

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI, INFORMATYKI I ELEKTRONIKI
KIERUNEK INFORMATYKA STOSOWANA



PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW W SYSTEMACH DIAGNOSTYKI MEDYCZNEJ

Laboratorium 1

Przetwarzanie i analiza sygnału elektrokardiograficznego EKG

Agata Sitnik, Łukasz Zieńkowski

Kraków, 15 kwietnia 2012

1 Cel zajęć

Celem laboratorium była analiza sygnału EKG trzech osób w różnym wieku i detekcja zespołów QRS. Przy pomocy różnych transformacji należało przyszkalić oryginalny sygnał w taki sposób aby wznocnić szukane zespoły a pozostały sygnał zminimalizować.

2 Metoda detekcji załamek R oraz Q i S

Detekcja załamek została wykonana przy wykorzystaniu algorytmu Pan-Tompkins, jego kolejne etapy to:

1. Filtracja pasmowoprzepustowa

Wykorzystane filtry zostały stworzone przy użyciu narzędzia fdatool a następnie wyeksportowane, aby móc wykorzystać otrzymane zmienne w metodzie *filter(a,b,signal)* należy przekonwersować je do współczynników wielomianów transmitancji filtrów przy użyciu metody $[b,a] = \text{sos2tf}(sos,g)$.

Ustawienia które były wspólne to:

Design Method IIR - Butterworth,
częstotliwość(Fs) - 360 Hz

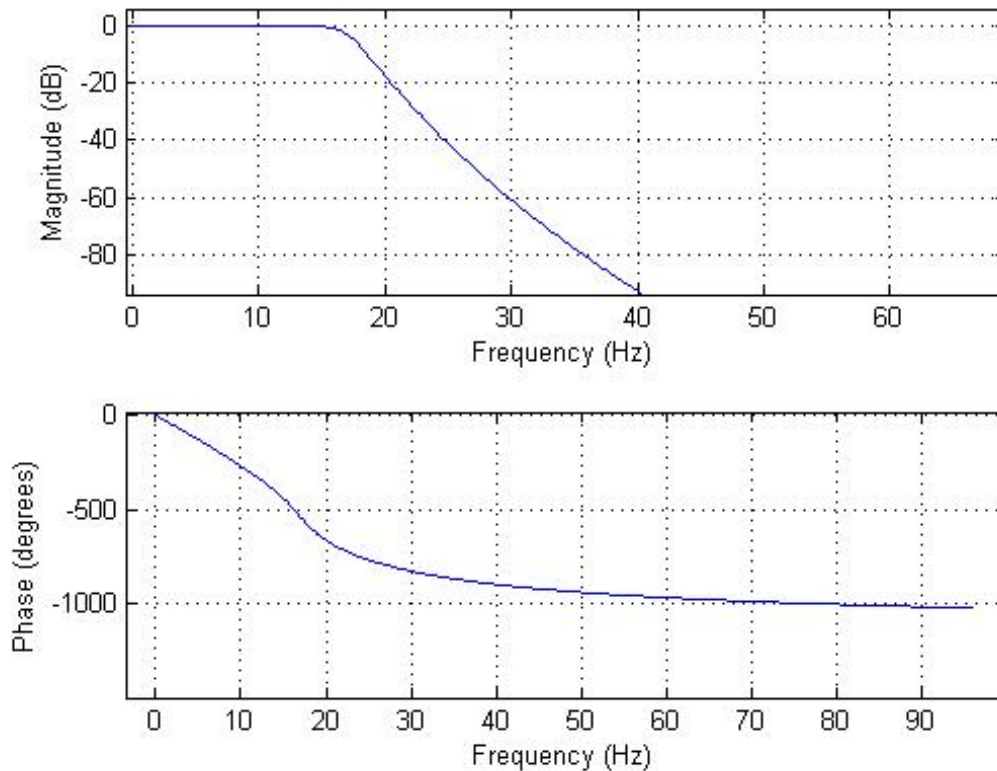
a)Filtr dolnoprzepustowy

W celu jak najlepszego wytłumienia częstotliwości większych niż 15 Hz nie powodując znacznych zniekształceń na interesującym nas zakresie wartość odcięcia Fc została ustawiona na 17 Hz,rząd 12

