

Master 1 Informatique
Module HMIN109

Traitement et Transmission du Signal pour les Images

Partie Transmission (W. PUECH)

Contrôle Terminal Ecrit - Session 1 - Mardi 3 janvier 2017

- Documents autorisés.

Durée : 45'.

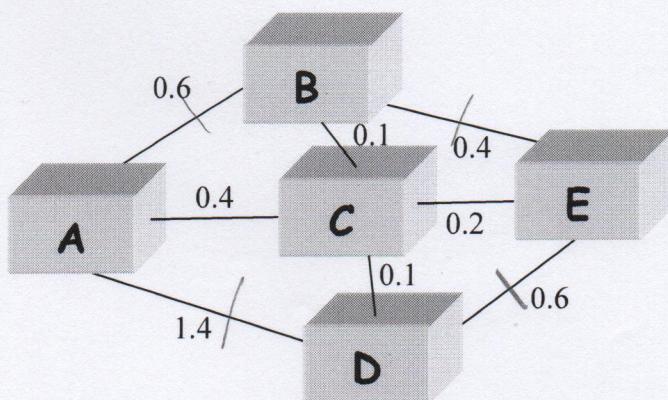
Exercice 1. Transmission d'une image à partir d'un scanner

Une agence de presse désire transmettre une photographie sur une ligne à l'aide d'un scanner. La bande passante de l'appareil est de 20 kHz et celle de la ligne est égale à 100 kHz avec un rapport signal à bruit de 20 dB (pour la ligne seulement). Les dimensions de la photographie sont $l = 10 \text{ cm}$ et $h = 20 \text{ cm}$, elle comporte 60 nuances de gris du noir au blanc inclus. Pour que la photographie soit transmise correctement, les résolutions sont $n_p = 100 \text{ points/cm}$ et $n_l = 100 \text{ lignes/cm}$. L'analyse s'effectue ligne à ligne. Calculer :

- Le rapport signal à bruit S/N de la ligne.
- Le nombre de lignes N_l , le nombre de points à transmettre par ligne N_{pl} et le nombre de points à transmettre par photo N_{pi} et enfin le nombre de bits résultant du codage de l'image N_b ,
- Le temps de transmission t_t d'une image.
- Afin de se protéger contre les erreurs pendant la transmission, le système propose d'ajouter 1 bit/pixel de parité.
- Calculer alors la nouvelle taille de l'image à transmettre ainsi que le nouveau temps de transmission.
- En déduire le TTI ainsi que l'efficacité du système de transmission.

Exercice 2. Tables de routage

- Développer les 7 tables de routage des nœuds A, B, C, D, E de la figure ci-dessous en minimisant le coût d'un lien. On désignera par D, le nœud destination et par S, le nœud suivant emprunté.
- A partir des tables de routage, tracer un nouveau réseau en supprimant des liens inutiles.



Exercice 3. Débit binaire pour transmettre une image TV

Nous voulons calculer le débit binaire nécessaire pour transmettre une image TV. Les informations de luminance et de chrominance sont supposées avoir une valence ou nombre de couleurs discriminantes de 1024. La fréquence d'échantillonnage est de 15,35 Mhz pour les informations de luminance et de 7,675 Mhz pour les informations de chrominance. Calculer :

- a)** le nombre de bits de quantification pour chaque échantillon.
 - b)** le nombre de bits pour l'information de luminance,
 - c)** le nombre de bits pour l'information de chrominance,
 - d)** le débit binaire nécessaire.
 - e)** Avec une fréquence de 25 images par seconde et une largeur d'image de 1024 pixels, déterminer la hauteur optimale d'une image.
 - f)** Pour avoir un format 4K (3840 x 2160 pixels), toujours avec 25 images par seconde, calculer le taux de compression nécessaire. Cela est-il possible ? Si oui avec quel algorithme ?

Examen de traitement du signal – HMIN109.

Durée de l'épreuve : 1h15. Tout document autorisé.

