Signale und Systeme 2

Theoriefragen

17. Juni 2014

i) Ein analoges (zeitkontinuierliches) Signal mit einer Dauer von 0.01 Sekunden wird mit einer Abtastfrequenz von $10kHz$ abgetatstet. Die Abtastwerte werden als zeitdiskretes Signal $x[n]$ gespeichert. Mit Verwendung der DFT soll das verzögerte Signal $x[n-N_d]$ erzeugt werden, mit $N_d = 10$. Dazu muss die DFT $X[k]$ von $x[n]$ berechnet werden, und zwar:

   a) mit einer DFT der Länge $N = 100$ und Multiplikation von $X[k]$ mit $e^{-j\frac{2\pi}{100}k \cdot N_d}$. ✗

   b) mit Anfügen von 5 Nullen and $x[n]$, Verwendung einer 50-Punkte DFT und Multiplikation mit $e^{-j\frac{2\pi}{50}k \cdot N_d}$. ✗

   c) mit Anfügen von 10 Nullen and $x[n]$, Verwendung einer 110-Punkte DFT und Multiplikation mit $e^{-j\frac{2\pi}{110}k \cdot N_d}$. ✓

   d) mit Anfügen von 10 Nullen and $x[n]$, Verwendung einer 110-Punkte DFT und Multiplikation mit $e^{-j\frac{2\pi}{100}k \cdot N_d}$. ✗

   e) keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

ii) Die $\mathcal{Z}$-Transformation $X(z)$ eines linksseitigen, stabilen, zeitdiskreten Signals:

   a) kann gleichzeitig Pole innerhalb und außerhalb des Einheitskreises haben. ✗

   b) kann alle Pole im Ursprung $z = 0$ haben ✗

   c) kann alle Pole in $z = \infty$ haben. ✓

   d) hat immer alle Pole außerhalb des Einheitskreises. ✓

   e) hat immer alle Pole innerhalb des Einheitskreises. ✗

   f) keine der anderen Lösungen ist richtig. ✗

iii) Die Differenzengleichung $y[n-2] + y[n-1] + \frac{1}{2}y[n] = x[n]$ mit Anfangsbedingungen $y[-2] = y[-1] = 0$:

   a) beschreibt ein instabiles digitales Filter. ✓

   b) beschreibt ein stabiles digitales Filter. ✗

   c) beschreibt ein digitales Filter mit einer Impulsantwort endlicher Dauer. ✗

   d) beschreibt ein digitales Filter mit einer Impulsantwort unendlicher Dauer. ✓

   e) beschreibt ein digitales Filter mit linearem Phasengang der Übertragungsfunktion. ✗

f) beschreibt ein digitales Filter mit nichtlinearem Phasengang der Übertragungsfunktion. ✓

g) keine der anderen Lösungen ist richtig. ✗

iv) Sei $X[0] = 1, X[1] = \frac{j}{2}, X[2] = 1, X[3] = -\frac{j}{2}$. Welche der angegebenen Lösungen für x[n] ist richtig?

a) $\frac{1}{4}\left[1-(-1)^n + j\sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

b) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n - \cos\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

c) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n - \sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✓

d) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n + j\cos\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

e) keine ✗

v) Ein N-Punkte Signal mit den Eigenschaften $x[n] = x[N-1-n]$, $x[0] \neq 0, x[N/2] \neq 0$ (N gerade):

a) hat eine DFT $X[k]$ mit $X[0] = 0$ ✗

b) hat eine DFT mit $\sum\limits_{k=0}^{N-1} X[k] = 0$ ✗

c) hat eine DFT mit $X[N/2] = 0$. ✓

d) hat eine DFT mit $\sum\limits_{k=0}^{N-1} (-1)^k X[k] = 0$ ✗

e) keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

vi) Die bilineare Z-Transformation

a) verändert nicht den Phasenverlauf des Frequenzgangs bei der Transformation eines analogen Filters. ✗

b) verändert die Lage der Grenzfrequenzen bei der Transformation eines analogen Filters. ✓

