

COMPARAISON ENTRE RÉSEAU DE NEURONES ET LMS À RÉFÉRENCE FILTRÉE APPLIQUÉS AU CONTRÔLE ACTIF DE BRUIT

Yvan Pelletier, Stéphane Renault, Alain Berry

GAUS, Université de Sherbrooke, J1H 2R1, Québec, e-mail : yvan.pelletier@gaus.gme.usherb.ca

INTRODUCTION

L'algorithme généralement utilisé pour des problèmes de contrôle actif de bruit est du type LMS [Ne92]. Celui-ci est bien connu, facile à implanter et converge rapidement vers la solution optimale. Cependant, le LMS est sensible aux perturbations externes. Les réseaux de neurones sont, pour leur part, bien adaptés aux systèmes non-linéaires [Ha94]. En effet, la sortie d'un neurone est modulée par une fonction sigmoïde, dans le cas présent, une tangente hyperbolique. Cela implique qu'une modélisation par un réseau de neurones intègre la saturation qui intervient sur le signal de commande à la sortie du processeur.

La présente étude compare le comportement d'un algorithme FX-LMS (LMS normalisé à référence filtrée) à celui d'un réseau de neurones à référence filtrée face à une perturbation externe.

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

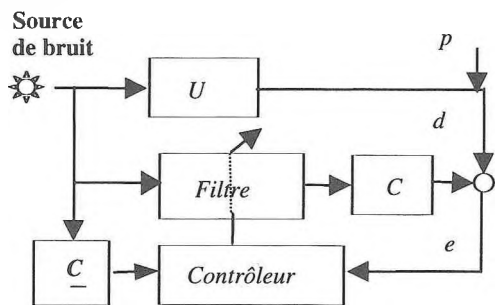


Figure 1 : Schéma bloc de l'expérience.

La figure 1 présente le schéma bloc général de l'expérience. U représente la fonction de transfert entre le signal au capteur de référence et le signal au capteur d'erreur. C représente la fonction de transfert entre la commande donnée au secondaire et le signal au capteur d'erreur.

Dans le cas où l'algorithme FX-LMS est utilisé, le filtre est un FIR et le contrôleur est l'algorithme FX-LMS, de plus, le FIR possède 20 coefficients. Dans le cas où le réseau de neurones est utilisé, le filtre est le réseau de neurone, alors que le contrôleur est l'algorithme de rétropropagation. Chaque neurone a 20 coefficients. Outre les 20 coefficients d'entrées, il y a 4 neurones sur la couche cachée et un neurone sur la couche de sortie.

La source de bruit (p) est fournie par un haut-parleur alimenté avec un sinus à 80 Hz. La perturbation externe est fournie par un autre haut-parleur, alimenté avec un sinus à 50 Hz. L'identification du secondaire (C) est faite avec un X-LMS dont le FIR a 500 coefficients.

La procédure pour étudier le comportement de chacune des méth-

odes face à une perturbation externe est en trois étapes. (1) On laisse converger le contrôleur, (2) on applique ensuite la perturbation externe et on la maintient pendant 15 secondes, (3) on coupe la perturbation. À chacune de ces étapes, on récupère le spectre de puissance du signal d'erreur. L'adaptation se poursuit tout le long de ces trois étapes.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX ET ANALYSE

La figure 2 montre l'atténuation de la raie à 80 Hz par chacun des algorithmes. Le FX-LMS a éliminé la raie, tandis que le réseau de neurone l'a atténuée de 15 dB. Les deux méthodes ont la capacité de réduire le bruit primaire. Les performances du réseau de neurones sont moins bonnes que le FX-LMS, mais le réseau de neurones n'a pas été optimisé en ce sens, alors que le FX-LMS l'était.

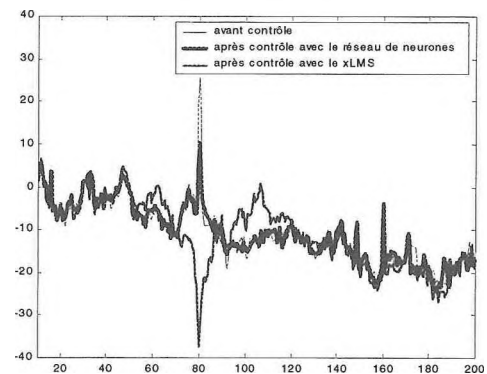


Figure 2 : Spectre de puissance du signal d'erreur avant et après contrôle avec l'algorithme FX-LMS et le réseau de neurones.

