

محاكاة مرشحات الريح في تعقب الهدف للنظام الراداري باستخدام Matlab

لوتس ياسين*

(تاريخ الإيداع 15 / 2 / 2015. قُبل للنشر في 14 / 5 / 2015)

□ ملخص □

أحد أهم المشاكل لتقليل الضجيج من الإشارة الرادارية تكمن في صعوبة صنع نموذج مضبوط لمعالجة الإشارة من المرسل إلى المستقبل بشكل جيد لتحسين دقة وصولها واضحة قدر الإمكان. لذا تم دراسة تعقب الهدف (الإشارة) باستخدام مرشحات كالمن المتطورة التي تعتمد على التقدير الدقيق للمتوسطات الإحصائية للإشارات وصياغتها بتعبير رياضي صريح يوضح تقنية الكشف المثلى لإشارة الرادار وذلك باستخدام مرشحات كالمن بمتحولين (الموقع والسرعة) وثلاثة متحولات (الموقع والسرعة والتسارع) والمقارنة بين المرشحات السابقة باستخدام برنامج الماتلاب لتحديد أقل قيمة للخطأ المدروس في تعقب اثر الهدف.

الكلمات المفتاحية: تعقب الهدف، رادار التعقب أثناء المسح ، مرشح كالمن، مرشح $\beta\alpha$ ، مرشحات $\alpha\beta\gamma$

*قائمة بالأعمال-قسم هندسة الاتصالات والإلكترونيات-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.

A Simulation of gain filters to target tracking in radar system by using Matlab

Lotus yassen*

(Received 15 / 2 / 2015. Accepted 14 / 5 / 2015)

□ ABSTRACT □

The most important problem is to reduce radar signal noise ,so we must design a pattern to process signal from source to destination. We might study target tracking by using Kalmen filters which estimate the exact statistical average signals and put a mathematical relationship to the optimal detection technique for radar system with two variations (position, velocity) and three variations (position, velocity, acceleration). Then, we compare these filters by Matlab to check the least value for the studied error.

Keywords: Filter Target Tracking ,Track-While-Scan(TWS), Kalmen Filter, $\alpha\beta$ Filter, $\alpha\beta\gamma$

*Academic Assistant, Department of communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعتبر مسألة تحديد اتجاه الأهداف من الوظائف الأساسية للمحطات الرادارية، إلا أنه مع تسارع التطور التقني للأهداف وزيادة إمكانياتها من حيث السرعة والمناورة ، لم يعد تحديد الاتجاه كافياً بل أصبح من الضروري تتبع مسار الأهداف وملاحقتها من خلال استخدام طرق متطورة وحديثة منها استخدام مرشحات متقدمة كمرشحات كالمن التي تعالج أكثر من متحول للحالة بدلالة المتوسطات الإحصائية وبالتالي إمكانية استقبال تلك الإشارات و دراستها بشكل صحيح من خلال إنقاص الضجيج المحيط بالأجهزة المستخدمة في الاتصالات مروراً بتحسين نوعية هذه الأجهزة. كما وتتص نظرية كالمن على دراسة الحل التكراري لمسألة ترشيح المعطيات الخطية باستخدام مجموعة معادلات رياضية تكرارية لتقدير الإشارات و بالتالي معالجتها بطريقة تقلل فيها متوسط الخطأ التربيعي ويهتم أيضاً بدراسة التقديرات السابقة والحاضرة والحالات المستقبلية ويمكن أن يعمل أيضاً حتى عندما تكون الطبيعة الدقيقة للنظام المشكل مجهولة [3].

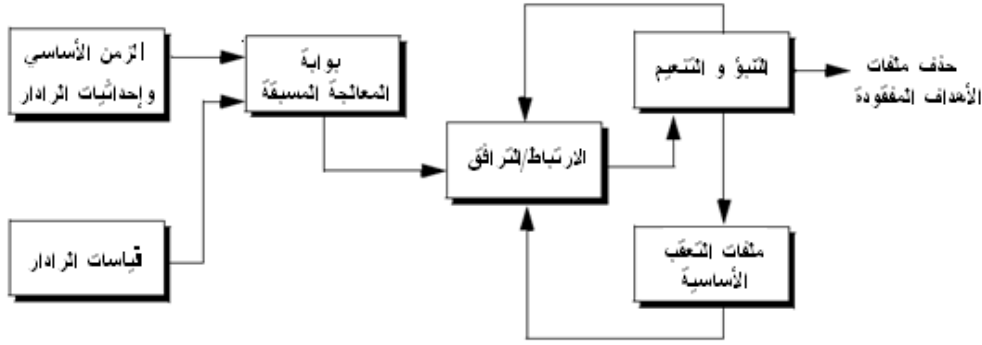
أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية هذا البحث في معرفة تعقب وتتبع مسار الهدف من خلال استخدام أنظمة رادار التعقب التي تختبر كل هدف مرة أثناء فترات المسح ، وتستخدم مرشحات تنبؤ وتتعميم متطورة لتقدير بارامترات الهدف بين فترات المسح حيث تستخدم عادة لهذه الغاية مرشحات كالمن، فعندما يكتشف هدف محدد يترجمه الرادار إلى بضع نبضات لتأكيد بارامترات الهدف (الموقع والسرعة والتسارع) التي تعد المكونات الأساسية للهدف وسنناقش بشكل عام مرشحات التعقب متعددة الأبعاد التي تعرف بمرشحات $\alpha\beta$ ومرشحات $\alpha\beta\gamma$ ومرشحات كالمن.