c) führt ein stabiles Analog- in stabiles Digitalfilter über. ✓

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

vii) Die DFT eines 4-Punkte-Signals $x[n]$ sei $X[k] = e^{j\frac{2\pi}{4}7k}$, $k = 0, 1, 2, 3,$. Das zugehörige Zeitsignal ist:

a) $x[n] = \delta[n-1]$ $n = 0, ..., 3$ ✗

b) $x[n] = \delta[n-2]$ $n = 0, ..., 3$ ✗

c) $x[n] = \delta[n-3]$ $n = 0, ..., 3$ ✗

d) $x[n] = \frac{1}{2}\delta[n] + \frac{1}{2}\delta[n-3]$ $n = 0, ..., 3$ ✗

e) keine ✓

viii) Die $\mathcal{Z}$-Transformation $X(z)$ eines rechtsseitigen, stabilen, zeitdiskreten Signals:

a) kann gleichzeitig Pole innerhalb und außerhalb des Einheitskreises haben. ✗

b) kann alle Pole im Ursprung $z = 0$ haben ✓

c) kann alle Pole in $z = \infty$ haben. ✗

d) hat immer alle Pole außerhalb des Einheitskreises. ✗

e) hat immer alle Pole innerhalb des Einheitskreises. ✓

f) keine der anderen Lösungen ist richtig. ✗

ix) Von welchen Signalen $x[n]$, $\forall n$, existiert eine $\mathcal{Z}$-Transformierte?

a) $x[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n+1]$ ✓

b) $x[n] = \sum\limits_{k=0}^{3} \sigma[n-k]$ ✓

c) $x[n] = \sum\limits_{k=-\infty}^{\infty} \delta[n+5k]$ ✗

d) $x[n] = \cos\left(\frac{2\pi}{3}n\right) \cdot \sigma[n]$ ✗

e) $x[n] = e^{j\frac{2\pi}{5}n}$ ✓

x) Die folgenden Pole und Nullstellen der Übertragungsfunktion eines digitalen Filters ind gegeben:
Pole: $\frac{1}{4} \pm j\frac{3}{4}$, $-\frac{3}{4} \pm j\frac{1}{4}$, Nullstellen: $e^{\pm j\pi/2}$, $e^{\pm j2\pi/3}$.
Das Filter ist...

a) ein Tiefpass ✗

b) ein Hochpass ✗

c) ein Bandpass ✗

d) eine Bandsperre ✓

e) ein Hilberttransformator ✗

f) keine Lösung ist richtig ✗

xi) Beim Pol/Nullstellendiagramm der Übertragungsfunktion eines stabilen, akausalen, digitalen Filters mit reellwertigen, konstanten Filterkoeffizienten

a) können alle Pole in $z = 0$ liegen. ✗

b) können alle Pole in $z = \infty$ liegen. ✓

c) liegen immer alle Pole außerhalb des Einheitskreises (in der komplexen $z-$Ebene). ✓

d) müssen genau so viele Pole wie Nullstellen vorhanden sein. ✗

e) müssen alle Pole und Nullstellen als konjugiert komplexe Paare vorliegen. ✗

f) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xii) Die inverse Z-Transformation von $X(z) = \frac{z}{z+2} + \frac{z}{z-\frac{1}{2}}$ ergibt ein:

a) stabiles linksseitiges Signal ✗

b) stabiles zweiseitiges Signal ✓

c) stabiles rechtsseitiges Signal ✗

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xiii) Ein stabiles und kausales Digitalfilter mit reellwertigen Koeffizienten hat die Übeertragungsfunktion $H(z)$, mit folgenden Eigenschaften:

a) Alle Nullstellen von $H(z)$ müssen im Inneren des Einheitskreises liegen. ✗

b) Die Pole von $H(z)$ liegen im Inneren des Einheitskreises. ✓

c) $\lim\limits_{z\to\infty} H(z) < \infty$ ✓

d) $\lim\limits_{z\to\infty} H(z) = \infty$ ✗

e) Alle Pole und Nullstellen von $H(z)$ müssen reell sein. ✗

xiv) Ein Digitalfilter mit reellwertigen Koeffizienten wird durch eine Differenzengleichung beschrieben:

