

ZASTOSOWANIE INFORMATYKI W MEDYCYNIE

PROJEKT

**TEMAT: *Detekcja zespołu QRS w sygnale
EKG***

PROWADZĄCY:
dr hab. inż. Robert Burduk

AUTOR:
Radosław Taborski 209347

Spis treści

1	Cel projektu	3
2	Funkcjonalność aplikacji	3
3	Algorytm	3
4	Interfejs użytkownika	6
5	Prezentacja działania	7
6	Bibliografia	10

1. Cel projektu

Celem projektu jest stworzenia aplikacji, która ma analizować sygnał EKG pod kątem obecności w nim zespołu QRS. Aplikacja automatycznie wykrywa początki oraz końce zespołów, a także załamki: Q, R oraz S.

Właściwa analiza sygnału EKG, a w tym i zespołów QRS, ułatwia wykrywanie chorób mięśnia sercowego, dlatego bardzo istotne jest komputerowe wspomaganie tejże analizy. Wspomaganie takie może w znacznym stopniu przyspieszyć diagnozowanie chorób i zwracać uwagę lekarza na ewentualne nieprawidłowości.

2. Funkcjonalność aplikacji

W stworzonej aplikacji dostępne są następujące funkcje użytkowe:

- wczytanie pliku txt z sygnałem EKG;
- detekcja zespołów QRS w sygnale EKG;
- detekcja załamków Q, R oraz S;
- wizualizacja sygnału wraz z zaznaczeniem wykrytych załamków;
- wypisanie charakterystycznych punktów w aplikacji;
- zapis wyników detekcji do pliku txt.

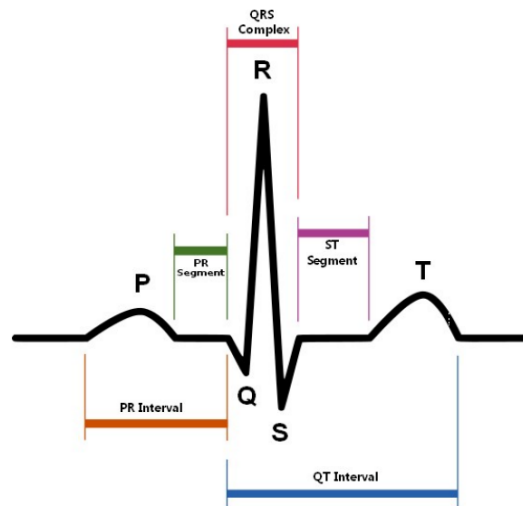
3. Algorytm

W ramach projektu w stworzonej aplikacji został zaimplementowany algorytm wzorujący się na algorytmie stworzonym przez dwóch badaczy o nazwiskach: Pan oraz Tomp-

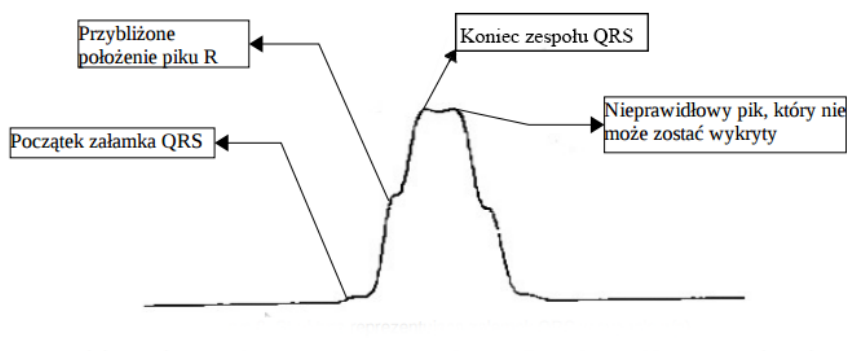
kins [1], który charakteryzuje się poprawnością detekcji zespołów QRS na poziomie 99,3% skuteczności.

Algorytm ten polega na początkowym odfiltrowaniu sygnału, po którym wykonany zostaje szereg operacji matematycznych mających na celu jednoznaczne określenie fragmentów sygnału które są zespołami QRS.