Poniżej znajduje się fragment kodu wykonujący filtrację, po wykonaniu splotu sygnału z filtrem zostało usunięte opóźnienie.

```
LP_f=filter(G,SOS,[1 zeros(1,12)]);  
x2 = conv (x1 ,LP_f);  
x2 = x2 (6+[1: N]);
```

Charakterystyka fazowa i częstotliwościowa stworzona przy pomocy funkcji *freqz* przedstawiona jest poniżej.



Jego parametry to odpowiednio:

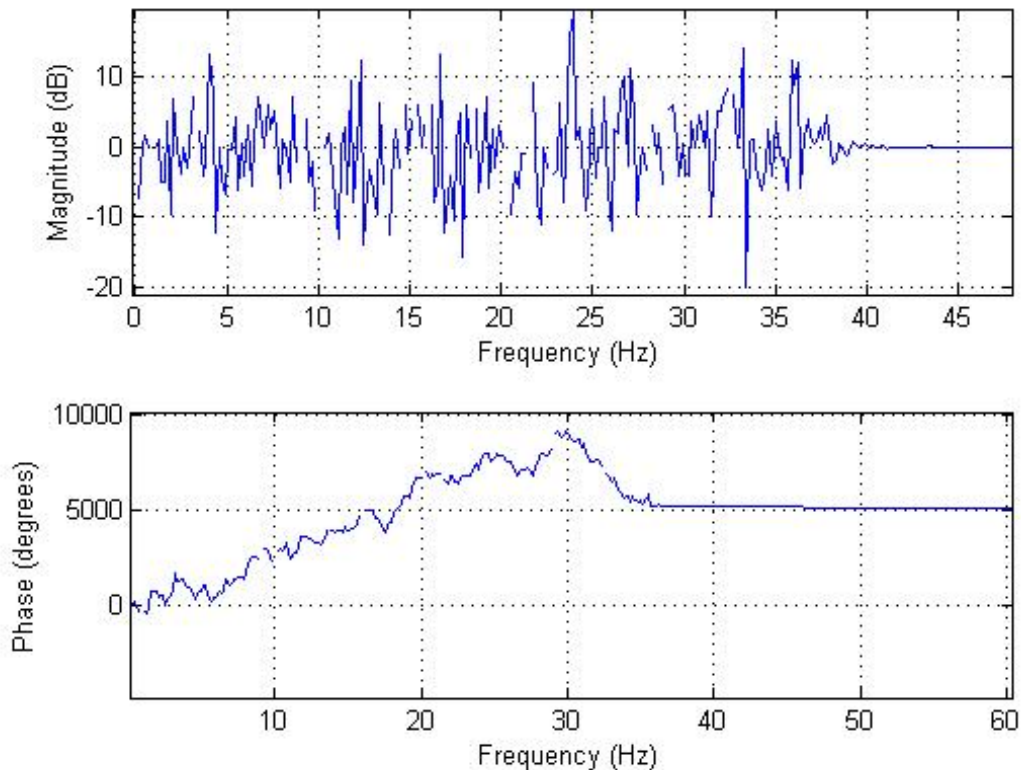
a = [1 -9.7272 43.5483 -118.6275 218.9436 -288.3816 277.9134 -197.4117 102.5694 -38.0102 9.5353 -1.4537 0.1019]

b = 1.0e-007 *[0.0004 0.0048 0.0262 0.0872 0.1961 0.3138 0.3661 0.3138 0.1961 0.0872 0.0262 0.0048 0.0004]

a)Filtr górnoprzepustowy

Podobnie jak w poprzednim przypadku aby interesujący nas zakres częstotliwości był jak najlepszy, wartość odcięcia F_c ustawiono na 5 Hz, rząd równy 32

