

تخفيض الضجيج النبضي المرافق لنقل الإشارة باستخدام الترشيح المتكيف

الدكتور حيدرا عبدالله

كلية هندسة الاتصالات والمعلوماتية - جامعة الرشيد الخاصة

ملخص:

يعدّ الضجيج من المشاكل المرافقة لجميع أنظمة الاتصال وخاصة الأنظمة اللاسلكية حيث لا يمكن التخلص منه بشكل كامل بل التخفيف من أثره قدر الإمكان. ويعدّ الضجيج النبضي أكثر أنواع الضجيج ضرراً حيث يسبّب تشوّه إشارة المعلومات المرسلّة، وخصوصاً في أنظمة التجميع بتقسيم التردد المتعامد (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)، ونظراً لكونه لا يخضع لتوزيع غوص وبالتالي فإنّ تابع الكلفة لإشارة الخطأ له مختلف عن حالة الضجيج الغاوصي الأبيض المضاف لذلك لا يمكن استخدام الخوارزميات التقليدية مثل LMS: Least Mean Square وغيرها لمعالجته، ولهذا يهدف البحث إلى اقتراح خوارزمية جديدة لمعالجته حيث أثبتت هذه الخوارزمية تفوّقها على الطرائق التقليدية التي كانت متبّعة مسبقاً من ناحية بساطتها وانخفاض تعقيدها الحسابي وانخفاض القيمة المربعة الصغرى لإشارة الخطأ وهذا يساهم في زيادة نسبة الإشارة إلى الضجيج بشكل كبير.

الكلمات المفتاحية:

المرشّح المتكيف، الضجيج النبضي، إشارة الخطأ، خطأ الحالة الثابتة، معدّل التقارب.

Reduction the impulsive noise associated with signal transmission using adaptive filter

Abstract:

Noise is a problem associated with all communication systems, especially wireless systems where it can not be completely eliminated, but mitigated as much as possible.

Impulsive noise is the most harmful type of noise as it distorts the transmitted information signal, especially in OFDM systems, since it is not subject to a gaussian distribution, therefore, the cost function of the error signal is different from the additive white gaussian noise, so conventional algorithms such as LMS and others can not be used to process it. Therefore, the research aims to propose a new algorithm to process it and this algorithm proved its superiority over traditional methods that were used before in terms of its simplicity, low computational complexity, and a lower least mean square value of the error signal, and this contributes to significantly increase the signal-to-noise ratio.

Key words:

adaptive filter, Impulsive Noise, error signal, Mean-Square Error, convergence rate.

1- مقدمة:

تستخدم المرشحات المتكيفة في معالجة الإشارات الرقمية ولها العديد من التطبيقات من أهمها إلغاء الضجيج، كما تستخدم بشكل رئيسي عندما تكون الخصائص الإحصائية للإشارة المرسله غير ثابتة بطبيعتها، حيث يتم ضبط مركباتها من أجل الحصول على الاستجابة المطلوبة وتحسين الأداء [1].

وبعد الضجيج النبضي أكثر أنواع الضجيج تأثيراً على أنظمة الاتصال وخاصة في الأنظمة الخلوية المستخدمة لتقنية OFDM، حيث يؤثر على جودة الاتصال ويجعل المعلومات المنقولة غير مفهومة [2,3,4]، وينشأ هذا الضجيج من مصادر بشرية متعددة حيث يمكن أن يولد من مصادر مختلفة مثل مخلفات السيارات وخطوط الطاقة ومرور العابرين، كما أنه يتألف من فترات قصيرة نسبياً (on/off) ويملك كثافة طاقة عالية وتسلسل نبضات ذات مطالات عشوائية ومواقع عشوائية للحدث [5].