Początkowy sygnał EKG schematycznie został pokazany na rysunku 3.1, natomiast po przetworzeniu tego sygnału wg. algorytmu Pan-Tompkins otrzymuje się sygnał zbliżony do tego ukazanego na rysunku 3.2.



Rysunek 3.1: Schematyczny kształt odcinka sygnału EKG



Rysunek 3.2: Sygnał na podstawie którego można podjąć decyzję o istnieniu zespołu QRS

Przetwarzanie sygnału polega na wykonaniu kolejno:

- przefiltrowanie sygnału filtrami górno i dolnoprzepustowymi, usuwając częstotliwości spoza przedziału 5-15Hz;
- wykonaniu operacji różnicowania na sygnale Równanie: $y[nT] = x[nT] - x[(n-1)T]$;
- podniesieniu sygnału do kwadratu. Równanie: $y(nT) = [x(nT)]^2$;
- uśrednieniu sygnału prostokątnym oknem czasowym f o długości 150ms i amplitudzie $\frac{1}{0.15 * F_s}$. Równanie: $y[nT] = (x * f)[nT]$;

W powyższych wzorach:

$x(nT)$ - n-ta próbka sygnału poprzedzającego daną operację

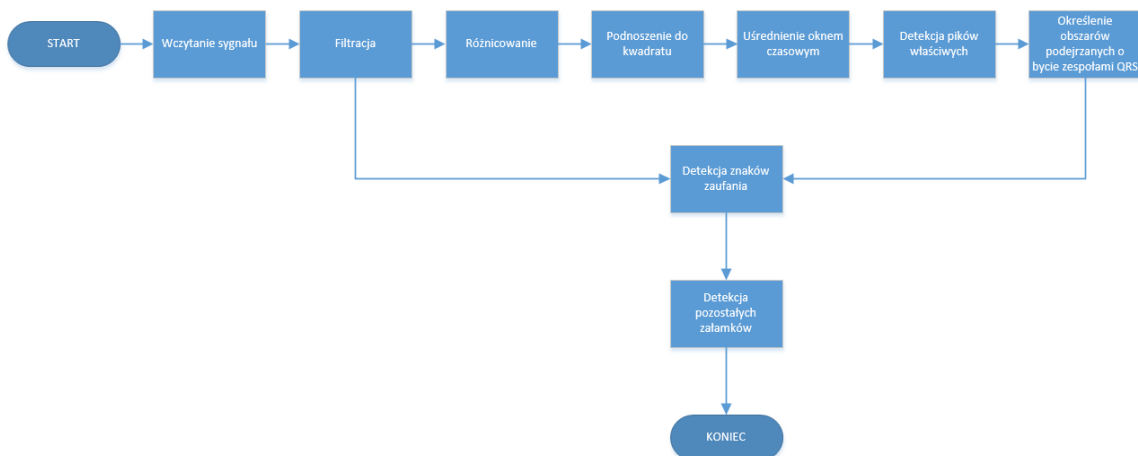
$y(nT)$ - n-ta próbka sygnału wynikowego po danej operacji

F_s -częstotliwość sygnału EKG

Po wykonaniu powyższych kroków, długości zboczy rosnących w sygnale oznaczają długości odpowiadającym im zespołom QRS w sygnale wejściowym, a punkt przegięcia na tym zboczach przybliża położenie załamka R, tak jak zostało to pokazane na rysunku 3.2. Detekcja odpowiednich pików w sygnale nie jest możliwa przy pomocy lokalnych maksimów, ponieważ wykrywany zostaje również pik nieoznaczający końca zespołu QRS. Dlatego w algorytmie po wykryciu pierwszego pików, kolejny pik może zostać wykryty dopiero gdy sygnał osiągnie połowę wartości tego pików, czyli w okolicy połowy zbocza malejącego.

Powyższy algorytm nadaje się do badania sygnałów EKG w czasie rzeczywistym, jednak detekcja pojedynczego zespołu QRS zostaje zakończona dopiero w połowie zbocza opadającego przetworzonego sygnału, a więc detekcja następuje z opóźnieniem kilkudziesięciu ms.

