültü Giderme - Frekans Filtresi*

ABSTRACT

Electrocardiogram Signal Simulator with High Flexibility

Pegah DEMİRKAYA

Istanbul Yeni Yüzyıl University, Science and Engineering Institute

Master Thesis, Biomedical Engineering Department

Supervisor: Dr. Sevil OZER

January 2021, 66 pages

Modeling the heart system based on electrocardiography signal generation not only leads to a better understanding of the behavior and work cycle of the heart, but it is also important in diagnosing heart disease. The relationship between ECG signals which shows the electrical activities of the heart in a normal or pathological condition can be understood by computer-based ECG simulations and it can help experts to determine the degree and type of the disease, drug-based treatment and surgical method. Therefore, in this study, the behavior of the output signal was tried to be similar to real electrocardiography by developing existing models based on mathematical modeling of ECG signals. In this study, due to very small amplitude of P and T waves which can not be seen by eye and the inability to achieve the expected result in the modeling based on filtered coupled Van-der Pol oscillators, autoregressive modeling has been implemented. The intervals and peaks of the signal obtained from the autoregressive (AR) model were found to be close to the characteristics of the real ECG signal. Based on its efficiency, high dynamics can be created as well as modeling a wide variety of arrhythmias due to its high flexibility. The "root mean square error" obtained from the error between the ECG signals of 10 healthy people and the produced signal was calculated as the evaluation indicators of the proposed methods. The best error rate has been 0.00081. In the second part of the study, the ECG signal exposed to noise during recording, storage and transmission over digital communication networks was examined. The Butterworth frequency filter which is especially used to eliminate the power line noise, has also performed very well in the simulation. The evaluation criterion for this filter is the signal-to-noise ratio that has been benefited from high decibels, with best noise removal rate of 1021 decibel.

Keywords: *Cardiac System Modeling – Van der Pol Oscillator - Autoregressive Equations - Noise Elimination - Frequency Filter*