طرائق البحث ومواده:

اعتمدنا بطريقة البحث على إجراء المحاكاة الحاسوبية والنمذجة الرياضية باستخدام الماتلاب من خلال المقارنة بين مرشح $\beta\alpha$ ومرشح $\alpha\beta\gamma$ ودراسة ميزات مرشح كالمن في تحديد بارامترات الهدف وتقليل الخطأ. تتم دراسة بنية رادار التعقب أثناء المسح المصمم ليؤدي عدة وظائف مثل الكشف والتعقب والتمييز وذلك بمساعدة نظام الكمبيوتر المتطور أصبحت الرادارات المتعددة الوظائف قادرة على التعقب المتزامن لعدة أهداف بحيث كل هدف يختبر مرة (المجال الأساسي والموقع الزاوي) خلال الفترات المنفصلة للمسح وبعد ذلك يمكن أن تقدر الاختبارات المستقبلية من خلال استخدام تقنيات التنعيم والتنبؤ لذلك سمي نظام الرادار المتعدد المهام والمتعدد الأهداف برادار التعقب أثناء المسح ((Track-While-Scan(TWS)).

وعندما يكشف رادار TWS هدفاً جديداً يبدأ ملف تعقب منفصل ، هذا يؤكد أن الكشوفات المتتالية من ذلك الهدف تعالج مع بعضها لتقدير المعطيات المستقبلية للهدف إذ تمثل كلاً من الموقع والسرعة والتسارع المحتويات الأساسية لملف التعقب ولنتمكن من الكشف الحقيقي للهدف فإن رادار TWS يجب أن يقرر فيما إذا كان كل حالة كشف (ملاحظة) تنتمي لهدف جديد أو لهدف تم كشفه بمسح سابق، بالإضافة لإنجاز هذه المهمة تستخدم أنظمة رادار TWS العلاقات والخوارزميات المرافقة لعملية الارتباط بحيث كل حالة كشف جديدة تتصل مع جميع الكشوفات السابقة عندها تطبق مجموعة من القواعد المرافقة الموضوعية مسبقاً ليتم تسجيل الكشف إلى المسار المناسب الموضح بالشكل (1).

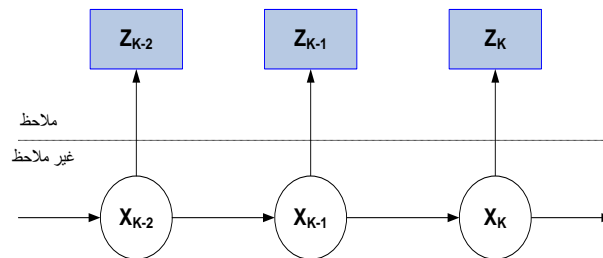


الشكل(1): المخطط الصندوقي لمعالجة البيانات في رادار التعقب أثناء المسح

نتيجة للتطابق الحقيقي للبوابه مع موقع الهدف خلال عملية الكشف الأولى يجب أن تكون البوابه كبيره بشكل كاف حتى لا تتحرك الأهداف بشكل لا يمكن تقديره من مسح إلى مسح، وبدقة أكبر يجب أن تبقى الأهداف ضمن حدود البوابه خلال البحث المتتابع وعندها بعد أن تمت ملاحظه الهدف خلال عدة عمليات مسح يتناقص حجم البوابه بشكل كبير. كما يستخدم التنبؤ (الفرز) لنقرر فيما إذا كانت الملاحظه المحدده لملف تعقب موجود مسبقاً أو لملف تعقب جديد (كشف جديد)، إذ تعتمد خوارزمية التنبؤ عادة على حساب مسافة الخطأ الإحصائية بين ملاحظه الرادار المتوقعه والمقيسه علمياً أنه يوجد لكل ملف تعقب حد أعلى لخطأ المسافة فإذا كان حساب الفرق لمراقبه رادارية محددة أقل من القيمة العظمى لخطأ المسافة لملف تعقب معطى عندها تسجل المراقبه في هذا الملف. وبما أن القياسات الجديدة تقارن بجميع ملفات التعقب الموجوده ، يمكن عندها لملف التعقب ألا يرتبط بأية مراقبات أو يرتبط بواحدة أو أكثر من المراقبات ، وإن الارتباط بين المراقبات وجميع ملفات التعقب الموجوده تحدد باستخدام مصفوفة الارتباط بحيث أسطر مصفوفة الارتباط تمثل مراقبات الرادار بينما الأعمده تمثل ملفات التعقب وسنستخدم في هذا التمثيل المصفوفي على دراسة مرشح كالمن[4].

مرشح كالمن وهيكلته

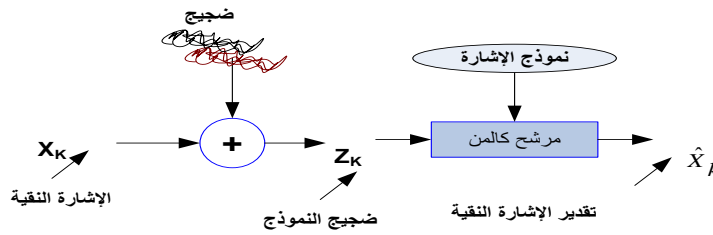
المبدأ الأساسي لمرشح كالمن يعتمد على مبادئ الاحتمال لمسألة تقدير المتغيرات المخفية (الحالات أو البارامترات) لنظام يعطي ضجيجاً أو ملاحظات غير مكتملة ضمن إطار هيكلته مثالية، وعند تطور النظام خلال الزمن كما في الشكل (2) فإن تقدير X_K يعطي Z_K .



الشكل (2): يوضح تطور النظام خلال الزمن.

حيث أن X_K هي الحالة التي تعبر عن الحد الأدنى من المعلومات حول النظام ، تعطي مداخل مستقبلية للنظام بحيث أن كل المخارج المستقبلية يمكن أن تحدد بعلاقات تربط بين المعطيات السابقة و المعطيات المستقبلية

لتوضيح سلوك النظام المستقبلي ويبين الشكل (3) المخطط الصندوقي لاستخدام مرشح كالمن في تحسين الإشارة النقية مهما كان نوعها [2].