Dodatkowo po wykryciu pików wykrywa się również tzw. "znaki zaufania" we wstępnie przefiltrowanym sygnale jako maksymalne wartości w znalezionych przedziałach, a następnie odrzucić te które są mniejsze niż 5% maksymalnego znalezionej znaku zaufania. Tak znalezione punkty są załawkami R.



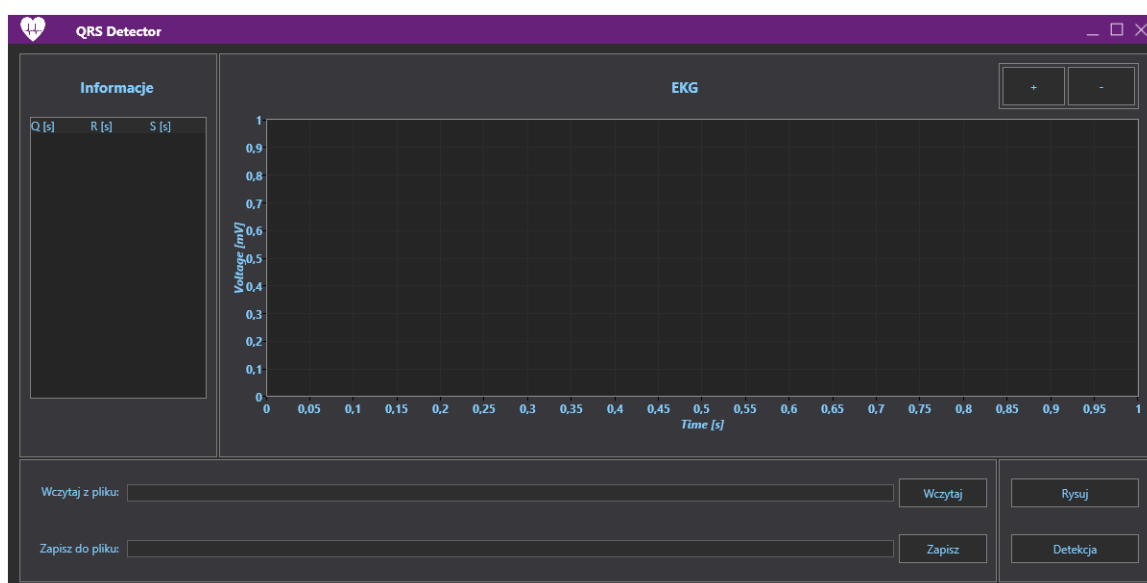
Rysunek 3.3: Uproszczony schemat blokowy zastosowanego algorytmu

4. Interfejs użytkownika

Aplikacja została wykonana w języku C# w technologii WPF (ang. Windows Presentation Foundation), które z kolei opiera się na języku XML. Wykorzystanie tej technologii umożliwia tworzenie aplikacji okienkowych w postaci grafiki wektorowej.

Dostępne elementy:

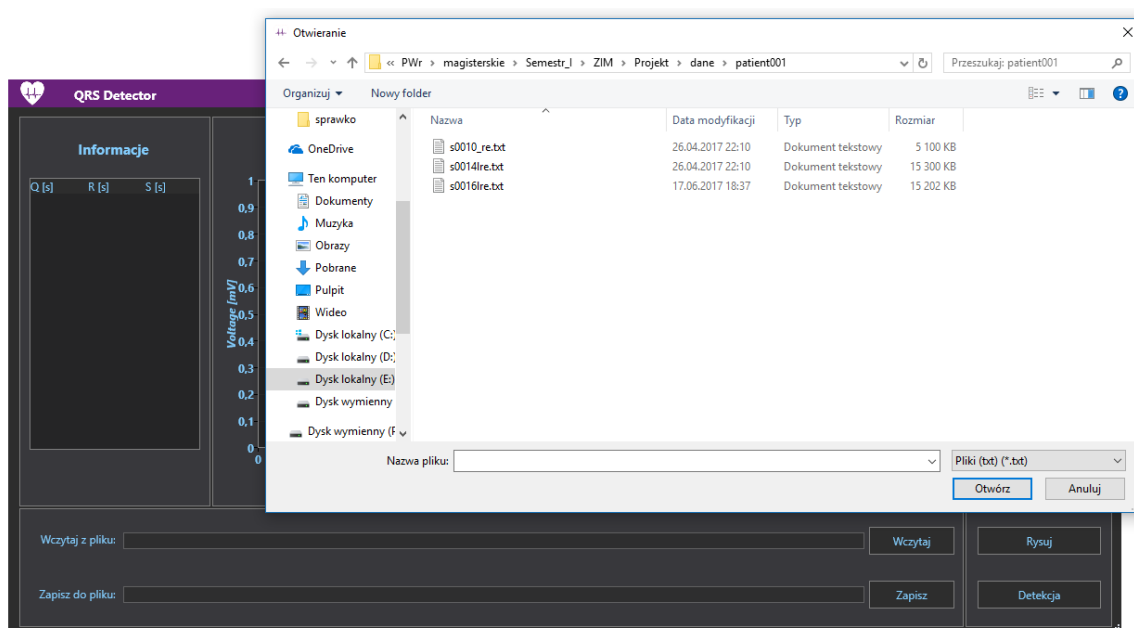
- tabela z wynikami detekcji załamków Q, R i S;
- pole na wykres sygnału EKG, z podpisanymi osiami oraz skalowalną siatką;
- przyciski "+" oraz "-" umożliwiające rozciąganie oraz skurczenie wykresu w poziomie;
- pola tekstowe ze ścieżką wczytanego pliku oraz ze ścieżką pliku wynikowego;
- przyciski "Wczytaj" oraz "Zapisz" otwierające dodatkowe okno dialogowe do wyboru odpowiedniego pliku na dysku oraz wykonujące na tych plikach operacje, odpowiednio odczytanie danych oraz wpisanie danych;
- przycisk "Rysuj" umożliwiający wyświetlenie wczytanego wykresu EKG;
- przycisk "Detekcja" wykonujący szereg operacji na sygnale w celu odnalezienia zespołu QRS oraz załamków występujących w tym zespole.



Rysunek 4.1: Wygląd aplikacji po uruchomieniu

5. Prezentacja działania

Wybierając plik z dysku nie trzeba pamiętać pełnej ścieżki do pliku, a wystarczy znaleźć właściwy plik w otwartym oknie dialogowym. Analogicznie sytuacja wygląda podczas zapisu pliku wynikowego na dysku.



