

Försättsblad/Rättningsprotokoll för Laboration i TSKS10, VT2015

LiU-ID, personnummer och namn: _____

Datum och signatur, första inlämning: _____

Datum och signatur, komplettering: _____

	Första inlämning		Komplettering	
	Ja	Nej	Ja	Nej
f_c korrekt identifierad				
$\tau_2 - \tau_1$ korrekt identifierad				
Ordspråken korrekt identifierade				
Slutsatser och svar framgår tydligt				
Programkod är bifogad				
Resultatet är reproducerbart utifrån rapporten				
Rapporten uppfyller formkraven (10pt typsnitt, max. två sidor, stavning korrekt, typsättning proper)				
Språket är genomarbetat, texten är lätt att följa, läsa och förstå samt adekvat terminologi används				
Det teoretiska resonemanget stämmer				
Väldefinierad eller vedertagen notation har använts				
Alla figurer korrekt ritade och tydliga, alla axlar är graderade och har enheter (när tillämpligt)				
Urkund OK				
Sammantagen bedömning: rapporten godkänd				

Kommentarer på första inlämningen:

Datum och signatur av lärare som bedömt rapporten: _____

Kommentarer på kompletteringen:

Datum och signatur av lärare som bedömt rapporten: _____

Laborationsrapport i TSKS10 *Signaler, Information och Kommunikation*

Alexander Yngve
aleyn573, 930320-6651

28 april, 2015

1 Inledning

Målet med den här laborationen var att demodulera en smalbandig I/Q-modulerad signal skickad från en tänkt radiostation och lyssna på dess innehåll. Signalens innehåll består av musikaliska melodier, ordspråk och vitt brus. En del av uppgiften var att identifiera ordspråken. Förutom demodulering skulle även signalens bärfrekvens bestämmas samt ekoeffekter tas hänsyn till. Resultatet av laborationen blev kända värden på signalens bärfrekvens, ekotidsfördröjning samt en användbar signal där ordspråken kunde höras.

Från labbhandledningen fås följande information om signalen:

- Radiostationen sänder ut signalen $x(t) = x_I(t)\cos(2\pi f_c t) - x_Q(t)\sin(2\pi f_c t) + z(t)$, där f_c är signalens bärfrekvens och $z(t)$ är andra signaler ämnade åt någon annan. x_I och x_Q är de intressanta signalerna med relevant innehåll.
- På grund av ekoeffekter i radioutbredningsmiljön så tar vi emot signalen $y(t) = x(t - \tau_1) + 0.9x(t - \tau_2)$.
- Bärfrekvensen f_c är en multipel av 19 kHz.

2 Metod

Laborationen kan delas in i tre deluppgifter, bestämning av bärfrekvens samt filtrering i smalbandet, bestämning av ekots tidsfördröjning samt filtrering av detta och slutligen I/Q-demodulering. MATLAB användes som verktyg för att behandla signalen.

2.1 Bärfrekvens och filtrering

Bärfrekvensen f_c fås med hjälp av fouriertransformen $Y(f)$ till signalen $y(t)$. Figur **ref amplitudspektrum** visar amplitudspektrumet $|Y(f)|$. Ur figuren fås att det finns innehåll i närheten av tre olika bärfrekvenser. De frekvenser som matchar kriteriet att vara en multipel av 19 kHz är våra möjliga bärfrekvenser.

- Signal y_1 med $f_{c1} = 38$ kHz
- Signal y_2 med $f_{c2} = 76$ kHz

- Signal y_3 med $f_{c3} = 114$ kHz

Signalerna på de olika frekvenserna filtreras ut med hjälp av ett bandpassfilter med övre respektive undre gräns $f_{ci} - B/2$ och $f_{ci} + B/2$ där $i = 1, 2, 3$. Då vi vet att signalen ska innehålla hörbart ljud väljs bandbredden $B = 20000$ Hz.