وهذا هو السبب وراء تطوير العديد من الطرائق التي تعالج الضجيج ولكن دون أن يتم إغائه بصورة كاملة ولكن تنقص بشكل كبير من مستوى الضجيج الذي يمكن حصوله، فقد تم اللجوء سابقاً إلى العديد من الطرق التقليدية لإزالته مثل طريقة القص حيث تتميز هذه الطريقة ببساطتها وتكون في جهة الاستقبال لقناة الضجيج الغاوصي الأبيض المضاف (AWGN: Additive White Gaussian Noise) على اعتبار أن الضجيج النبضي يضاف إلى القناة خلال عملية الاتصال، و تغير هذه الطريقة مطال العينات فقط بدون تغيير في البارامترات الأخرى مثل الطور لذلك فإن مطال الإشارة يُقص أو يحدّد عند عتبة معينة ولا يحدث أي تغيير على القيم العالية للإشارة، لهذا تكون هذه الطريقة غير قادرة على إزالة الضجيج الذي يقع تحت قيمة العتبة، لذلك يتم تمرير هذه البيانات المقصودة خلال المرشح المتكيف من أجل إزالة الجزء المتبقي من الضجيج، وبالتالي يمكن دمج طريقة القص مع الترشيح المتكيف أو يمكن الاستعاضة عن ذلك باستخدام تقنية الترشيح المتكيف بمفردها عند مدخل هوائي الاستقبال حيث أثبتت فعاليتها في إزالة هذا النوع من الضجيج مقارنة مع جميع الطرق التقليدية السابقة [6].

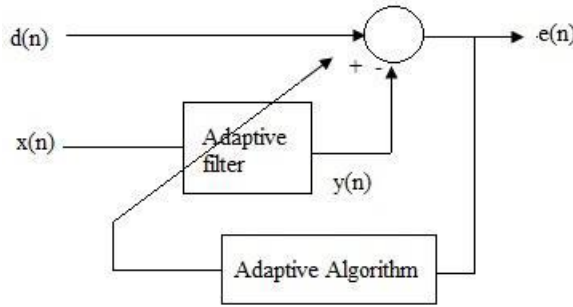
2- هدف البحث:

بما أنّ الضجيج النبضي من أكثر أنواع الضجيج تشويهاً وضرراً حيث يشوّه إشارة المعلومات بالكامل، وعلى الرغم من وجود العديد من الخوارزميات المستخدمة لمعالجة الضجيج لكن معظمها يفترض أنّ النظام المتكيف يحصل على الخطأ عن طريق توزيع غوص، لذلك فقد تم اقتراح خوارزمية جديدة لإزالة الضجيج النبضي، حيث يهدف البحث إلى إظهار إمكانية تطبيق هذه الخوارزمية في أي نظام يتعرض للضجيج النبضي كما يبيّن تميزها بسهولة تنفيذها وإثبات فعاليتها في تحسين أداء النظام من ناحية القيمة المربعة الصغرى للخطأ وانخفاض معدل خطأ البت وهذا كلّه يساعد في زيادة الدقة والكفاءة.

3- مواد وطرق البحث:

3-1- مبدأ عمل المرشح المتكيف:

يعتمد المبدأ الأساسي لإلغاء الضجيج باستخدام المرشح المتكيف على تقدير إشارة الضجيج وطرحها من الإشارة المشوشة حيث يعمل على إنتاج إشارة مساوية لإشارة الضجيج المرافق غير المرغوب في التردد والمطال ولكن بطور معاكس وبالتالي ينتج هن هاتين الإشارتين إلغاء إشارة الضجيج، ويعمل هذا المرشح بطريقة متكيفة أي لا يتطلب معرفة مسبقة بخصائص الإشارة أو الضجيج [7].



الشكل (1): مبدأ عمل المرشح المتكيف.

يتألف المخطط الصندوقي من جزأين أساسيين هما المرشح المتكيف وخوارزمية المرشح المتكيف وله مدخلين المدخل الأول يسمى المدخل الأولي وتطبق عليه الإشارة المرسله

