دراسة مقارنة لطريقة العزوم الثابتة Hu في درجة وضوح منخفضة لتمييز الصور الرقميـــة تحت تأثير حالات مختلفـــة لموضع الصورة

م.م. زياد زكي صالح*

المستخلص :

يعتبر تمييز الصور الرقمية من اهم المواضيع التي تمت دراستها في العقود الاخيرة وهناك طرائق عديدة لتمييز الصور الرقمية اكثرها عموما واستخداما هي طريقة العزوم الثابتة **Hu** حيث تعمل هذه الطريقة على تمييز الصور الرقمية بحالات عديدة مختلفة منها تغير قياس حجم الصورة وتدوير الصورة وتغير اونقل موضع الصورة او تشوه الصورة حيث تعمل هذه الطريقة على تمييز سبعة خصائص ثابتة لتلك الاختلافات على شكل الصورة الاصلي ، لكن تمييز تلك الاختلافات المتعددة للصورة الرقمية يحتاج الى صورة تمتلك درجات وضوح عالية اكثر من **150 dpi** فكلما كانت درجات الوضوح للصورة الرقمية اكثر كانت طريقة التمييز دقيقة اكثر وفعالة ، لكن الحصول على صور رقمية عالية الجودة أوالوضوح قد لايتاح لدينا لاسباب عديدة لذلك لانعرف ماهو تأثير قلة الوضوح للصور الرقمية على طريقة العزوم الثابتة **Hu** وللحالات المختلفة لتلك الاختلافات السابقة الذكر .

لذلك ركز هذا البحث على دراسة طريقة التمييز حسب اسلوب العزوم الثابتة **Hu** بدرجات وضوح قليلة اقل من **150 dpi** ولحالات مختلفة للصورة الرقمية من حيث تغير قياس حجم الصورة وتدوير الصورة وتغير اونقل موضـــع الصورة وتشوه الصورة وبالتالي التعرف على دقة تمييز طريقة **Hu** في ظل تلك الحالات المختلفة التي يتغير فيها شـــكل الصورة الاصلي ، كما و تم في هذا البحث تقديم اقتراح لتطويرطريقة **Hu** للعزوم الثابتة لزيادة كفاءة ودقتها في تمييـــز الصور الرقمية بثبات اكثر ولحالات مختلفة للصورة الرقمية من حيث تغير قياس حجم الصورة وتدوير الصـــورة وتغـــير اونقل موضع الصورة وتشوه الصورة وبالتالي التعرف على دقة تمييز طريقة **Hu** المطورة ومقارنة نتائجها مع نتائج طريقة **Hu** الاصلية .

* مدرس مساعد/ جامعة بغداد/ كلية الزراعة /شعبة الحاسبات

مقبول للنشر بتاريخ **2011/1/17**

Abstract

Image recognition is the best subject that has been studied in last decades and there are many methods for digital image recognition the more generally used is invariant moment Hu , since this method work on digital image recognition for many different cases such as changing scale of the image size , rotate image , change or translation of image position and image noise , so this method work on recognition of seven invariant properties for this differences on the shape of original image , but the recognition for this multiple differences for digital image needs image which having a high obviousness degree more than 150 dpi so that more obviousness degree for digital image high method of recognition more accurate and effective , but obtaining of high obviousness digital image would not be available to us for many reasons there for we cannot know the effect digital image with low obviousness on the method of invariant moment Hu and for many different cases for above mentioned difference.

So that this research focus on the study of method of recognition according to invariant moment Hu approach with low obviousness degree less than 150 dpi for different digital image cases as regard changing image scale size , image rotation ,changing or translation image position and image noise so that we can know the accuracy of recognition method Hu under those different cases which change the shape of original image also in this research a suggestion have been done for improving Hu method to invariant moment to get more accuracy and efficiency concerning recognition of digital image with more invariance for different digital image cases as regard changing image scale size , image rotation ,changing or translation image position and image noise , so that we try to know about accuracy of improving Hu recognition method and comparing its results with results of original Hu method .