الشكل (3): تحسين الإشارة النقية باستخدام مرشح كالمن

مرشحات ملاحقة الربح الثابت

هذا الصنف من المرشحات يعرف أيضاً (بمرشحات المعامل الثابت) والمثال الأكثر شيوعاً من هذا الصنف من المرشحات هي مرشحات $\alpha\beta$ ومرشحات $\gamma\beta\alpha$ التي تعمل بشكل متسلسل بمرحلتين أو ثلاث مراحل وبدقة أكثر هي معادلة لحالات خاصة من مرشحات كالمن علماً أن التصميم العام لهذا الصنف مماثل لتصميم مرشحات كالمن.

المرشح $\beta\alpha$:

يهتم هذا المرشح بدراسة استنتاجات قيم الموقع والسرعة، ويظهر الشكل (4) المخطط الصندوقي لهذا المرشح ويمكن لهذا المرشح أن يتبع دخل سرعة (تسارع ثابت) بدون أخطاء ثابتة، بمعنى أية خطأ لحالة ثابتة سيجمع عندما يقدم في الدخل تسارع ثابت. كما ويعمل هذا المرشح على تقليل الأخطاء للموقع المدروس من خلال إضافة وزناً تمييزياً بين القيمة المقاسة والقيم المتوقعة المعبر عنها كما يلي علماً أن العلاقات مأخوذة من المرجع [1]:

$$x_p(n) = x(n/n) = x_p(n) + \alpha (x_0(n) + x_p(n)) \dots\dots\dots(1)$$

حيث أن x_0 يمثل عينات الدخل للموقع، $x(n/n)$ ، $x'(n/n)$ تمثل التقديرات الزمنية والمشتقات الزمنية خلال فاصل اخذ العينات n وتشير الرموز الدليلية s, p للقيم المحددة، T يرمز لفترة اخذ العينة و α, β معاملات المرشح.

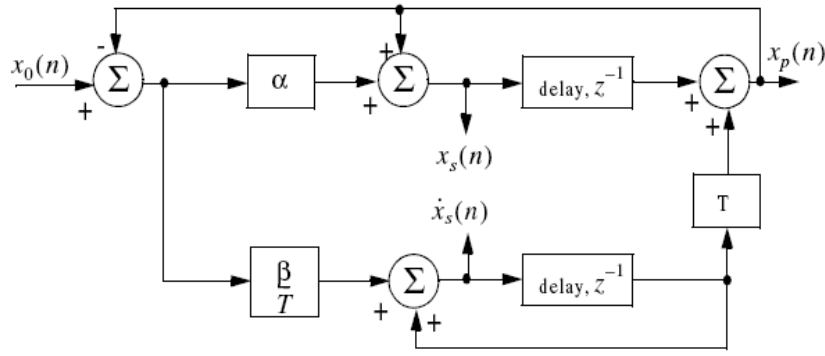
$$x'_s(n) = x'(n/n) = x'_s(n-1) + \beta/T(x_0(n) - x_p(n)) \dots\dots\dots(2)$$

وتعطى القيمة المتوقعة للموقع بالعلاقة التالية:

$$x_p(n) = x_s(n/n-1) = x'_s(n-1) + Tx'_s(n-1) \dots\dots\dots(3)$$

تدرس العلاقة السابقة بشروط بدائية عندما $n=1, n=2$ مبينة كما يلي:

$$x_s(1) = x_p(2) = x_0(1), x'_s(1) = 0, x'_s(2) = (x_0(2) - x_0(1))T \dots\dots\dots(4)$$



الشكل (4): المخطط الصندوقي للمرشح $\alpha\beta$

وبشكل عام يمكن كتابة مصفوفة المتغيرات (مصفوفة متحولات الضجيج) لهذا المرشح بالعلاقة :

$$\underline{C}(n/n) = \begin{bmatrix} C_{xx} & C_{xx'} \\ C_{xx'} & C_{x'x'} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5)$$

بشكل عام تكتب $C_{xy} = E\{xy^T\}$ حيث أن E يوضح قيمة المعامل المتوقع، t يرمز لمنقول المصفوفة
 وعامل الريح و β بالنهاية نجد أن هذا المرشح يملك المصفوفات $\underline{A}, \underline{K}, \underline{G}, \underline{\Phi}$ التي تمثل من اليمين الى اليسار
 وبالترتيب مصفوفة انتقال الحالة ومصفوفة سطرية ومصفوفة الريح ومصفوفة النقل المبينة كمايلي:

$$\underline{A} = \begin{bmatrix} 1 - \alpha & (1 - \alpha)T \\ -\beta/T & (1 - \beta) \end{bmatrix}, \underline{K} = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta/T \end{bmatrix}, \underline{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix}, \underline{\Phi} = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (6)$$

بعد تعويض المصفوفات السابقة بالعلاقة:

$$\underline{A} = (1 - \underline{K}\underline{G})\underline{\Phi} \dots\dots\dots (7)$$

نحصل على مصفوفة متغيرات الضجيج كمايلي:

$$\underline{C} = \sigma_v^2/\alpha(4 - 2\alpha - \beta) \begin{bmatrix} -3\alpha\beta + 2\beta + 2\alpha^2 & \beta(2\alpha - \beta)/T \\ \beta(2\alpha - \beta)/T & 2\beta^2/T^2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (8)$$

ولتقييم أداء مرشحات ملاحقة الريح نعلم على تقنية حساب نسب الحالة لتغيرات الخرج بالنسبة لتحولات قيم
 الدخل (VRR) حيث نسب كل من السرعة والموقع تعطى كمايلي:

$$(VRR)_x = C_{xx}/\sigma_v^2 = -3\beta\alpha + 2\beta + 2\alpha^2/\alpha(4 - 2\alpha - \beta) \dots\dots\dots (9)$$

$$(VRR)_{x'} = C_{x'x'}/\sigma_v^2 = 2\beta^2/T^2\alpha(4 - 2\alpha - \beta) \dots\dots\dots (10)$$

حيث أن σ_v^2 يمثل المتغير العشوائي.

