

1. Prosta aproksymacja (1 pkt)

Na stronie <http://www.dr.loudness-war.info/> zamieszczono dynamikę utworów różnych wykonawców. W pliku **LoudnessWar.csv** zebrano dane dotyczące dynamiki utworów zespołu  a kolumny 3, 4, 5 i 6 z tej tabeli zamieszczono w pliku **LoudnessWarNubers.csv**.

Wykonaj regresję liniową dla: średniej, maksymalnej i minimalnej dynamiki utworów w albumach w funkcji roku wydania albumu. Poszukiwaną zależność można opisać równaniem:

$$y = a_1 + a_0 x$$

gdzie a_x to szukane parametry modelu, x to rok wydania albumu a y to średnia dynamika utworu w sensie mocy maksymalnej do mocy średniej. Użyj ogólnego (macierzowego) zapisu do rozwiązania zadania. Zaprezentuj dane na trzech rysunkach. Policz jaka była średnia roczna zmiana dynamiki.

Opcjonalnie (+1 pkt), wykonaj podobne zestawienie dla innego zespołu rockowego istniejącego od co najmniej 10 lat.

2. Identyfikacja (2 pkt)

Połączono wyjście karty dźwiękowej z jej wejściem. Odtworzono sygnał **u** typu PRBS i równocześnie wykonano jego rejestracji jako wektor **y**. Oba sygnały znajdują się w pliku **IR.mat**.

Poniższy kod źródłowy, za pomocą metody parametrycznej wyznacza łączną charakterystykę częstotliwościową karty dźwiękowej od przetwornika D/A do A/D. Ten eksperyment można potraktować jako model transmisji kablowej.

```
clear all
close all
load sndb_prbs;
M=30; % długość licznika
L=length(u); % maksymalna długość sygnału do analizy
y = y + 0.1*randn( size(y) ); % dodawanie szumu

U=[]; % Metoda parametryczna model FIR o długości M
for i=1:M
    U=[U, u(M-i+1:L-i+1)];
end
Y=y(M:L);
b=U\Y;
Hls=freqz(b(1:M), 1, round(L/2));
ids=1:L/2;
Freqs=(ids-1)*fs/L;

plot('Freqs', 20*log10(abs(Hls(1:end-1))), 'r-'');
```

Do sygnału dodano szum normalny o wariancji 0,1. Wyznacz charakterystykę częstotliwościową dla różnych długości sygnałów wejściowych ($L=50, 100, 200, 1000$). Jak parametr L wpływa na dokładność estymacji charakterystyki? Dlaczego? Na podstawie wykresu wyznacz jakie jest pasmo przenoszenia wykorzystanej karty dźwiękowej.

Ćwiczenie 4 z Lab 03 było podobne do obecnego, tj. wyznaczano odpowiedź impulsową obiektu LTI. W tamtym ćwiczeniu macierz X była kwadratowa, w obecnym liczba równań (danych) jest większa niż niewiadomych a celem jest rozwiązanie minimalizujące błąd sum kwadratów.

Układ można opisać równaniem filtracji. Po przemnożeniu obu stron przez sygnał wejściowy $u(n)$ i wyznaczeniu wartości oczekiwanej otrzymujemy równanie Yule'a-Walkera (wykład 3, strona 14), je także można rozwiązać ze względu na h . Niech układ opisuje zależność:

$$y = h * u$$

gdzie $*$ oznacza splot a poszukiwaną odpowiedzią impulsową układu jest h , wtedy $xcorr(y, u) = h * xcorr(u, u)$, skąd $H = \frac{fft(y*u)}{fft(u*u)}$. Warto zauważyć, że dla dobrze przygotowanego sygnału u , mianownik przyjmie wartość 1. Wynik autokorelacji sygnału PRBS powinien być deltą Kroneckera, której transformacja Fouriera jest sygnałem jednostkowym. Oblicz H drugą metodą i porównaj z poprzednią.

Opcjonalnie (+1 pkt). Zarejestruj samodzielnie sygnał dla opisanego układu. Użyj sygnału **u** do estymacji odpowiedzi impulsowej. Sygnał możesz odtworzyć i zarejestrować funkcjami Matlaba lub dowolnym programem do rejestracji dźwięku.

Opcjonalnie (+2 pkt). Zarejestruj samodzielnie sygnał dla opisanego układu. Zamiast kabla łączącego wejście z wyjście karty dźwiękowej zastosuj mikrofon i głośnik. Porównaj charakterystyki częstotliwościowe.

3. Korekcja zniekształceń (2 pkt)

Tor optyczny aparatu fotograficznego nie jest idealny. Bardzo często powoduje on zniekształcenia geometryczne rejestrowanego obrazu. Najczęściej są to tzw. zniekształcenia beczkowe, których efekt można zaobserwować na obrazku **Kratal.jpg**.

Zniekształcenia te są stałe więc tor optyczny aparatu można potraktować jako obiekt, wyznaczyć jego parametry a następnie skorygować obraz.

Najczęściej stosowanym modelem opisującym zniekształcenia optyki jest model radialny. Jest on opisany w postaci wielomianu zaczepionego w osi optycznej optyki (środku obrazka) i przesuwającego piksele wzdłuż promienia.