Introduction المقدمة

الصور الرقمية تتكون من مربعات صغيرة تدعى بكسلس Pixels ونوعية الصورة تعتمد على مدى وضوح الصورة Image resolutions اي ان وضوح الصورة يعرف في حدود عدد نقاط الشاشة لكل انج dots/pixels حيث ان الفكرة كلما كانت عدد نقاط الشاشة اكثر كان الوضوح اكثر للصورة والمقياس الذي يستخدم لقياس درجة وضوح الصور الرقمية هو dpi .

عملية تمييز الرموز Optical Character Recognition (OCR) هي عملية لتحويل او قلب النص المزخرف الموجود في هيئة صورة رقمية الى صيغة نص Text يتم استخدامه مع برامج معالجة الكلمات Word processing بحيث يكون من السهولة ان يكتب ويخزن ، تقنية OCR كان لها اثرا على طريقة خزن المعلومات و مشاركتها وكتابتها ، قبل استخدام تقنية OCR لكي يتم ادخال كتاب ما الى برنامج معالجة النصوص Word processing كل صفحة في ذلك

الكتاب يجب ان تطبع كلمة بكلمة وحرف بحرف ، تقنية OCR كان لها تطورات متقدمة في السنين الاخيرة ويعودالفضل الى التقدم في منهجية نماذج التمييز لصور الرموز الرقمية وكذلك توافر احسن وافضل الاجهزة كالماسحات الضوئية scanners او الكاميرات الرقمية digital camera المعقولة الثمن.

منذ عام 1960اغلب البحوث التي تعمل على معالجة الصور اعتمدت على استخدام تقنية OCR ، والدراسات التي تهتم في تقسيم وترميز النص اليا انتشرت بشكل واسع ومباشر منذ 1980 (مصدر [18] ومصدر [19]) منذ ذلك الحين التطبيقات لمستندات تحليل الصور نمت بشكل سريع خلال التطورات في الاجزاء المادية الممكنة من المعالجة والمؤدية لكلفة وسرعة معقولة ، في أيامنا هذه تقنية OCR ممكن فقط ان تمكن من تمييز نصوص المستندات المطبوعة بنوعية عالية او النص المكتوب بخط اليد بعناية او تمييز الاشخاص من خلال بصمة الابهام او تمييز الاشخاص من خلال صورة العين للشخص ، لحد الان العديد من الطرق اقترحت و العديد من انظمه معالجة المستندات وصفت و العديد من البحوث التي قدمت في تحليل وتمييز المستندات ، والتركيز للبحوث الجارية في ايامنا هذه في مجال موضوع تقنية OCR للانظمه التي تعالج المستندات التي تكون غير جيدة التمييز(الصور التي تمتلك درجة وضوح قليلة) بواسطة الانظمة الحالية ، وبالتطور التكنولوجي المستمر نظام معالجة الصور اصبح بشكل واسع عام الاستخدام في الحياة العملية .

تمييز الصور هي من اهم المسائل التي تؤخذ في نظر الاعتبار وهناك طرق متعددة لتمييز ووصف الصور الرقمية ، ومن الضروري جدا في تمييز الرموز اليا بنظام تقنية OCR ان لايتم التأثر في الحجم والموقع والتوجيه والتشويه..... الخ ، خصائص الصور تكون بشكل تقريبي تكون ثابتة لتحويلات معينة يمكن استخدامها لكي نتمكن ان نميز اختلافات ثابتة للصورة الواحدة ، ثبات الصور Image invariants تمتلك خواص تكون بشكل تقريبي لها نفس القيم لعينات من نفس الصورة تكون في حالة تدوير او التواء او متأثرة بتشوهات معينة .