1 Traitement des signaux numériques.

- 1.1 Qu'est-ce qu'un signal ? Donnez quelques exemples.
- 1.2 Qu'appelle-t-on « signal numérique » ?
- 1.3 Quel relation existe-t-il entre un signal numérique et un signal continu (analogique) ?
- 1.4 Qu'est-ce que la transformation de Fourier ? Qu'est-ce qu'une transformation de Fourier discrète ? La transformation de Fourier discrète d'un signal discret est elle discrète ? Pourquoi ?
- 1.5 Qu'est-ce que la réponse impulsionnelle d'un filtre ? Comment appelle-t-on la transformée de Fourier de cette réponse impulsionnelle ?
- 1.6 Soit un filtre dont la fonction de transfert aurait comme expression
$$F(p) = \frac{1}{3p - 2p}$$
, donnez la fonction de transfert en z associée.
- 1.7 Qu'appelle-t-on "repliement de spectre" pour les signaux numériques ? Comment l'éviter ?
- 1.8 Soit le filtre numérique dont la transformée en Z est $G(z) = \frac{1+z^{-1}}{2z^{-2} - 3z^{-1} - 1}$, donnez la relation entre $X(z)$ la transformée en Z de l'entrée de ce filtre et $Y(z)$ la sortie de ce filtre.
- 1.9 En déduire la relation récurrente existant entre les échantillons (y_k) de la sortie du filtre et les échantillons (x_k) de l'entrée du filtre.
- 1.10 J'envoie en entrée du filtre une impulsion numérique. Donnez les 2 premières valeurs en sortie de ce filtre.
- 1.11 Ce filtre est causal. Qu'est ce que cela veut dire ?
- 1.12 J'ai deux enregistrements de musique d'un même instrument. L'un joue *do* puis *mi* puis *la*, l'autre joue *do-mi-la* en accord. Les transformées de Fourier discrètes des deux enregistrements sont elles différentes ? Si oui, en quoi ? Si non, pourquoi ?
- 1.13 Quelle différence existe-t-il entre réaliser un filtrage dans le domaine temporel et dans le domaine fréquentiel ? Comment réalise-t-on chacune de ces options ?

2 Outils pour le traitement du signal.

Soit un capteur permettant de faire descendre automatiquement des stores en fonction de la luminosité ambiante. Celui-ci réalise des mesures de luminosité à intervalles réguliers et effectue un traitement sur ces mesures afin d'éviter un comportement trop variable (entrainant des ouvertures et fermetures intempestives des stores et donc de réduire leur durée de vie).

2.1 La montée et descente des stores dépend de la luminosité. Lorsque cette dernière est au niveau du seuil provoquant la fermeture des stores, une toute petite fluctuation peut provoquer la fermeture ou la réouverture des stores. Quel traitement, vu en cours, peut-on utiliser pour filtrer de petites variations de la luminosité dans le temps (pouvant s'apparenter à un bruit de moyenne nulle et d'écart type donné) ? Justifier votre réponse.

2.2 Rappeler la formule générique du filtre permettant de réaliser cette opération. On considère que le signal est numérique et on prendra un filtre sur un horizon de 10 échantillons (attention on ne peut pas prévoir les illuminations futures)

2.3 Dans la journée il se peut qu'un nuage vienne masquer le soleil, ou au contraire des phares en pleine nuit viennent éclairer le capteur provoquant ainsi un changement d'état ponctuel de courte durée. Quel type traitement, vu en cours, peut atténuer ce phénomène ? Justifier votre réponse.

2.4 Parmi toutes les méthodes possibles permettant de retirer l'effet d'une mesure ponctuelle aberrante une opération doit être obligatoirement faite sur les données, la quelle ? Citer le nom d'un algorithme permettant de faire cette opération.

2.5 Comment prendre en compte la dynamique du signal (rapidité d'évolution dans le temps) dans le traitement que vous proposez ? C'est-à-dire sur quel paramètre peut-on jouer ?

2.6 Soit les 15 derniers échantillons de luminosité $L[m]$ (exprimés en lux) suivants : 916, 902, 849, 812, 788, 150, 145, 754, 723, 710, 701, 684, 634, 612, 599
Quelle est la formule de la moyenne fenêtrée de la luminosité L à l'échantillon m , avec une largeur de fenêtre de +- 2 échantillons ? Calculer la valeur pour $m = 3$, $m = 5$ puis $m = 12$. Si le seuil de descente des stores est fixé à 600 que va-t-il se passer ? Comment éviter ce phénomène ?

2.7 Rappeler la formule d'intercorrélation centrée normalisée entre 2 signaux discrets X et Y pour un décalage de n échantillons. Donner un exemple d'utilisation de cet outil.

2.8 Quel est l'effet du centrage et de la normalisation sur le calcul de l'intercorrélation ?