إن استقرار المرشح $\alpha\beta$ يحدد بجذور المعادلة المميزة لتابع نقله في المستوي z بالشكل:

$$|I - z^{-1}\underline{A}| = 1 - (2 - \alpha - \beta)z^{-1} + (1 - \alpha)z^{-2} \dots\dots\dots (11)$$

حيث إن جذور هذه المعادلة تكتب كما يلي :

$$z_{1,2} = 1 - 0.5(\alpha + \beta) \pm 0.5\sqrt{-4\beta + (\alpha - \beta)^2} \dots\dots\dots (12)$$

وبالتالي نستنتج من الحل السابق أن الهدف الرئيسي لدراسة هذا المرشح هو تعقب مواقع أثر الأهداف مع وجود
 احتمال خطأ صغير (تتبع خطأ) محتمل وتخفيض الضجيج المقاس الذي يحدد بحساب النسبة (VRR) مع اختيار قيم
 مناسبة للبارامترات α و β . وبحسب مجموع الاختلافات المربعة بين الدخل (الموقع) والخرج عندما يكون الدخل عبارة

عن خطوة واحدة للسرعة=الصفء وإضافة إلى ذلك يحسب مجموع الاختلافات المربعة بين السرعة الحقيقية وسرعة الخرج. وفي هذه الحالة تعطى نسب كل من الموقع والسرعة كمايلي:

$$(VRR)_x = \alpha(6 - 5\alpha)/(8 - 8\alpha + \alpha^2) \dots\dots\dots(13)$$

$$(VRR)_{x'} = 2\alpha^3/T^2(2 - \alpha)(8 - 8\alpha + \alpha^2) \dots\dots\dots(14)$$

ومن أجل سهولة الحل نفترض أن معاملات المرشح تدرس على أساس عامل الريح $0 \leq \epsilon \leq 1$ فتصبح :

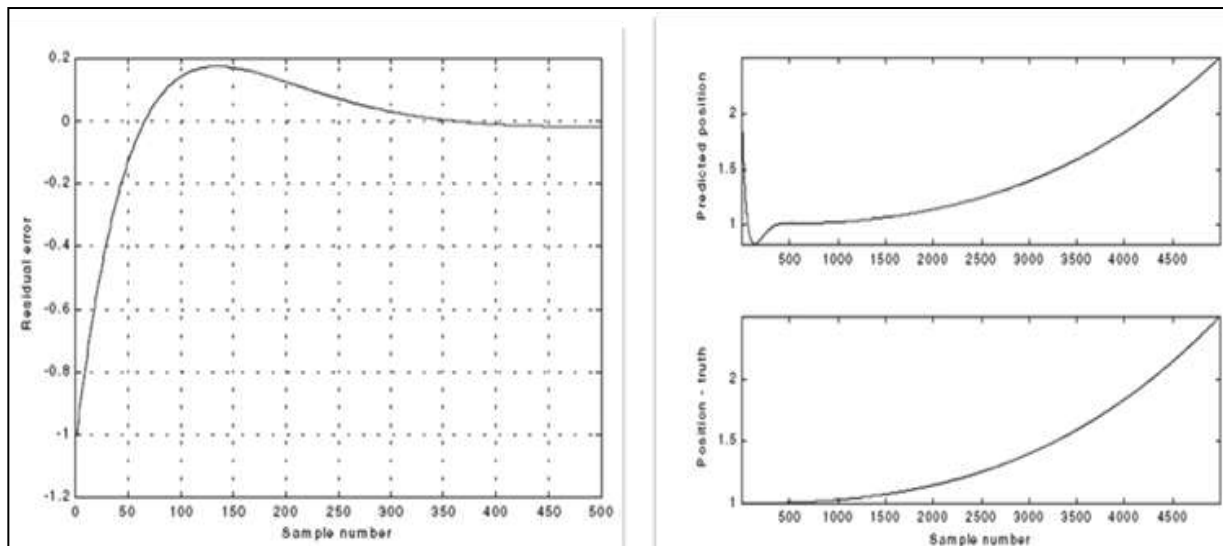
$$\beta = (1 - \epsilon)^2, \alpha = 1 \dots\dots\dots(15)$$

نلاحظ عند برمجتنا بالماتلاب للعلاقات السابقة سنحصل على مخطط بياني يصف الموضع الفعلي والمتوقع والخطأ في حال الضجيج وبدونه. فقد تمت الدراسة في حال $\epsilon \rightarrow 1$ يعني كل من α و β تساوي الصفر أي المرشح يوصف بحالة تنعيم عالية وعندما $\epsilon \rightarrow 0$ نحصل على حالة تنعيم منخفضة المبينة بالشكل (5) علماً أن عناصر مصفوفة المتغيرات من أجل المرشح السابق بعد الأخذ بعين الاعتبار العلاقات الجديدة لكل من α و β كمايلي:

$$C_{xx} = \sigma_v^2(1 + 4\epsilon + 5\epsilon^2)(1 - \epsilon)/(1 + \epsilon)^3 \dots\dots\dots(16)$$

$$C_{xxx} = C_{x'x'} = \sigma_v^2(1 + 2\epsilon + 3\epsilon^2)(1 - \epsilon)/T(1 + \epsilon)^3 \dots\dots\dots(17)$$

$$C_{x'x'} = 2\sigma_v^2(1 - \epsilon)^2(1 - \epsilon)/T^2(1 + \epsilon)^3 \dots\dots\dots(18)$$



الشكل (5): الموضع الفعلي والمتوقع والخطأ للمرشح $\alpha\beta$ في حال معاملات ربح كبيرة ($\epsilon = 0.9$)

