

**Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska**

Percepcja maszyn

Sprawozdanie z laboratorium L1

Kaniuka Jan

Warszawa, 2022

Spis treści

1. Sygnały zaszumione	2
1.1. Treść zadania	2
1.2. Rozwiązanie	2
2. Optyczny system pomiaru tętna	4
2.1. Treść zadania	4
2.2. Rozwiązanie	4
2.3. Analiza rozdzielczości pomiaru	5

1. Sygnały zaszumione

1.1. Treść zadania

Do sygnału wygenerowanego będącego mieszaniną trzech sygnałów sinusoidalnych należy dodać losowy szum, wygenerowany np. przy użyciu funkcji `randn`. Tak zaszumiony sygnał proszę przeanalizować w taki sam sposób jak sygnał oryginalny. Z widma amplitudowego proszę wybrać trzy największe wartości (`maxk`) i odtworzyć przy ich pomocy sygnał oryginalny (częstotliwość i fazę odczytać z odpowiednich danych).

Przedstawić oba sygnały, zaszumiony i odzyskany, na jednym wykresie. Proszę porównać też wartości odzyskane z zaszumionego sygnału z wartościami oryginalnymi użytymi przy generowaniu sygnałów.

1.2. Rozwiązanie

Listing 1.1. Dodanie szumu gaussowskiego

```
x = x + randn(size(t));
```

Dla sygnału zaszumionego wyliczono transformatę Fouriera (funkcja `fft`). Na podstawie uzyskanych wykresów zależności amplitudy oraz fazy od częstotliwości spróbowano odtworzyć sygnał oryginalny.

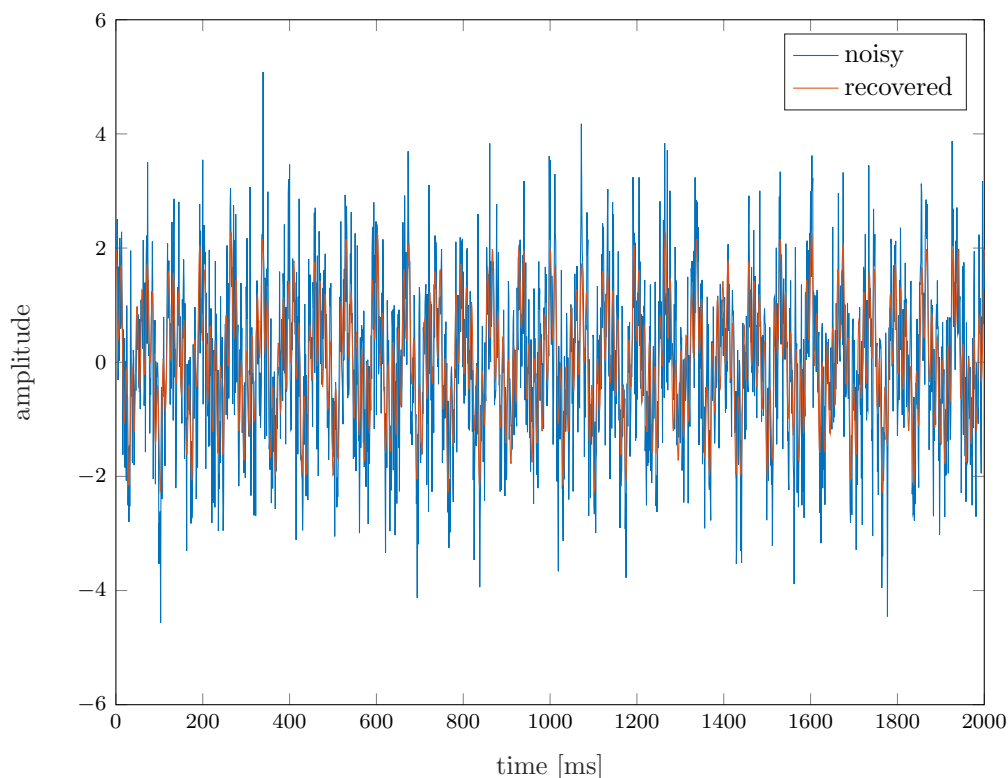
Listing 1.2. Odzyskiwanie parametrów sygnału

```
% Wektory na odzyskiwane parametry sygnałów
amplitudes = maxk(A,3); % odczytanie amplitud
frequencies = zeros(1,N);
phases = zeros(1,N);

% Odczytanie częstotliwości
for i = 1:N
    idx = find(A == amplitudes(i));
    frequencies(i) = f(idx);
end

% Odczytanie faz sygnałów
for i = 1:N
    idx = find(f == frequencies(i));
    phases(i) = F(idx);
end

% Wykreślenie sygnału odzyskanego
x_recovered = zeros(size(t));
for i = 1:N
    x_recovered = x_recovered + ...
        amplitudes(i) * cos(2 * pi * frequencies(i) * t + phases(i));
end
```



Rys. 1.1. Przebiegi sygnałów zaszumionego i odzyskanego

	oryginalne	odzyskane
amplituda	1	1,0204
częstotliwość [Hz]	15	15
przesunięcie fazowe [rad]	0	0,0266

Tab. 1.1. Pierwszy sygnał składowy

	oryginalne	odzyskane
amplituda	0,4	0,4305
częstotliwość [Hz]	27	27
przesunięcie fazowe [rad]	-1,0472	-1,1671

Tab. 1.2. Drugi sygnał składowy

	oryginalne	odzyskane
amplituda	0,8	0,8609
częstotliwość [Hz]	83	83
przesunięcie fazowe [rad]	0,4488	0,4581

Tab. 1.3. Trzeci sygnał składowy

Wartości odzyskane z zaszumionego sygnału w niewielkim stopniu różnią się od wartości oryginalnych, co umożliwia dość dokładne odtworzenie sygnału oryginalnego.

