تطوير استخدام خوارزمية تحويل Hough Transform لتحديد معالم الأجسام في الصور الملتقطة

عزمي شوكت
كلية الحاسوب – جامعة الأنبار

الخلاصة:

في هذا البحث استخدمت خوارزمية مصغرة ومطورة جديدة للكشف عن الاشياء والاهداف المهمة في الصور الملتقطة وذلك اعتماداً على دالة تحويل هوف (Hough Transform Function) . هذه الخوارزمية هي احدى الخوارزميات التي قدمت حلا مثالياً لمشكلة الكشف عن مشاكل تحديد الخطوط وتمثيلها، حيث تعتمد على عملية تحديد وتشخيص الأشياء والأهداف من خلال تحديد معالم او حدود ذلك الشيء (Edge Detection or Boundary) وذلك من خلال رسم خطين شبه متوازيين يحيطون بالهدف المراد تحديد هويته وذلك لغرض تمييزه ولتمييز المناطق الأقل وضوحاً(المناطق المظلمة) او لتمييز المنطقة المضيئة التي تحيط بذلك الشيء .

تم تطوير خوارزمية تحويل هوف (Hough Transform) لحل هذه المشكلة من خلال بعضاً من الصور المطلوب تحديد هوية الأجسام فيها من خلال الصور التي تم التقاطها من الأقمار الاصطناعية والصور الحاوية على تشويه عالي .

Abstract

The Hough Transform (HT) is an algorithm that can provide a significant solution to the problems associated with line detection and definition.

In this paper , we use an algorithm for image objects detection, depending on the function of the conversion Hough

Transform Function(HTF). This algorithm relies on the identification and diagnosis of objects and goals through the identification of the parameters or limits of such as objects (Edge Detection or Boundary), through the existence of two parallel lines around the target(object) to be identified and distinguished for the purpose of discrimination and the least visible (dark areas) or to distinguish the light that surrounds the object .

Hough Transform algorithm(HTA) was developed to solve this problem through some of the images of satellite imagery and high-container to distort, and preliminary experimental results show the validity of this method to determine the identity of that object.

1- المقدمة :

دعت الحاجة المستمرة والضرورية للاتصالات الى تطور هذه التكنولوجيا الامر الذي ادى الى ظهور تقنيات جديدة ورائدة في مجال تحديد واكتشاف المعلومات وخاصة المعلومات المضببة او المشوشة .واحد اهم وسائل التكنولوجيا هذه هي تقنية الاقمار الاصطناعية . فللاقمار الاصطناعية الكثير من الاستخدامات المهمة ،وجُل هذه الاستخدامات في الأغراض العسكرية والاستخباراتية والتي برزت في الاونة الاخيرة وخاصة بعد نشوب الحرب العالمية الثانية حيث دعت الحاجة الى ابتكار جديد يقوم بنقل البشرية من حالة تشخيص الاشياء الاولية والابتدائية الى مرحلة التعريف الدقيق وتحديد معالم الاشياء او الاهداف وبدقة عالية ومن ثم التعرف على هذه الاشياء من خلال تحديد هويتها .

وهذا الابتكار قد اعطى فرصة حقيقية للتعرف على صور الاشياء او الاهداف المكتشفة بواسطة هذه التقنية وذلك من خلال اجراء عملية المطابقة لها (Matching) مع صور الشكل الحقيقي اعتماداً على قاعدة بيانات ضخمة (Huge DataBase) لها واكتشاف معالم الاخطاء بين الجزء الحقيقي والجزء المكتشف لاستكمال عملية المطابقة هذه .

تعتبر خوارزمية هوف (Hough Algorithm) اداةً رياضية تستخدم في عملية الكشف عن خطوط الاجسام المطلوب تحديد هويتها او الاشياء المطلوب فهمها في الصور المأخوذة وهي مهمة جدا في مجالات كثيرة واهمها في نظام الرؤية بالحاسوب Computer Vision .