Poniżej obie charakterystyki



Jego parametry to odpowiednio:

```
a = 1.0e+008 * [0 0 0 0 0.0003 -0.0015 0.0064 -0.0226 0.0668 -0.1683 0.3659 -0.6918 1.1448 -1.6654 2.1374 -2.4258
2.4380 -2.1706 1.7113 -1.1931 0.7338 -0.3968 0.1878 -0.0773 0.0274 -0.0083 0.0021 -0.0004 0.0001 0 0 0 0]
```

```
b = 1.0e-008 * [0 0 0 0 0.0001 -0.0008 0.0037 -0.0138 0.0432 -0.1152 0.2650 -0.5300 0.9276 -1.4270 1.9367 -2.3241 2.4693
-2.3241 1.9367 -1.4270 0.9276 -0.5300 0.2650 -0.1152 0.0432 -0.0138 0.0037 -0.0008 0.0001 0 0 0 0]
```

2. Różniczkowanie sygnału

W wyniku powyższych czynności otrzymaliśmy sygnał w którym częstotliwości z poza zakresu zainteresowania, zakłócenia zostały stłumione.

Następnym krokiem jest wykorzystanie różniczkowania do wytłumienia niskoczęstotliwościowych komponentów i wzmocnienie wysokoczęstotliwościowych, w wyniku załamki P i T zostają stłumione, a poszukiwane zespoły QRS wzmocnione.

```
h = [-1 -2 0 2 1]/8;
x4 = conv (x3 ,h);
x4 = x4 (2+[1: N]);
```

3. Potęgowanie sygnału

W celu dodatkowych wzmocnień sygnał ulega spotęgowaniu.

4. Całkowanie sygnału

Kolejnym krokiem jest całkowanie sygnału, celem tej akcji jest stworzenie gładkiej linii, zabieg ten ułatwi wykrycie zespołu R. Szerokość okna do tej akcji została ustalona na wartość 16.

```
x6 = conv (x5 ,h);
x6 = x6 (16+[1: N]);

max_h = max(x6);
thresh = mean (x6 );
poss_reg =(x6>thresh*max_h);
```

5. Progowanie i wyznaczanie załamków

Do wyznaczenia załamków QRS zastosowano poniższy algorytm. Po wyznaczeniu kandydatów na początki i końce zespołów QRS usuwane jest opóźnienie. Ponieważ załamek R jest najbardziej charakterystyczny, on jako pierwszy zostaje wykryty poprzez wykrycie maksimum w oknie, następnie szukane są minima lokalne po obu stronach zespołu R.

```
left = find(diff([0 poss_reg])==1);
right = find(diff([poss_reg 0])==1);

for i=1:length(left)

    [R_var(i) R(i)] = max( x1(left(i):right(i)) );
    R(i) = R(i)-1+left(i);

    [Q_var(i) Q(i)] = min( x1(left(i):R(i)) );
    Q(i) = Q(i)-1+left(i);

    [S_var(i) S(i)] = min( x1(R(i):right(i)) );
    S(i) = S(i)-1+left(i);

end
```

