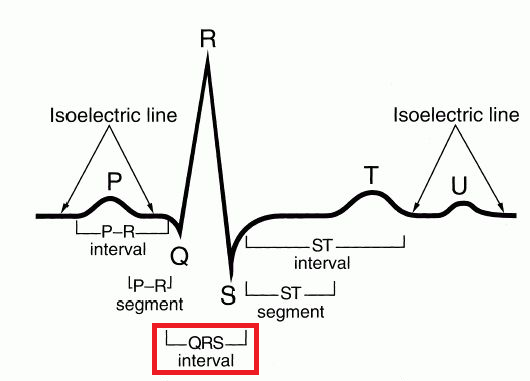
1. **Wstęp**

Zadaniem niniejszego modułu jest klasyfikacja zespołów QRS, polegająca na wyodrębnieniu grup podobnych do siebie zespołów na podstawie przebiegu sygnału elektrokardiograficznego wraz z zaznaczonymi punktami charakterystycznymi.



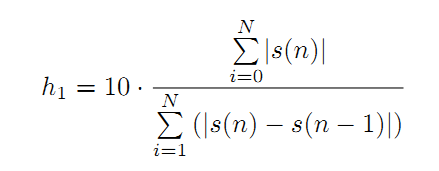
*Rys. 1.1. Sygnał EKG wraz z zaznaczonym zespołem QRS (kolor czerwony).*

Celem klasyfikacji zespołów QRS jest określenie ośrodków bodźcotwórczych w sercu. Odmienny kształt zespołu wynika z pobudzenia o innym przebiegu, którego źródło położone jest poza podstawowym generatorem rytmu. Grupowanie zespołów odbywa się zatem ze względu na ich morfologię (kształt) przy jednoczesnym określeniu typu pobudzenia (komorowe lub nadkomorowe). Koniecznie jest także wyodrębnienie zespołów, których pobudzenia nie można określić oraz artefaktów – przebiegów omyłkowo rozpoznanych jako zespół QRS.

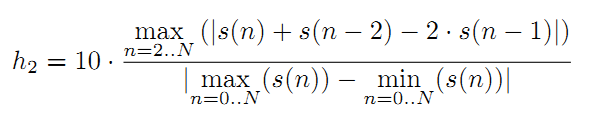
1. **Wykorzystany algorytm**

Klasyfikacja zespołów QRS może być wykonywana na podstawie przebiegu sygnału w analizowanym przedziale lub z wykorzystaniem wektora cech reprezentujących dany zespół. Ze względu na szybkość obliczeń w opisywanym module wykorzystano drugą metodę, opisując zespół QRS za pomocą trzech współczynników kształtu:

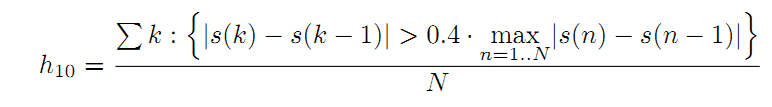
* stosunek pola powierzchni do obwodu,



* stosunek maksymalnej prędkości do maksymalnej amplitudy,



* procentowy udział próbek, w których prędkość przekracza 40% prędkości maksymalnej do długości zespołu QRS.



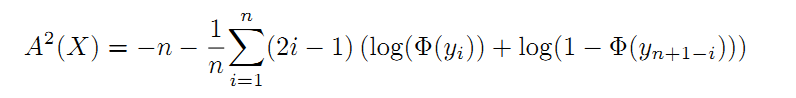
Grupowanie poszczególnych zespołów odbywa się z wykorzystaniem algorytmu G-means, będącego ulepszeniem klasycznego algorytmu k-średnich (k-means). Główną zaletą wybranego rozwiązania jest brak konieczności określania z góry liczby klas, do których przydziela się reprezentantów.

Podstawowe założenie algorytmu stanowi hipoteza, że zbiór reprezentantów każdej klasy posiada rozkład Gaussa. Metoda G-średnich uruchamiana jest z niewielką początkową liczbą centroid (klas), która może być równa 1 lub więcej, w zależności od posiadanej wiedzy na temat analizowanego problemu. Następnie wykonywany jest kolejno algorytm k-średnich dopóki wszystkie klasy będą posiadały rozkład normalny lub gdy osiągnięta zostanie maksymalna liczba klas.

