

Autorzy sprawozdania

Piotr Patek, 324 789

Damian Baraniak, 324 851

Optyczny system pomiaru t_{tna}

Jednym ze sposobów pomiaru t_{tna} jest czujnik optyczny badający zmiany 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 t_{tna} .

Rejestracja sygnału wejściowego

Jako czujnik w tym ćwiczeniu wykorzystana zostanie kamera w telefonie komórkowym. Proszę ustawić w tryb nagrywania wideo, rozdzielczość może być ustawiona na niższą dostępną (np. VGA - 640x480). Proszę docisnąć palec wskazujący do obiektywu i poczekać, a automatyka aparatu zwikszy czułość do takiego poziomu, że na ekranie będzie widać różowo-czerwone plamy. Nagranie najlepiej wykonywać w ciemnym oświetleniu słonecznym, ewentualnie można włączyć w telefonie diodę obok aparatu. Po ustabilizowaniu się jasności na ekranie proszę rozpocząć nagranie i nagrać co najmniej 10-cio sekundowe wideo. W tym czasie proszę trzymać palec na obiektywie możliwie stabilnie, bez zmiany nacisku i jego przesuwania. Przykładowe nagranie zamieszczone jest poniżej (można je też [pobrać](#)). Na nagraniu widać bardzo delikatną zmianę jasności obrazu - jej częstotliwość należy zmierzyć.

Przygotowanie danych do analizy

Najłatwiejszym методом załadowania danych do Matlaba jest przerobienie nagrania na serie obrazów a następnie ich wczytanie (ładowanie filmów często wymaga dodatkowych kodeków). W celu przerobienia nagrania na serie osobnych klatek można wykorzystać program `ffmpeg`:

```
ffmpeg -r 1 -i movie.mp4 -r 1 frame_%03d.jpg
```

Następnie można wczytać ramki i dla każdej z nich wyznaczyć średnią jasność obrazu (będzie to podstawa wszelkich dalszych obliczeń):

```
% Liczba ramek do wczytania (przy 10 sekundach i 30 FPS będzie to 300)
N = 600;

% wektor jasności
br = zeros(3, N);

use_video = 1;

if use_video
    % wczytywanie pliku wideo do analizy
    v = VideoReader(['data/IMG_5844.mp4']);
else
    % lista obrazów do analizy
    imds = imageDatastore('./data/', 'FileExtension', '.jpg');
```

```

end

% wczytanie pierwszych N obrazów i analiza jasno ci
for i=1:N

    if use_video
        % dla pliku wideo ładowanie ramki z otwartego ródła
        I = read(v,i);
    else
        % wczytujemy obraz
        I = imread(imds.Files{i});
    end

    h = size(I,1);
    w = size(I,2);

    % wybieramy jedynie czerwony składow obrazu
    I = I(:,:,1);

    % jasno punktu na rodku obrazu
    br(1, i) = I(h/2, w/2);

    % wyznaczamy redni z całego obrazu
    br(2, i) = mean(I, 'all');
end

% dla ułatwienia pó niejszej analizy od razu mo na odj od sygnału składow
stał
br = br - mean(br, 2);

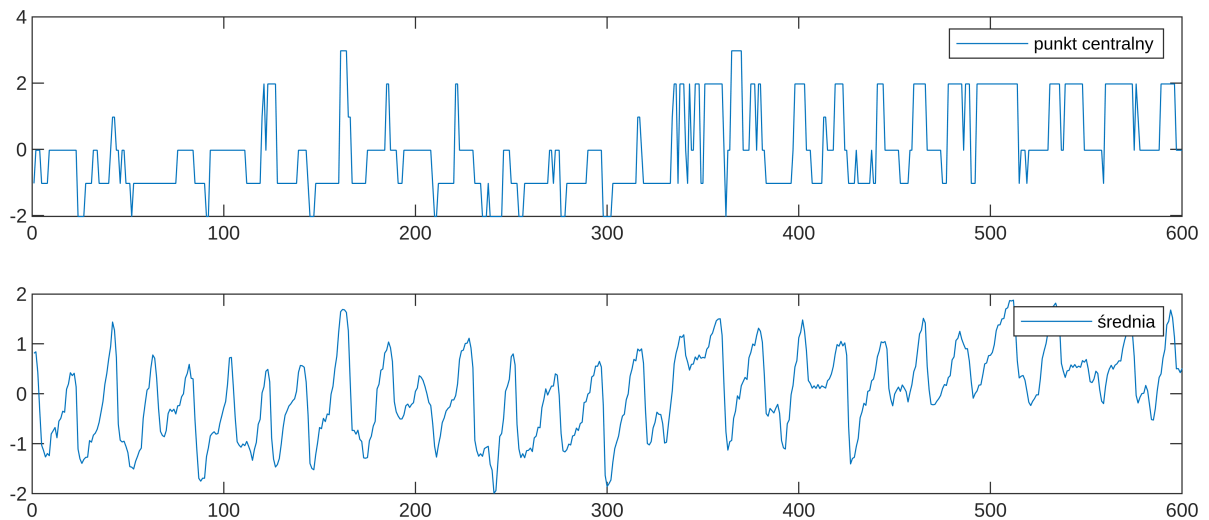
```

