

ECG Analysis - PVC AF detection

Gonçalo Duarte & Ricardo Margarido

2013155376 & 2013145676

Abstract

De maneira a criar métodos de diagnóstico automático recorrendo a sinais de ECG fornecidos são abordadas duas patologias importantes neste contexto: a Contração Ventricular Prematura (PVC) e a Fibrilação auricular (AF). Para auxiliar ao diagnóstico foram extraídas características particulares de cada patologia e testados os resultados obtidos em comparação com a classificação já fornecida.

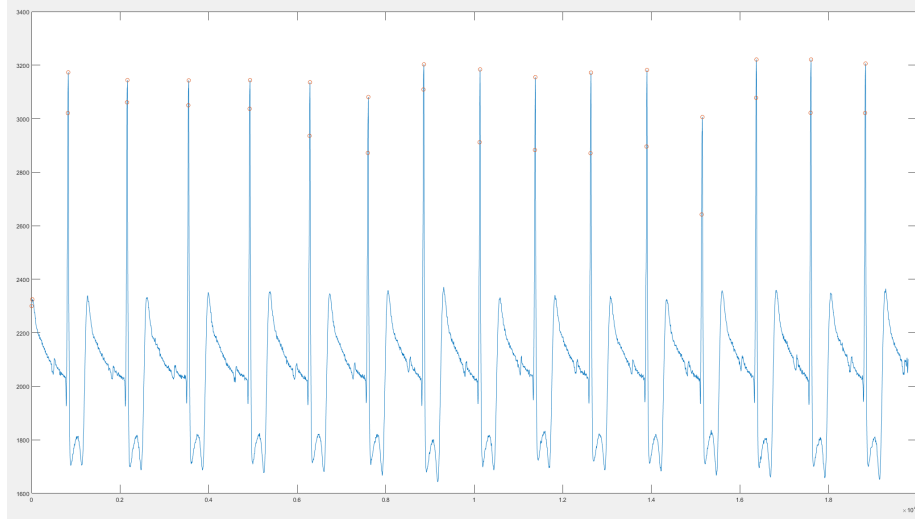
1 Detecção de PVC

O primeiro passo para a deteção de PVC passa por conseguir identificar os picos R no sinal de ECG. Para isso a abordagem tomada, e como indicada nas aulas práticas, passou por filtrar várias vezes o sinal, diferenciá-lo e potenciá-lo. De seguida é feita uma procura de valores acima de um determinado threshold que foi por nós ajustado de maneira a obter o melhor número de picos possível.

Uma vez ultrapassado este valor é necessário introduzir um período de tempo em que não se procura valores superiores a este limite (devido à forma da onda R iria haver mais que uma deteção em cada onda). Em seguida, e devido ao atraso introduzido no sinal pelas filtrações é necessário definir uma janela na qual se irá fazer uma procura do máximo do sinal do ECG para se localizar correctamente o pico correspondente à onda R.

O número de batimentos por minuto é então identificado através do número de picos detectados a dividir pelo tempo do sinal. O resultado obtido usando o sinal de ECG recolhido por um dos membros do grupo durante uma aula é o seguinte.

Figure 1: Detecção dos picos R para calcular os batimentos por minuto



Feita a detecção dos picos R é necessário classificá-los como normais ou PVC. Nesta parte do trabalho decidiu-se usar os dados fornecidos na sua totalidade, a localização do picos R inclusivamente, devido a uma discrepância entre os picos R obtidos e os fornecidos o que iria introduzir uma dificuldade adicional em calcular métricas como a sensibilidade e especificidade.

A patologia de PVC deteta-se, no caso deste trabalho, usando duas características da mesma: a distância entre picos R e a área do complexo QRS. No que diz respeito aos intervalos R é feita uma média usando a classificação fornecida para averiguar qual o valor considerado normal e qual o valor médio de quando é um PVC para que se possa elaborar um threshold de decisão.