المرشح $\alpha\beta\gamma$:

يدرس هذا المرشح الموضع (الموقع) والسرعة والتسارع والقيمة المتوقعة للتسارع من أجل $(n, n+1)$ حالة ويؤمن بيانات متوقعة وبمبسطة عن موقع الهدف والسرعة والتسارع، إذ يعتبر مرشح ومصحح في آن واحد وهو مرشح خطي لأنه يستطيع التنبؤ بالموقع و السرعة والتسارع الثابت معتمداً على إحداثيات الموقع ويستطيع أيضاً أن يؤمن توقعات صحيحة عن الموقع الحالي الذي يمكن استخدامه في عمليات التوجيه والتحكم. ويبين الشكل(6)بنية هذا المرشح الذي يتبع لدخل تسارع ثابت من دون أخطاء لحالة ساكنة ولكي يقلل الخطأ المحسوب على خرج المسار يجب معرفة الفرق

بين القيم المقاسة والقيم المتوقعة في تقييم كل من الموضع والسرعة والتسارع المبينة بالعلاقات التالية المأخوذة من

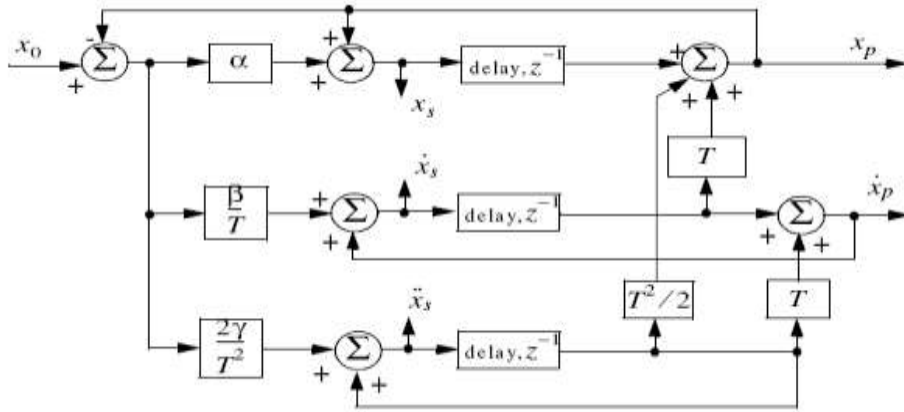
المرجع [2] علماً أن الرمز (·) يشير للمشتق الأول و(··) للمشتق الثاني ومعاملات المرشح هي α, β, γ :

$$x_s(n) = x_p(n) + \alpha (x_0(n) - x_p(n)) \dots\dots\dots(19)$$

$$\dot{x}_s(n) = T \ddot{x}_s(n-1) + \dot{x}_s(n-1) + \beta/T (x_0(n) - x_p(n)) \dots\dots(20)$$

$$\ddot{x}_s(n) = \ddot{x}_s(n-1) + 2\gamma/T^2 (x_0(n) - x_p(n)) \dots\dots\dots(21)$$

$$x_p(n+1) = x_s(n) + T \dot{x}_s(n) + 0.5T^2 \ddot{x}_s(n) \dots\dots\dots(22)$$



الشكل (6): بنية المرشح $\alpha\beta\gamma$

سندرس بارامترات هذا المرشح كما درسنا بارامترات المرشح $\alpha\beta$ بشكل تحليلي للعلاقات كلها حيث أن الشروط البدائية في عندما $n=1,2,3$ موضحة كما يلي:

$$x_s(1) = x_p(2) = x_0(1), \dot{x}_s(1) = \ddot{x}_s(1) = \dot{x}_s(1) = 0$$

$$\dot{x}_s(2) = (x_0(2) - x_0(1))/T, \ddot{x}_s(3) = (x_0(0) + x_0(1) - 2x_0(2))/T^2 \dots(23)$$

فان مصفوفة انتقال الحالة للمرشح $\alpha\beta\gamma$ والريح ومصفوفة المتغيرات تمثل بالعلاقة:

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta/T \\ \gamma/T^2 \end{bmatrix}, \underline{G} = [1 \ 0 \ 0], \underline{\Phi} = \begin{bmatrix} 1 & T & T^2 \\ 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \underline{A} =$$

$$\begin{bmatrix} 1 - \alpha & (1 - \alpha)T & 0.5T^2(1 - \alpha) \\ -\beta/T & 1 - \beta & (1 - 0.5\beta)T \\ 2\gamma/T^2 - & 2\gamma/T & 1 - \gamma \end{bmatrix} \dots\dots\dots(24)$$

وبنفس الدراسة السابقة للمرشح $\alpha\beta$ نحصل على العلاقات التي تحدد نسب الموقع والسرعة والتسارع كما يلي :

$$(VRR)_x = (2\beta(2\alpha^2 + 2\beta - 3\alpha\beta) - \alpha\gamma(4 - 2\alpha - \beta))/(2\alpha\beta + \gamma\alpha - 2\gamma)(4 - 2\alpha - \beta). (25)$$

$$(VRR)_{\dot{x}} = (-4\beta^2\gamma + 4\beta^3 + 2(2 - \alpha)\gamma^2)/T^2(4 - 2\alpha - \beta)(2\beta\alpha + \gamma\alpha - 2\delta) \dots\dots(26)$$

$$(VRR)_{\ddot{x}} = 4\beta\gamma^2/T^4(4 - 2\alpha - \beta)(2\alpha\beta - 2\gamma - 2\gamma) \dots\dots\dots(27)$$

إن هذا المرشح سوف يكون مستقر إذا وفقط إذا كانت كل أقطابه واقعة خلال دائرة الواحد في مخطط Z.

