



Rodzaj pracy: magisterska

Dyplomant: mgr inż. Kacper JANOWSKI

Promotor: dr inż. Dominik SONDEJ

APLIKACJA DO WIZUALIZACJI I ANALIZY SYGNAŁÓW BIOMEDYCZNYCH W CZASIE RZECZYWISTYM

Wprowadzenie

Współczesne przyrządy metrologiczne powinny charakteryzować się wysoką jakością pomiarów, ale także szeroką funkcjonalnością i możliwie dużą łatwością obsługi. Obecnie wiele urządzeń pomiarowych umożliwia sterowanie za pomocą ekranów dotykowych, co jest bardzo dużym ułatwieniem dla użytkowników i świadczy o nowoczesności przyrządu. Niemniej dla projektanta systemu jest to z kolei dodatkowe wyzwanie związane z opracowaniem przejrzystego, możliwie intuicyjnego, interfejsu graficznego, który oprócz funkcji sterowania przyrządem zapewni możliwość przetwarzania i wizualizacji wyników. Dobrze opracowany interfejs znacznie poprawi odbiór przyrządu przez użytkownika, a w konsekwencji może przyczynić się do zwiększenia jego popularności.

Celem pracy było przygotowanie projektu oraz praktyczne wykonania graficznego interfejsu do licznika czasu MTC 108. Licznik został opracowany w Zakładzie Techniki Cyfrowej i jest obecnie stosowany w wielu jednostkach badawczych. Licznik posiada interfejs graficzny jednak z uwagi na dużą liczbę małych grafik nie nadaje się do obsługi za pomocą panelu dotykowego.

