

Introduktion til Digital Signalanalyse

Eksamensforberedelse

Jonas Lind

15-08-2017

- 1 Analyse af digitale signaler med Diskret Fourier Transformation og Spektrogram
- 2 Spektral forbredning, zero-padding og window functions i relation til DFT
- 3 FIR/IIR filter analyse og design vha. placering af poler/nuller i pol-nulpunkts-diagrammet
- 4 Window method til FIR filter design
- 5 Interpolation og decimation
- 6 Differentiation og integration
- 7 Stokastiske signaler, herunder middelværdi, varians, sandsynlighedstæthedsfunktion og histogram
- 8 Beregning af Signal-Noise Ratio i tids- og frekvens-domænet
- 9 Midlingsfiltre

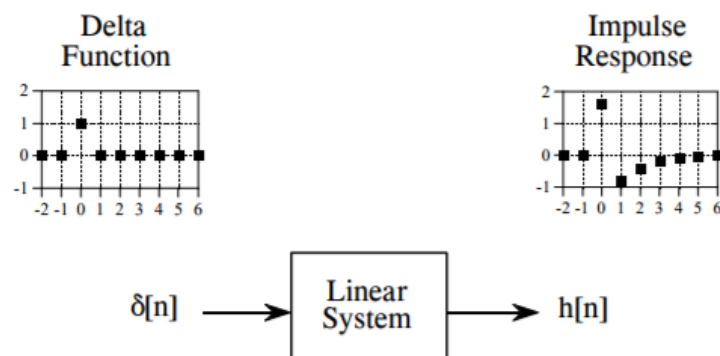
10 Auto- og kryds-korrelation

10.1 Foldning

Foldning er en matematisk måde at kombinere to signaler til at danne et tredje signal.

10.1.1 Delta Funktion og Impuls Respons

- Delta-funktionen $\delta[n]$ er en normaliseret impuls.
- Alle dens samples har en værdi på 0, bortset fra samplenummer 0, som har en værdi på 1.
- Impuls responset $h[n]$ for et lineært system er outputtet fra systemet, når inputtet er en delta-funktion.

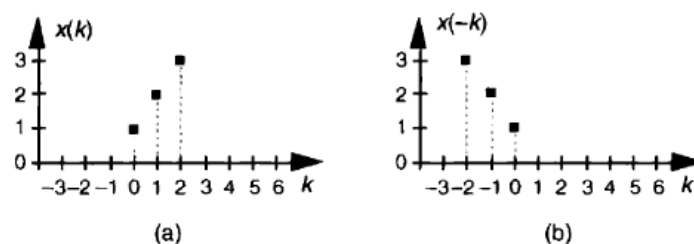


Figur 1: Definition af delta funktionen og impuls responset.

- Inputsignalet foldet med systemets impuls respons er svarende til outputsignalet.
- Hvis $x[n]$ er et signal med N antal samples fra 0 til $N-1$, og $h[n]$ er et signal med M antal samples fra 0 til $M-1$, bliver foldningen af de to signaler: $y(n) = x(n) \otimes h(n)$, et signal med $N + M - 1$ antal samples fra 0 til $N + M - 2$.

$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} h(k) \cdot x(n-k) = h(n) \otimes x(n) \quad (1)$$

- Inputsignalet $x(k)$ flippes rundt så dette placerer sample 0 til højre og efterfølgende opadgående samples til venstre.
 - $x(k)$ bliver herved til $x(-k)$.
- Alle produkter af $h(k)$ og $x(0-k)$ for alle k -værdier summeres og herved fås $y(0)$.
- $x(-k)$ shiftes en sample til højre.
- Alle produkter af $h(k)$ og $x(1-k)$ for alle k -værdier summeres og herved fås $y(1)$.
- Der shiftes og summeres indtil der ikke er overlap mellem $h(k)$ og $x(n-k)$.