Quanto à área o processo de a calcular passa por definir uma janela, ajustada por tentativa e erro, e calcular a área do sinal nessa janela somando o valor dos pontos presentes na mesma e subtraindo pela média das duas extremidades da mesma de maneira a criar uma área o menos influenciável pelo ruído quanto possível. Uma vez obtidas estas duas métricas elaborou-se um clustering simples, recorrendo à distância mínima, para classificar cada pico R em normal ou PVC com os resultados que se demonstram em baixo.

Nos exemplos acima apresentados é de fácil visualização a organização dos pontos em redor de 2 clusters principais. Um grande número de pacientes encontra-se representado semelhante à figura 2 com altos níveis de sensibilidade e especificidade o que revela que as características recolhidas são adequadas à resolução do problema de uma maneira acertada. De referir que o contributo dado pela distância entre picos R que por si só se revela com um grande elemento na decisão normal vs PVC como se pode ver pela figura seguinte.

Figure 2: Clustering para PVC
Accuracy 0.977, Sensitivity 0.9985, Specificity 0.8831

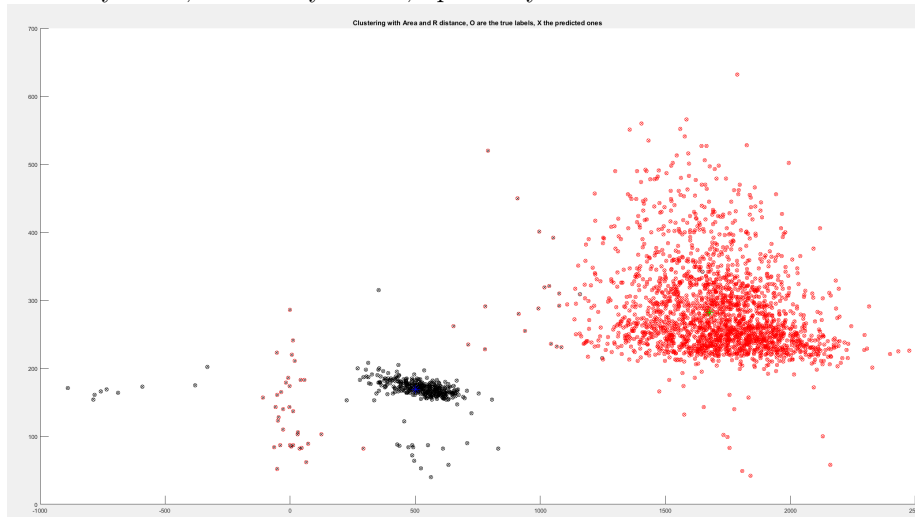


Figure 3: Clustering para PVC
Accuracy 0.7806, Sensitivity 0.9697, Specificity 0.5330

