

Signalen & Systemen

Ruurd Moelker Jan Paul Posma

February 22, 2010

1 Opgave 1

Het tijdsverschil tussen zender en ontvanger is de afstand gedeeld door de snelheid van het geluid. De afstanden van de paden tot microfoon 1 en 2 geven we respectievelijk aan met p_1 en p_2 . Met pythagoras kunnen p_1 en p_2 berekend worden waarbij Y_r en X_v de korte zijden zijn voor microfoon 1 en microfoon 2 Y_r en $X_v - d$ heeft als zijden. Gegeven zijn de volgende waarde:

$$c = 333\frac{1}{3}$$

$$d = 0,4m$$

$$Y_r = 100m$$

Het relatieve verschil in seconde van microfoon 1 en 2, respectievelijk t_1 en t_2 , wordt gegeven met de volgende functies afhankelijk van X_v :

$$t_1(X_v) = \frac{p_1}{c}$$

$$t_2(X_v) = \frac{p_2}{c}$$

Waarbij:

$$p_1 = \sqrt{X_v^2 + Y_r^2}$$

$$p_2 = \sqrt{(X_v - d)^2 + Y_r^2}$$

2 Opgave 2

De ontvangen signalen worden aangegeven met x_1 en x_2 . In figuur 2 staan drie periodes van de functies x_1 en x_2 waarbij $X_v = 100m$:

$$x_1(t) = s(t - t_1)$$

$$x_2(t) = s(t - t_2)$$

$$s(t) = 1000 * \sin(400 * 2\pi * t)$$

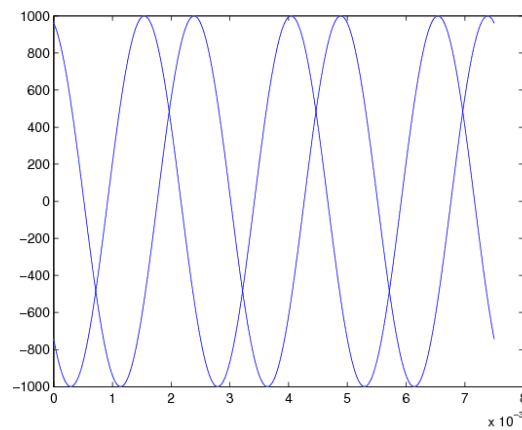


Figure 1: Plot twee ontvangen signalen

If figuur 2 is ingezoomd op de dalen om zo het relatieve tijdsverschil tussen x_1 en x_2 te zien. Hieruit schatten wij dat er sprake is van een relatieve tijdsverschuiving van $8,5 * 10^{-4}$ sec, deze komt door het verschil van de dalen $3,65 * 10^{-3}$ en $2,8 * 10^{-3}$ te berekenen.

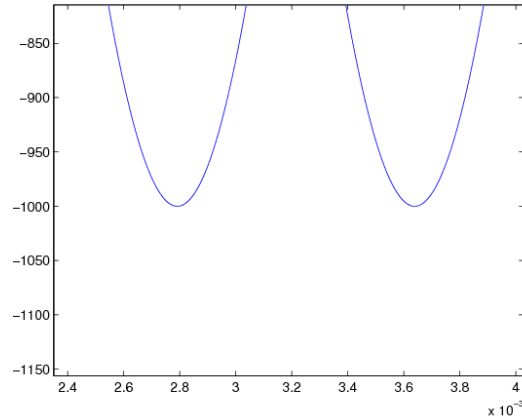


Figure 2: Plot ingezoomd op de dalen van de twee signalen

3 Opgave 3

De waarde van φ hebben we bepaald door middel van het tijdsverschil van de twee ontvangen signalen, gegeven het verschil berekend in de vorige opgave, volgens:

$$\varphi = \sin^{-1}\left(\frac{d}{c} * (t_1 - t_2)\right) = 0,79rad$$

Tevens hebben we φ berekend met behulp van de meetkunde. Dit geeft:

$$\tan^{-1}\left(\frac{X_v}{Y_r}\right) = 0,79rad$$

De gevonden waarde van φ komen op twee significante cijfers overeen, dus de gebruikte methode blijkt te werken.