Figur 2: (a) sekvensen $x(k)$; (b) spejling af sekvensen $x(k)$ omkring $k = 0$.

Foldningsteorem I betyder at foldning af to signaler i tidsdomænet er det samme som multiplikation af to signaler i frekvensdomænet.

$$h(n) \otimes x(n) \Leftrightarrow H(e^{j\omega}) \cdot X(e^{j\omega}) \quad (2)$$

Foldnings-teorem II betyder at foldning af to signaler i frekvensdomænet er det samme som multiplikation af to signaler i tidsdomænet.

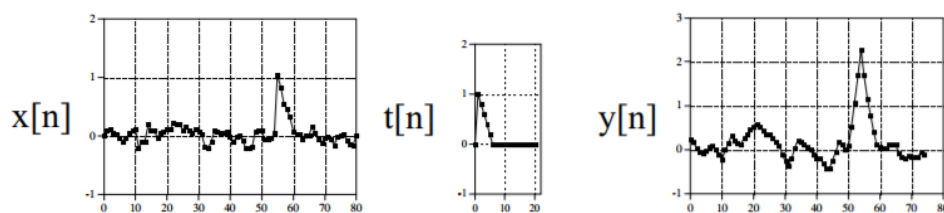
$$h(n) \cdot x(n) \Leftrightarrow H(e^{j\omega}) \otimes X(e^{j\omega}) \quad (3)$$

10.2 Krydskorrelation

Korrelation mellem 2 signaler. Kan bruges til at finde periodicitet i et signal, signaldetektion eller system identifikation

- Amplituden af hver sample i krydskorrelationssignalet er mål for hvor meget det signal der er optaget lignet det oprindelige target signal.
- $r(n)$ er derfor et mål for, hvor meget et signal ligner et andet signal - tidsforskudt med n .

$$r(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h(k) \cdot x(n+k) = h(n) \otimes x(-n) \quad (4)$$



Figur 3: $y(n)$ er krydskorrelationen mellem $x(n)$ og $t(n)$.

10.3 Autokorrelation

Korrelation af signal med sig selv tidsforskudt.

$$r(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \cdot x(n+k) = x(n) \otimes x(-n) \quad (5)$$

- 11 CASE projekt 1 FSK transmission
- 12 CASE projekt 2 Audio filter
- 13 CASE projekt 3 Vejecelle

14 CASE projekt 4 - Sonar

14.1 Opgavebeskrivelse

- Afstandsbestemmelse ved et udsende et akustisk signal.
- Systemet vil afspille og optage ekko-signalet på Blackfin kittet.
- Afstanden findes ved hjælp af krydskorrelation.

14.2 Signal generation

- Krav til signalet er at samplefrekvensen er 48 kHz, da det er denne som Blackfin kittet arbejder med. Vi vælger 50 ms og derfor får vi en arraystørrelse på 2400 samples.
- Et unikt signal ønskes, hvorfor et sweep eller hvid støj er bedre end et sinus signal.
 - Et sinus signal er kontinuert og da den gentager sig selv er det et problem da vi med korrelation leder efter gentagelser.
- Længden af signalet skal sørge for at være langt nok til at optage både når signalet sendes afsted og indtil det er kommet tilbage.
- Præcisionen af målingen er $\frac{340 \text{ m s}^{-1}}{48 \text{ kHz}} \approx 7 \text{ mm}$ per sample.
- Systemet skal kunne måle afstande op til 10 m. Dette giver en forventning om at ekkoet skal rejse 20 m, hvilket tager $\frac{20 \text{ m}}{340 \text{ m s}^{-1}} \approx 59 \text{ ms}$.
- Antal samples der er brug for til at optage afspilningen er $F_s \cdot T + 2400 \cdot 2 \approx 7600$.
- Optagetiden er herved $\frac{7600}{F_s} \approx 160 \text{ ms}$.
- Array størrelsen bliver hermed $2^{13} = 8192$.

14.3 Signal analyse