$s(n)$ المشوشة بالضجيج النبضي $n(n)$ ونرمز لها بالرمز $d(n)$ وتسمى بالإشارة المرغوبة ($d(n) = s(n) + n(n)$)، أما المدخل الثاني فيطبق عليه الإشارة المرجعية ونرمز لها بالرمز $x(n)$ وهي عبارة عن الضجيج غير المرتبط بالإشارة لكنه مرتبط بطريقة غير معروفة بالضجيج المؤثر على الإشارة، ويعطي المرشح المتكيف في خرج الإشارة $y(n)$ وهي تقدير لإشارة الضجيج المتراكب على الإشارة الأصلية المرسله حيث تتقارب لتصبح مساوية لها ويتم طرح الإشارة $y(n)$ من الإشارة المرغوبة $d(n)$ لتعطي الإشارة $e(n)$ التي تمثل خرج النظام وتسمى إشارة خطأ النظام وهي تستخدم لتحديث مركبات المرشح القابلة للضبط والتي تسمى أوزان نقاط النقرع، وتتكرر هذه العملية وفقاً للخوارزمية المطبقة ضمن حلقة تغذية عكسية من أجل الحصول على إشارة خطأ $e(n)$ خالية من الضجيج حيث تصبح مساوية أو مشابهة للإشارة المرسله $s(n)$ ، وبالتالي تحقق عملية الترشيح المتكيف النتائج المثالية عندما نحصل في خرج النظام على إشارة خالية من الضجيج وهذا يتحقق عن طريق إنقاص القيمة المربعة الصغرى لإشارة الخطأ [8,9].

3-2- خوارزميات المرشحات المتكيفة:

تعمل هذه الخوارزميات على توليد شعاع التصحيح المعتمد على إشارة الدّخل والخطأ حيث تقوم بتحديث أوزان المرشح في كل تكرار من أجل الوصول إلى القيمة المربعة الصغرى للخطأ، ويراعى في هذه الخوارزميات العديد من المعايير من أهمها [10,11]:

- **معدل التقارب:** وهو عدد التكرارات المطلوبة من الخوارزمية لضمان وصول المرشح إلى المركبات المثالية التي ترتبط مع القيمة الدنيا لتابع الأداء، وكلما كان حجم الخطوة أكبر تكون الخوارزمية أسرع تقارباً.
- **الاستقرار:** هو استقرار المرشح بشكل قريب من القيمة المثالية للخطأ وعدم التآرجح حول هذه القيمة، ويزداد الاستقرار بتخفيض حجم الخطوة.
- **الملاحظة:** قدرة الخوارزمية على ملاحقة التغيرات في البيئة غير الثابتة.
- **خطأ الحالة الثابتة ((Mean Square Error (MSE)):** وتسمى أيضاً خطأ التباين المنخفض وهي قياس يشير إلى كيفية ضبط النظام من أجل الوصول

إلى التصميم المطلوب وهي مربع الفرق بين الإشارة الحقيقية وإشارة الخطأ، وتتنخفض هذه القيمة بإنقاص حجم الخطوة.

*التعقيد الحسابي: عدد العمليات المطلوبة لإتمام الخوارزمية بشكل كامل في تكرار واحد بالإضافة إلى الذاكرة المطلوبة لتخزين المعطيات أثناء عمل الخوارزمية [12].

3-3- الخوارزمية المقترحة لإلغاء الضجيج النبضي:

طالما أن الخطأ الناتج عن الضجيج النبضي لا يخضع لتوزيع غوص لذلك فإن تابع الكلفة هنا مختلف عن حالة الضجيج الغاوصي الأبيض وإن تابع الكلفة المقترح ضد الضجيج ويعطى بالعلاقة التالية:

$$J(n) = \frac{\log[\cosh(\beta \cdot e(n))]}{\beta} \quad (1)$$

حيث β : هو بارامتر يتحكم في تقعر تابع الكلفة وحساسيته للقيم المنحرفة الكبرى في حساب $e(n)$ وبالتالي تكون علاقة تحديث أوزان المرشح كما يلي:

$$w_{n+1} = w_n + \mu \cdot \tanh[\beta \cdot e(n)] \quad (2)$$

حيث w_{n+1} : تحديث شعاع وزن المرشح، w_n شعاع وزن المرشح، μ حجم خطوة المرشح.

