



جامعة الموصل

كلية الهندسة

# دراسة وتحليل خوارزميات نماذج قنوات متعددة الادخال والايخارج الضخم

بان عزيز عاصي

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة الكهربائية

بإشراف

الدكتور فرهاد عزالدين محمود

٢٠٢١ م

١٤٤٣ هـ

## المستخلص:

تُعدّ تقنية متعدّد الإدخال والإخراج الضخم ( Massive multi input multi output ) ذي الموجات المليمترية (mm-Wave) خياراً جذاباً لتطبيقات معدل البيانات المرتفع في الاتصالات اللاسلكية لشبكات الجيل الخامس (5G) Fifth generation، التي تتطلب تشكيل حزمة مناسبة وتقدير حالة القناة في ظل سيناريو الحركة المتباينة والشعاع الضيق، للتعقب الحزمة وتعظيم الإشارة المشعة باتجاه المستخدمين المطلوبين. وتُعدّ المرشحات التكيفية (Adaptive filter) التي تعمل تحت سيطرة خوارزميات معيّنة من أفضل الوسائل المستخدمة لمعالجة الإشارة وتتبع الحزم في البيئات سريعة التغير، وعادة ماينتج عن المرشح التكيفي مفاضلة بين سرعة التقارب ودقة التكيف.

إستخدِم في هذه الرسالة أكثر من خوارزمية تكيفية، حُوِكِت ببرنامج الماتلاب (MATLAB). حيث تناولت الرسالة خوارزمية المربع المتوسط الأدنى (Least mean square (LMS) التي تتميز ببساطتها وقلة تعقيدها الحسابي، تقوم عادةً بتقدير متجه التدرج من الطرق شديدة الانحدار (Steepest descend method (SDM) بمتجه عشوائي مع تحديث معاملات المرشح، لتلتقي مع الحل الأمثل والحصول أدنى متوسط لمربع الخطأ بين الإشارة المرغوبة وإخراج المرشح (Mean square error (MSE)، ولها حجم خطوة ثابت، لذا فهي غير مناسبة للعمل في بيئة متغيرة.

وبغية تحسين تقارب خوارزمية (LMS) إستخدِم تطبيع الخوارزمية، وهي خوارزمية المربع المتوسط الأدنى المعيارية (Normalized least mean square (NLMS)، إذ توفر هذه الخوارزمية خصائص تقارب أفضل من خوارزمية (LMS)، لان لها حجم خطوة يمكن تطبيعه حسب قوة إشارة الإدخال للمرشح، فتعطي دقة أفضل في تتبع الحزمة وتقدير حالة القناة للمستخدم (User). وللتغلب على بعض القيود العملية لمرشح (LMS) استُخدمت خوارزمية المربعات الصغرى التكرارية (Recursive least square

(RLS)، التي تجدّ بشكل متكرر المعاملات التي تقلّ من دالة تكلفة المربعات الصغرى المرتبطة بإشارة الادخال، فتوفر معدل تقارب أسرع، وأداء جيد في البيئات سريعة التغير. لكنها تتميز بتعقيدها الحسابي. تم إستخدام خوارزمية كالمان ( Kalman filter algorithm) وهو المقدّر الافضل، إذ تعطي هذه الخوارزمية أداءً أفضل من الخوارزميات (LMS, NLMS, RLS) لكن هذه الخوارزمية على غرار خوارزمية (RLS) تتميز بتعقيدها الحسابي. ونفذت طرائق التحسين غير المقيدة (Unconstrained method) لتحسين خوارزمية (LMS) وتقليل مربع الخطأ باستخدام مصفوفة جاكوبيان ( Jacobian matrix).

تضمّنت الرسالة إقتراح خوارزمية ذات أداء تقدير مُحسّن لحالة القنوات المتغيرة Bidierctional الخواص بسرعة وهي خوارزمية المربعات الصغرى التكرارية ثنائية الاتجاه (BIRLS) recursive least square لتقدير القنوات المتغيرة بمرور الوقت. وتعمل الخوارزمية المقترحة على تقدير القناة بإتجاهين امامي وخلفي، على الرغم من أن فكرة استخدام الخوارزميات التكيفية في تتبع الحزم وتقدير القناة للمستخدم ليست جديدة، الا أن اقتراح فكرة التتبع باستخدام خوارزمية تكرارية ثنائية الاتجاه (BIRLS) عُدّت فكرة جديدة. وقد اشنقت هذه الخوارزمية انطلاقاً من خوارزمية (RLS) التقليدية احادية الاتجاه، لكي تحقق أداءً تتبّع في الحالة المستقرة قريباً جداً من والحصول على ادنى متوسط لمربع الخطأ (MSE)، إلا أنها تتميز بزيادة التعقيد الحسابية.

**Abstract:**

The Massive multi input multi output technology with millimeter wave (mm-Wave) is an attractive choice for high data rate applications in 5G wireless communications, which require appropriate beam-forming and channel tracking under different movement and narrow beam scenario, to reduce symbols interference and maximize the radiated signal towards the desired users. Adaptive filters adaptive filters operate under the control of certain algorithms. are one of the most powerful methods used track the user in rapidly changing environments, an adaptive filter usually results in a trade-off between convergence velocity and adaptive accuracy.

In this thesis, more than one adaptive algorithm are used, these have been simulated by MATLAB, the (LMS) algorithm is very popular in various applications due to its simplicity and low of computational complexity. It usually estimates the gradient vector from the methods of the steepest decent with random vector and updating filter parameters to reach an optimal solution and get the minimum Mean square error between the desired signal and the filter output (MSE), LMS has fixed step size so it is not suitable to work in a changing environment.

To improve the convergence of the LMS algorithm, the normalization of the algorithm is used which is the natural minimum mean square algorithm (NLMS). This algorithm provides better convergence characteristics than the LMS algorithm because it has a step size that can be normalized according to the strength of the input signal.

This algorithm provides better accuracy in beam tracking and channel estimation.

In order to overcome some practical limitations of the (LMS) filter, the Recursive least square (RLS) algorithm is also used. It has the coefficients that reduce the least squares cost function associated with the input signal, provides faster convergence rate and good performance in rapidly changing environments. However, it is characterized by its computational complexity. The Kalman filter algorithm is then used, which is the best estimator. This algorithm gives better performance than the algorithms (LMS, NLMS, RLS), but this algorithm is similar to the algorithm (RLS) characterized by its computational complexity. Unconstrained optimization methods have been implemented to improve (LMS) algorithm and reduce square error using a Jacobian matrix.

In This thesis an algorithm proposed with improved estimation performance for rapidly changing channels, it is a bi-directional recursive least square (BIRLS) algorithm for estimating time-varying channels, the proposed algorithm works on estimating the channel in the forward and reverse directions. Although the idea of using adaptive algorithms for packet tracking and user channel estimation is not new, the suggestion of the idea of tracking using a bi-directional iterative algorithm (BIRLS) is a new idea. Derived from the traditional one-way (RLS) algorithm, this algorithm gives a steady state tracking performance very close to the minimum mean square error (MSE). However, it is characterized by an increased computational cost.

**University of Mosul  
College of Engineering**



# **Study and Analysis of Massive MIMO Channel algorithm Models**

**Ban Aziz Asi**

**Master Degree of Sciences  
Electrical Engineering**

**Supervised by**

**Dr. Farhad Ezzulddin Mahmood**

**2021A.D**

**1443A.H.**