وتواجه هذه الدالة تحدياتٍ كبيرة في مجالات مختلفة وذلك من خلال استخدام هذه الدالة والذي يؤدي في نهاية الامر الى وضوح صورة الجسم الملتقط فيها [1].

من ناحية اخرى فان لتقنية الاقمار الاصطناعية ووسائل الاستشعار عن بعد من الوسائل المهمة والمعتمدة للحصول على صور ذات دقة عالية الوضوح للأجسام الملتقطة والمختلفة[1,2] .

فعند التقاط صور من خلال هذه الوسائل تكون بعضاً من هذه الصور مشوشة وتحتوي على بقع (Spots) او مساحات مبهمة ومظلمة وغير واضحة المعالم يمكن اعتبارها تشويشا يؤدي بالصورة الملتقطة الى التلاشي الجزئي وعدم اكتشاف بعضاً من اجزاء هذه الصورة . ان الخاصية المميزة لدالة تحويل هوف(Hough) هو اكتشاف هوية الجسم الملتقط في الصورة المأخوذة حتى وان كانت الخطوط الصغيرة المكونة لذلك الجسم غير مترابطة (Not Fully Connected) او غير واضحة المعالم .ولذلك يمكن اعتبار دالة تحويل هوف(Hough Transform) من الـدوال المميزة للصور الاصطناعيـة العالية الدقة [2] .

تقوم دالة تحويل هوف (Hough) بعملية مكاملة (تكامل) الصورة المشوشة الملتقطة ومحاولة اعادة بناؤها من خلال تجميع القطع الصغيرة من الخطوط المكوّنة للصورة وبناؤها من جديد للحصول على معلومات مفيدة منها (فهم معالم الجسم المحدد) ، ويستثنى من ذلك نهايات الصور(نهايات الخطوط) للصور فلا تستطيع هذه الدالة من تحديد موقع هذه النهايات .ولحل هذه المشكلة تم تطوير هذه الخوارزمية وبإضافات مميزة لتلافي هذه المشكلة اثناء عملية التقاط الصورة . وتتلخص عملية الإصلاح هذه في تحديد نوافذ صغيرة ومتداخلة بحجم نهايات الخطوط والتركيز على عملية التقاط هذه النهايات من خلال هذه النوافذ . ففي هذه الطريقة يتم اخذ قطعة الخط الملتقطة ويقسم الى أطوال مختلفة وبهذه الطريقة يتم تحديد مكان هذا الخط [3].

2- ترقية خوارزمية تحويل هوف (Hough) لحل المشاكل:

لو فرضنا وجود زوج من النقاط (ρ_i ، θ_i) فإن عدد نقاط الشاشة(Pixels) لقطعة المستقيم الملتقطة وموقعها يمكن حسابهما بواسطة خوارزمية (Bresenham) لرسم الخطوط وهي خوارزمية تحدد أي النقاط في الفضاء من البعد n يجب أن يُرسم من أجل الحصول على تقريب مناسب للخط المستقيم بين نقطتين معرَّفتين. وهي تعتبر واحدة من اهم خوارزميات رسم المستقيم والتي تستخدم عادة في الرسم على شاشة الحاسب، وذلك لأنها تعتمد على عمليات لا تستهلك الكثير من قدرات الحاسب، كجمع الأعداد الصحيحة، وطرحها وعمليات نقل الـBits. وتعتبر هذه الخوارزمية واحدة من أوائل الخوارزميات التي تم تطويرها في الرسوميات الحاسوبية [4,5].

ان عدد نقاط الشاشة يمكن ان نرمز لها M (i =1,2,3 ,n; n >=1) ، ومن خلال مفهوم تحويل هوف (Hough) فإن أعلى قيمة من قيم المتغيرات تمثل عدد نقاط الخط الابيض (الخط المحدِّدْ للجسم المكتَشَف) في الصورة ذات الخلفية السوداء. وهذا الامر يجري بنفس الطريقة في عملية استخدام خوارزمية (Bresenham) لرسم المستقيمات ، اذ ان القيمة الي تقابل المعيار(ρ_i ، θ_i) في تحويل هوف (Hough) يمكن ملاحظتها على شكل Ni(i=1,2,....n,n>=1) [5].