وإن المعادلة المميزة لمرشح $\alpha\beta\gamma$ محددة بالعلاقة:

$$|I - z^{-1}A| = 0 \dots\dots\dots (28)$$

بطرح المعادلة التي تصف مصفوفة المتغيرات وجمع الحدود ينتج تابع النقل وحله كمايلي:

$$f(z) = z^3 + (\gamma - 3\alpha + \beta)z^2 + (3 + \gamma - \beta - 2\alpha)z - (1 - \alpha) \dots\dots\dots (29)$$

$$2\beta - \alpha(\beta + \alpha + 0.5\gamma) \dots\dots\dots (30)$$

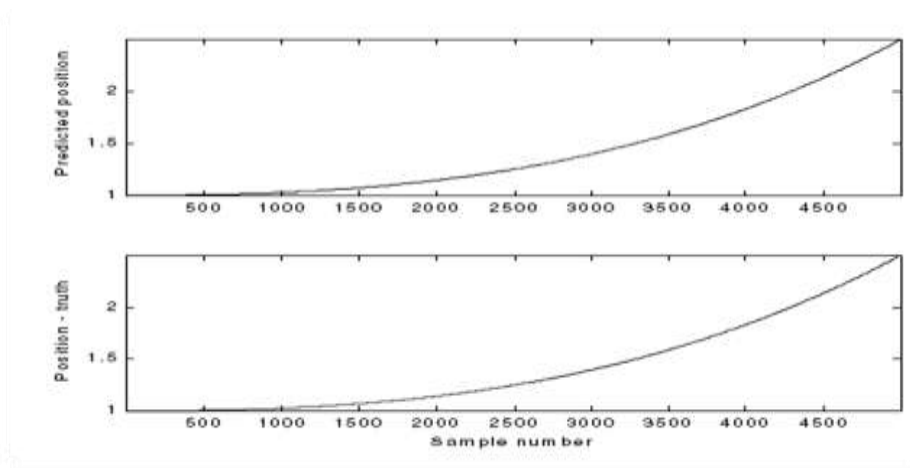
نلاحظ أنه من أجل $\gamma=0$ فإن العلاقة السابقة تعطي علاقة المرشح $\alpha\beta$ وتعطي معاملات ربح هذا المرشح

كمايلي:

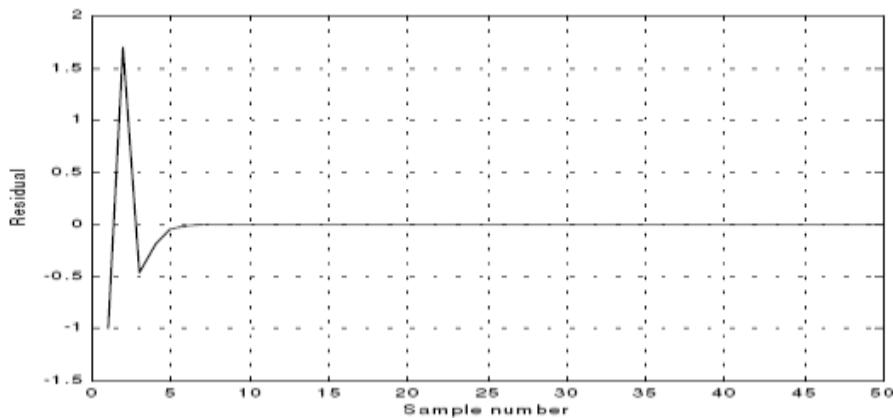
$$\gamma = (1 - \varepsilon)^3, \beta = 1.5(1 - \varepsilon)^2(1 + \varepsilon) = 1.5(1 - \varepsilon)(1 - \varepsilon^2), \alpha = 1 - \varepsilon^2 \dots\dots\dots (31)$$

نلاحظ عندما المعامل $\varepsilon \rightarrow 1$ يعني كل من α و β و γ تساوي الصفر أي المرشح يوصف بحالة تعميم عالية

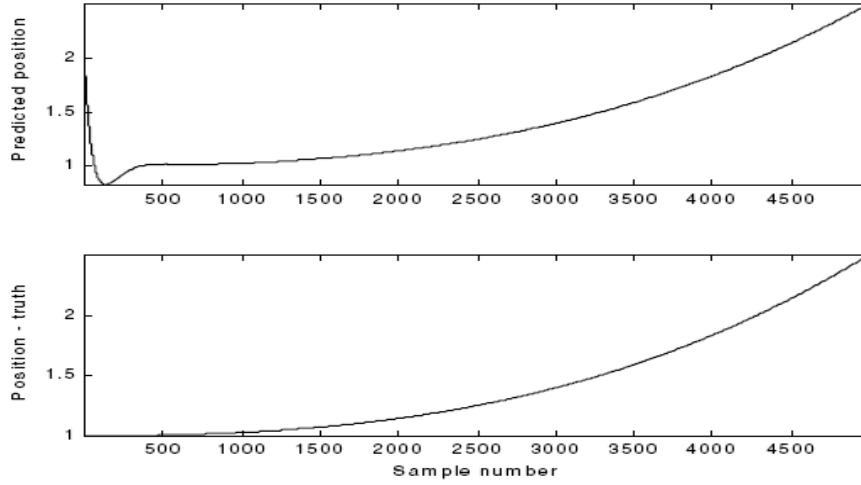
وعندما $\varepsilon \rightarrow 0$ يعني لا وجود للتعميم.



