

Projet TOAST, Institut FARMAN, PEPS CNRS
Théorie des jeux, Outils de l'automatique de l'Algorithmique et
du Signal pour les Télécommunications

M. JUNGERS, N. MARKEY

Laboratoire SATIE UMR 8029

Laboratoire LSV UMR 8643

14 février 2008



Plan de la présentation

1 Application

2 Approches proposées

- Télécommunications
- Théorie des jeux
 - Commande d'un système multientrée multiobjectif
 - Vérification de propriétés d'automates

3 Résultats

4 Visibilité extérieure

Application : allocation de puissances en télécommunication

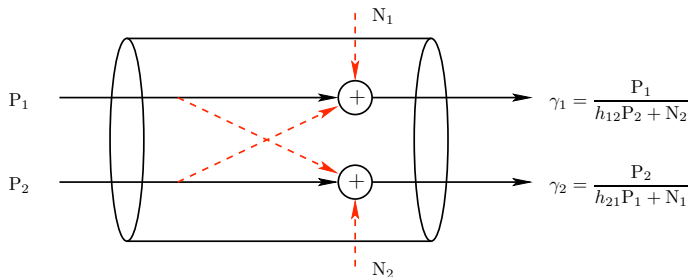


FIG.: Structure d'une ligne DSL

Problème d'optimisation fortement non-convexe.

Approche en télécommunications : *Waterfilling*

Solution classique par Lagrangiens dégénérés, associés à chaque utilisateur.

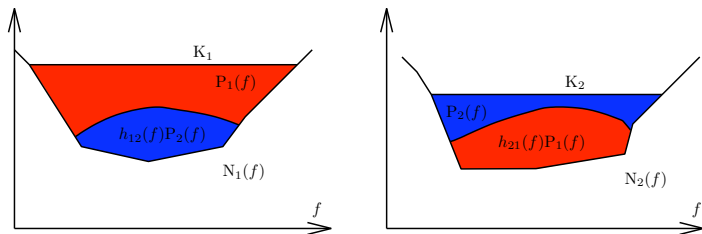


FIG.: Principe du Waterfilling

Difficulté : pas de prise en compte de la dépendance en temps.

Definition (Théorie des jeux)

La théorie des jeux est l'art d'étudier les problèmes de décision liés aux conflits et/ou à la coopération entre deux ou plusieurs agents.

Cadre naturel pour traiter les problèmes de décision multicritère.

Definition (Stratégie de Nash)

Rôles des utilisateurs interchangeable ; aucun joueur ne peut améliorer son critère en modifiant de façon unilatérale sa commande de puissance, lorsque l'équilibre est atteint :

$$\begin{aligned}\gamma_1(P_1^*, P_2^*) &\geq \gamma_1(P_1, P_2^*), & \forall P_1, \\ \gamma_2(P_1^*, P_2^*) &\geq \gamma_2(P_1^*, P_2), & \forall P_2.\end{aligned}$$

Commande d'un système multientrée multiobjectif

Waterfilling :

cas particulier de Nash (γ_1 et γ_2 indépendants de \dot{P}_1 et \dot{P}_2).

Difficulté :

- prise en compte des contraintes $0 \leq P_i \leq P_{i,\max}$ difficile.

Avantage :

- possibilité de trouver la fonction de $P_i(f)$.
- Prise en compte de l'aspect fréquentiel et temporel.

Vérification de propriétés d'automates

Approche avec équilibre de Nash (ou Waterfilling) délicate :

- ⇒ Quantification des puissances P_i ,
- ⇒ Modèle simplifié avec deux seuils pour chaque utilisateur i .

$$\begin{aligned}\gamma_i(P_1, P_2) \leq \sigma_- &\Rightarrow P_i \leftarrow P_i + \Delta, \\ \gamma_i(P_1, P_2) \geq \sigma_+ &\Rightarrow P_i \leftarrow P_i - \Delta, \\ \sigma_- \leq \gamma_i(P_1, P_2) \leq \sigma_+ &\Rightarrow P_i \leftarrow P_i.\end{aligned}$$

Questions :

- Convergence des puissances d'émission ?
- Est-il possible de continuer d'émettre ?
- Robustesse par rapport à l'apparition d'un autre utilisateur ?

<http://www.cs.aau.dk/~adaavid/tiga/>

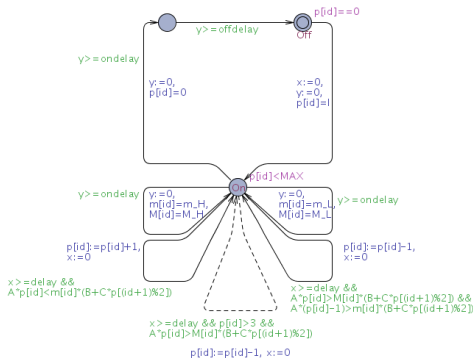


FIG.: Automate d'un utilisateur

Vérification de plusieurs propriétés ($\forall P_j, j \neq i$) :

- Prop1 : Stratégie sur P_i d'émettre,
- Prop2 : P_i peut émettre pendant une durée θ ,
- Prop3 : L'émission de P_i peut être plus faible pendant θ' avant de revenir à un niveau haut.

Description	Joueurs	Prop1	Prop2	Prop3
1 seul débit	2	OK	$f(\sigma_-, \sigma_+); 30s$	OK ; 30 min
2 débits	2	OK	$f(\sigma_-, \sigma_+); 36min$	OK ; 6h 30 min
1 débit	3	OK	$f(\sigma_-, \sigma_+)$	OK ; 33h

Article soumis :

Model checking of multiuser power control algorithm for digital subscriber lines,

S. Bay, T. Brihaye, B. Geller, M. Jungers, N. Markey, G. Oreiby.
23 pages en anglais. Soumis dans JESA, numéro spécial *Approches formelles pour la spécification et la vérification des systèmes embarqués temps-réel.*

Site internet :

`http://www.lsv.ens-cachan.fr/~markey/TOAST/`

Soutien :

- Projet Institut FARMAN - ENS Cachan
- Programme Exploratoire PluridisciplinaireS (PEPS-CNRS, Dept ST2I)