

Communications Numériques TP 2

Polytech RICM3 - Bernard Tourancheau

Vous utiliserez votre propre PC et les outils de programmation de votre choix. Le langage C n'est pas obligatoire, Java, C#, Python, ... sont possibles. Les groupes de TP sont fixés pour l'ensemble du cours et des TP.

Le compte-rendu doit être rédigé en Latex, cf. le modèle proposé sur MOODLE si vous débutez. Les programmes seront clairs et commentés. NB : overleaf.com, sharelatex.com peuvent être une bonne option qui intègre gestion de version, cloud, partage et Latex ...

ATTENTION ! Les dates de rendu du TP sont fixées sur Moodle - respectez les délais pour ne pas avoir de points en moins !.

1 Débit TV numérique

Dans la télévision numérique, chaque point d'une image est représenté par deux grandeurs, la luminance (échelle des gris) et la chrominance (les couleurs primaires RVB ou RGB). Pour assurer la compatibilité avec les téléviseurs monochromes, il faut transmettre non seulement les informations de chrominance mais aussi celles de luminance. Cependant, les caractéristiques de l'oeil humain font qu'il n'est nécessaire de transmettre les informations des couleurs qu'un pixel sur deux, d'où Y pour chaque pixel, puis R et B changeant tous les deux pixels en alternance.

Ces grandeurs sont reliées entre elles par la relation :

$$G = \frac{Y - (0.3R + 0.11B)}{0.59} \quad (1)$$

Le format de base adoptée pour la télévision est le format Belford 4 :2 :2 (quatre échantillons de luminance pour deux échantillons de chrominance horizontale et verticale). Cf. http://www.site-naheulbeuk.com/utbm/cours_video_IN42.pdf page 22. De plus, le standard d'une image de télévision numérique au format européen est caractérisé par :

- le nombre de lignes utiles par image fixé à 576 ;
- le nombre de points par ligne défini à 720 ;
- la fréquence des images à 25 Hz.

On transmet ainsi :

- 720 points par ligne pour le signal Y ;
- 360 points pour chacune des couleurs B et R ;
- Chaque information se satisfait d'une quantification sur 8 bits.

Questions :

1. Calculer le débit nécessaire pour cette transmission.
2. Quel serait l'espace mémoire exigé par le stockage d'un film de 1,5 h ?
3. Peut-on passer ce film en streaming via l'ADSL ?
4. Combien de temps faut-il pour télécharger ce film sur une ligne ADSL à 6 Mbits/s ?
5. Quelle serait votre proposition pour améliorer tout cela ?

2 Ingénierie

Une entreprise, en l'occurrence le CERN, doit sauvegarder quotidiennement ses données, soit 125To, stockées de manière redondante en RAID5 et placées sur des bandes, vers un serveur, en l'occurrence l'IN2P3 à Lyon, distant d'environ 100km. NB : FO=Fibre Optique.

Calculer le temps de transfert quotidien avec :

1. La location d'une longueur d'onde à 10Gb/s dans une FO louée à un opérateur,
2. La location de 4 longueurs d'ondes à 10Gb/s dans une FO louée à un opérateur,
3. Un transport de bandes magnétiques, jusqu'à 500To, dans un taxi,
4. L'installation et l'opération d'une fibre "propriétaire" à 40 longueurs d'ondes.
5. Quelle est selon vous la meilleure solution en rapport performance/prix et en Qualité-Coût-Délai ?

3 Nyquist-Shanon

1. Quels sont les rapports de puissance correspondant aux rapports S/N suivants : $20dB$; $-100dB$
2. Soit un canal sans bruit de 10 kHz. Déterminer le débit binaire maximum possible si la valence est 32.
3. Soit un canal de 10 kHz dont le rapport signal sur bruit S/N est de 20 dB. Déterminer le débit binaire théorique maximum que l'on peut obtenir.