عندما نلقي نظرة عامة على تقنية OCR سنلاحظ او نميز تصنيفين رئيسيين وهما كما يلي :-

1_ اكتساب البيانات Data acquisition

وهي عملية صنع الصورة ولها عدد من الطرق في الصنع منها :

- الماسح الضوئي *Scanner*
- الكاميرا الرقمية الثابتة *Digital steady camera*

2_ التطبيقات Applications

النص المميز يمكن ان يكون مفيدا في تطبيقات مختلفة منها :

- معالجة المستندات Document processing : الهدف هنا يكون في تحويل المستندات الممسوحة ضوئيا الى برنامج معالج النصوص Word processing document.
- القراءة الالية Automated reading: تفيد هذه التطبيقات في قراء النصوص الصورية من دون النظر اليها وذلك مفيدا جدا للاشخاص الفاقدين للبصر .
- تمييز الكائن من الجسم بالتمييز Object/Product recognition: الحصول على معلومات اكثر عن الجسم او المنتج المطلوب من خلال صورة الشكل للجسم مثلا سعر المنتج وتصنيفة و سنة انتاجه او تمييز شكل الجسم الذي يعرف الشخص عن طريق بصمة الابهام (مصدر [7]) او تمييز الشخص من خلال صورة العين وغيرها.

ميزة الاختصار Feature Extraction

الغرض من ميزة الاختصار يكون في الحصول على معلومات (بيانات) اكثر وثوقاً واقل كمية من البيانات الاصلية لتمثل رموز الصورة الرقمية وذلك يسهل علينا امروا كثيرة اهمها مقارنة المعلومات الضخمة باستخدام المعلومات المختصرة وكذلك لكي نصغرالمعلومات او البيانات ضمن نماذج تصنيفية متغيرة وهناك تصنيفان لميزات الاختصار للصور الرقمية وهي :-

- الميزة الاحصائية Statistical feature .
- الميزة الهيكلية Structural feature .

ففي مجال الميزة الاحصائية (المصدر [4]و[6]) Hu قد تم استخدام طريقة العزوم الثابتة Moment invariants كطريقه لنماذج التمييز حيث ان العزوم الثابتة المطلقة المتعامدة (ثابتة للتحويل والقياس والتدوير) وهي استخدمت على نطاق واسع في انظمة تمييز الصور الرقمية .

اما في مجال الميزة الهيكلية كما في (المصدر[8]) Suen et al. paper الشمول في ميزات الهيكلية تكون اداة منظمة مثل ميزّات الفروع المشتركةِ ، إعْطاء المعلوماتِ على التالي: الشكل، طول، تغيير زاوي، درجة التقوس الإتّجاهات العامّة العمودية والأفقية، طبيعة البَدْء وإنهاء النقاطِ (جُي النقاط وإي نقاط)، نظرائهم، المسافة والميزّات البدائية مثل الخَطّ القِطْع، (مفتوح) مضلّعات محدّبة، وحلقات، .....الخ.

هدف البحث The search objective

هناك طرائق عديدة لتمييز الصور الرقمية وانفرد هذا البحث بطريقة واحدة شائعة الاستخدام هي طريقة العزوم السبعة Hu (مصدر [4]) في تمييز[1] الصور باستخدام العزوم المركزية الثابتة حيث سيتم مقارنة ودراسة نتائج طريقة التمييز هذه في درجة وضوح اقل من 150 dpi وفي حالات عينات مختلفة من نفس الصورة وباربعة حالات وهي :-

1_ تأثير زيادة او نقصان حجم الصورة .
2_ تأثير زيادة نسبة الضوضاء (التشوه) على الصورة .
3_ تأثير التدوير بزوايا مختلفة على الصورة بثبات مركزها .
4_ تأثير موقع وضع الصورة من مركزها وبالاتجاهات المختلفة .

ولغرض الحصول على دقة اكثر في تمييز الصور كانت ضمن خطة البحث اقتراح طريقة يتم من خلالها تطويرعمل طريقة العزوم Hu (مصدر [4]) في تمييز الصور باستخدام العزوم المركزية الثابتة حيث سيتم مقارنة ودراسة نتائج الطريقة المقترحة للتمييز الاخيرة في حالات عينات مختلفة من نفس الصورة وللحالات الاربعة السابقة الذكر .