وإن القيم المتطرفة لـ $e(n)$ التي تدخل في علاقة تحديث الأوزان تكون محدودة التأثير ويسهل التحكم بها عن طريق البارامتر β ويعطى $\tanh(\beta \cdot e(n))$ بالعلاقة:

$$\tanh(\beta \cdot e(n)) = \begin{cases} \text{sign}(e(n)), & \text{if } |e(n)| > 1/\beta \\ -e(n) \cdot |e(n)| \cdot \beta^2 + 2\beta \cdot e(n), & \text{if } |e(n)| \leq 1/\beta \end{cases} \quad (3)$$

وبالتالي فإن تحديث مركبات الخوارزمية في العلاقة (2) يعطى بالعلاقة التالية:

$$w_{n+1} = \begin{cases} w_n + \mu \cdot \text{sign}[e(n)]x_n, & \text{if } |e(n)| > 1/\beta \\ w_n + \mu[2\beta - \beta^2 \cdot |e(n)|]e(n) \cdot x_n, & \text{if } |e(n)| \leq 1/\beta \end{cases} \quad (4)$$

حيث x_n : شعاع إشارة دخل المرشح ، وإن قيمة β تعدل بشكل متكرر وفقاً لتقدير الخطأ وهي تعطى بالعلاقة التالية:

$$\beta = \frac{3}{m+3\sigma} \quad (5)$$

حيث m : هي القيمة المتوسطة لإشارة الخطأ، σ : هي الانحراف المعياري لإشارة الخطأ.

ويتم تعديل قيمة هذه العتبة من ناحية الحساسية للقيم المتطرفة من أجل توفير مستويات مختلفة للمناعة ضد الضجيج النبضي، وبالتالي فإنّ عملية الحساب لتحديث المعاملات تتطلب قيم μ ، $e(n)$ ، β .

وبما أنّ معظم تطبيقات الترشيح المتكيف تملك إشارات ذات قيم متوسطة صفرية لذلك عندما يكون عدد العينات كبير فإنّ قيمة m سوف تقترب من الصفر، لذلك يستخدم الانحراف المعياري فقط لتقدير قيمة β حيث لا يمكن جعل قيمتها ثابتة طالما أنّها تتحكم بالحساسية تجاه القيم المتطرفة، لذلك بالعودة إلى العلاقة (5) نجد أنّ β يمكن أن تقرب إلى $1/\sigma^2$ وبالتالي يعطى $\sigma^2(n)$ بالعلاقة التالية:

$$\sigma^2(n) = \frac{n-1}{n} \cdot \sigma^2(n-1) + \frac{1}{n-1} (e(n) - m)^2 \quad (6)$$

وأيضاً تقرب العلاقة الأخيرة من أجل القيم العالية للعينات إلى:

$$\sigma^2(n) = 0.95 \cdot \sigma^2(n-1) + \frac{e(n)^2}{n} \quad (7)$$

وبالتالي تكون الخطوة التالية هي حساب مركبات العينة في التكرار التالي وهي تحسب وفقاً للعلاقة (4) باستبدال قيمة β [1,5].

وإنّ حساب إشارة خرج المرشح $y(n)$ يكون وفق العلاقة التالية:

$$y(n) = w_n^T \cdot x_n \quad (8)$$

أما إشارة الخطأ فتحسب بالفرق بين الإشارة المرغوبة وإشارة خرج المرشح المتكيف وتعطى بالعلاقة:

$$e(n) = d(n) - y(n) \quad (9)$$

3-4- طريقة توليد الضجيج النبضي:

يمكن نمذجة تتابع الضجيج النبضي كنموذج ذو توزيع غوسي برنولي حيث تتم نمذجة المطال عن طريق توزيع غوص أمّا معدل حدوث النبضات فينمذج حسب توزيع برنولي كما يلي:

$$n_i(m) = n(m)b(m) \quad (10)$$

في العلاقة السابقة فإن عملية برنولي للتسلسل العشوائي يشار إليها بـ $b(m)$ و $n(m)$ وهي عملية ضجيج عشوائي وبالتالي فإن نموذج تابع الكثافة الاحتمالي الغاوسي ذو القيمة المتوسطة الصفرية للمطالات العشوائية للضجيج النبضي يعطى بالعلاقة:

$$f_N(n(m)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[\frac{-n^2(m)}{2\sigma_{GH}^2}\right] \quad (11)$$

