

Réseaux adaptatifs pour signaux à large bande

Mostafa Hefnawi, étudiant 3^e cycle

Dr Gilles-Y. Delisle, directeur de recherche

Abstract: Adaptive array systems proposed for the rejection of multipath fading and additive interference in wideband indoor wireless communications require the addition of some form of frequency compensation which makes easier to physically achieve their implementation. Our work consists of developing a new approach which minimizes the effect of the bandwidth. The array structure is based on the constant power algorithm (CPA) used with a focalization technique. Experimental results show that the technique permits to improve system performances.

Résumé: Les performances des réseaux adaptatifs conçus pour combattre l'effet du phénomène des évanouissement dans les communications sans fil à l'intérieur des édifices sont sévèrement dégradées lorsque la largeur de bande du signal reçu dépasse un certain pourcentage de la fréquence centrale. L'objectif de notre projet est de concevoir un nouvel algorithme pour minimiser les effets de la largeur de bande. La structure du réseau proposé est basée sur l'algorithme à puissance constante utilisé avec une technique de focalisation. Des résultats expérimentaux montrent une amélioration considérable des performances du système.

La plupart des réseaux adaptatifs conçus pour combattre les effets de la propagation à trajets multiples et l'interférence additive sont incapables d'accomplir les performances désirées lorsque le signal reçu est à large bande [1]-[2]. En effet, le déphasage entre les éléments devient fonction de la fréquence, et sa valeur varie à travers toute la largeur de bande du signal reçu.

Pour minimiser les effets de la largeur de bande sur les performances du réseau, le traitement après chaque élément doit être capable de fournir un déphasage qui varie en fonction de la fréquence. Autrement dit, il faut assurer la dépendance en fréquence des pondérations.

Parmi les techniques de compensation en fréquence proposées, on trouve celles qui utilisent les lignes à retard à longueur variable (Tapped Delay Line - TDL) [3] et celles qui sont basées sur la décomposition spectrale (DS)[4]. Dans le cadre des communications sans fil à l'intérieur des édifices, ces traitements rencontrent des inconvénients qui sont dus au coût de l'implantation des TDL et à l'augmentation du nombre de données à pondérer suite à la DS.

Pour palier à ce problème, nous avons proposé un pré-traitement qui permet la focalisation des sorties du réseau avant la pondération. La focalisation est assurée par une technique initia-

lement proposé par Wang et Kaveh pour la localisation des signaux à large bande [6] et la pondération est effectuée par l'algorithme à puissance constante.

La Figure 1 montre le schéma bloc général du montage expérimental utilisé pour effectuer les mesures. À l'émission, un système de transmission composé de deux sources synthétisées "HP-83642A et HP-83642A" pour la génération du signal et de l'interférence respectivement a été utilisé. À la réception, le réseau d'antenne a été réalisé à partir de quatre antennes de type cornet disposées linéairement et espacées de 1.4λ pour une fréquence d'opération de 18.6 GHz.

Le signal de sortie de chaque antenne est translaté à la fréquence intermédiaire désirée, décomposé en composantes quadrature puis traité par le filtre adaptatif.

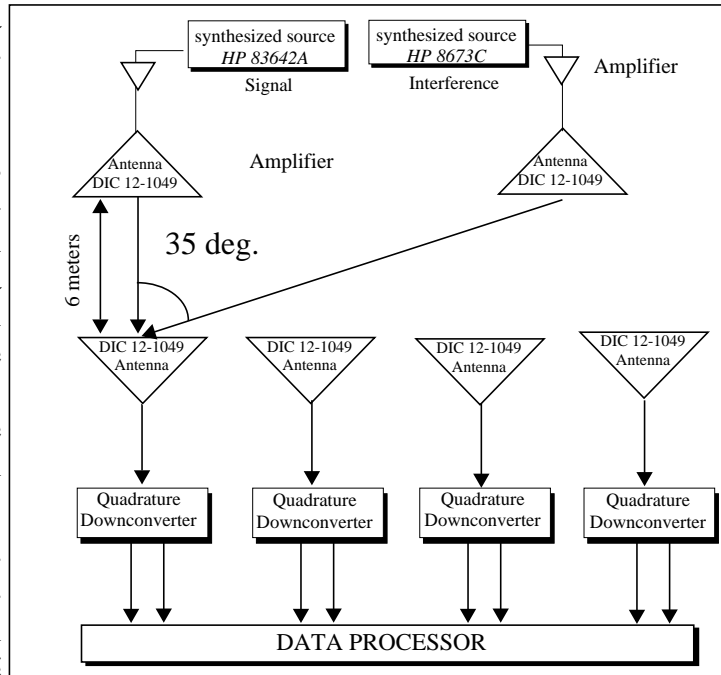


Figure 1 Bloc Diagramme du système expérimental de mesure

Résultats obtenus avec des signaux à bande étroite

Les premiers essais ont été réalisés avec des signaux à bande étroite. Les deux antennes d'émission ont été placées de façon à ce que le signal et l'interférence soient placés à 0 et à 35 degrés, respectivement, par rapport à la normale au réseau.

