

Ordonnancement et gestion des ressources

Jean-Baptiste DUPÉ¹ Emmanuel CHAPUT² Cédric BAUDOIN³
Caroline BÈS⁴ Arnaud DERAMECOURT⁴ André-Luc BEYLOT²

¹Université de Toulouse; INP; TéSA

²Université de Toulouse; INP; IRIT

³Thales Alenia Space, TAS

⁴Centre National d'Études Spatiales, CNES



1 Contexte

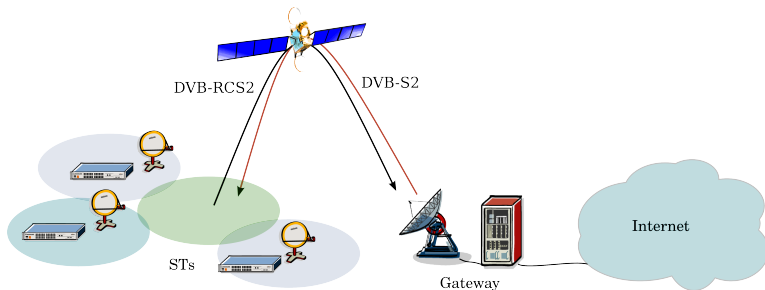
- Présentation du système
- Étude des contraintes

2 Solution Proposée

- Fonctions d'utilité
- Application à la voie aller

3 Simulations

- 1 Contexte
 - Présentation du système
 - Étude des contraintes
- 2 Solution Proposée
- 3 Simulations



- Termiaux :
 - Comparables aux *box* ADSL avec une antenne
 - Services de Téléphonie, Vidéo et internet
 - Communiquent avec la Passerelle (Gateway)
- Passerelle (Gateway):
 - Reçoit et décode les signaux des terminaux
 - Interconnectée avec Internet

Allocation de ressources

En quoi consiste l'allocation de ressources?

- On dispose d'une bande de fréquence B , à répartir entre les terminaux
- Exemple avec deux terminaux

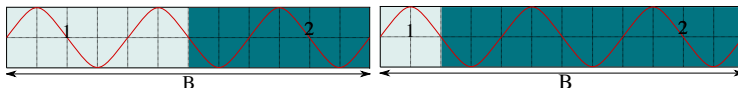
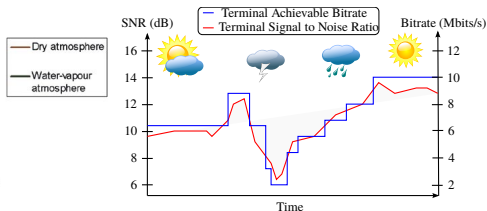
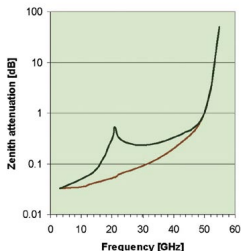


Figure: Allocation de ressources pour deux terminaux

- Il faut prendre en compte:
 - La capacité: le débit (bits/s) maximum disponible par terminal, en fonction de son allocation
 - La demande: le débit demandé par le terminal selon les applications utilisées : vidéo, téléphone, Web etc ...

Fréquences utilisées - Capacité

- Liaison sans fil en bande Ku (10-12GHz) ou Ka (26.5-40GHz)
- Fréquences très sensibles à l'atténuation de la pluie, dégradation de la qualité de la transmission



(a) Atténuation atmosphérique [5] (b) Débit en fonction du SNR

Figure: Influence de l'atmosphère sur les transmissions

→ La capacité du système évolue avec le temps

- La demande dépend du type d'utilisation
- Vidéo:
 - Débit important ($\approx 5\text{Mbits/s}$)
 - Gigue faible
 - Délai peu important
- Téléphonie:
 - Débit faible (64 kbits/s)
 - Délai et gigue très faible
 - Tolérant aux pertes ($\approx 10\%$)
- Internet:
 - Débit variable: $1\text{-}1000\text{ kbits/s}$
 - Délai faible
 - Tolérant à la gigue, pas aux pertes

→ Demandes *très* différentes, et dynamiques (dépendent des utilisateurs du système)

- L'allocation de ressources doit prendre en compte:
 - la capacité du système, dépendante de la météo
 - les demandes des terminaux, dépendantes des utilisateurs
- Ces deux processus sont:
 - décorellés (évolution temporelle indépendante)
 - d'échelles temporelles différentes: quelques minutes contre quelques secondes

Comment garantir une allocation de ressources efficace dans ces conditions?