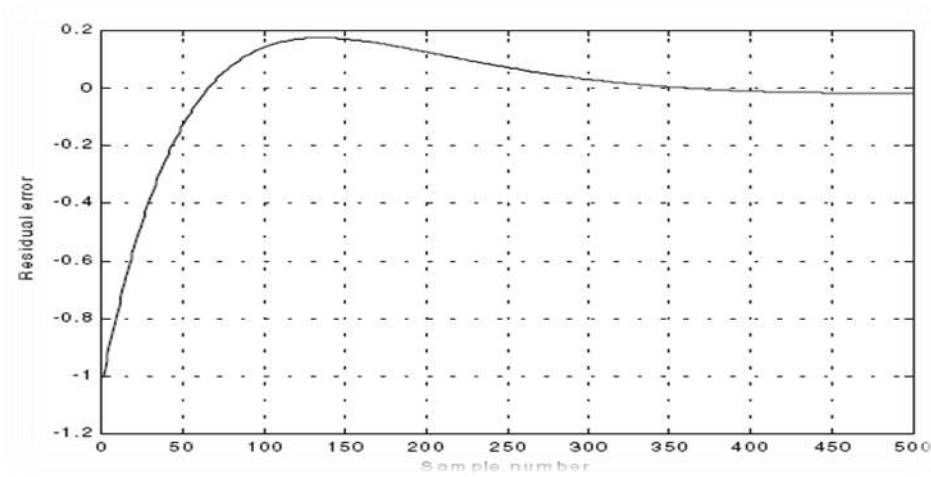
الشكل (7): الموضع الفعلي والموضع المتوقع في حال معاملات ربح صغيرة ($\varepsilon = 0.1$) بدون ضجيج



الشكل (8): الخطأ يقترب من الصفر في حال

معاملات رشح صغيرة ($\varepsilon = 0.1$) بدون ضجيج

الشكل (9):الموضع الفعلي والمتوقع للهدف في حال معاملات

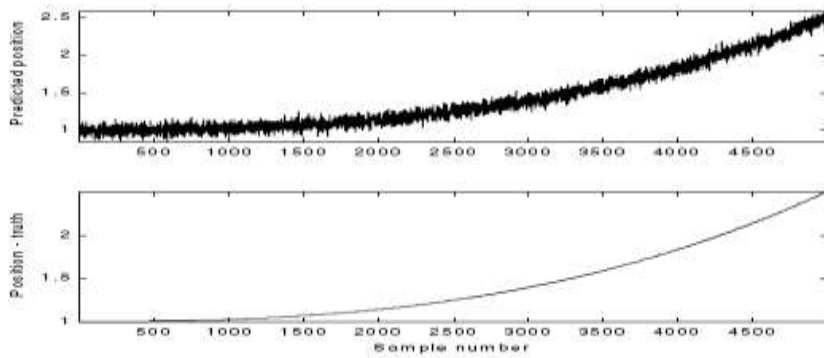
رشح كبيرة ($\varepsilon = 0.9$) بدون ضجيج.

الشكل (10):الخطأ الذي يأخذ وقت أطول ليستقر للهدف في حال

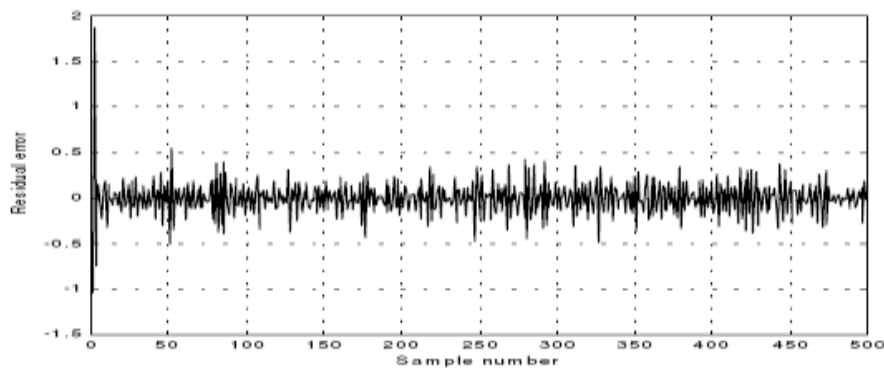
معاملات رشح كبيرة ($\varepsilon = 0.9$) بدون ضجيج.

حالة الضجيج: تمت دراسة الموضع الفعلي والمتوقع والخطأ في حالة معاملات رشح صغيرة $\varepsilon = 0.1$ ومع