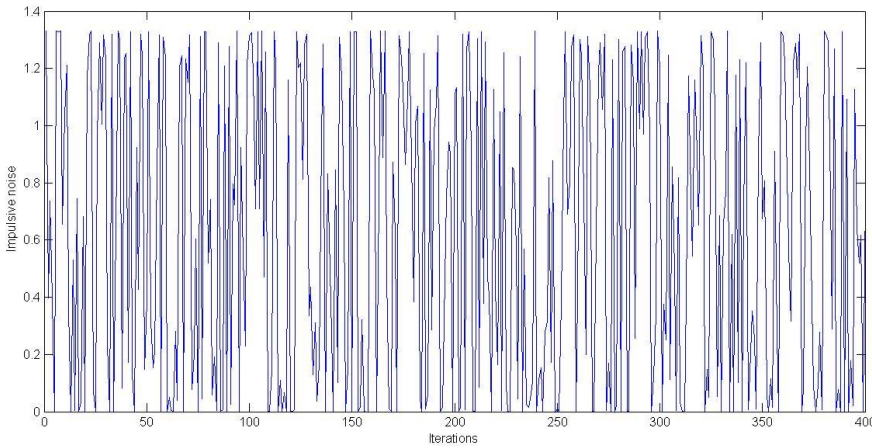
حيث σ_{GH} هو الانحراف المعياري لضجيج غوص [5].

4- النتائج ومناقشتها:

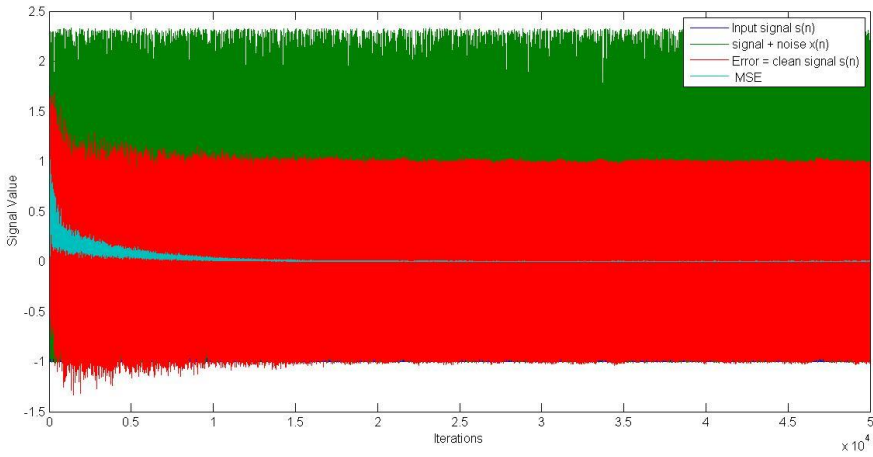
ندرس مرشح متكيف ذو طول $L=10$ متوضع على مدخل هوائي الاستقبال في نظام اتصال لاسلكي خلوي، إشارة دخله عبارة عن إشارة جيبيية تتعرض لضجيج طلقي، كما نطبق الخوارزمية المقترحة التي تعمل وفق حجم الخطوة $\mu = 0.001$.

كما نفرض أن إشارة الخطأ في أول تكرار منحرفة معيارياً عن الإشارة الأصلية بمقدار $0,885$ لذلك فإن $\sigma(1) = 0,885$.

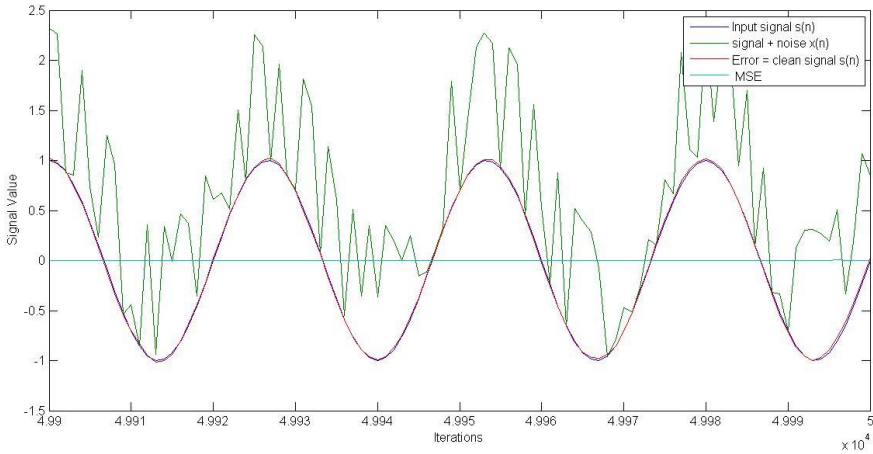
أما من أجل توليد الضجيج النبضي كما هو موضح في الشكل (2) فنفرض أن قيمة الانحراف المعياري لضجيج غوص (σ_{GH}) مساوية $0,3$.