1 Contexte

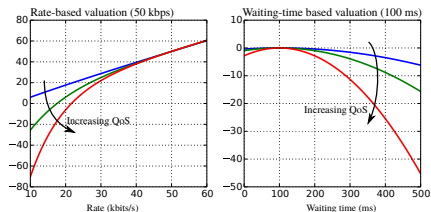
2 Solution Proposée

- Fonctions d'utilité
- Application à la voie aller

3 Simulations

Définition

- Utility-based scheduling:
 - Quantification de la valorisation d'un utilisateur de son service reçu
 - Définition mathématique de l'optimal
 - Conception d'un ordonnanceur menant à cet optimal
- Fonctions d'utilité sélectionnées:
 - Basées sur le temps d'attente ou le débit sortant
 - Utilisation de moyennes temporelles
 - Paramètre de QoS intégré aux fonctions



Problème d'optimisation

- On définit:
 - Une métrique générique $\bar{x}_k$, valeur moyenne par utilisateur,
 $X = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_N)^T$
 - L'utilité associée à l'utilisateur k : $u_k(\bar{x}_k)$
- L'objectif du système s'écrit:

$$\underset{X}{\text{maximize}} \quad U(X) = \sum_k u_k(\bar{x}_k)$$

$$\text{subject to} \quad X \in C$$

- C représente le fait que les ressources du système (bande passante) sont *limitées*

Deux remarques importantes:

- ① C évolue avec le temps (rain fading), d'où $C \rightarrow C(n)$ et par conséquent **l'optimal change avec le temps**
- ② Du fait de $C(n)$, l'optimal **ne peut être atteint instantanément**

Le mieux (en termes d'utilité) que l'on puisse faire est de *traquer* la direction de l'optimal, et déplacer le système vers cet optimal *aussi vite que*

Méthode de résolution: algorithme du gradient

- On utilise une méthode de *gradient ascent* pour résoudre le problème d'optimisation
- Chaque émission d'une trame au niveau MAC correspond à un pas vers l'optimal

$$U(X(n+1)) \approx U(X(n)) + \nabla_{dX_m} U(X)|_{X=X(n)}$$

dX_m est un changement infinitésimal de X créé par l'émission d'une trame (dont le MCS est m)

- Puisque $U(X(n))$ est connu, l'optimal est donné par:

$$m^* = \arg \max_{dX_m} \nabla_{dX_m} U(X)|_{X=X(n)}$$

On appelle cette valeur l'utilité marginale

- Il n'existe pas de méthode générale pour résoudre ce problème ...

- En fixant X comme temps d'attente ou débit, on peut obtenir une expression analytique de l'utilité
- Nous avons montré que, pour un volume s_k par utilisateur (composé de plusieurs paquets), l'utilité marginale s'écrit:

$$m^* = \arg \max_m \sum_{k \in \text{selected users}} A_k s_k$$

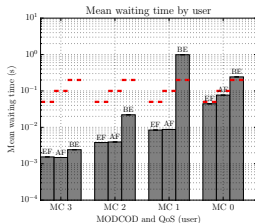
Où A_k est un réel recalculé à chaque nouvelle trame.

- Résolution simple du problème, en passant d'un ensemble discret de paquets à un volume total
- Complexité de l'algorithme utilisé : $N \log(N)$

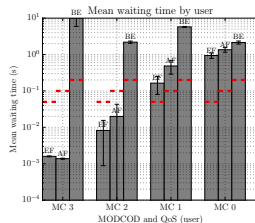
Plan

- 1 Contexte
- 2 Solution Proposée
- 3 Simulations**

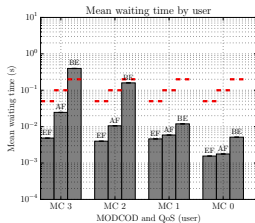
Résultats - Temps d'attente



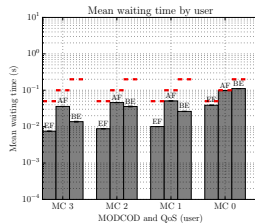
(a) UBMT [1]



(b) WRR [2]



(c) M-LWDF [3]



(d) Gradient Scheduling [4]

Figure: Temps d'attente moyen pour plusieurs algorithmes

- L'allocation de ressources est un processus complexe impliquant deux processus indépendants (capacité et demande)
- Nous avons proposé une formalisation mathématique à l'aide de fonctions d'utilité :
 - La capacité est portée par la contrainte
 - La demande est portée par la fonction d'utilité
- Nous avons proposé un algorithme sous-optimal de *tracking* de la solution, présentant de bonnes performances en simulation, et de faible complexité
- Algorithme adaptable au domaine du terrestre (en reprenant la formulation des contraintes)

Merci de votre attention!

Questions?



Fairhurst, Gorry and Giambene, Giovanni and Giannetti, Samuele and Parraga, Cristina and Sali, Aduwati

Multimedia traffic scheduling in DVB-S2 networks with mobile users
2008 IEEE International Workshop on Satellite and Space Communications



Vieira, Fausto and Vazquez-Castro, Maria Angeles

A tunable-fairness cross-layer scheduler for DVB-S2
International Journal of Satellite Communications and Networking



Dupé, Jean-Baptiste and Chaput, Emmanuel and Baudoin, Cédric and Bes, Caroline and Deramecourt, Arnaud and Beylot, André-Luc

Rule-based Packet Scheduling for DVB-S2 Through Generic Stream Encapsulation
IEEE International Conference on Communications (IEEE ICC)



Dupé, Jean-Baptiste and Chaput, Emmanuel and Baudoin, Cédric and Bes, Caroline and Deramecourt, Arnaud and Beylot, André-Luc
Optimized GSE Packet Scheduling over DVB-S2
IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM)



www.TELE-satellite.com