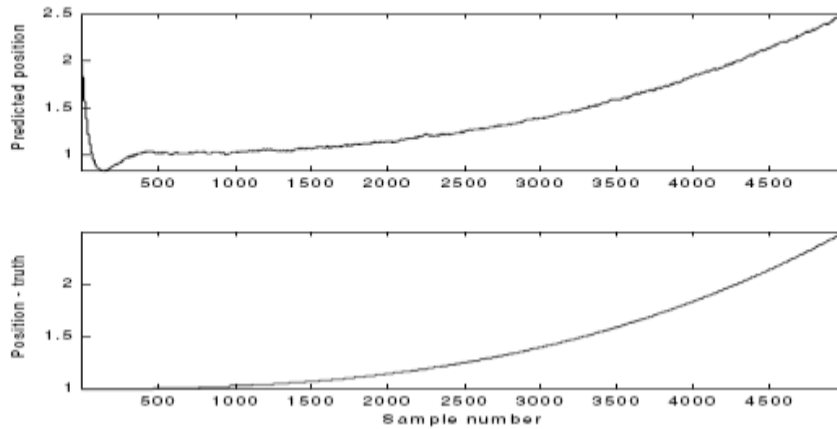
ضجيج



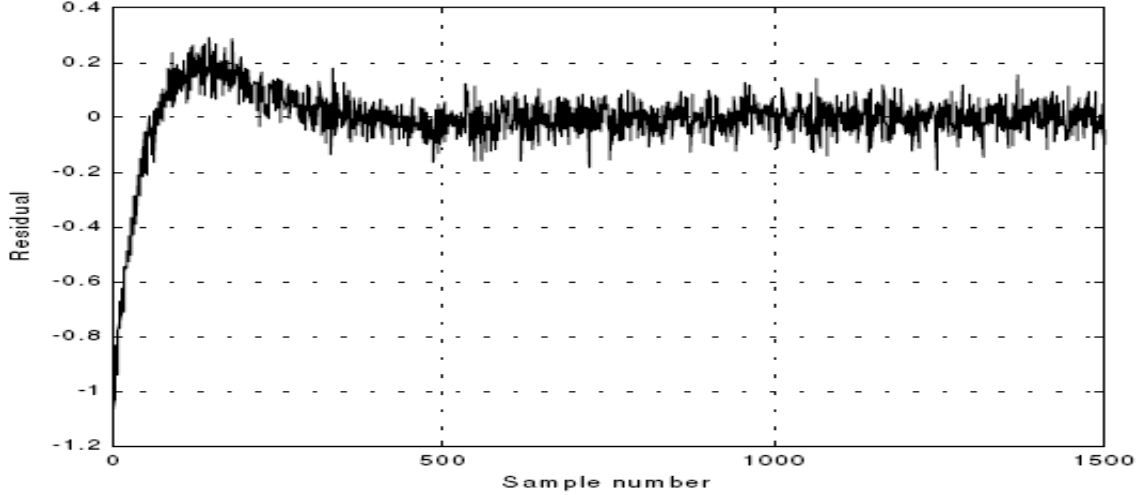
الشكل (11): الموضع الفعلي والمتوقع في حال معاملات ربح صغيرة ($\varepsilon = 0.1$) مع ضجيج



الشكل (12): الخطأ الذي يستقر في حال معاملات ربح صغيرة ($\varepsilon = 0.1$) مع ضجيج



الشكل (13): الموضع الفعلي والمتوقع في حال معاملات ربح كبيرة ($\varepsilon = 0.9$) مع ضجيج



الشكل (14): الخطأ الذي يتطلب وقت كبير ليستقر في حال معاملات ربح كبيرة ($\varepsilon = 0.9$) مع ضجيج

الاستنتاجات والتوصيات:

نتيجة للدراسة التي قمنا بها في هذا البحث تعتبر مرشحات الريح المستخدمة في تعقب الهدف للنظام الراداري إحدى الحلول المثالية لتقليل قيمة الخطأ المدروس وذلك بعد الأخذ بعين الاعتبار ما توصلنا إليه:

1- عند دراسة الموضع الفعلي (الحقيقي) والمتوقع (المقاس) للهدف دون الضجيج وقيم معاملات ربح كبيرة مثل $\varepsilon = 0.9$ فإن العلاقة تأخذ شكلاً خطياً مع تزايد عدد النبضات المدروسة، والخطأ يزداد بشكل منحنى قريب من الخطية ليستقر بسرعة على الصفر.

2- عند دراسة الموضع الفعلي والمتوقع للهدف مع الضجيج وقيم معاملات ربح كبيرة مثل $\varepsilon = 0.9$ فإن العلاقة تأخذ شكلاً يمكن تقريبه إلى الحالة الغير خطية مع تزايد عدد النبضات المدروسة، بينما الخطأ يستقر بحدود قريبة من الصفر تقريباً.

3- عند دراسة الموضع الفعلي والمتوقع للهدف مع الضجيج وقيم معاملات ربح صغيرة مثل $\varepsilon = 0.1$ فإن المنحنى يأخذ الشكل الخطي مع تزايد عدد النبضات المدروسة والخطأ يحتاج لزمان طويل ليستقر حول الصفر بشكل متذبذب.

4- عند دراسة الموضع الفعلي والمتوقع للهدف دون الضجيج وقيم معاملات ربح صغيرة مثل $\varepsilon = 0.1$ فإن كل من الموضع الفعلي والمتوقع للهدف يأخذ الشكل الخطي مع تزايد عدد النبضات المدروسة والخطأ يهبط منحنياً بسرعة ليلبغ قيمة الصفر.

5- يعتبر مرشح كالمن إنتاج خطي لتصغير الخطأ المربع الأساسي بالنسبة للأهداف المتحركة والذي يصمم بدقة وإن جميع المرشحات الأخرى مثل مرشحات α, β, γ هي حالات خاصة من الحل العام الذي يقدمه مرشح كالمن لحل مسألة الهدف المربع، بالإضافة لذلك يملك مرشح كالمن المميزات التالية:

• تحسب معاملات الريح آلياً وهذا يعني أنه يمكن استخدام المرشح نفسه لأجل التنوع في طبيعة الهدف.

- ينكيف حساب ربح مرشح كالمن مع تغيرات نقاط أثر الكشف متضمنة الآثار المفقودة.
- يزود مرشح كالمن بقياس دقيق لمصفوفة التغطية (المتغيرات) وهذا يسمح بتحقيق أفضل لعمليات التوجيه والترابط في الكشف.
- يمكن مرشح كالمن من تعويض الفقد بشكل جزئي في الترابط وتجميع الإشارات.
- 6- يمكن تطوير البحث لتحديد قيم اصغر للخطأ باستخدام مرشح كالمن الموسع Extended Kalmen Filter الذي يدرس التشتت اللحظي بشكل مشابه لسلسلة تايلور.

المراجع:

- 1- Radar Systems analysis and design-BassemR. Mahafaz ,Ph.D. COLSA Corporation Huntsville, Alabama-2009.134.
- 2- Kalman Filtering and Neural networks- MakotenYassg- 2012.6.
- 3-The Simultaneous On –Line Estimation of Parameters and states in Linear Systems-t-TamorTosdkta -2011.13.
- 4-Radar principles-OmsiMotra-London- Hk- 2010.
- 5-Radar Track- Scan, TWS, RoberToyagtk -2010.7.
- 6-WAN,E A. and VAN ,R –Kalman Filtering- 2011.8.
- 7- Radar Waveforms Analysis, Robert Throet– 2012.114.
- 8-Detection of radar Targets in Non Gaussian case ,Dr.Mohamad Reza Taban,2008,17.
- 9-Radar2014-Tutorials resume,Doried mathe,2010.12.