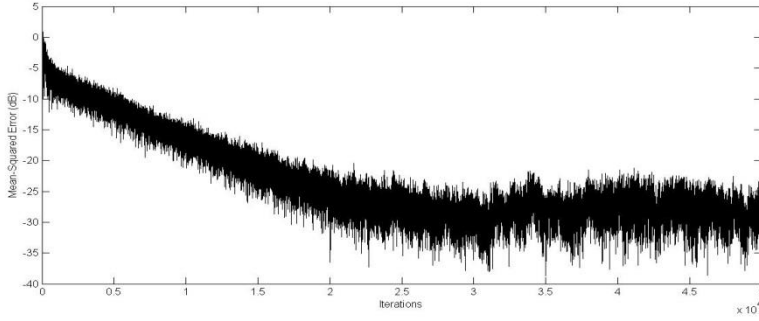
الشكل (2): إشارة الضجيج النبضي.



الشكل (3-أ): نتائج تطبيق الخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu = 0,001$ لإزالة الضجيج النبضي.



الشكل (3-ب): تقريب للنتائج التي تظهر في الشكل (3-أ).



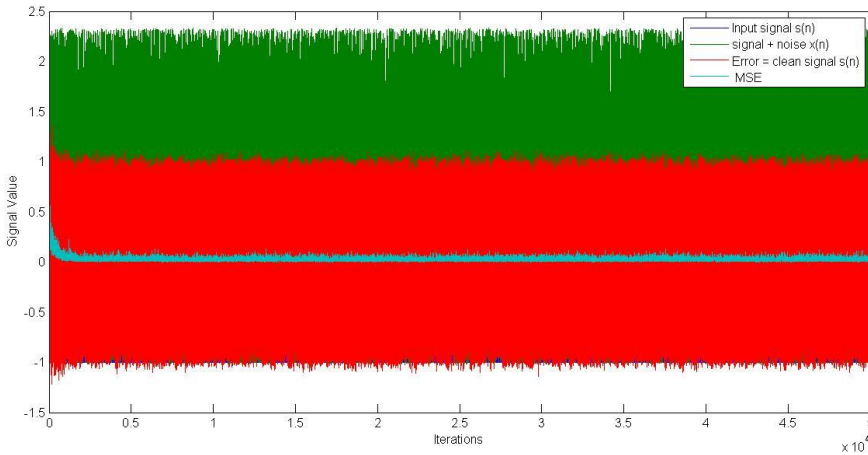
الشكل (4): MSE (dB) للمرشح الذي يعمل وفق الخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu = 0,001$.

ونلاحظ بعد تطبيق الخوارزمية المقترحة أنها تتقارب بعد حوالي 25000 تكرار (الشكل (4))، كما أنه من المعتاد لقياس أداء المرشح أن نحسب تزايد خطأ الحالة الثابتة والذي يعرف بأنه تزايد القيمة المربعة الأصغر للخطأ وبالتالي نحصل على قيم MSE المبيّنة في الجدول (1) من الشكل (3-a)، كما نلاحظ من خلال الشكل (3-b) أن إشارة الخطأ تنطبق على إشارة الدخل بنسبة كبيرة عند التكرارات الأخيرة حيث تبلغ MSE القيمة 0.0004 وهذا يدل على فعالية هذه الخوارزمية في إزالة الضجيج النبضي بنسبة كبيرة.

