

Signalen & Systemen

Jan Paul Posma Ruurd Moelker

February 17, 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 $p1$ en $p2$. Met pythagoras kunnen $p1$ en $p2$ berekend worden waarbij Yr en Xv de korte zijden zijn voor microfoon 1 en microfoon 2 Yr en $Xv-d$ heeft als zijden. Gegeven zijn de volgende waarde:

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

$$d = 0.4m$$

$$Yr = 100m$$

Het relatieve verschil in seconde van microfoon 1 en 2, respectievelijk $t1$ en $t2$, wordt gegeven met de volgende functies afhankelijk van Xv :

$$t1(Xv) = \frac{p1}{c}$$

$$t2(Xv) = \frac{p2}{c}$$

Waarbij:

$$p1 = \sqrt{Xv^2 + Yr^2}$$
$$p2 = \sqrt{(Xv - d)^2 + Yr^2}$$

2 Opgave 2

De ontvangen signalen worden aangegeven met $x1$ en $x2$. In figuur 1 staan drie periodes van de functies $x1$ en $x2$ waarbij:

$$x1(t) = s(t - t1)$$

$$x2(t) = s(t - t2)$$

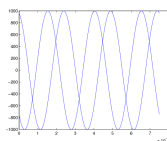
en

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

Xv is voor deze opdracht 100m.

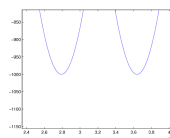
If figuur 2 is ingezoomd op de dalen om zo het relatieve tijdverschil tussen x1 en x2 te zien. Hieruit schatten wij dat er sprake is van een relatieve tijdverschuiving van $8.5 * 10^{-4} sec$, deze komt door het verschil van de dalen $3,65 * 10^{-3}$ en $2.8 * 10^{-3}$ te berekenen.

r40mm



Plot twee ontvangen signalen

r40mm



Plot ingezoomd op de dalen van de twee signalen

3 Opgave 3

De waarde van φ hebben we bepaald door middel van het tijdverschil 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:

$$\tan^{-1}\left(\frac{Xv}{Yr}\right) = 0.79rad$$

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.

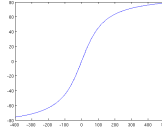


Figure 1: Plot gemaakt door functie TestDiff

```

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
9 % returned in degrees.
10 d = 0.4;
11 ff = 400;
12 ww = 2 * pi * ff;
13 c = 1000/3;
14 dfi = angle(signal1 .* conj(signal2));
15 dt = dfi / ww;
16 direction = real(asin(c/d*dt) * (180/pi));
17 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

In figuur 3