

Nom: _____ Grup: _____

Durada de l'examen: 2 hores.

Escriviu només en aquesta plana.

Publicació notes: 9 de Juliol

1. En un cert sistema de quantificació, la imatge a comprimir es divideix en subimatges de $N \times N$. A continuació, cada bloc es compara amb un conjunt de M subimatges de tamany $N \times N$ (anomenades vectors codi) que s'han definit previament en l'emissor i en el receptor. El símbol que representa el vector codi de menor distorsió s'envia al receptor. El receptor disposa dels M vectors codi i selecciona el corresponent al símbol enviat en el lloc de la subimatge que s'està codificant. Aquest sistema s'anomena quantificació vectorial. Per al cas de $N=4$, $M=256$ i per a píxels originalment quantificats amb 8 bits, ¿quin és el factor de compressió assolit?

2. Pretenem predir dos processos $x(n)$ i $y(n)$ amb l'algorisme LMS, amb matrius de correlació $\mathbf{R}_{xx} = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$ i $\mathbf{R}_{yy} = \begin{bmatrix} 1 & 0.9 \\ 0.9 & 1 \end{bmatrix}$. Doneu un valor del paràmetre d'adaptació μ en els dos casos. Què podem dir de la velocitat de convergència en cada cas?

3. En quin aspectes s'assemblen els senyals original i sintetitzat (l'obtingut a la sortida del descodificador) en: 1) VOCODER LPC, i 2) Codificadors GSM?

1) _____

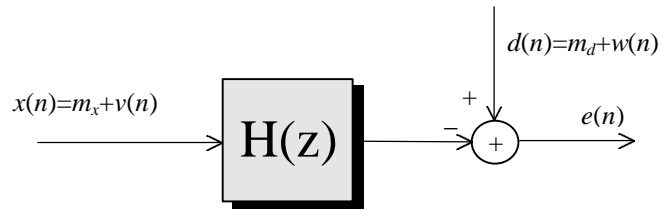
2) _____

Quina és la característica de l'esquema de codificació que essencialment diferencia els codificadors GSM del vocoder LPC?

4. La verbena de Sant Joan anava molt bé. Hi havia un grup de rock i força gent, fins que, durant el descans de l'actuació, la Núria (la meua xicota) va passar-se massa estona parlant amb un desconegut. Quan li vaig preguntar em va respondre amb evasives. Afortunadament, tinc un amic que n'era el tècnic de so i no té cap interès amagat per la meua amiga. Va enregistrar amb dos micròfons tota la festa i m'ha passat l'enregistrament stereo per veure si podem esbrinar de què parlava la Núria. Sabent quina era la posició dels micròfons i la del racó fosc on parlaven, proposa un sistema de processament del senyal stereo i indica de quines variables en depenen els paràmetres del sistema per tal que pugui: 1) deixar bocabadat el meu amic que sempre s'en riu de mi perquè soc telecos i no sé arreglar ni una ràdio, i 2) i molt més important, assabentar-me de què parlava la Nuria (i prendre les mesures que calguin). Feu l'aproximació de considerar el senyal de veu com de banda estreta.

Problema 1.

Es pretén estimar el valor mig d'un senyal $d(n)$ que conté una interferència $w(n)$. Per tal de fer-ho disposem d'un altre senyal $x(n)$, correlat amb la interferència, que té també un cert valor mig i construïm el filtre de Wiener discret de la figura:



del que trobarem els coeficients a base de minimitzar la potència de $e(n)$. Noteu però, que com que volem conservar el valor mig de $d(n)$ el filtre $H(z)$ hauria de bloquejar el pas de m_x , cosa que no aconseguim amb un filtre de Wiener normal, que tendiria a fer zero el valor mig de l'error. Per tal d'aconseguir el nostre propòsit, intentarem minimitzar la potència de $e(n)$ tot posant la restricció per als coeficients del filtre:

$$\mathbf{1}^T \mathbf{h} = 0 \quad \text{amb} \quad \mathbf{1}^T = [1 \ 1 \ \dots \ 1] \quad \mathbf{h} = [h(0) \ h(1) \ \dots \ h(M)]^T$$

1. Perquè aquesta restricció ens permet resoldre el problema?

Els coeficients de $H(z)$ els trobarem optimitzant la funció $J(\mathbf{h}) = E\{e(n)^2\} + \lambda \mathbf{1}^T \mathbf{h}$ respecte de cadascuna de les components de \mathbf{h} i respecte a λ (variable que sovint s'anomena multiplicador de Lagrange, i que és independent de \mathbf{h}). Es demana:

2. Trobeu les equacions normals derivant $J(\mathbf{h})$ respecte a \mathbf{h} i a λ .
3. Raoneu qualitativament perquè $J(\mathbf{h})$ és una bona funció per a aquest problema particular.
4. Fent servir les equacions trobades a l'apartat 2, trobar l'expressió per als coeficients del filtre en funció només de la matriu de correlació de $x(n)$ i del vector de correlació creuada entre $x(n)$ i $d(n)$.
5. Raonar qualitativament si la potència de l'error $e(n)$ és més gran o més petita pel fet d'introduir la restricció.

Problema 2.

L'objectiu d'aquest exercici es realitzar una comparació entre sistemes de codificació zonal temporal i freqüencial. Amb aquest fi, suposem que una sèrie de mostres consecutives unidimensionals es divideix en vectors de 2 components $x(0)$ i $x(1)$.

1. La codificació zonal temporal es defineix en la seva versió a) de la següent forma: les mostres originals $x(0)$ i $x(1)$ es reconstrueixen al receptor com $y(0)=x(0)$, $y(1)=0$. En la versió b) les mostres $x(0)$, $x(1)$ es reconstrueixen en el receptor com a $y(0)=x(0)$ i $y(1)=x(0)$. Calculeu les variàncies de l'error de reconstrucció σ_r^2 en els dos casos. Supposeu coneguda la variància del senyal a comprimir $r_{xx}(0)$ i la correlació $r_{xx}(1)$. ¿Per a quins valors de $\rho = \frac{r_{xx}(1)}{r_{xx}(0)}$ és l'opció b) millor que l'opció a)?
2. De forma similar, per a una certa transformació $\mathbf{Ax} = \mathbf{z}$, es defineix la quantificació zonal freqüencial en la seva versió c) com la que fixa en l'emissor $z(0)=z(0)$, $z(1)=0$ i en la seva versió d) com la que fixa $z(0)=z(0)$, $z(1)=z(0)$. En el receptor es reconstrueix el senyal a partir de la corresponent transformació inversa. Per a $\mathbf{A} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$, calculeu les variàncies de l'error de reconstrucció en els dos casos.
3. Si es defineix la relació senyal-soroll com $SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{\sigma_x^2}{\sigma_r^2} \right)$, calculeu les SNR dels casos a), b), c) i d).

Basant-nos en aquest criteri, quin és el millor sistema de compressió?