

Devoir Surveillé de Conception Cross-Layer

P. Mary

07/02/2011

Le devoir a une durée de 2h. Documents de cours et calculatrices autorisés.
Une attention particulière sera accordée à la présentation et à la lisibilité du devoir. Justifiez bien vos réponses.

1 Compréhension globale (8 points)

1. Quelles sont les intérêts d'une architecture réseau en couches ?
– Citez deux exemples d'architecture en couches.
2. Que définissent les modèles en couches ?
3. Expliquez en quelques lignes ce que vous avez compris de l'approche cross-layer dans les réseaux. Centrez votre réponse autour des systèmes sans-fil.
4. La conception cross-layer peut-elle se substituer à l'architecture en couches ? Pourquoi ?
5. Si vous proposez une optimisation cross-layer, à quoi vous faut-il être particulièrement attentif ?
6. Dans un système cellulaire en liaison descendante, quel problème peut survenir lorsque l'on cherche à maximiser exclusivement le débit global ?
7. Quels sont les principes des ordonnancements *proportional fair scheduling* et *frame division scheduling* ?
8. Comment se situe la région des débits d'un point de vue théorie de l'information par rapport à celle au niveau MAC/Link ?

2 Allocation de ressources et région d'efficacité spectrale (6 points)

On se propose d'étudier le partage de la région d'efficacité spectrale entre deux utilisateurs U_1 et U_2 . L'ensemble des débits que peut atteindre le couple $\{U_1, U_2\}$ est représenté sur la figure 1 dont la courbe paramétrique en R_1 et R_2 en symbolise la frontière. On définit le vecteur suivant $\theta = [\theta_1 \ \theta_2]$, représentant les "priorités" des utilisateurs. On demande de placer les points suivants sur la figure, tout en justifiant vos choix sur votre copie.

1. Placez sur la figure les points correspondants aux débits maximums de chaque utilisateur lorsque toute la puissance est allouée exclusivement à un utilisateur.
2. Placez le point correspondant au débit maximum de U_2 sous contrainte de $R_2 = 2R_1$.

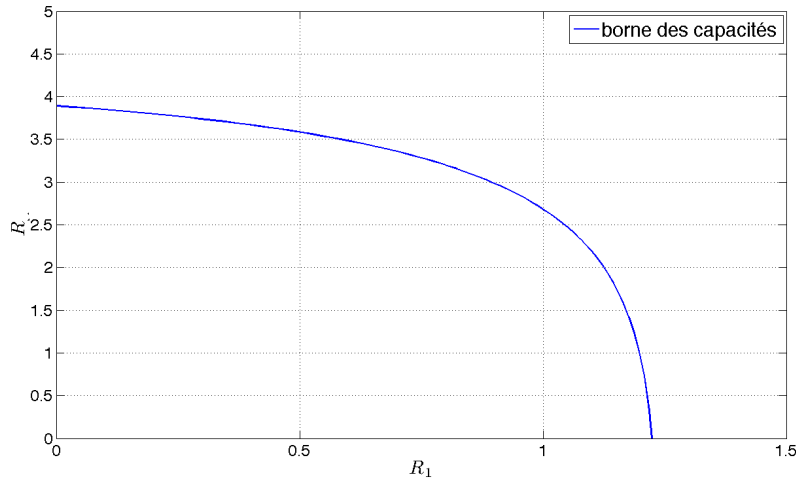


FIGURE 1 – Région des capacités

3. Placez le point correspondant au débit commun maximum.
4. Placez le point correspondant aux débits maximums équilibrés. Vous prendrez $R_1^{\max} = 1.2238$ bits/channel use et $R_2^{\max} = 3.8918$ bits/channel use.
5. Soit la somme pondérée des débits : $\theta_1 R_1 + \theta_2 R_2$. On suppose que la priorités des utilisateurs est telle que $\theta_1 = 0.8$ et $\theta_2 = 0.2$. Pour ces valeurs, la somme pondérée des débits atteint une valeur maximale de 1.3371 bits/channel use. Placez sur la figure 1 le point correspondant au maximum de la somme pondérée des débits : $\max(\theta_1 R_1 + \theta_2 R_2)$.
6. Où se trouve l'ensemble des débits $\{R_1, R_2\}$ correspondant à un partage temporel de la ressource ? En particulier, placez les points suivants :
 - La puissance disponible est allouée exclusivement la moitié du temps à U_1 et l'autre moitié à U_2 ,
 - La puissance disponible est allouée exclusivement les deux tiers du temps à U_1 et un tiers du temps à U_2 .

3 Allocation de ressources et optimisation (6 points)

On considère un système cellulaire à n utilisateurs en liaison descendante. On suppose que le système est capable d'émettre sur n canaux parallèles. La capacité d'un tel système s'écrit :

$$C = \sum_{i=1}^n \log \left(1 + \frac{p_i \Omega_i}{\sigma^2} \right) \text{ nats/channel use}, \quad (1)$$

où \log est le logarithme naturel (népérien). Ainsi la capacité s'exprime en *nats/channel use* (pour *naturals*) plutôt qu'en *bits/channel use*. Les variables p_i représentent la puissance de transmission allouée au i -ème canal, $\Omega_i > 0, \forall i \in \{1, \dots, n\}$ sont des constantes fixées pour chaque canal et représentent la qualité de celui-ci pour l'utilisateur i . Enfin, σ^2 est la puissance du bruit des récepteurs, supposée identique pour tous les utilisateurs. On se propose de trouver l'allocation de puissance qui maximise la capacité de ce système.

1. Formulez de façon standard le problème d'optimisation associé. On impose que les puissances p_i soient positives ou nulles et que la somme des puissances soit inférieure à une puissance maximale notée P_t .
2. Montrez que le problème est convexe. (On rappelle qu'un problème est convexe si sa fonction objectif et ses contraintes sont convexes, autrement dit si les dérivées secondes sont positives ou nulles)
3. Résolvez le problème d'optimisation posé. Vous exprimerez la solution sur les p_i de la manière la plus concise possible.
4. Commentez la signification physique de la solution obtenue.