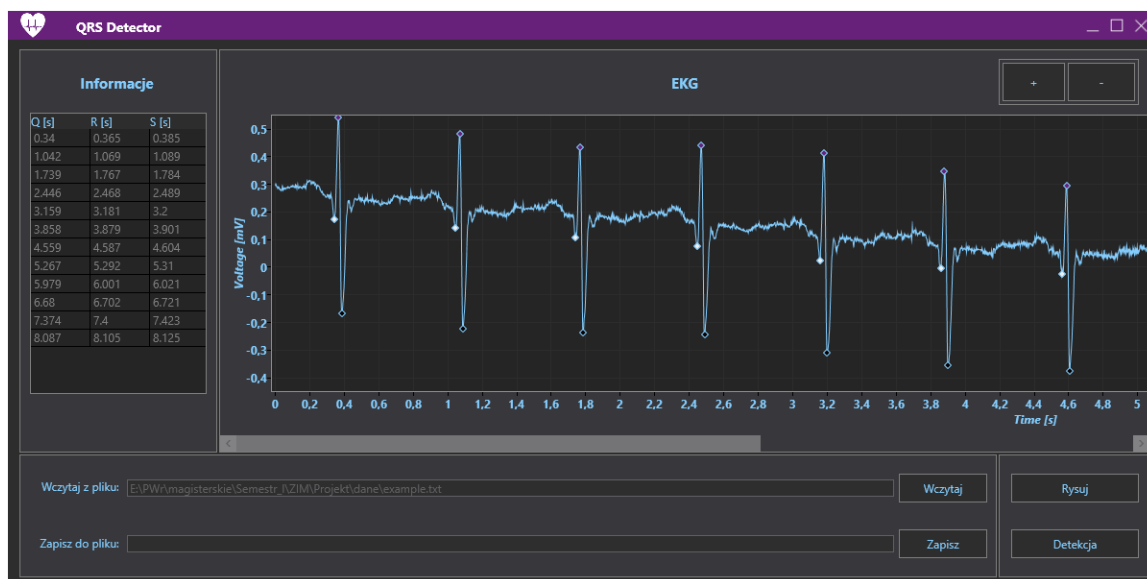
Rysunek 5.1: Wybór pliku z danymi

Dane wejściowe muszą być w formacie przedstawionym na rysunku 5.2. Gdzie pierwsza kolumna oznacza czas pomiaru konkretnej próbki podany w sekundach, a pozostałe kolumny oznaczają pomiary z piętnastu kanałów badania EKG. podane w miliwoltach. Dane sygnału EKG w takim formacie można pozyskać ze strony physionet.org postępując według poradnika umieszczonego na tej stronie [3].

0.000	-0.619	-0.124	0.495	0.371	-0.557	0.186	0.117	0.187	0.269	0.168	0.011	0.235	0.067	0.025	-0.008
0.001	-0.619	-0.119	0.500	0.368	-0.559	0.191	0.122	0.192	0.278	0.173	0.019	0.243	0.071	0.024	-0.009
0.002	-0.615	-0.122	0.493	0.368	-0.554	0.186	0.137	0.204	0.290	0.185	0.032	0.254	0.069	0.018	-0.011
0.003	-0.610	-0.122	0.488	0.366	-0.549	0.183	0.148	0.214	0.299	0.191	0.038	0.260	0.069	0.024	-0.017
0.004	-0.603	-0.115	0.488	0.358	-0.545	0.187	0.153	0.217	0.300	0.192	0.037	0.257	0.066	0.026	-0.019
0.005	-0.591	-0.105	0.486	0.348	-0.538	0.190	0.141	0.211	0.298	0.189	0.035	0.255	0.072	0.025	-0.020
0.006	-0.599	-0.104	0.495	0.351	-0.546	0.196	0.137	0.204	0.294	0.185	0.032	0.253	0.071	0.034	-0.023
0.007	-0.611	-0.099	0.512	0.355	-0.561	0.207	0.134	0.199	0.289	0.179	0.025	0.246	0.068	0.052	-0.028
0.008	-0.617	-0.090	0.527	0.353	-0.572	0.218	0.126	0.194	0.283	0.170	0.015	0.236	0.069	0.073	-0.029
0.009	-0.618	-0.084	0.535	0.351	-0.577	0.226	0.119	0.186	0.276	0.162	0.009	0.232	0.068	0.077	-0.029
0.010	-0.611	-0.069	0.543	0.340	-0.577	0.237	0.113	0.179	0.272	0.157	0.004	0.227	0.066	0.086	-0.031
0.011	-0.615	-0.069	0.546	0.342	-0.581	0.238	0.111	0.178	0.270	0.155	0.000	0.225	0.065	0.092	-0.032
0.012	-0.612	-0.062	0.549	0.337	-0.581	0.243	0.104	0.173	0.265	0.149	-0.006	0.220	0.066	0.097	-0.031
0.013	-0.616	-0.064	0.552	0.340	-0.584	0.244	0.113	0.178	0.269	0.154	-0.004	0.222	0.061	0.102	-0.035
0.014	-0.620	-0.078	0.542	0.348	-0.581	0.232	0.124	0.189	0.279	0.166	0.007	0.234	0.060	0.093	-0.040
0.015	-0.624	-0.082	0.542	0.352	-0.583	0.230	0.132	0.195	0.285	0.169	0.011	0.239	0.059	0.087	-0.038
0.016	-0.628	-0.088	0.540	0.358	-0.585	0.226	0.137	0.200	0.289	0.177	0.019	0.246	0.059	0.083	-0.038
0.017	-0.615	-0.082	0.533	0.348	-0.574	0.226	0.137	0.204	0.294	0.182	0.026	0.253	0.064	0.081	-0.037
0.018	-0.611	-0.075	0.536	0.343	-0.574	0.231	0.141	0.206	0.297	0.184	0.029	0.254	0.064	0.080	-0.035
0.019	-0.607	-0.073	0.534	0.340	-0.571	0.231	0.147	0.214	0.302	0.190	0.035	0.260	0.067	0.076	-0.036
0.020	-0.596	-0.063	0.533	0.330	-0.565	0.235	0.153	0.222	0.311	0.200	0.044	0.271	0.072	0.070	-0.035
0.021	-0.592	-0.064	0.529	0.328	-0.560	0.233	0.159	0.229	0.320	0.210	0.053	0.279	0.075	0.066	-0.036
0.022	-0.598	-0.075	0.523	0.337	-0.560	0.224	0.165	0.233	0.322	0.214	0.059	0.282	0.075	0.061	-0.041
0.023	-0.600	-0.074	0.525	0.337	-0.562	0.226	0.172	0.235	0.324	0.215	0.060	0.283	0.075	0.066	-0.044
0.024	-0.607	-0.081	0.527	0.344	-0.567	0.223	0.172	0.233	0.323	0.212	0.055	0.279	0.078	0.072	-0.046
0.025	-0.612	-0.063	0.549	0.338	-0.580	0.243	0.165	0.228	0.319	0.207	0.049	0.273	0.083	0.086	-0.050
...