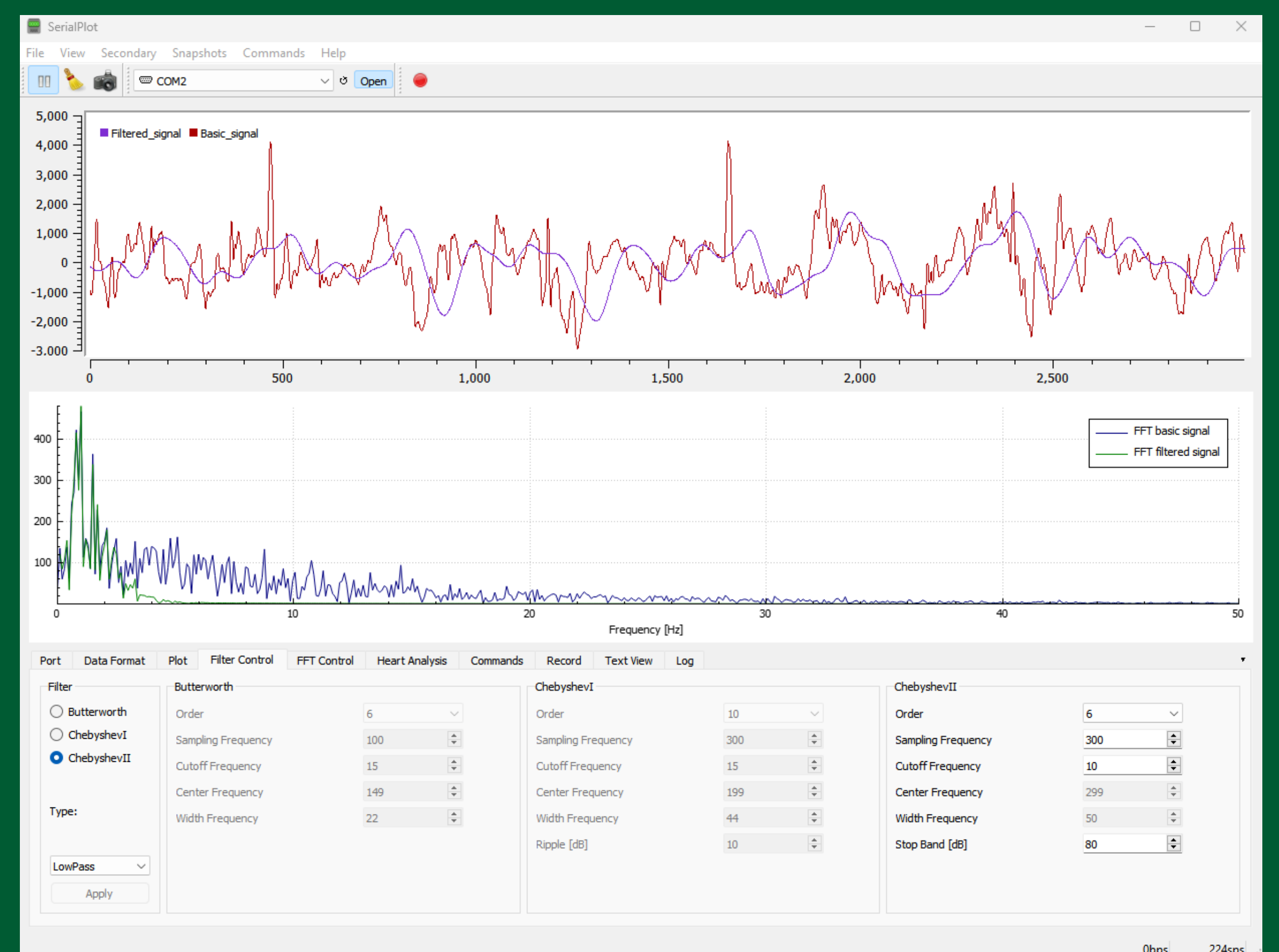
Badania

W pierwszej części pracy zostały poddane analizie trzy wybrane sygnały biomedyczne: sygnał fotopletyzmografii, sygnał elektrokardiograficzny oraz elektroencefalogram. W analizie sygnałów skupiono się na charakterystycznych cechach sygnałów, zakłóceniach występujących w sygnałach. Przeprowadzona analiza miała pomóc w znalezieniu wspólnych cech wybranych sygnałów, aby w aplikacji zaimplementować najbardziej uniwersalne narzędzia do ich przetwarzania i analizy.

Następnie zostały przedstawione wybrane metody filtracji oraz analizy sygnałów biomedycznych, bazujących na wykonanej analizie w pierwszej części. Opisane zostały najciekawsze dostępne metody przetwarzania i analizy, z których wybrane zostały zaimplementowane w tworzonej aplikacji.