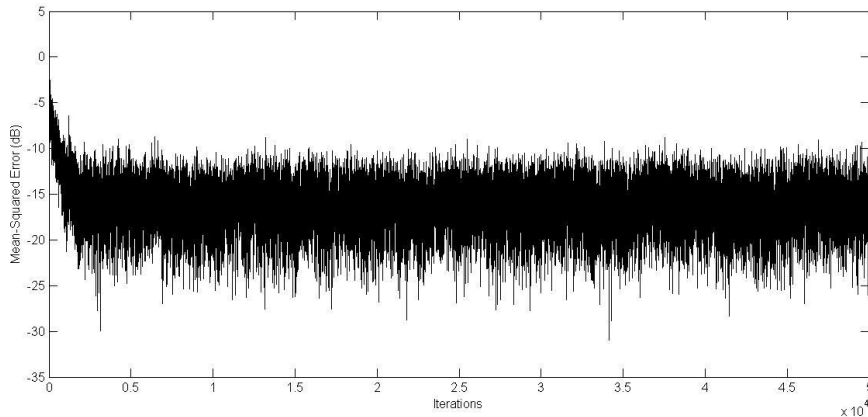
الجدول (1): قيم MSE للمرشح الذي يعمل وفق الخوارزمية المقترحة.

التكرارات	MSE للخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu=0.001$	التكرارات	MSE للخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu=0.001$
10000	0.035	32000	0.0013
13000	0.018	35000	0.0010
17000	0.014	38000	0.0009
20000	0.008	41000	0.0009
23000	0.004	44000	0.0004
26000	0.003	47000	0.0004
29000	0.0016	50000	0.0004

وإذا أعدنا الدّراسة السّابقة نفسها باستخدام حجم خطوة أكبر للخوارزمية ($\mu = 0,01$) فنجد أنّ التقارب يحصل بشكل أسرع بعد حوالي 2000 تكرار (الشكل (6)) وهو عدد أقل بكثير من عدد التكرارات في الحالة السّابقة ولكن سيعاني المرشّح من ارتفاع قيم خطأ الحالة الثّابتة MSE حيث تتأرجح قيمها وبالتالي تكون الخوارزمية غير مستقرة (الشكل (5))، لذلك فإنّ هذه الخوارزمية تشترك مع خوارزمية LMS في ميزة صعوبة المفاضلة المتلى بين معدّل التقارب السّريع وخطأ الحالة الثّابتة المنخفض [13].



الشكل (5): نتائج تطبيق الخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu = 0,01$ لإزالة الضجيج النبضي.



الشكل (6): MSE (dB) للمرشّح الذي يعمل وفق الخوارزمية المقترحة ذات حجم الخطوة $\mu = 0,01$.
النتائج والتوصيات:

- 1- تؤكد عمليات المحاكاة فعالية الخوارزمية المتكيفة المقترحة التي تعطي نتائج مرضية في إزالة الضجيج النبضي
- 2- تعدّ هذه الخوارزمية المقترحة بسيطة وسهلة التنفيذ ومنخفضة التعقيد الحسابي في الوقت الذي تعجز فيه الطرق الأخرى عن إزالة الضجيج النبضي ذو المطالات الكبرى
- 3- إنّ جعل قيمة البارامتر β متغيرة في كل تكرار يساهم في تجنب القيم المتطرفة لـ $e(n)$ ويجعل تأثيرها محدود
- 4- إنّ قيم MSE التي تم الحصول عليها منخفضة جداً، وبالتالي فإنّ ذلك يساهم في زيادة نسبة الإشارة إلى الضجيج بشكل كبير.
- 5- يلعب اختيار طول المرشّح (عدد الأوزان) تأثيراً إيجابياً على أداء المرشّح المتكيف وإذا كان أقل من الطول المحدد، سوف يسبب تقارب الخطأ إلى قيمة ثابتة بعيدة عن الصفر وهذا غير مرغوب، وبالمقابل إذا كان عددها أكبر من المطلوب فسوف يتقارب الخطأ إلى الصفر.
- 6- إنّ عدد التكرارات للتقارب سوف يكون أكثر وهذا يعطي زيادة في الوقت من أجل تقارب المرشّح، لذلك فإن اختيار طول المرشّح يتم بالتجريب والخطأ من أجل الحصول على الطول المثالي.