a) Die Impulsantwort $h[n]$ beinhaltet den Einfluss der Anfangsbedingungen. ✗

b) Die Anfangsbedingungen beeinflussen das Einschwingverhalten des Filters. ✓

c) Ein Filter mit exakt linearem Phasenverlauf hat im Allgemeinen eine Differenzengleichung ohne rekursiven Anteil.✓

d) Die Übertragungsfunktion $H(z)$ kann nicht eindeutig aus der Differenzengleichung des digitalen Filters bestimmt werden. ✗

xv) Sei $X[0] = 1, X[1] = -\frac{j}{2}, X[2] = 1, X[3] = \frac{j}{2}$. Welche der angegebenen Lösungen für x[n] ist richtig?

a) $\frac{1}{4}\left[1-(-1)^n + j\sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

b) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n - \cos\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

c) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n + \sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✓

d) $\frac{1}{4}\left[1+(-1)^n + j\cos\left(\frac{\pi}{2}n\right)\right]$ ✗

e) keine ✗

xvi) Die zyklische Faltung von zwei N-Punkte Signalen

a) kann dazu verwendet werden, eine lineare Faltung zu implementieren. ✓

b) kann durch Multiplikation zweier DFT's berechnet werden. ✓

c) kann durch lineare Faltung zweier DFT's berechnet werden. ✗

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xvii) Welche der folgenden $N = 8$ Punkte Signale haben reellwertige DFT's der Länge $N = 8$?

a) $x[n] = (-1\ \ -j\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ \ -j)$ ✗

b) $x[n] = (1\ j\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ \ -j)$ ✓

c) $x[n] = (1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1)$ ✗

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xviii) Ein digitales Filter habe eine Impulsantwort der Länge $N_h = 100$. Mit Hilfe der zyklischen Faltung soll das Ausgangssignal auf ein Eingangssignale der Länge $N_x = 150$ berechnet werden. Dazu sollte

a) Eine DFT-Länge $N = 150$ verwendet werden und die Impulsantwort mit Nullen auf die Länge $N'_h = 150$ erweitert werden. ✗

b) eine DFT-Länge $N = 256$ verwendet werden und die Impulsantwort und das Eingangssignal mit Nullen auf die Länge $N'_h = 256$ erweitert werden. ✓

c) eine DFT-Länge $N = 200$ verwendet werden und die Impulsantwort und das Eingangssignal mit Nullen auf die Länge $N'_h = 200$ erweitert werden. ✗

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xix) Die DFT eines 4-Punkte-Signals $x[n]$ sei $X[k] = e^{j\frac{2\pi}{4}6k}$, $k = 0, 1, 2, 3,$. Das zugehörige Zeitsignal ist:

a) $x[n] = \delta[n-1]\ n = 0, ..., 3$ ✗

b) $x[n] = \delta[n-2]\ n = 0, ..., 3$ ✓

c) $x[n] = \delta[n-3]\ n = 0, ..., 3$ ✗

d) $x[n] = \frac{1}{2}\delta[n] + \frac{1}{2}\delta[n-3]\ n = 0, ..., 3$ ✗

e) keine ✗

xx) Für reellwertige N-Punkte Signale:

a) ist der Realteil der DFT $X[k]$ eine ungerade Funktion. ✗

b) ist der Imaginärteil von $X[k]$ eine ungerade Funktion. ✓

c) ist der Imaginärteil von $X[k]$ null. ✗

d) ist die Phase von $X[k]$ eine ungerade Funktion. ✓

e) ist der Betrag von $X[k]$ eine ungerade Funktion. ✗

f) gilt immer $X[N-k] = X[k]$. ✗

g) Keine der anderen Antworten ist richtig ✗

xxi) Die bilineare Z-Transformation

a) verändert die Lage der Grenzfrequenzen bei der Transformation eines analogen Filters. ✓

b) verändert den Phasenverlauf des Frequenzgangs bei der Transformation eines analogen Filters. ✓

c) verändert das Stabilitätsverhalten bei der Transformation eines analogen Filters. ✓

