

Proposition de stage de fin d'études 2020-2021 « Méthodes d'apprentissage pour le contrôle distribué de flexibilités diffuses »

Descriptif :

Contexte

Dans les réseaux électriques, il est nécessaire que la production électrique soit égale à la demande à tout instant. En plus d'assurer la production électrique suffisante, on a également besoin de ressources flexibles pouvant rapidement adapter leur production/consommation afin de compenser les erreurs de prévision de demande et d'assurer cet équilibre en temps réel entre production et demande. Cette flexibilité court-terme indispensable au bon fonctionnement du système électrique est appelée *services systèmes*.

Aujourd'hui, la satisfaction des services systèmes est assurée principalement par le parc de production. Dans ce contexte, même dans la situation où l'énergie requise par les services systèmes sur une période donnée est nulle - seule la flexibilité en puissance (positive ou négative) est demandée - l'approche reposant sur les moyens de production se traduit par une élévation du coût de production du fait de la réservation d'une partie de la puissance disponible pour assurer la réserve en services systèmes. Avec l'augmentation du niveau de pénétration des énergies renouvelables à production variable, on anticipe dans les années à venir une augmentation du besoin en services systèmes. Ce besoin peut être satisfait par des réserves, assurées par les moyens de production, l'utilisation de systèmes de stockage ou encore le pilotage diffus de certains usages électriques. Ce dernier gisement de flexibilité, rendu accessible par le développement rapide des « technologies smart » (à l'instar du compteur Linky), a l'avantage de présenter a priori un coût moindre dès lors que la qualité du service rendu par les appareils est maintenue.

Dans les articles [1,2], les auteurs proposent une approche innovante de « contrôle probabiliste et distribué » permettant d'asservir les usages locaux pour suivre un signal donné correspondant aux besoins en services systèmes. Un unique signal de régulation est envoyé à chaque usage local qui réagit indépendamment (de façon décentralisée) en optimisant localement son propre arbitrage entre participation aux services systèmes et respect de sa qualité de service et de ses contraintes locales. Inspiré de cette approche, [3] propose une technique originale plus robuste mêlant à la fois la théorie des chaînes de Markov contrôlées et les approches champs moyen.

Objectif

Les approches développées dans [1,2,3] nécessitent d'observer en temps réel la consommation de l'agrégat d'appareils flexibles. On souhaite développer un protocole plus léger en termes de communication qui s'appuie par exemple sur

- L'observation temps réel de la consommation d'une sous-population test représentative de la population totale d'appareils flexibles ;
- L'observation occasionnelle (horaire ou journalière par exemple) de la consommation de la population totale ;
- L'observation occasionnelle d'une sous-population différente à chaque instant tirée au hasard parmi la population totale
- ...

Dans ce nouveau contexte, le problème doit être reformulé sous la forme d'un processus de décision markovien partiellement observé, ou d'un problème d'apprentissage par renforcement dans lequel il s'agit de sélectionner le signal de contrôle pour à la fois améliorer l'estimation de la réponse de la population et contrôler la consommation de l'agrégat pour viser la consigne. On commencera par étudier les techniques proposées dans [4,5]. Il s'agit d'étudier théoriquement et empiriquement (en simulations) les performances des différents protocoles proposés. Les développements informatiques se feront en environnement Matlab, R, Julia ou Python.

- [1] S. Meyn, P. Barooah, A. Busic, Y. Chen, J. Ehren. Ancillary Service to the Grid Using Intelligent Deferrable Loads. IEEE Trans. Automat. Control. 60 (11): 2847 - 2862. 2015.
- [2] A. Busic, S. Meyn, Distributed Randomized Control for Demand Dispatch. Mar 2016.
- [3] P. Bendotti, N. Oudjane and C. Wan, Distributed control of flexible loads by mean-field inversion, document de travail interne EDF, 2020
- [4] State estimation for the individual and the population in mean field control with application to demand dispatch, Y Chen, A Bušić, SP Meyn - IEEE Transactions on Automatic Control, 2016
- [5] M. Brégère, P. Gaillard, Y. Goude, G. Stoltz. Target Tracking for Contextual Bandits : Application to Demand Side Management , ICML, 2019

Conditions matérielles :

Le stagiaire sera encadré à EDF par Margaux Brégère et Nadia Oudjane, Ingénieurs Chercheurs à EDF R&D.

Lieu du stage : Le stage se déroulera sur le nouveau site d'EDF R&D à Saclay. EDF R&D ; 7, Boulevard Gaspard Monge ; 91120 Palaiseau. Le site est accessible par transports en commun.

Durée : 6 mois.

Rémunération : environ 1200 Euros / mois.

Connaissances requises : niveau Master ou 3^{ème} année d'école d'ingénieurs.

Profil : probabilités et / ou data sciences.

Renseignements complémentaires :

Margaux Brégère tél : 01.78.19.33.82
Nadia Oudjane tél : 01.78.19.38.85

E-mail : margaux.bregere@edf.fr
E-mail : nadia.oudjane@edf.fr