لنفرض وجود الصورة I ذات الخطوط البيضاء والخلفية السوداء ، حيث ان حجم الصورة N× N,N=2^K وان K هو عدد صحيح وعليه فان سلسلة الاجراءات الخاصة بتحسين تحويل هوف HT (Hough Transform Improved) تكون كالتالي:

(1)ضع القيمة الـ عملية للطبقة (تساوي صفرا) ومن ثم تكون الصورة C والمحسوبة حالياً صورة أصلية . ولنفرض ان هناك صورة R جديدة N×N وتكون فيها قيمة كل النقاط تساوي صفراً ، أي بمعنى ان الصورة بكاملها هي سوداء (قيم صفرية لكل مصفوفة الصورة).

(2)يمكن ايجاد الخطوط في الصورة C بناءاً على مجموعة المعايير (ρ_i ، θ_i) والقيمة Ni(i=1,2,....n,n>=1) عن طريق تحويل هوف(Hough Transform)

(3)يتم حساب عدد نقاط الصورة (Pixels) في المستقيم (ρ_i ، θ_i) بواسطة خوارزمية (Bresenham) لرسم المستقيمات . من خلال المعادلتين التاليتين:

$$y - y_0 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) + y_0 \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث تمثل (x1-x0)/(y1-y0) ميل المستقيم ، اما x و y فتمثلان الاحداثيين السيني والصادي .[6,7]

(4)يتم حساب قيم Ni/Mi<threshold ، ويتم اجراء الخطوات التالية :

- بالصورة R يمر رسم المستقيم مع المعيار $(\rho_i ، \theta_i)$ من خلال كل المدى المحسوب للصورة C .
- ايجاد موقع نقاط المستقيم في الصورة C وضبط قيم المتغيرات لتلك النقاط مع الصفر .

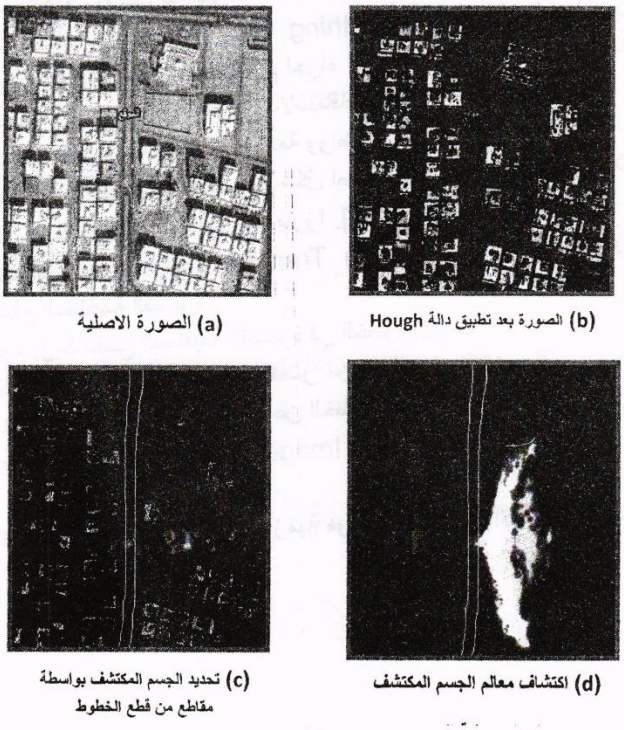
من الضروري تقسيم الصورة عن طريق زيادة قيمة الطبقة بمقدار 1. ويتم تقسيم الصورة C الى اربعة صور اصغر من Cm حيث ان m =1,2,3,4 .

وبالنسبة لكل Cm نفترض ان الصورة Cm هي الصورة C ونكرر الاسلوب من الخطوة 2 الى الخطوة 4 الى ان لا يكون هناك $(\rho_k ، \theta_k)$ الذي يستطيع ان يحقق الشرط N/M < threshold .

