Signalen & Systemen
Practicum 3

Ruurd Moelker Jan Paul Posma

March 8, 2010

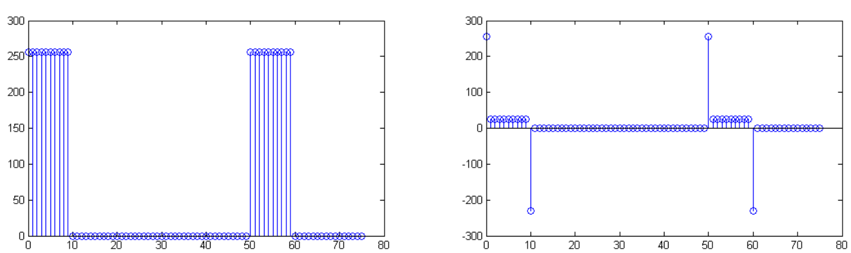
1 Opgave 1

Om de convolutie in matlab te bepalen gebruiken wij het commando: $conv(xx, [1, -0.9])$ De filtercoëficiënten zijn hierbij 1 en 0.9.

Het invoersignaal $x[n]$ is de reeks van getallen startende met 10x 256 gevolgd door 40x een 0 waarna de reeks zich herhaald tot 101 getallen zijn bereikt.

2 Opgave 2

De stemplot van $x[n]$ in te zien samen met de stemplot van $w[n]$ in figuur 1. Het signaal $x[n]$ is omschreven in de vorige opgave. $w[n]$ heeft deze vorm omdat het filter bijna gelijk is aan een filter dat de afgeleide berekent, namelijk die met een convolutie met $[1, \ -1]$. Bij de wisseling tussen hoog en laag in $x[n]$ heeft $w[n]$ een piek danwel dal. De pieken zijn 256 hoog omdat deze voorafgaan in $x[n]$ door nullen. De dalen daarentegen zijn niet -256 diep, omdat deze verwoven is met nog 10% van het signaal $x[n-1]$. Tussen top en dal zit een gebied in $w[n]$ met waarde 10% van $x[n]$.



(a) signal x (b) signal w

Figure 1: Stemplot van x en w over het interval [0..75]

3 Opgave 3

Het matlab commando $length()$ geeft de lengte van een signaal. Voor $x[n]$ is deze lengte 101 en voor $w[n]$ is de lengte 102. De lengte van de convolutie wordt gegeven door $length(xx) + length(bb) - 1$ waarbij bb de vector met coëfficienten is, in dit geval [1, -0.9], dus lengte 2. Tezamen geeft dit $w[n]$ de lengte: $101 + 2 - 1 = 102$.

4 Opgave 4

Restauratie van het orginele signaal $x[n]$ uit $w[n]$ kan met behulp van de matlab functie:

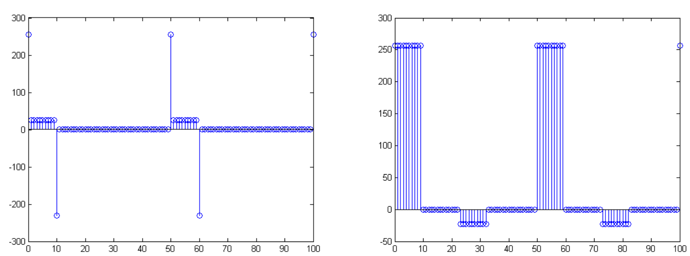
$$yy = conv(ww, rr)$$

waarbij

```
r = 0.9
M = 22
rr = r .^ (0:M)
```

5 Opgave 5

In figuur 2 is de benadering van $x[n]$ door de convolutie van de reeks rr op $w[n]$ geplot in een stem grafiek.



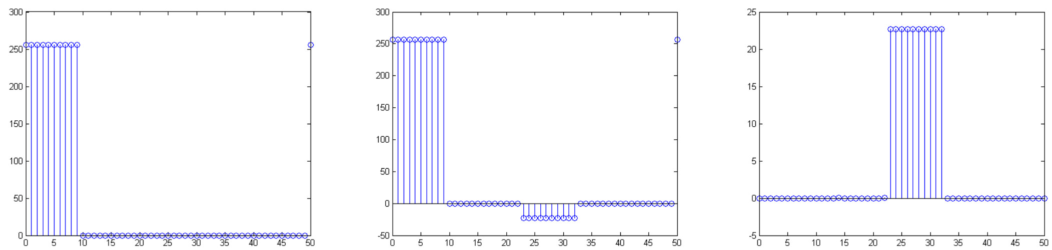
(a) signaal w

(b) signaal y

Figure 2: Stemplot van w en de benadering van w van x

6 Opgave 6

In figuur 3 is het verschil tussen het oorspronkelijke signaal x, uitgezet tegen het herstelde signaal y. Het figuur laat zien dat het herstelde signaal erg goed overeenkomt omdat het verschil bijna overal 0 is. Echter is tussen n = 23 en n = 33 het verschil ineens een maximale grote van 23. Dit komt omdat vanaf dat punt de piek in het tussen signaal w niet meer binnen het bereik is van de restauratiefilter.



(a) signaal x (b) signaal y (c) signaal x - signaal y

Figure 3: stemplot verschil signalen x en y over het interval [0..50]

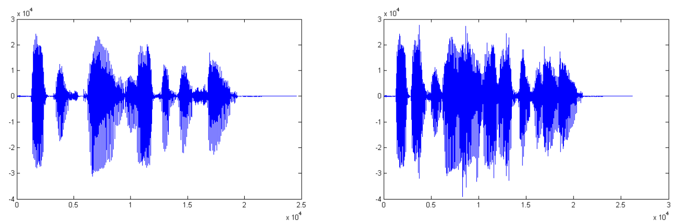
7 Opgave 7

De waarde van r wordt bepaald door de sterkte die we aan de echo toekennen, het is immers de amplitude van het signaal P tijdeenheden terug dus. Omdat de echo 90% van het oorspronkelijke signaal moet zijn geldt $r = 0.9$. P is de tijdverschuiving van de echo uitgedrukt in tijdseenheden van de sample frequentie dus $P = \Delta t\ f_s = 8000 * 0.2 = 1600$.

8 Opgave 8

De echo van een signaal kan met een FIR filter gemaakt worden waarbij de reeks van filtercoëficiënten bestaan uit een één gevolgd door een reeks nullen, eindigend op de waarde van r. Preciezer zij de filtercoëficiënten als volgt: $[1,\ 0_1,\ 0_2,\ ..\ 0_{P-1},\ 0.9]$. In matlab wordt het nieuwe signaal yy uit bronsignaal x2 berekend door middel van: $yy = conv(x2,\ [1\ zeros(1,\ 8000 * 0.2 - 1)\ 0.9]);$.

Het oorspronkelijke signaal x2 en gefilterd signaal yy zijn uitgezet in figuur 4. De echo in het signaal is duidelijk te zien: waar in het eerste figuur in het begin 1 grote piek is te zien, zijn in het tweede figuur twee pieken te zien die erg op elkaar lijken. De tweede piek is een echo met amplitude 90%, maar omdat deze overlapt met een kleinere piek, is de netto amplitude groter dan de eerste piek. Het hele signaal vertoont dit soort echo met overlap.



(a) x2 (b) yy

Figure 4: Het orginele signaal x2 verkregen uit functie labdat.mat en het signaal met echo yy