4 Précodage

Soit la transmission de données binaires sur une ligne UTP avec codage en tension $0 = 0V$ et $1 = 5V$. On désire préencoder les données en 2b/3b. C'est à dire que pour chaque 2 bits de données consécutives, on transmettra un symbole sur 3 bits. Le but de ce précodage est de maximiser les alternances sur le support entre les "0" à 0V et les "1" à 5V afin de pouvoir se passer de resynchronisation.

1. Quelle sera l'efficacité de ce précodage ?
2. Donner, sous forme d'une table, votre choix de précodage 2b/3b afin de minimiser au maximum les séries de "0" qui seront problématiques sur la ligne et de garantir qu'il y aura des alternances quelles que soient les données.
3. Quelle sera la longueur maximum des suites de "0" avec votre précodage ? Donner une courte justification.
4. Quelle sera la longueur maximum des suites de "1" avec votre précodage ? Donner une courte justification.

5 Communication "Store-and-forward" et "pipeline"

Soit N machines connectées "en ligne", par exemple comme en TP avec les machines intermédiaires configurées en mode "IPforward=1". On suppose que la transmission de bout en bout peut-être représentée par un modèle affine c'est à dire avec un coût d'initialisation constant l et un coût de communication proportionnel à la longueur du message envoyé. On représente le coût de communication sur un "tronçon" par : $C_{S\&F}^1(l, x, d) = l + \frac{x}{d}$ où l est la latence de mise en place du premier élément, x la taille des données transférées et d le débit de la ligne dans les unités nécessaires.

Nous allons étudier une telle architecture composée de $N = 6$ machines dont les paramètres sont $d = 8Mbit/s = 1MB/s$ et $l = 1ms$. En supposant d'une part que les machines intermédiaires sont capables de piloter "en parallèle" leurs deux cartes réseau c'est à dire réception et émission simultanée de 2 paquets différents et d'autre part que les coûts systèmes, logiciels et des recopies mémoire sont contenus dans l .

1. Donner le temps de transfert sur un "tronçon" pour un message en un paquet de $x = 14800$ octets.
2. Donner le temps de transfert de bout en bout pour un message en un paquet de $x = 14800$ octets.
3. Donner le temps de transfert pour le messages $x = 14800$ octets découpé en $k = 10$ paquets de 1480 octets.
4. Donner $C_{1paq}^N(l, x, d)$, $C_{10paq}^N(l, x, d)$, $C_{kpaq}^N(l, x, d)$ les expressions littérales des résultats numériques ci-dessus.
5. Mesurez avec "ping" des paramètres réalistes de communication avec vos machines sur différents media. L'option "-s", la notion de médiane peuvent être utiles.
6. Avec vos paramètres établir les gains possibles pour différentes tailles de message suivant les différentes stratégies.
7. Quelles sont vos conclusions ?

6 Communication "pipeline" optimisée

Nous souhaitons améliorer les résultats des communications précédentes. Pour cela, nous allons étudier le découpage du message initial.

1. Soit un réseau en ligne à N machines, soit $N - 1$ sauts et un message de taille x . Nous découpons le message en k paquets identiques (on suppose que x est un multiple de k). Donnez le coût $C_k^N(l, x, d)$ de cette communication à partir du modèle de la question 5.
2. Etudiez la variation de $C_k^N(l, x, d)$ par rapport à k et justifiez l'existence d'une valeur optimale du nombre k de paquets.
3. Calculer la valeur optimale de découpage k .
4. Calculer le cout optimal de la communication $C_k^N(l, x, d)$.
5. Appliquer votre résultat aux exemples de l'exercice 5.
6. Quantifiez le gain en % par rapport à une solution sans découpage.
7. Démontrer simplement qu'un découpage du message en paquets de tailles variables ne peut pas améliorer le résultat précédent.
8. Que pouvez-vous dire des résultats précédents avec un réseau linéaire mais où les média successifs n'ont pas les mêmes caractéristiques ?