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xxii) Beim Pol/Nullstellendiagramm der Übertragungsfunktion eines stabilen, kausalen, digitalen Filters mit reellwertigen, konstanten Filterkoeffizienten

a) können alle Pole in $z = 0$ liegen. ✓

b) können alle Pole in $z = \infty$ liegen. ✗

c) liegen immer alle Pole innerhalb des Einheitskreises (in der komplexen $z-$Ebene). ✗

d) müssen genau so viele Pole wie Nullstellen vorhanden sein. ✗

e) können konjugiert komplexe Pole und Nullstellen vorhanden sein. ✓

f) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xxiii) Ein digitales Filter habe eine Impulsantwort der Länge $N_h = 100$. Mit Hilfe der zyklischen Faltung soll das Ausgangssignal auf ein Eingangssignale der Länge $N_x = 150$ berechnet werden. Dazu sollte

a) Eine DFT-Länge $N = 100$ verwendet werden und die Impulsantwort mit Nullen auf die Länge $N'_h = 150$ erweitert werden. ✗

b) eine DFT-Länge $N = 150$ verwendet werden und die Impulsantwort und das Eingangssignal mit Nullen auf die Länge $N'_h = 256$ erweitert werden. ✗

c) eine DFT-Länge $N = 200$ verwendet werden und die Impulsantwort und das Eingangssignal mit Nullen auf die Länge $N'_h = 200$ erweitert werden. ✗

d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✓

xxiv) Für reellwertige N-Punkte Signale:

a) ist der Realteil der DFT $X[k]$ eine gerade Funktion. ✓
b) ist der Imaginärteil von $X[k]$ eine gerade Funktion. ✗
c) ist der Imaginärteil von $X[k]$ null. ✗
d) ist die Phase von $X[k]$ eine gerade Funktion. ✗
e) ist der Betrag von $X[k]$ eine gerade Funktion. ✓
f) gilt immer $X[N-k] = X[k]$. ✗
g) Keine der anderen Antworten ist richtig ✗

xxv) Der Fenstereffekt der DFT

a) entsteht durch Multiplikation der DFT des Signals mit der DFT der Fensterfunktion. ✗
b) entsteht durch Faltung der DFT des Signals mit der DFT der Fensterfunktion ✓
c) entsteht durch zeitliche Begrenzung des Signals ✓
d) Keine der anderen Antworten ist richtig ✗

xxvi) Beim FIR-Filterentwurf mit der Fenstermethode:

a) wird die Impulsantwort eines idealisierten Filters mit einem Zeitfenster gefaltet. ✗
b) wird die Übertragungsfunktion eines idealisierten Filters mit der Fouriertransformation des Zeitfensters gefaltet. ✓
c) wird die Übertragungsfunktion eines idealisierten Filters mit der Fouriertransformation des Zeitfensters multipliziert. ✗
d) wird die Impulsantwort in bestimmten Zeitintervallen auf Null gesetzt. ✓
e) werden die Übergangsregionen zwischen Durchlass- und Sperrbereichen im Vergleich zum idealisierten Filter größer. ✓
f) werden die Übergangsregionen zwischen Durchlass- und Sperrbereichen im Vergleich zum idealisierten Filter kleiner. ✗
g) Keine der anderen Lösungen ist richtig. ✗

xxvii) Welche der folgenden $N = 8$ Punkte Signale haben reellwertige DFT's der Länge $N = 8$?

a) $x[n] = (-1\ \ -1\ 0\ 0\ 0\ 0\ \ -1\ \ -1)$ ✗
b) $x[n] = (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1)$ ✓
c) $x[n] = (1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1)$ ✗
d) Keine der anderen Antworten ist richtig. ✗

xxviii) Die folgenden Pole und Nullstellen der Übertragungsfunktion eines digitalen Filters sind gegeben: Pole: $-\frac{1}{4} \pm j\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4} \pm j\frac{1}{4}$, Nullstellen: $e^{\pm j\pi/2}$, $e^{\pm j\pi/3}$.
Das Filter ist...

a) ein Tiefpass ✗
b) ein Hochpass ✗
c) ein Bandpass ✗
d) eine Bandsperre ✓
e) ein Hilberttransformator ✗
f) keine Lösung ist richtig ✗