Po wyznaczeniu jasno ci mo na wy wietli jej wykres - wida na nim wyra nie cykliczne zmiany, które odpowiadaj pulsowi. Dla pojedynczego punktu wida bardzo wyra nie kwantyzacj danych (skokowe zmiany warto ci), wykre warto ci redniej jest du o gładszy.

```

h = figure();
set(h,'Units','normalized','Position',[0 0 1 .7]);
subplot(2,1,1);
plot(br(1,:));
legend('punkt centralny')
subplot(2,1,2);
plot(br(2,:));
legend('rednia');

```



Zadanie

Prosz wyznaczyć wartość t_{tna} (mierzoną w uderzeniach na minutę - BPM) na zarejestrowanym nagraniu. W tym zadaniu proszę zastosować metodę korzystając bezpośrednio z zarejestrowanych danych w dziedzinie czasu (np. zliczanie przejęć przez zero bądź detekcja lokalnych ekstremów).

Prosz określić, z jaką rozdzielczością możliwe jest wyznaczenie t_{tna} oraz ewentualne metody na jej poprawę.

Jako rozwiązanie proszę przesłać raport (pdf) zawierający:

- opis rozwiązania
- wykres przedstawiający zarejestrowane t_{tna}
- otrzymane wyniki
- analizę rozdzielczości pomiaru
- kod funkcji dokonujących obliczenia

```
[peaks, locs] = findpeaks(br(2, :), "MinPeakProminence", 0.5)
```

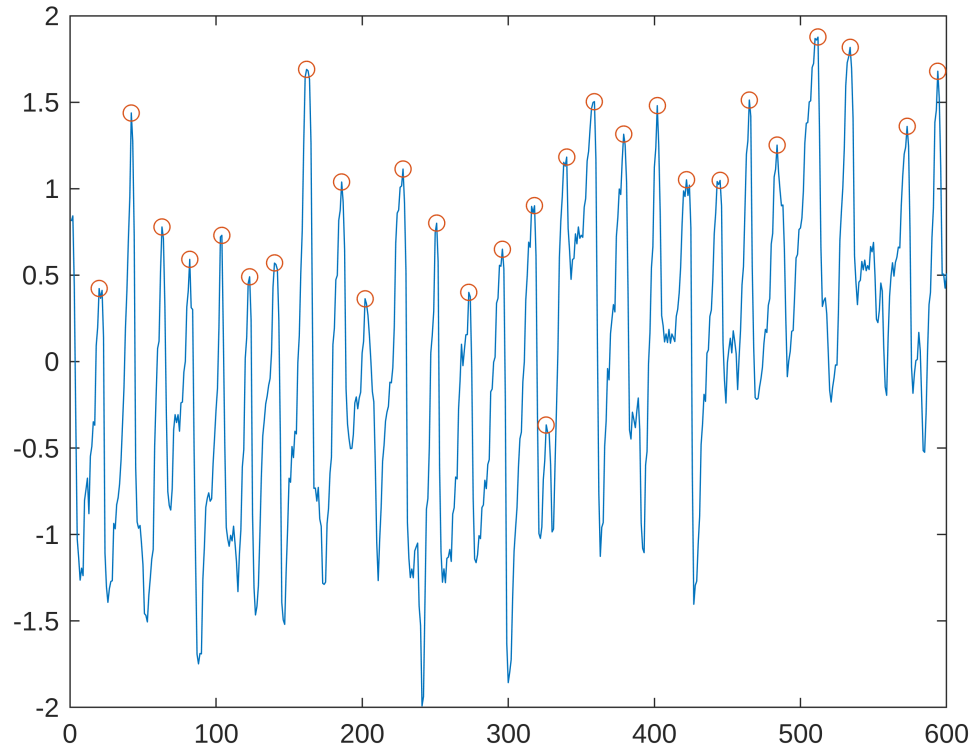
```
peaks = 1x28
    0.4227    1.4384    0.7788    0.5915    0.7304    0.4907    0.5700    1.6902 ...
locs = 1x28
    20    42    63    82   104   123   140   162   186   202   228   251   273 ...
```