2. Optyczny system pomiaru tętna

2.1. Treść zadania

Jednym ze sposobów pomiaru tętna jest czujnik optyczny badający zmianę natężenia światła przechodzącego przez tkanki w momencie przepływu krwi (w rytmie zgodnym z biciem serca). Zadanie polega na zarejestrowaniu a następnie przeanalizowaniu tego typu nagrania w celu wyznaczenia tętna. Jako czujnik w tym ćwiczeniu wykorzystana zostanie kamera w telefonie komórkowym.

Proszę wyznaczyć wartość tętna (mierzoną w uderzeniach na minutę - *BPM*) na zarejestrowanym nagraniu. Proszę określić, z jaką rozdzielczością możliwe jest wyznaczenie tętna oraz ewentualne metody na jej poprawę.

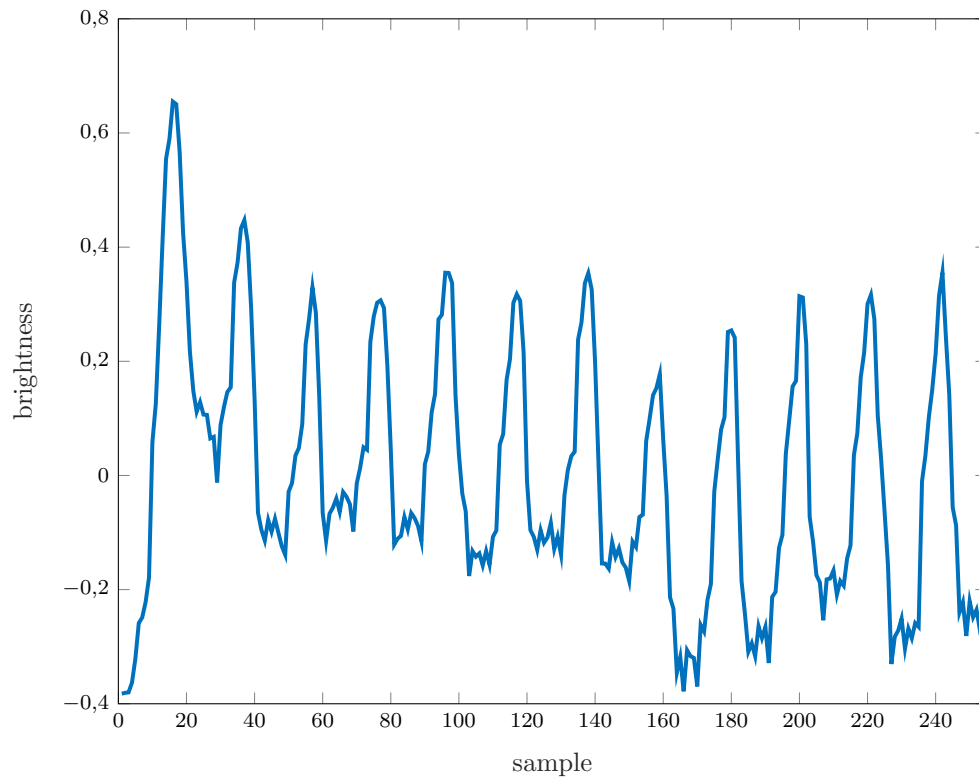
2.2. Rozwiązanie

Zacząłem od nagrania krótkiego wideo opisanego w poleceniu. W aparacie wykorzystałem tryb VGA 640x480 (4:3) oraz włączyłem diodę doświetlającą. Pierwsze trzy próby nagrania wideo nie zakończyły się sukcesem. Prawdopodobnie nierównomiernie dociskałem palec lub lekko go przesuwalem. W czwartej próbie otrzymałem już przebieg podobny do tego z materiałów laboratoryjnych. Jednak przez pierwsze 1,5 sekundy widoczny był gwałtowny wzrost jasności obrazu - dopiero potem przebieg miał oczekiwany charakter oscylacyjny. Prawdopodobnie zbyt późno zacząłem dociskać palec, więc skróciłem po prostu nagranie o początkowe 1,5 sekundy.

Sygnał reprezentujący jasność obrazu w zależności od numeru próbki poddałem transformacji Fouriera. Wykorzystując otrzymane widmo amplitudowe wyznaczyłem dominującą częstotliwość (2.1).

Listing 2.1. Wyznaczenie wartości tętna (BPM)

```
% A - widmo amplitudowe
idx = find(A == max(A,1)); % odczytuję największą amplitudę w widmie
freq = f(idx); % znajduję dominującą częstotliwość
BPM = freq * 60; % skaluję wynik pomiaru do BPM
```



Rys. 2.1. Zarejestrowane tętno

Wyznaczone tętno wynosi **84,7059 \approx 85 BPM**. Dla porównania wykonałem pomiar tętna z wykorzystaniem opaski treningowej (wykorzystywana jest w niej ta sama metoda pomiaru) i uzyskałem wartość zbliżoną do wyliczonej powyżej.

2.3. Analiza rozdzielczości pomiaru

Wyznaczenie tętna jest możliwe z rozdzielczością wyrażoną wzorem

$$\frac{\text{sampling frequency}}{\text{number of samples}}$$

W celu poprawy rozdzielczości można zwiększyć liczbę próbek poprzez wykonanie dłuższego nagrania. Wzrośnie wtedy wartość mianownika powyższego ułamka, co spowoduje, że będzie można wyznaczyć tętno z większą dokładnością.