Figure **ref tiddomän** visar de filtrerade smalbands-signalerna i tidsdomänen. Signalerna y_1 och y_2 med bärfrekvens f_{c1} och f_{c2} ser ut att vara rent brus eller snarlikt. Signalen y_3 med bärfrekvens f_{c3} ser däremot ut att ha korrekt innehåll, två delar som skulle kunna vara toner och tal och en avslutande del brus.

Figurer på fft och filtrerade signaler
Beskriv hur rätt signal valdes

2.2 Hantering av eko

För att få bort ekoeffekterna i signalen måste vi först veta ekots tidsfördröjning. Detta görs genom en autokorrelation på signalen. För att få ett tydligare resultat används y_2 som bara innehåller brus

xcorr och beskrivning av algoritm för att ta bort ekot
Figurer på xcorr plotten

2.3 I/Q-demodulering

Ekvationer för I/Q

3 Resultat

Den sökta informationen är:

- Bärfrekvensen för nyttosignalen är $f_c = 114000$ Hz.
- Differensen $\tau_2 - \tau_1 = 0.430$ s.
- Ordspråket i I-signalen är "även den mest skröpliga mussla kan innehålla en pärla".
- Ordspråket i Q-signalen är "skrattar bäst som skrattar sist".

A Programkod

```
clc;clear;close all;

% Read signal
[y, fs, b] = wavread('signal-aleyn573.wav');
L = length(y);

% Transform
f_axis = fs/2*linspace(0, 1, L/2);
Y = fft(y);

% Check carrier frequencies
plot(f_axis, abs(Y(1:L/2)));
title('Amplitude spectrum');
xlabel('frequency (Hz)');
ylabel('magnitude (abs)');
pause;

% Check which signal contains relevant data
bw = 20000; % Bandwidth
fc1 = 38000;
fc2 = 76000;
fc3 = 114000;
t_axis = linspace(0, 19.5, L)';

[B, A] = butter(10, [fc1 - bw/2, fc1 + bw/2]/(fs/2));
y1 = filter(B, A, y);
[B, A] = butter(10, [fc2 - bw/2, fc2 + bw/2]/(fs/2));
y2 = filter(B, A, y);
[B, A] = butter(10, [fc3 - bw/2, fc3 + bw/2]/(fs/2));
y3 = filter(B, A, y);

subplot(3,1,1);
plot(t_axis, y1);
title(['fc = ' num2str(fc1) 'Hz']);
subplot(3,1,2);
plot(t_axis, y2);
title(['fc = ' num2str(fc2) 'Hz']);
subplot(3,1,3);
plot(t_axis, y3);
title(['fc = ' num2str(fc3) 'Hz']);
pause;

% y3 (114 kHz) seems to be the right one

% Cross-correlation of white noise (y2) to find
echo time delay
[corr, lags] = xcorr(y2);
corr = corr(lags > 0); % Plot only positive
time
lags = lags(lags > 0);

subplot(1,1,1);
plot(lags/fs, corr);
xlabel('time (s)');
title('Cross correlation');
pause;

tau = 0.43; % Difference in seconds from xcorr
plot
diff = tau*fs; % Difference in samples

% Echo cancellation
y_echo_fix = zeros(size(y3));
y_echo_fix(1:diff) = y3(1:diff);

for i=1:42
    y_echo_fix(i*diff+1:(i+1)*diff) = y3(i*diff
        +1:(i+1)*diff) - 0.9*y_echo_fix((i-1)*
            diff+1:i*diff);
end

% I/Q-demodulation
[B, A] = butter(10, bw/(fs/2), 'low');

i_carrier = cos(2*pi*fc3*t_axis);
q_carrier = sin(2*pi*fc3*t_axis);

y_i = filter(B, A, 2*y_echo_fix.*i_carrier);
y_q = -filter(B, A, 2*y_echo_fix.*q_carrier);

% Playback
i = decimate(y_i, 4);
q = decimate(y_q, 4);

%soundsc(i, fs/4);
%soundsc(q, fs/4);
```