Les figures 3 et 4 présentent, respectivement, le comportement du FX-LMS et du réseau de neurones avant, pendant et après l'application de la perturbation externe à 50 Hz. Pour le FX-LMS, durant la perturbation, le niveau général du bruit est près de 15 dB plus élevé qu'avant la perturbation. Plusieurs raies sont apparues pendant la perturbation, elles ont persistés après la coupure de la perturbation. Dans le cas du réseau de neurones, plusieurs raies apparaissent durant la perturbation, mais elles disparaissent lorsque la perturbation est coupée. D'ailleurs, les courbes des spectres de puissance, à la figure 4, avant et après la perturbation sont pratiquement confondues. Le réseau de neurones retourne rapidement aux mêmes performances qu'avant la perturbation. Les figures 5 et 6 montrent le comportement de la commande, pour chacune des méthodes, lors de l'application de la perturbation externe à 50 Hz. Le FX-LMS s'avère très sensible en comparaison du réseau de neurone. Dans le cas du FX-LMS, les amplitudes de commande, durant la perturbation, peuvent être dangereuses pour le haut-parleur secondaire. Pour le réseau de neurone, lors de l'application de la perturbation externe, la commande demeure sensiblement au même niveau qu'avant la perturbation.

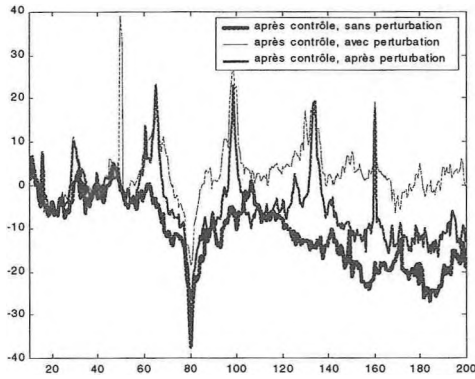


Figure 3 : Spectre de puissance du signal d'erreur avant, pendant et après la perturbation à 50 Hz. Le contrôleur FX-LMS est en fonction dans les trois cas.

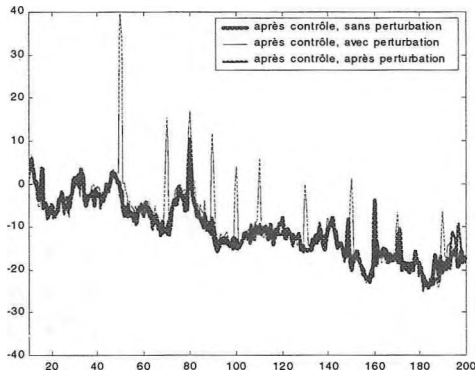


Figure 4 : Spectre de puissance du signal d'erreur avant, pendant et après la perturbation à 50 Hz. Le contrôleur réseau de neurones à référence filtrée est en fonction dans les trois cas.

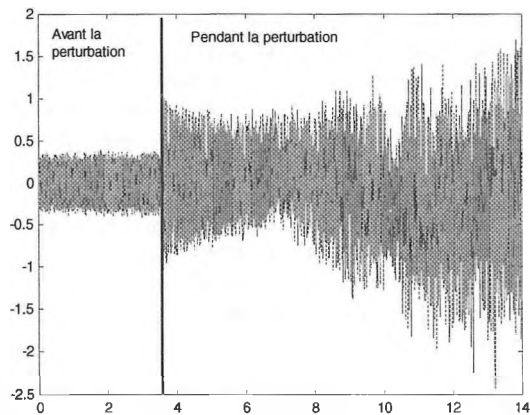


Figure 5 : Comportement de la commande du FX-LMS avant et pendant l'application de la perturbation externe à 50 Hz.

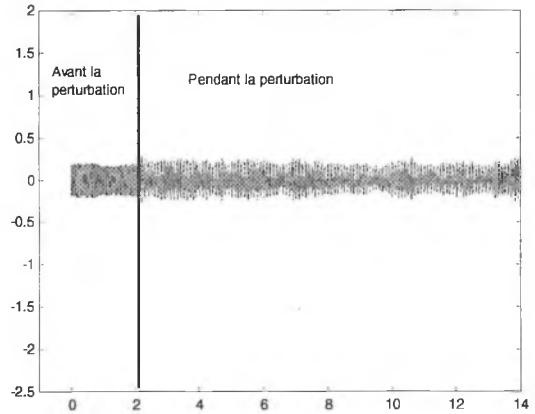


Figure 6 : Comportement de la commande du réseau de neurones à référence filtrée avant et pendant l'application de la perturbation externe à 50 Hz.

CONCLUSION

Les résultats préliminaires démontrent que la commande du réseau de neurone est moins sensible à une perturbation externe que le FX-LMS. Aussi, après la coupure de la perturbation externe, le spectre de puissance du signal d'erreur montre que le réseau de neurone redonne rapidement les mêmes performances qu'avant la perturbation, tandis que le FX-LMS continue de générer d'autres raies. Une étude plus approfondie pourrait permettre de déterminer la configuration du réseau de neurones pour avoir de meilleures atténuations.

RÉFÉRENCES

- [Ne92] – P.A Nelson, S.J. Elliott, « Active control of sound », Academic Press, New York, 1992.
- [Ha94] – S. Haykin, « Neural networks a comprehensive foundation », IEEE Press, 1994.