Wielomian modyfikujący można przedstawić następująco:

$$r_d = a_1 r + a_2 r^2 + a_3 r^3$$

gdzie r to odległość pomiędzy pikselem niezniekształconego obrazka a środkiem obrazka, r_d to odległość po modyfikacji – zniekształceniu dodanym przez tor optyczny obiektywu, parametry a_1 , a_2 i a_3 to parametry wielomianu opisującego zniekształcenie. W sposób graficzny, zniekształcenie przedstawiono na obrazku¹ po prawej stronie. Strzałki pokazują w jaki sposób piksele obrazka zostały przesunięte. Obiektyw o parametrach wielomianu $a_1=1$, $a_2=0$ i $a_3=0$ będzie pozbawiony zniekształceń.

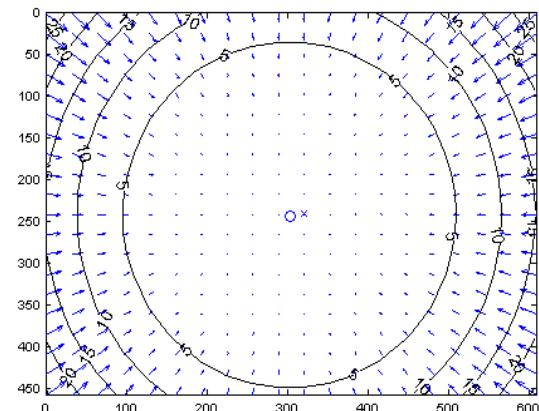
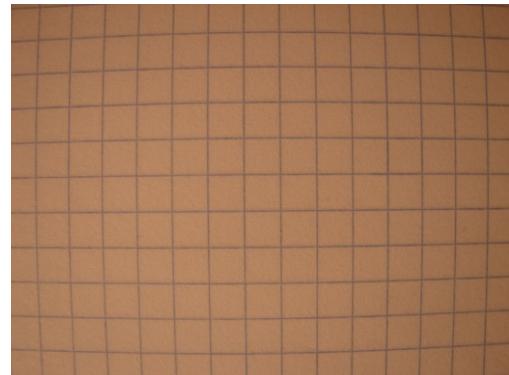
Wykorzystując poniższy kod wykonaj estymacji parametrów modelu radialnego obiektywu, którym zostało wykonane pierwsze zdjęcie. Przyjmij, że os optyczna obiektywu znajduje się w środku obrazu i jest prostopadła do powierzchni obrazu.

Po korekcji, wszystkie linie powinny być proste. Wybierz punkty pierwszej od góry poziomej linii i sprawdź czy leżą na linii prostej. Oblicz średni błąd odchylenia od linii prostej.

```
close all
clear all

i1=imread('Kratal.jpg');
ilg=double(rgb2gray(i1));
[sx, sy]=size(ilg);
cx=sx/2; cy=sy/2;

% wyszukanie przecięć linii
wzorzec=[
```



¹ Zaczepnięto z **Camera Calibration Toolbox for Matlab** http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/htmls/example.html

```

0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1
0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0;
ic=normxcorr2(wzorzec,ilg);
ig=ic<-0.7;
ig=bwmorph(ig,'shrink',Inf);
[ix,iy]=find(ig>0); % współrzędne przecięć linii
r=sqrt((ix-cx).^2+(iy-cy).^2); % promień do środka obrazu
[rs,i]=sort(r);
% ustalenie punktów odniesienia (siatki regularnej)
x0=ix(i(1)); y0=iy(i(1));
dx=abs(ix(i(1))-ix(i(4)))-1;
dy=abs(iy(i(1))-iy(i(4)))-3;
jx=x0+dx*[-4:1:5];
jy=y0+dy*[-6:1:7];
[jX, jY]=meshgrid(jx,jy);
jx=jX'; jx=jx(:); % współrzędne przecięć linii dla obrazu
wzorcowego
jy=jY'; jy=jy(:);
rm=sqrt((jx-cx).^2+(jy-cy).^2); % promień do środka obrazu
[rms,j]=sort(rm);

imshow(ig), hold on
plot(cy,cx,'r+') % punkt centralny
plot(jY,jX,'bo') % punkty odniesienia

% identyfikacja modelu algorytmem LS
???
???
???
figure, plot(rms,rs,'b.', rms,R,'g-', [0 3e2],[0 3e2], 'r-')

% prostowanie obrazka
xx=1:sx;
yy=1:sy;
[XX,YY]=meshgrid(xx,yy);
RR=sqrt((XX-cx).^2+(YY-cy).^2);
RRr=RR*A(1)+RR.^2*A(2)+RR.^3*A(3);
RRu=RR./RR;
ilr=interp2(ilg,(YY-cy).*RRu+cy,(XX-cx).*RRu+cx);
figure,
    subplot(2,1,1),imagesc(ilg)
    subplot(2,1,2),imagesc(ilr)
    colormap gray

```

Opcjonalnie (+1 pkt), wykonaj samodzielnie zdjęcie kartki w kratkę aparatem posiadającym widoczne zniekształcenia beczkowate. Sprawdź czy algorytm zadziała.