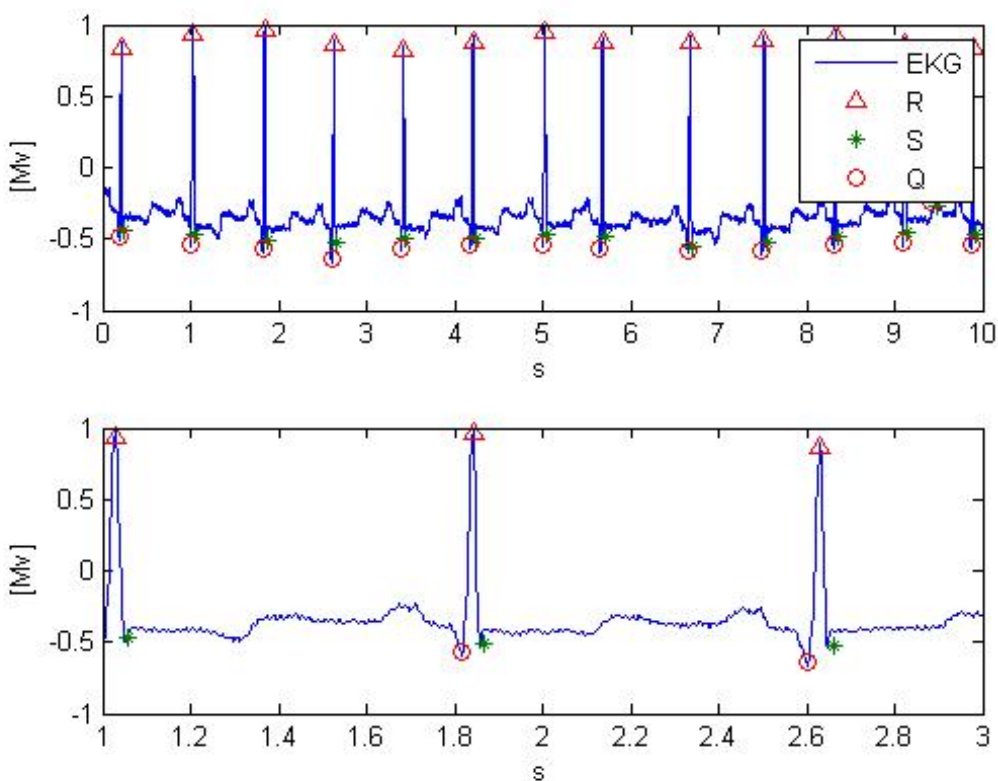
Na koniec dane zostały prezentowane

```
figure(1)
title('Sygnal EKG, załamki QRS');
plot (t,x1/max(x1) , t(R_loc) ,R_value , 'r^', t(S_loc) ,S_value , '*' ,t(Q_loc) , Q_value , 'o');
legend('ECG','R','S','Q');
```