4 Opgave 4

De hoek tussen ontvanger en bron wordt berekend met de functie CalcDir. Deze functie verwacht twee complexe amplitudes die verkregen worden uit de geleverde functie DF_Gen. De werking van de functie staat bij de code beschreven.

```
1 function [direction] = CalcDir(signal1, signal2)
2 %CALCDIR Calculates direction of the signals
3 % given complex signals1 and 2, the direction is calculated by
4 % first
5 % calculating de phase differences in rad. This is then converted
6 % to
7 % seconds which is then used to calculate the direction. The
8 direction is
```

```

6 %    returned in degrees.
7     d = 0.4;
8     ff = 400;
9     ww = 2 * pi * ff;
10    c = 1000/3;
11
12    dfi = angle(signal1 .* conj(signal2));
13    dt = dfi / ww;
14    direction = real(asin(c/d*dt) * (180/pi));
15 end

```

Om het verschil in fase tussen de twee signalen te berekenen hebben we gebruik gemaakt van het feit dat $\Delta\varphi = \text{angle}\{X_1 X_2^*\}$. Het bijbehorende bewijs staat hieronder gegeven.

$$\begin{aligned}
X_1 &= A_1 * e^{j\varphi_1} \\
X_2 &= A_2 * e^{j\varphi_2} \\
\text{angle}\{X_1 X_2^*\} &= \text{angle}\{A_1 * e^{j\varphi_1} * A_2 * e^{-j\varphi_2}\} \\
&= \text{angle}\{A_1 * A_2 * e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}\} \\
&= \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi
\end{aligned}$$

5 Opgave 5

Het testen van onze functie hebben we gedaan door de methode TestDiff te maken. Deze methode staat hieronder uitgewerkt.

```

1 function [] = TestDiff()
2 %TESTDIFF Plot DF_Gen theta vs our own calculated theta
3 % 901 samples are taken between -400 and 500 where our own
   calculated theta via the function CalcDir is compared to the
   theta from DF_Gen via a plot.
4     x = -400:500;
5     [X1, X2, originalTheta] = DF_gen(x);
6     ourTheta = CalcDir(X1, X2);
7     hold off;
8     plot(x, originalTheta);
9     hold on;
10    plot(x, ourTheta);
11    hold off;
12 end

```

De verkregen plot staat in figuur 3. In de plot lijkt er sprake te zijn van een enkele lijn en dus precies gelijke waarden uit de twee functies. Echter is if figuur 4 te zien dat het wel degelijk gaat om twee verschillend gevonden hoeken.

Hoewel er een verschil is tussen de echte theta en de gevonden theta volgens onze functie CalcDir is dit verschil dermate klein dat CalcDir een zeer betrouwbare geluidsrichting geeft.

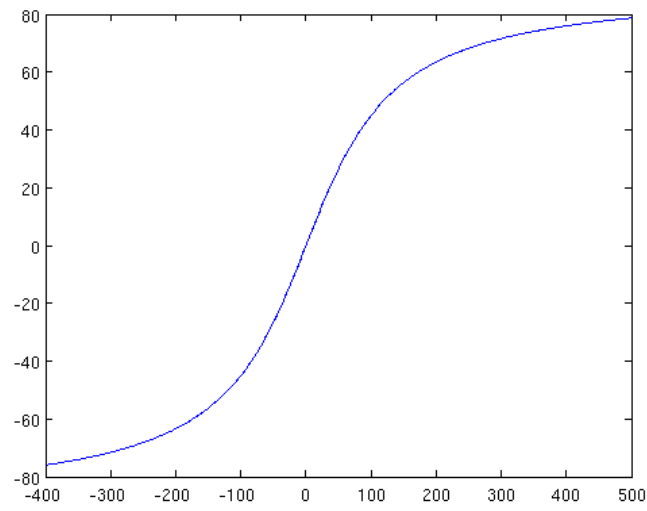


Figure 3: Plot gemaakt door functie TestDiff

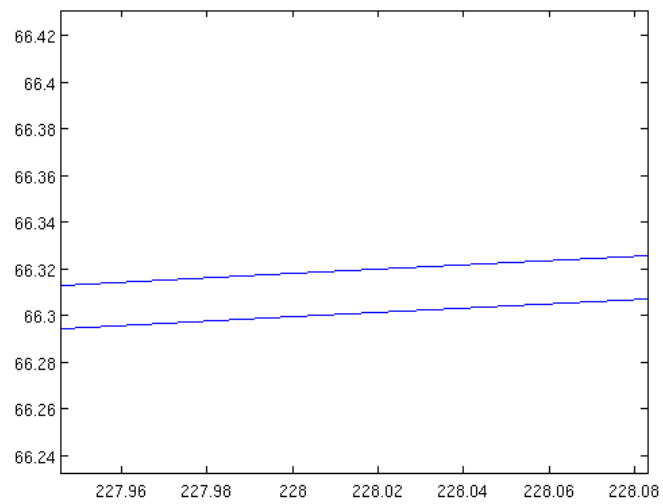


Figure 4: Plot waarbij de verschillende uitkomsten van de functies binnen TestDiff zichtbaar zijn