Wykres t_{tna} z zaznaczonymi ekstremami

```
figure;
plot(br(2, :));

hold on;
```

```
scatter(locs, peaks);
```



Obliczenia

```
FPS = 30;  
peak_first = locs(1);  
peak_last = locs(end);  
measured_length = (peak_last - peak_first) / FPS / 60;  
beats = length(peaks);
```

```
BPM = (beats - 1) / measured_length;
```

Wynik pomiaru

```
disp(BPM);
```

84.6690

Opis rozwi zania

Aby zmierz y t tno, pzreanalizowano zmian y w poziomach jeasno ci nagrania z doc i ni tej do palca kamery telefonu z w ł czonym na wietleniem. Film nagrano w 30 klatkach na sekund oraz wymiarach obrazu 1920x1080px. Z ka dej klatki wyc i gni to jedynie czerwony kana ł, oraz wyznaczono redni warto wszystkich pikseli z obrazu. Po odj ciu warto ci sta łej z ca łego pomiaru otrzymano przybli ony przebieg

تنا. Wykorzystuj c wbudowan funkcj findpeaks znaleziono wszystkie znacz ce ekstrema globalne sygnau. Przebieg sygnau z zaznaczonymi znalezionymi ekstremami przedstawiono na wykresie.

Wyznaczono odleglo mi dzy pierwsz i ostatni próbki i mierz c czas mi dzy w minutach wykorzystuj c fakt, e film nagrywano w 30FPS. Na podstawie tych oblicze wyznaczono redni okres mi dzy uderzeniami daj c pomiar t tna.

Analiza rozdzielczo ci pomiaru

Rozdzielczo pomiaru t tna z wykorzystaniem detekcji ekstremów na przebiegu jasno ci u rednionej dla wszystkich klatek nagrania zale y od ilo ci zarejestrowanych ekstremów w trakcie nagrania, jego długo ci, a tak e liczby klatek na sekund z jak wykonano nagranie. Sprawdzono o ile zmieni si warto BPM, gdy czas pomi dzy wykryciem pierwszego i ostatniego ekstermum zwi kszymy o jedn klatk . Ró nica tych warto ci daje nam rozdzielczo z jak jeste my w stanie oszacowa ilo uderze na minut na podstawie dostarczonego nagrania o podanych parametrach. Poni ej przedstawiono uproszczony wzór:

$$\text{resolution} = ((\text{beats} - 1) \cdot \text{FPS} \cdot 60) \left(\frac{1}{\text{first to last peak samples}} - \frac{1}{\text{first to last peak samples} + 1} \right)$$

Dla naszego nagrania, które ma długo 20 sekund rozdzielczo wynosi

```
resoultion = (((beats - 1)*FPS*60))*(1/((peak_last-peak_first)) - 1/
(peak_last - peak_first+1))
```

```
resoultion =
0.1473
```