Do prawidłowego działania algorytmu konieczne jest określenie, czy dane przyporządkowane do określonej klasy mają rozkład gaussowski. Rozróżniamy zatem dwie hipotezy:

* dane mają rozkład normalny – klasa jest wystarczająca do reprezentacji wszystkich przedstawicieli,
* dane nie mają rozkładu normalnego – klasa powinna być podzielona na dwie podklasy.

W celu sprawdzenia normalności rozkładu danych w określonej klasie, przeprowadzono test Andersona-Darlinga, opisany statystyką:

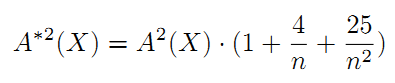


gdzie: n – liczba przedstawicieli danej klasy,

yi – wartości reprezentantów przekształcone do rozkładu normalnego,

Φ(x) – dystrybuanta rozkładu normalnego N(0,1).

W przypadku, gdy wartości wariancji i odchylenia standardowego są szacowane, wykorzystuje się zmodyfikowaną statystykę:



Rozkład uznaje się za normalny jeżeli wartość statystyki jest mniejsza od zadanego progu tolerancji α.

Detekcja i eliminacja artefaktów następuje w dwóch etapach:

* wyodrębnienie próbek o zerowej długości (punkty QRS\_onset i QRS\_end pokrywają się ze sobą),
* wykreślenie przedstawicieli klas, których odległość od danej centroidy jest większa niż dwukrotność wariancji.

1. **Implementacja modułu**

Algorytm opisany w punkcie 2 zrealizowano w języku C++ z wykorzystaniem edytora Qt Creator.

\*\*opis działania programu – diagramy klas i przypadków użycia\*\*

1. **Możliwości rozszerzenia**

W celu ulepszenia modułu (poprawy klasyfikacji zespołów QRS) możliwe jest dodanie kolejnego algorytmu grupującego, który dawałby możliwość porównania otrzymanych wyników. Przykładowym rozwiązaniem jest zastosowanie metody Expectation Maximization – algorytmu iteracyjnego stosowanego do tworzenia modeli danych statystycznych, możliwego do wykorzystania także gdy istnieje ryzyko niekompletnych danych.

\*\*Dodanie klasyfikatora. Charakteryzacja pobudzeń komorowych i nadkomorowych. Poprawa wyświetlania.\*\*

1. **Wnioski**

\*\*ważny element detekcji i przetwarzania sygnału EKG, większość czasu poświęcona na synchronizację z pozostałymi modułami\*\*

1. **Literatura**

[1] Augustyniak P. *Przetwarzanie sygnałów elektrodiagnostycznych.* Wydawnictwa AGH. Kraków, 2001.

[2] *Medical dicionnary*. Dostępny w Internecie: <http://medical-dictionnary.thefreedictionnary.com>.

[3] Adebisi A., Olusayo O., Olatunde O. An Exploratory Study of K-Means and Expectation Maximization Algorithms. *British Journal of Mathematics and Compupter Science* 2012, nr 2, s. 62 – 71.

[4] Maier C., Dickhaus H., Gittinger J. *Unsupervised Morphological Classification of QRS Complexes*. Computers in Cardiology. Hannover, 1989, s. 683-686.

[5] Awal A., Mostafa S., Ahmad M. *Simplified Mathematical Model for Generating ECG Signal and Fitting the Model using Nonlinear Least Square Technique.* Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering. Dhaka, 2011.

[6] Hamerly G., Elkan C. *Learning the k in k-means.* Proceedings of the 17th annual conference on neural information processing systems (NIPS). Vancouver, 2003, s 281–288.

[7] Batko T., Jaśkiewicz T. *Moduł obliczeniowy QRS\_CLASS.* Projekt z przedmiotu „Elektroniczne systemy diagnostyki medycznej i terapii”. Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH. Kraków, 2013.