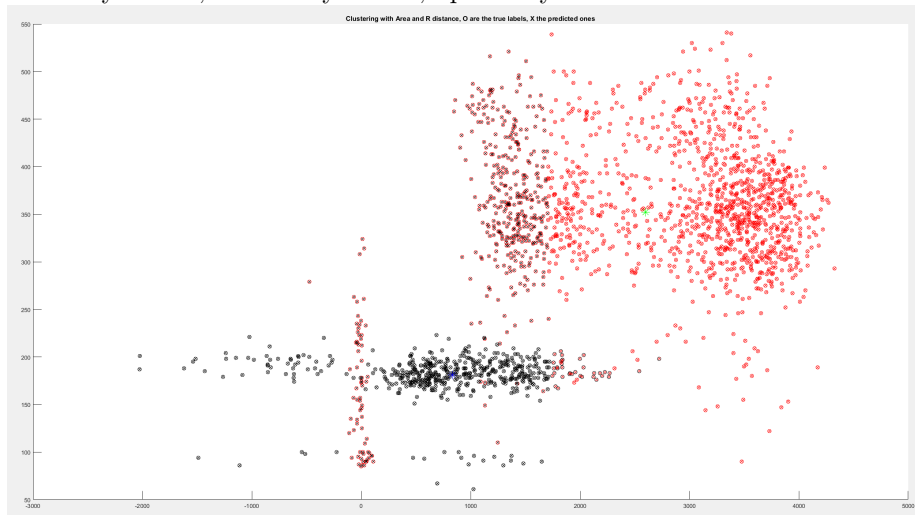
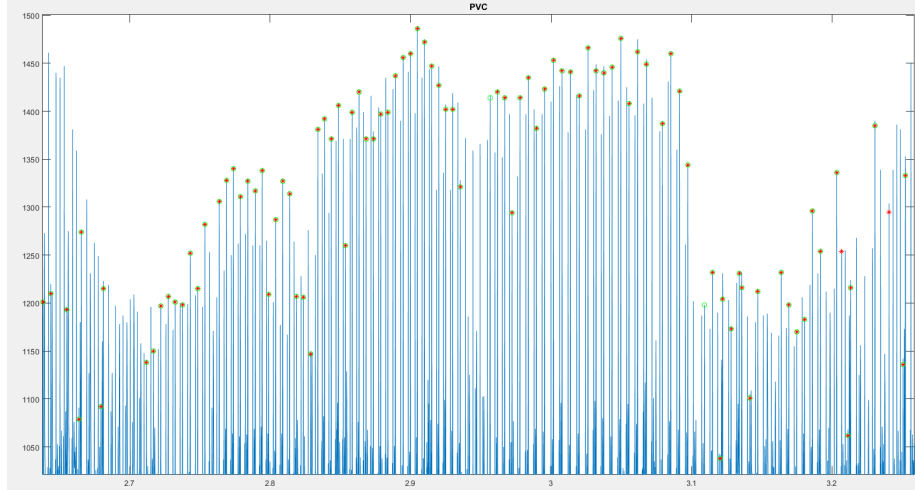


Figure 4: Detecção de PVC usando apenas os intervalos em picos R.



2 Detecção de AF

A detecção de AF necessita também da localização de picos R. Mais uma vez e por motivos análogos ao caso do PVC decidiu-se usar os picos R fornecidos e não os detectados pelo algoritmo desenvolvido no início do trabalho. Uma vez obtida a localização entre picos R é necessário criar uma janela compreendida entre dois picos R consecutivos.

É portanto nesta janela que se vai avaliar a presença ou não de fibrilação auricular. Para este efeito o método utilizado recorre à derivada do sinal. Uma vez que a presença de AF está associada a um sinal mais irregular é então somado o valor da derivada em módulo de maneira a obter uma característica que represente de maneira fidedigna esta irregularidade do signal.

Depois de obtido este valor para cada uma das janelas entre picos R é calculada a sua média e definido um threshold mais uma vez por tentativa e erro tentando maximizar o número de períodos de AF captados sem prejudicar gravemente os falsos positivos. É feita a classificação por janelas se existe ou não AF e posteriormente em janelas 10 segundos com sobreposição de 50% dada a expressão temporal da patologia ao contrário do PVC que se encontra localizado apenas nos picos R.

O caso de AF revela-se masi difícil de resolver com a metodologia usada, apresentando assim resultados satisfatórios na grande maioria dos casos.

Apesar dos resultados do primeiro caso verifica-se que para outros pacientes e outras ocorrências existe um elevado número de falsos positivos bem como uma detecção mais deficitária.