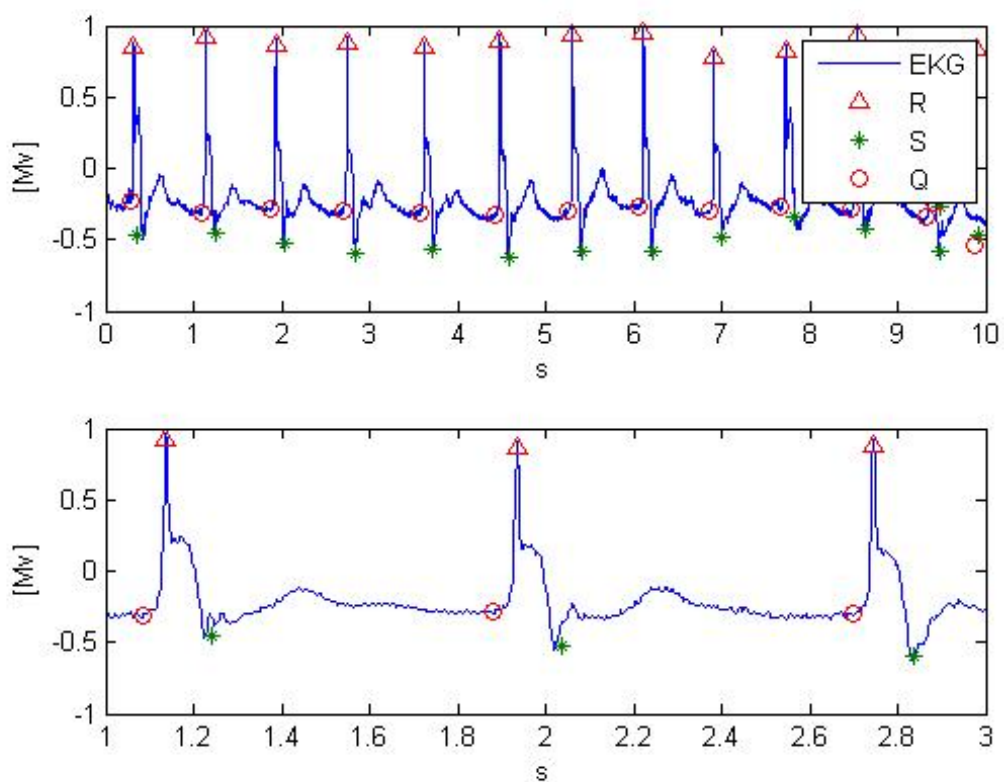
3 Pozytywne wyniki detekcji

Poniżej znajdują się wyniki detekcji zespołów QRS, w każdym przypadku na wyższym wykresie widoczne jest zakres czasowy 0-10 sekundy, poniżej wykres w przedziale 1-3 sekundy.

