

Examen Protocoles réseaux  
première session  
3 pages

Tous les exercices sont indépendants.

**Exercice 1.**— Soit  $A$  un alphabet fini ayant au moins deux lettres.

1. Soit  $X \subseteq A^+$  ( $\epsilon$  est le mot vide et  $A^+$  est l'ensemble des mots formés de lettres de  $A$  et différents de  $\epsilon$ ) qui vérifie la propriété suivante:

pour tout  $u \in A^*$ , pour tout  $v \in A^*$  : si  $uv \in X$  et  $u \in X$  alors  $v = \epsilon$

- (a) Si  $A = \{a, b\}$  donner un exemple d'un  $X$  vérifiant cette propriété et contenant au moins 5 mots. Peut-on avoir un  $X$  contenant une infinité de mots, si oui donner un exemple.
  - (b) Dans le cas général, montrer que  $X$  est un code. Proposer un algorithme de décomposition d'un mot  $u \in X^*$  en mots de  $X$ .
2. Mêmes questions pour  $X \in A^+$  vérifiant:

pour tout  $u \in A^*$ , pour tout  $v \in A^*$  : si  $uv \in X$  et  $v \in X$  alors  $u = \epsilon$

3. Soit  $x_0 \in A$  une lettre particulière, et  $X = \{ux_0u \mid u \in (A \setminus \{x_0\})^*\}$ . Si  $A = \{a, b, c\}$  et  $x_0 = c$ , donner quelques éléments de  $X$ . Montrer que  $X$  est un code. Proposer un algorithme de décomposition d'un mot  $u \in X^*$  en mots de  $X$ .
4. Si maintenant  $X = \{uxu \mid x \in A \text{ et } u \in (A - x)^*\}$ .  $X$  est-il un code ?

**Exercice 2.**—

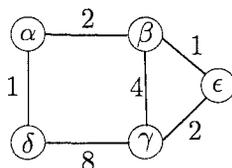
1. L'ensemble  $C = \{(0, 0, 0, 0), (1, 0, 1, 0), (0, 1, 0, 0), (1, 0, 0, 0), (0, 0, 1, 0)\}$  est-il un code linéaire (i.e. un sous-espace vectoriel de  $\{0, 1\}^4$ ).
2. Soit  $C$  engendré par  $(1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1), (0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1), (0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1), (0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0)$ .
  - (a) Combien d'éléments contient  $C$ ?
  - (b) Donner une matrice  $\mathcal{G}$  de codage systématique pour  $C$
  - (c) Donner une matrice de parité (matrice du code dual  $C^\perp$ ) pour  $C$ . Ce code permet-il de corriger une erreur (inversion d'un bit)? détecter 2 erreurs? corriger 2 erreurs?
  - (d) Soit  $m_1 = (0, 1, 1, 0)$  quel est le codage  $c_1$  de  $m_1$  par codage systématique pour  $C$ ? Quel en est le syndrome?  
Soit  $c_2 = (10010011)$ ,  $c_2$  est-il un mot du code? Si oui de quel mot est-il le codage par le codage systématique précédent? (on pourra calculer le syndrome)  
Soit  $c_3 = (10011001)$ ,  $c_3$  est-il un mot du code? Si oui de quel mot est-il le codage par le codage systématique précédent?(on pourra calculer le syndrome)  
Soit  $c_4 = (10010100)$ ,  $c_4$  est-il un mot du code? En supposant qu'il y au plus une erreur (au plus un bit de  $c_4$  a été inversé) de quel mot  $c_4$  est-il le codage obtenu par le codage systématique précédent, quelle était l'erreur?

**Exercice 3.**—

L'algorithme de routage utilisé est l'algorithme de Dijkstra (Link-state algorithm)

1. Rappelez brièvement les principes de cet algorithme.

2. On considère le graphe  $G_0$  suivant représentant les coûts de la communication pour un réseau de 5 noeuds:



Lorsque l'algorithme est exécuté par le noeud  $\delta$ , décrire les diverses étapes de l'algorithme.

3. Si le coût de la communication de  $\delta$  vers  $\alpha$  change, comment est mis à jour la table de routage?

On suppose que le coût de la communication est remis à jour toutes les 10 minutes de la manière suivante: si  $G_i$  le graphe à la  $i$ -ème remise à jour (à l'instant  $10 \cdot i$  minutes) alors le graphe  $G_{i+1}$  est défini comme suit:

Pour tout noeud  $x, y$ , si il y a eu au moins un message entre les instants  $10 \cdot i, 10 \cdot (i + 1)[$

alors

le cout de la communication entre  $x$  et  $y$  augmente de 1 (avec un maximum de 100)

sinon

il diminue de 1 (avec un minimum de 1).

On suppose que  $\delta$  envoie toujours à  $\gamma$  des messages aux instants  $1 \bmod 10, 3 \bmod 10$  et  $5 \bmod 10$  et qu'il n'y a pas d'autres messages sur le réseau. On suppose que les temps de transmission des messages entre 2 noeuds sont de 0,0001 fois le coût de la transmission entre ces 2 noeuds.

4. Si tous les noeuds calculent leur table de routage aux mêmes instants  $0 \bmod 10$ . Quelles sont les routes utilisées par les messages de  $\delta$  à  $\gamma$  envoyés entre les instants 1 et 9? Quel est le graphe des coûts  $G_1$ ? Même question pour les instants entre 11 et 19? entre 21 et 29? entre 31 et 39? Donner les graphes  $G_2, G_3, G_4$ .
5. Si  $\delta$  exécute son algorithme de routage à l'instant 14 et  $\beta$  l'exécute à l'instant 12 (sur  $G_1$ ) et les autres à l'instant 10 (sur  $G_1$ ). Quelles sont les routes utilisées par les messages de  $\delta$  à  $\gamma$  envoyés entre les instants 11 et 19?
6. Quelles solutions, proposez-vous pour éviter le phénomène d'oscillation de la question 4.

**Exercice 4.**— Répondre brièvement aux questions suivantes

- Donner un exemple de protocole de la couche liaison de données.
- Donner un exemple de protocole la couche réseau.
- Donner un exemple de protocole la couche transport.
- Lors d'une connexion TCP, tous les segments suivent-ils le même chemin physique entre la source et la destination?
- Le champ *checksum* de l'en-tête du segment TCP permet-il de corriger des erreurs de transmission?
- Lors d'une connexion UDP, tous les segments suivent-ils le même chemin physique entre la source et la destination?
- Une machine  $A$  a pour adresse 130.10.1.1. Si  $B$  a pour adresse 130.10.1.3, quels protocoles sont utilisés quand  $A$  veut envoyer une trame IP à la machine  $B$  dont il ne connaît que l'adresse Internet.
- Une machine  $A$  a pour adresse 130.10.1.1. Si  $B$  a pour adresse 130.11.1.3. Quels protocoles sont utilisés quand  $A$  veut envoyer une trame IP à la machine  $B$  dont il connaît l'adresse Internet.