La figure 2 montre les performances du système en bande étroite. La figure 2 (a) montre le rapport signal-à-interférence plus bruit (SINR) à la sortie du filtre. Après environ 2000 échantillons ce SINR atteint une valeur moyenne d'environ 22 dB. La figure 2 (b) montre le diagramme de rayonnement après adaptation. On peut y voir la formation d'un lobe principale dans la direction

du signal désiré alors qu'un nul de profondeur 19 dB a été formé dans la direction d'arrivée de l'interférence.

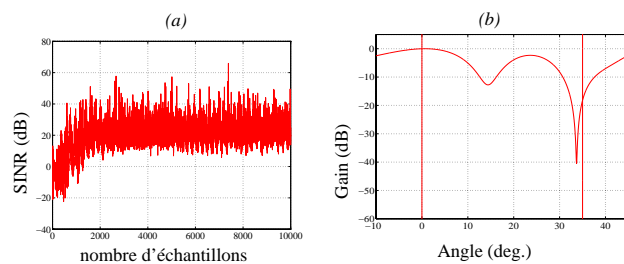
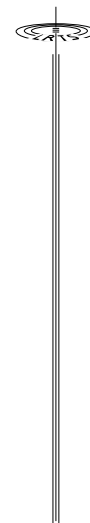


Figure 2 Performance du système en bande étroite



À partir de ces résultats, on conclut que le système est capable de faire la poursuite du signal désiré en éliminant l'interférence

Résultats obtenus avec des signaux à large bande pour un système non compensé

La deuxième série d'essais consiste à évaluer les performances du système non compensé en présence de signaux à large bande. Les résultats sont montrés à la figure 2

Dans le cas du SINR on remarque d'après la figure 2 (a) que sa valeur moyenne en régime permanent est réduite d'environ 25 dB par rapport la valeur moyenne du SINR en bande étroite.

Pour ce qui est du diagramme de rayonnement, la figure 2 (b) montre une divergence totale du système non-compensé.

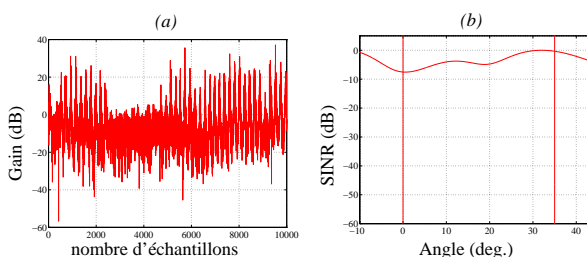


Figure 3 Performance du système non-compensé

Le maximum du diagramme est pointé vers l'interférence alors qu'un nul d'environ -8dB a été formé vers la direction du signal

Résultats obtenus avec des signaux à large bande pour un système compensé

Les essais réalisés précédemment montrent bien la dégradation des performances du réseau en présence de signaux à large bande quand celui-ci n'est pas compensé. Dans la figure 2 sont présentés les résultats obtenus en utilisant la focalisation.

D'une part le niveau moyen du SINR est passé de -5 dB (figure 2 (a)) à 19 dB (figure 2 (a)) avec moins de fluctuations. D'autre part le diagramme de rayonnement de figure 2 (b) présente une nette amélioration par rapport à celui de figure 2 (b). Son maximum a été déplacé dans la direction du signal et la profondeur du nul dans la direction de l'interférence atteint environ -11 dB

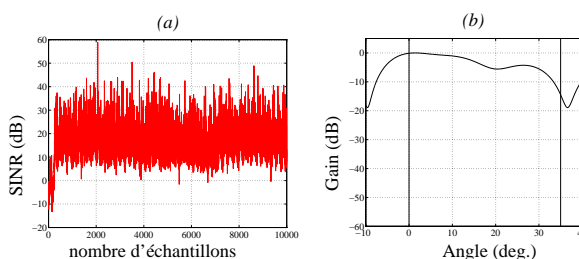


Figure 4 Performance du système compensé

En résumé, nous pouvons conclure que l'utilisation de la focalisation comme méthode de compensation en fréquence permet d'apporter des améliorations considérable au performances du système non-compensé.

Références

- [1] R.T. Compton, "The Performance of an LMS Adaptive Array with Frequency Hopped Signals", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-21, No.3 Mai 1985.
- [2] K. Bakhru, "Maximin algorithm for adaptive arrays", IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. AP-32, N0. 9 September 1984.
- [3] W.E. Roggers & R.T. Compton, "Adaptive Array Bandwidth With Tapped Delay-Line Processing", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-15, No.1 January 1979.
- [4] D. Torrieri and K. Bakhru, "Frequency Compensation in an Adaptive Antenna System", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-23, No.4 July 87
- [5] Wang H. & Kaveh M., "Coherent Signal-Subspace Processing for the Detection and Estimation of Angles of Arrival of Multiple Wide-Band Sources", IEEE Trans. Acous. Speech. Signal Proc., vol. 37, No. 4, August 1985.