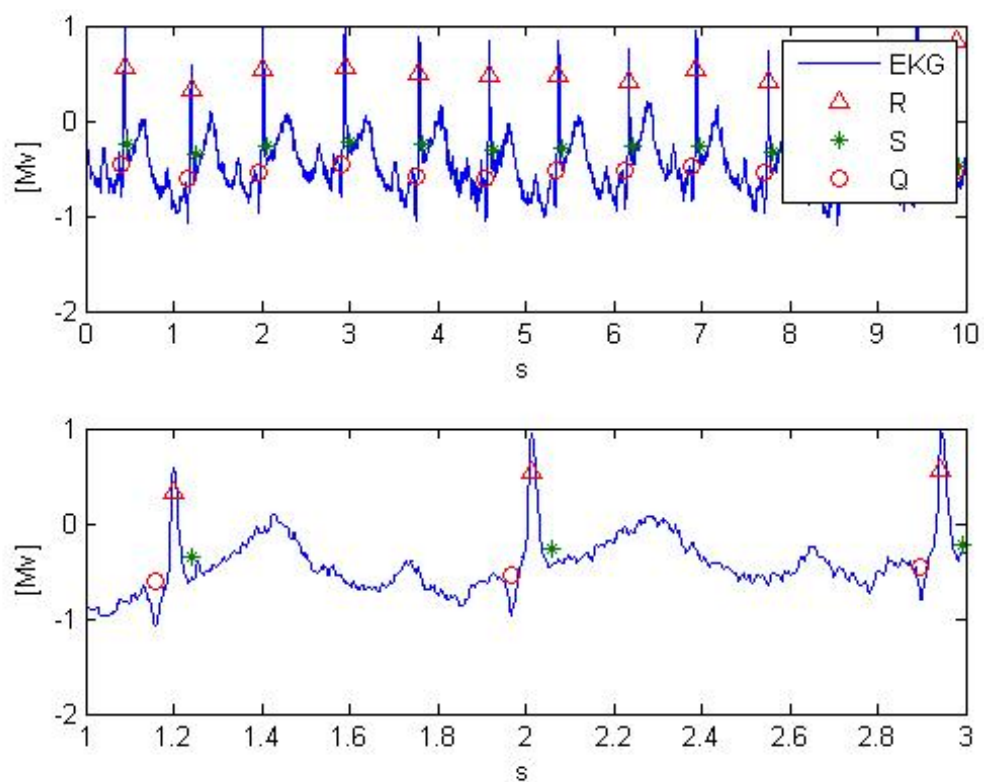
Rekord 100, mężczyzna, 69 lat



Rekord 102, kobieta, 84 lata



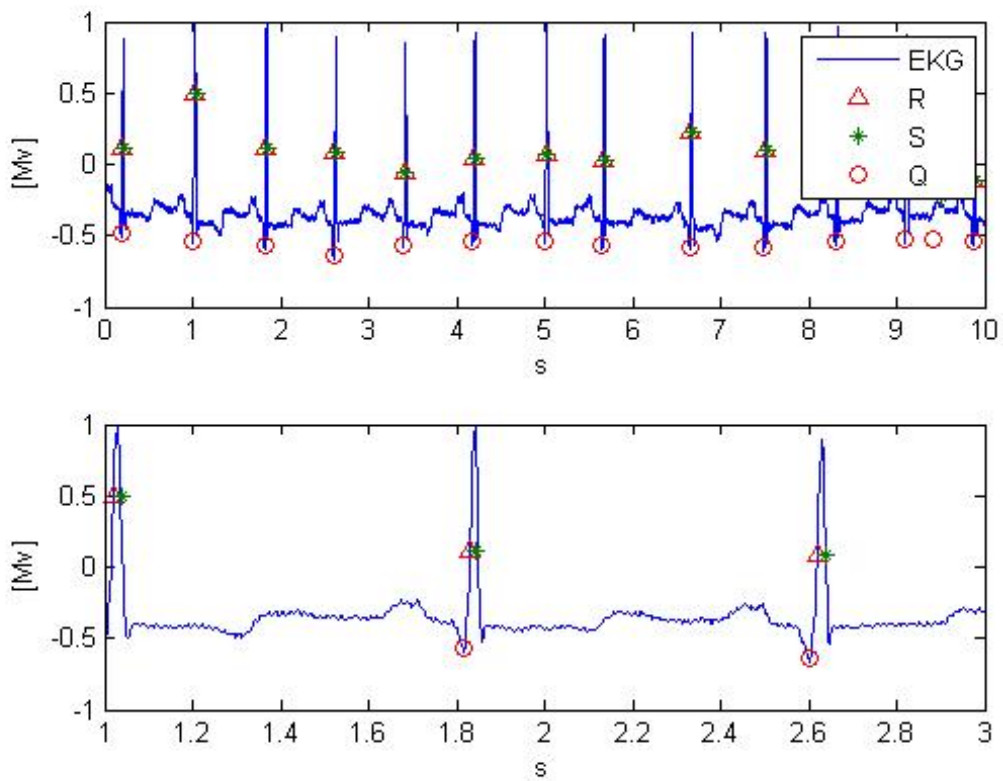
Rekord 228 kobieta, 80 lat



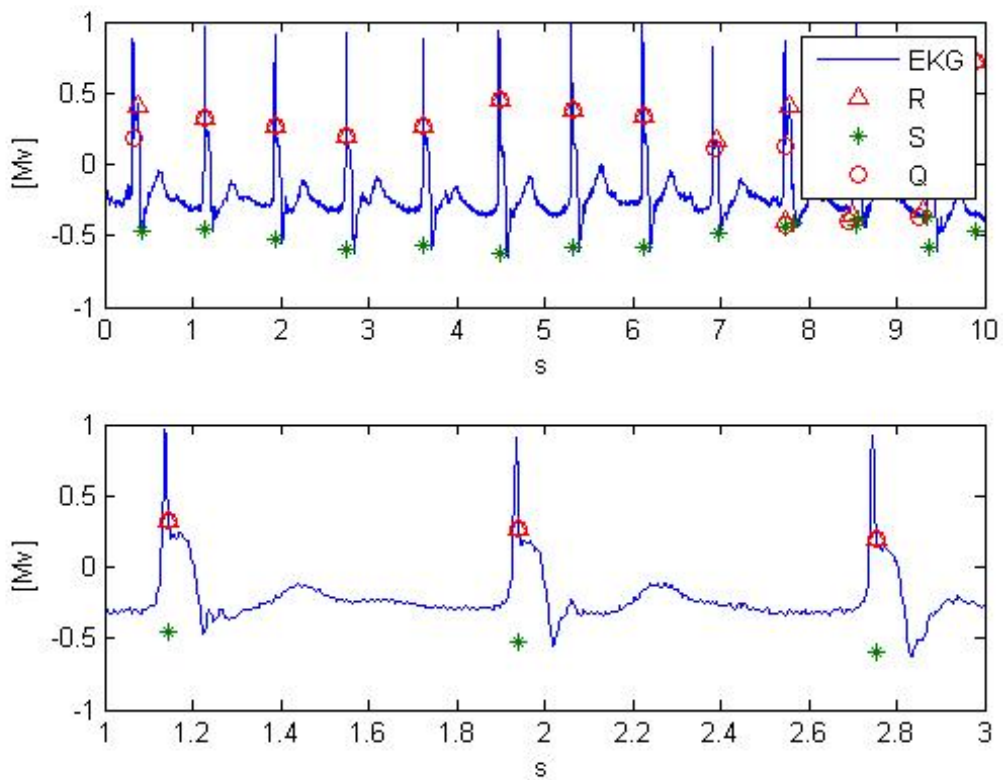
4 Błędne wyniki detekcji

Rekord 100, mężczyzna, 69 lat

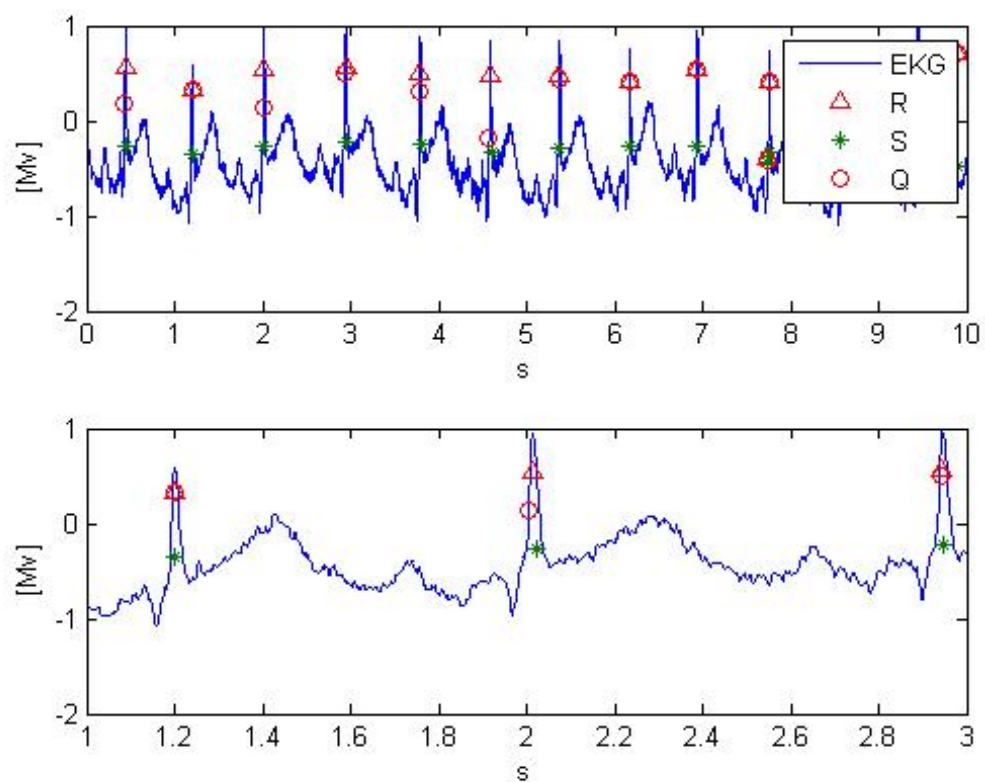
Wynik detekcji załamków w przypadku ominięcia filtracji sygnału, eliminacji zakłóceń.



Rekord 102, kobieta, 84 lata
Wynik błędnej metody detekcji załamków.



Rekord 228 kobieta, 80 lat błędnej metody detekcji załamków.



5 Wnioski

Poprawna filtracja sygnału wejściowego na znaczący wpływ na powodzenie wykrycia załamków.

Rozpoznawanie załamków QRS należy rozpocząć od załamka R który jest najbardziej charakterystyczny i najłatwiejszy do odnalezienia.