Rysunek 5.2: Zawartość pliku txt z przykładowymi danymi wejściowymi

Po wybraniu pliku z danymi mamy możliwość wyświetlenia badanego sygnału poprzez kliknięcie w przycisk "Rysuj", bądź też przeprowadzenia detekcji zespołów QRS bez wyświetlania sygnału. Druga opcja jest szczególnie użyteczna w sytuacji gdy użytkownikowi zależy wyłącznie na pliku wynikowym.



Rysunek 5.3: Wyświetlony wykres wraz z wykrytymi załamkami Q, R oraz S

Klikając na przycisk "Zapisz" użytkownik ma możliwość utworzenia nowego pliku txt, bądź też nadpisania pliku już istniejącego. Do pliku tego zostają wpisane wyniki detekcji, które zaprezentowane zostały na rysunku 5.4. Występujące w sygnale zespoły QRS zosta-

ty wypunktowane oraz dla każdego z punktów charakterystycznych zespołu QRS wypisane zostały jego parametry tj. czas wystąpienia podane w sekundach, oraz napięcie podane w miliwoltach.

-----WYNIKI DETEKCJI ZESPOŁÓW QRS W SYGNALE EKG-----											
Początek			Q		R		S		Koniec		
lp.	[s]	[mV]	[s]	[mV]	[s]	[mV]	[s]	[mV]	[s]	[mV]	[mV]
1	0,32	0,249	0,34	0,171	0,37	0,536	0,39	-0,172	0,44	0,196	
2	1,01	0,212	1,04	0,137	1,07	0,480	1,09	-0,225	1,14	0,162	
3	1,74	0,121	1,74	0,104	1,77	0,428	1,78	-0,239	1,84	0,146	
4	2,43	0,137	2,45	0,071	2,47	0,435	2,49	-0,248	2,54	0,108	
5	3,13	0,113	3,16	0,021	3,18	0,408	3,20	-0,312	3,25	0,061	
6	3,83	0,075	3,86	-0,006	3,88	0,345	3,90	-0,359	3,95	0,019	
7	4,56	-0,006	4,56	-0,028	4,59	0,291	4,60	-0,378	4,66	0,023	
8	5,26	0,013	5,27	-0,047	5,29	0,315	5,31	-0,376	5,36	-0,003	
9	5,95	-0,007	5,98	-0,075	6,00	0,315	6,02	-0,420	6,08	-0,036	
10	6,65	-0,013	6,68	-0,084	6,70	0,272	6,72	-0,436	6,77	-0,040	
11	7,37	-0,047	7,37	-0,104	7,40	0,240	7,42	-0,430	7,47	-0,064	
12	8,05	-0,025	8,09	-0,109	8,11	0,281	8,13	-0,436	8,18	-0,080	

Rysunek 5.4: Zawartość pliku txt z wynikami detekcji

6. Bibliografia

[1] <http://www.robots.ox.ac.uk/gari/teaching/cdt/A3/readings/ECG/Pan+Tompkins.pdf>

[2] http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece5030/labs/s2013/QRS_detect_review.pdf

[3] <http://physionet.org/tutorials/physiobank-text.shtml>