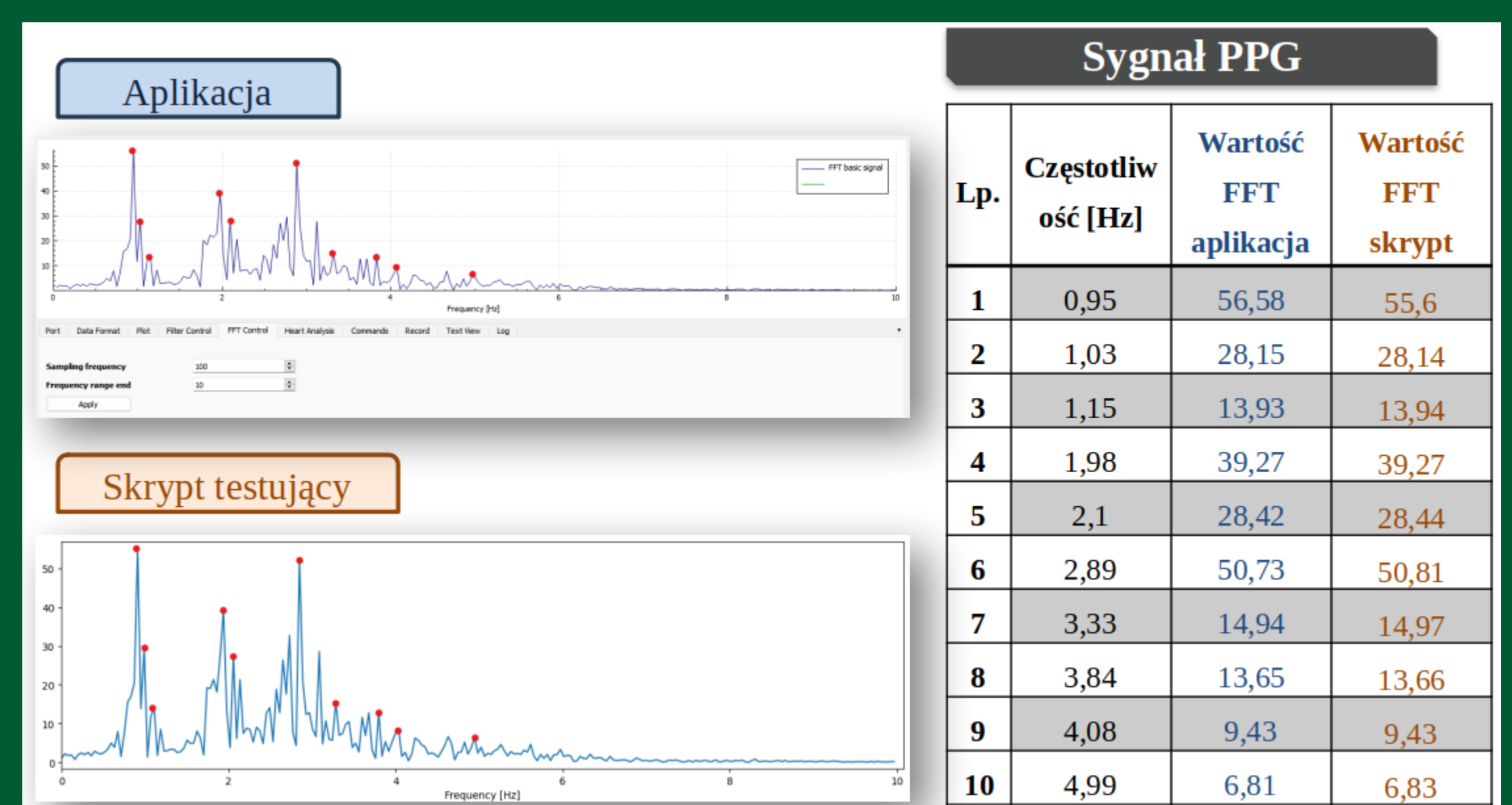
Ponadto w pracy przedstawione zostało wykorzystywane narzędzie do tworzenia aplikacji komputerowych, aplikacje SerialPlot, która została wykorzystana jako podstawa aplikacji, umożliwiająca wizualizację sygnałów odbieranych z portu szeregowego. Ponadto zostały opisane wykorzystywane biblioteki do implementacji poszczególnych mechanizmów przetwarzania i analizy sygnałów oraz ich integracja z aplikacją SerialPlot. W aplikacji zaimplementowano szybką transformatę Fouriera, filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej oraz analizę tętna na podstawie sygnałów EKG i PPG. Przetwarzanie sygnałów zostało zaimplementowane dla EKG, PPG i EEG. Szybka transformata Fouriera umożliwia analizę widmową sygnałów, filtracja IIR została zaimplementowana w celu pozbycia się szumów z wizualizowanych sygnałów.

Implementacja poszczególnych funkcjonalności została oparta na dostępnych, otwarto źródłowych bibliotekach programistycznych. Szybka transformata Fouriera została zaimplementowana przy użyciu biblioteki FFTW, która została opracowana w MIT. Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej zostały zaimplementowane przy użyciu biblioteki DSP IIR Realtime C++ filter, która umożliwia filtrację IIR w czasie rzeczywistym. W aplikacji zaimplementowano filtry typu Butterwortha, Czebyszewa I i II typu. Analiza tętna została zaimplementowana przy wykorzystaniu języka Python oraz biblioteki HeartPy.



Rys. 1. Okno aplikacji z modułem filtracji sygnału

Ostatnia część jest poświęcony opisowi sposobu testowania utworzonej aplikacji. Zostały opisane testy sprawdzające poprawność działania zaimplementowanych bibliotek realizujących określone funkcje. Zostały również przeprowadzone testy wydajności aplikacji związane ze sprawdzeniem wpływu prędkości odbierania danych oraz wielkości bufora odbiorczego, na płynność działania aplikacji.



Rys. 2. Wyniki testów poprawności działania szybkiej transformaty Fouriera

Wnioski

W ramach pracy opracowana, zaimplementowana i przetestowana została aplikacja do wizualizacji sygnału odbieranego z portu szeregowego wraz z możliwością ich przetwarzania oraz analizy. Testy wykazały, że zaimplementowane funkcjonalności działają prawidłowo oraz pozwoliły określić wydajność aplikacji w zależności od wielkości bufora na dane pomiarowe, oraz od prędkości transmisji portu szeregowego. Aplikacja dzięki użytemu systemowi budowania i modułowej budowie jest przystosowana, aby można było w przyszłości implementować kolejne metody analizy i przetwarzania sygnałów.