ويمكن متابعة العمل وفق عدة محاور:

- يمكن توظيف الخوارزمية المقترحة في التطبيقات الطبية حيث أنّ الإشارات التي تستخدم لكشف أنواع مختلفة من أمراض الدماغ والقلب تتعرض لمجموعة من أنواع الضجيج من ضمنها الضجيج النبضي ، لتجنب هذه المشكلة يجب إزالة إشارات التشويش عن طريق المرشح المتكيف [14].
- يمكن دمج طريقة الترشيح المتكيف مع الطرق التقليدية السابقة مثل طريقة القص ومقارنة النتائج وملاحظة الفروقات.
- يمكن دمج عدة مرشحات مع بعضها البعض من أجل إزالة العديد من الإشارات الخارجية المختلفة طالما أنّ الإشارات المرجعية متاحة في النظام.

المراجع العلمية :

- [1] BHAGYASHRI.S.B, DEOKAR .S.M, 2014- **Adaptive Filter for Removal of Impulsive Noise and Its Comparison with LMS Algorithm**, International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 12-14.
- [2] PILLAI. V.V, Safna. S.F,Ratheesh.S,Shoukath.SH, 2014- **Adaptive IIR Notch Filter Design For Cancellation of Periodic Impulsive Noise in OFDM Based Power Line Communications**, International Conference On Innovations & Advances In Science, Engineering And Technology [IC – IASET 2014], Vol. 3, N^o.5, 38-45.
- [3] REKHA.N, JABEEN.F, 2018-**Novel Technique for Comprehensive Noise Identification and Cancellation in GSM Signal**, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 8, N^o.2, 1222-1229.
- [4] REKHA.N, JABEEN.F, 2015- **Study on Approaches of Noise Cancellation in GSM Communication Channel** , Communications on Applied Electronics (CAE), Vol. 3, N^o.5, 5-11.
- [5] MIRZA.A, KABIR.S.M, SHEIKH.SH.A, 2015- **Reduction of Impulsive Noise in OFDM System Using Adaptive Algorithm**, International Journal of Electronics and Communication Engineering, Vol.9, N^o.6,1434-1438.
- [6] MIRZA .A, KABIR.S.M, SHEIKH.SH.A, 2016- **Reduction of Impulsive Noise in OFDM Systems Using a Hybrid Method** , International Journal of Signal

- Processing Systems , Vol.4, N^o.3,226–230.
- [7] AFROZ.F, HUQ.A, AHMED.F, SANDRASGARAN.K,2015– **Performance Analysis Of Adaptive Noise Canceller Employing NLMS Algorithm**, International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN), Vol.7, N^o.2, 45–58.
- [8] KABIR .S.M, MIRZA .A, SHEIKH .SH.A, 2015– **Performance Comparison of Clipping Technique with Adaptive Filters for Impulsive Noise Reduction in AWGN Environment** , The Eleventh Advanced International Conference on Telecommunications,14–17.
- [9] DIXIT.SH, NAGARIA.D, 2017– **LMS Adaptive Filters for Noise Cancellation: A Review**, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 7, N^o.5, 2520–2529.
- [10] YANG.Q, LEE.K, KIM.B, 2019– **Development Of Multi–Staged Adaptive Filtering Algorithm For Periodic Structure – Based Active Vibration Control System**, Applied Sciences Journal,16p.
- [11] PETER.N.A, KUFRE.U, SIMEON.O, 2018– **Development and Comparative Study of Least Mean Square – Based Adaptive Filter Algorithms**, International Multilingual Journal of Science And Technology(IMJST), Vol.3, N^o.12, 360–372.

- [12] KUMARI.A.K, TATAJI.P.R, SEKHARABABU.V,
] 2013– **Combination of Adaptive Filter Algorithms for Noise Cancellation**, Engineering Sciences International Research Journal, Vol.1, N^o.1,46–51.
- [13] KAMAKSHISUHASINI .V, KUPPAM .N,
] MALLIKARJUNA.R,2014– **Design and Implementation of Adaptive Filtering Algorithm for Noise Cancellation in Speech Signal on FPGA**, International Journal of Scientific and Technology Research, Vol.3, N^o.41, 8390–8396.
- [14] KHALILI . A, RASTEGARNIA .A, VAHIDPOUR
] .V,ISLAM.M.K, 2016– **Adaptive Filtering–Based Algorithm for Impulsive Noise Cancellation from ECG Signal**, Journal of Electrical and Computer Engineering Innovations , Vol.4, N^o.2, 169–176.