(5)ناتج الصورة هو نتيجة اختزال (طرح) الخطوط المستقيمة .

يمكن استخدام مجموعة من الصور بحجم 256×256 العادية والصور المشوشة (التي تحتوي على ضوضاء) لغرض اختبار قيمة تحويل هوف HT (Hough Transform) وكما يظهر في الشكل رقم (1)، حيث هناك قطع مستقيمة في الصورة الملتقطة عبر الاقمار الصناعية – الصورة a – ويظهر في الشكل –الصورة c – طبقات تحويل هوف (Hough) . فعند مقارنة الشكل b مع الشكل d في تلك الاثناء يمكن لخوارزمية تحويل هوف المطورة والمحسنة (Hough Transform) من ان تحدد وبالضبط مع المستقيم أم من خلال خوارزمية هوف التقليدية (الغير مطورة) فتستطيع ان تجعل المستقيم من ان يمر من خلال الصورة باكملها ، لذلك تمتلك

خوارزمية هوف (Houh) المطورة والمحسنة القدرة على العمل حتى على الصور التي تحتوي على ضوضاء(noise) .



(a) الصورة الاصلية

(b) الصورة بعد تطبيق دالة Hough

(c) تحديد الجسم المكتشف بواسطة مقاطع من قطع الخطوط

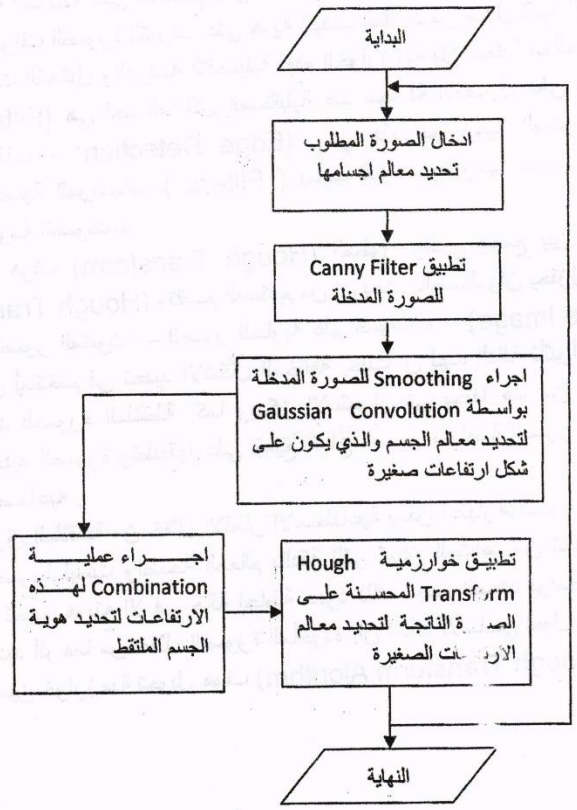
(d) اكتشاف معالم الجسم المكتشف

شكل (1) يوضح تطبيق دالة HOUGH على الصور المدخلة

ويمكن إيجاز خوارزمية تحويل هوف (Hough) المطورة من خلال الخطوات التالية :

1. استخدام فلتر Canny لتحديد حواف الصورة الهدف الملونة. وهو فلتر يتلخص عمله بالكشف الامثل عن حواف الاشياء او الاجسام بصورة مثالية ووفق معايير مختلفة حيث يتم اجراء عمل smoothing للصورة المدخلة بواسطة Gaussian Convolution ثم اجراء اول تطبيق ثنائي الاتجاه على الحواف المنعّمة لابراز مناطق الصورة بالاشتقاقات المكانية ذات الاضاءة العالية. هذه الحواف تكون ذات بروزات مرتفعة وواضحة فيتم تطبيق الخوارزمية المقترحة لاحاطة هذه البروزات بنقاط على شكل اصفار على كل بكسل يس له علاقة بهذه البروزات لكي تكوّن بالتالي خطاً بارزا .[6]
2. استخدام تحويل هوف(Hough Transform) المطورة لتحديد واكتشاف القطع المستقيمة القصيرة .
3. نقوم بربط القطع المستقيمة القصيرة في الخطوة (2) .
4. تكون المسافة بين المستقيمين اقصر من طولهما ،وتكون حافتي الجسم الهدف متوازية ، لذلك يمكن الاستغناء عن الخطوط المتداخلة - المشوشة - (overlap Lines) في صورة الحواف (Edge Image).