Figure 5: Detecção de AF com derivada do sinal
Accuracy 0.8317, Sensitivity 0.7065, Specificity 0.9333

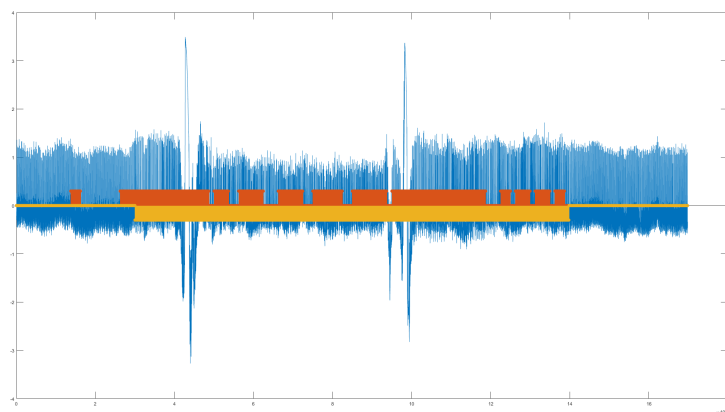


Figure 6: Detecção de AF com derivada do sinal
Accuracy 0.5901, Sensitivity 0.4509, Specificity 0.7132

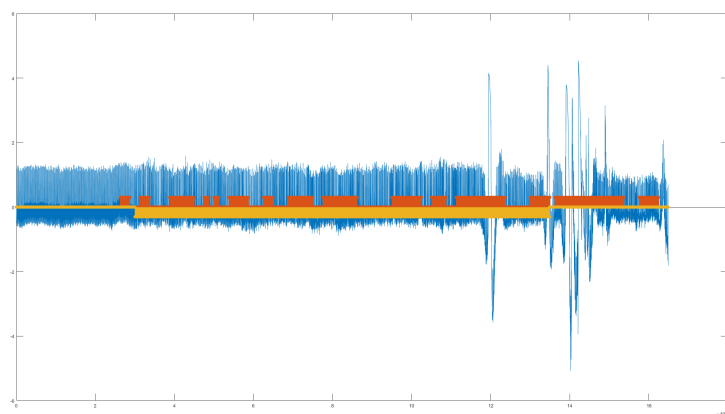
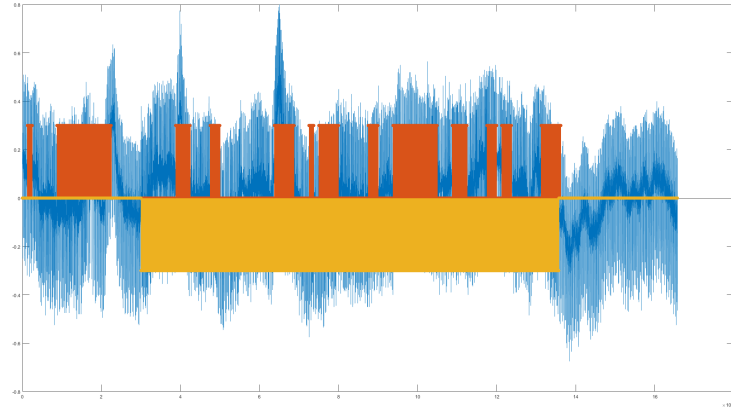


Figure 7: Detecção de AF com derivada do sinal
Accuracy 0.5368, Sensitivity 0.4207, Specificity 0.7415



3 Discussão de Resultados & Conclusão

O sinal de ECG é muito dependente das circunstâncias nas quais é adquirido, principalmente o ruído proveniente das mais diversas fontes. Durante este trabalho foram exploradas várias técnicas de detecção de picos R, batimentos por minuto, detecção de PVC e detecção de AF. No geral e dada a simplicidade dos métodos utilizados, todos eles offline, os resultados mostram-se bastante satisfatórios visto as características extraídas serem também na sua essência bastante rudimentares.

O uso de mais características ou métodos mais avançados como o recurso a wavelets poderia revelar-se interessante para a obtenção de resultados mais fidedígnos em algumas áreas. Contudo estes métodos também se revelam mais pesados computacionalmente podendo muitas vezes originar um equilíbrio menos favorável no que considera a performance que oferecem em troca do tempo que demoram a correr.

Globalmente os métodos a explorar foram bem assimilados durante este trabalho que serviu também para mostrar que, por vezes, é melhor a abordagem por tentativa e erro do que parametrizar todos os factores e ajustá-los de uma maneira mais abstracta.