• المخطط الانسيابي التالي يوضح خوارزمية هوف Hough Transform (HT)



شكل (2) يوضح المخطط الانسيابي لمعالجة الصورة المدخلة وتحديد معالم الأجسام فيها

3- التحليل والنتائج :

تعتمد هذه الطريقة المحسنة على استخدام المرشحات (Filters) لغرض اختزال الصورة الملتقطة لتحديد حواف الصورة للتعرف على هوية الهدف الملتقط من خلال تقنية الأقمار الصناعية . واثبتت التحاليل والدراسة التفصيلية لهذه الخوارزمية بان عملية معالجة هذه المرشحات (Filters) هي احد المشاكل المستقبلية عند محاولة الحصول على حواف الصورة - الحافات - (Edge Detection) .وفي هذه خوارزمية المطورة يتم الاستغناء عن عملية المرشحات (Filters) بسبب قدرة خوارزمية تحويل هوف المطورة من مقاومة الضوضاء .

ويمكن لتحويل هوف (Hough Transform) المطور والذي يجمع بين تحويل هوف(Hough Transform) وتقسيم المستقيم من ان يحدد بالضبط وان يختزل القطع المستقيمة من الصور المشوشة – الصور الحاوية على ضوضاء – (Noise Image) والذي يمكن ان يُستخدم في تحديد الاشكال المختلفة .حيث ان لهذه الدالة تأثيراً مباشراً على دقة تحديد الصورة الملتقطة .كما ويمكن الاستمرار في بحثنا هذا من ان نقوم بتطوير دقة تحديد الصورة وتطبيقها على جميع انواع الصور وخاصة الصور الملتقطة عبر الاقمار الصناعية .

ان صور الطرق الملتقطة من خلال الاقمار الاصطناعية يمكن اعتبارها صور متجانسة العتمة وهي صوراً ليست واضحة المعالم بالدقة التي تُمَكّن المشاهد من تحديد حدود الجسم المراد تحديد هويته الا في حالة إحاطة حدود ذلك الجسم المحدد بواسطة خطين متوازيين لتحديد أثرهما من خلال الصورة المأخوذة .ان المبدأ الاساسي لعمل ذلك يكون من خلال تحسين خوارزمية تحويل هوف (Hough Transform Alorithm) .

References:

1. Kyewook Lee , " ***Application of the Hough Transform***"; University of Massachusetts, Lowell,January 2006 ; papers
2. J.Illingworth and A.K.Jain.: ***A survey of the Hough transform***. Computer Vision Graphics Image Processing, vol.44.(1988)87-116.
3. JIA Cheng-li, JI Ke-feng, JIANG Yong-mei, KUANG Gang-yao. ***Object Detected from High-Resolution Using Hough Transform*** Geosciences and Remote Sensing Symposium, 2005.
4. Jack E. Bresenham.: ***Algorithm for Computer Control of a Digital Plotter***, IBM Systems 3.
5. Colin Flanagan, "***The Bresenham Line-Drawing Algorithm***" and see the link http://en.wikipedia.org/wiki/Bresenham%27s_line_algorithm#The_algorithm Journal.
6. Mark S. Nixon and Alberto S. Aguado. ***Feature Extraction and Image Processing***. Academic Press, 2008.
7. Shapiro, L. G. & Stockman, G. C: "***Computer V ion***", page 137, 150. Prentence Hall, 2001 .