كذلك تم في هذا البحث معرفة ماهي تأثير الحالات الاربعة السابقة الذكر التي تجعل طريقة تمييز الصور Hu باستخدام العزوم المركزية تعمل بشكل صحيح في تمييز صور بدرجة وضوح اقل من 150 dpi .

[1] (اعتمادا على ميزة الاختصار Feature Extraction تشخيص اواختصار او تلخيص الصورة الرقمية المكونة من مصفوفة من القيم بعدد ثابت ومحدد من القيم) .

كذلك تم مقارنة نتائج طريقة التمييز Hu باستخدام العزوم مع الطريقة المقترحة والمطورة في البحث لطريقة Hu وذلك لحالات عينات مختلفة من نفس الصورة وللحالات الاربعة السابقة الذكر .

عملية اضافة التأثيرات للحالات الاربعة السابقة الذكر تمت معالجتها بواسطة برنامج ACD systems[2] على الصورة الاصلية في الشكل (a) والتي لها المواصفات الاتية :-

1_ ابعاد الصورة الطول×العرض هو 300×300 بكسل pixels .

2_ دقة الوضوح 96 dpi .

3_ حجم ذاكرة الصورة 12.8 كيلو بايت .

4_ نوع ملف الصورة هو من النوع JPEG ذو النظام RGB للالوان .

5_ اسم فايل الصورة size_300.jpg .

size_300.jpg

شكل (a) يبن الشكل الاصلي للصورة التي يتم معالجتها باربعة حالات مختلفة

وبذلك نحصل على مجموعة من الصور المحولة الى صور باحجام مختلفة وبنسب ضوضاء مختلفة و بزاويا تدوير مختلفة وبمواقع مختلفة عن شكل الصورة الاصلي في الشكل (a) عن مركزها وباتجاهات مختلفة .

مشكلة البحث The Search Problem

تقنية OCR تعمل جيدا في تمييز مضمون صور مستندات ذات وضوح بنوعية عالية مأخوذة بالماسح الضوئي لكن هذه التقنية قد لاتعمل جيدا في تمييز مضمون صور مستندات نصية مع وضوح اقل من dpi150 بالاضافة الى ذلك تقنية OCR قد تفشل في تمييز نصوص ذات حجم صغير جدا او نصوص فيها تشوهات بنسبة معينة او في تمييز نفس النص لكن بأختلاف موضع النص من مركز الصورة او في تمييز نفس النص لكن بأختلاف زاوية تدوير النص من مركز الصورة .

حيث تعمل اغلب برامج تمييز النصوص بأي لغة على خزن قاعدة بيانات لمعلومات عن كل حرف لتلك اللغة يتم خزنها على شكل بيانات مختصرة[3] للصور الرقمية لكل حرف من احرف تلك اللغة ، وبذلك تستخدم قاعدة البيانات هذه لتمييز كل حرف من النصوص التي يتم تحويلها الى صور عن

---

[2] برنامج يختص في معالجة وتحويل الصور الرقمية الى اي وضع او تأثير نرغب فيه وللحصول على البرنامج وعرفة تفاصيل اكثر عنه قم بزيارة الموقع الالكتروني على الشبكة العالمية ..http://www.acdsystems.com

[3] توضيح ميزة الاختصار Feature Extraction في المقدمة .

طريق الكاميرات الرقمية Digital camera او جهاز السكنر Scanner device او عن طريق اي جهاز اخر وذلك من خلال برنامج يقوم بمقارنة الموجود في قاعدة البيانات السابقة الذكر مع ماتم ادخاله من نص كصورة رقمية محولة وممثلة بنموذج معين الى برنامج التمييز وبالتالي تكون نتيجة برنامج المقارنة هي تحويل النص الذي لدينا كصورة رقمية الى نص نستطيع معالجته بأي برنامج من برامج النصوص [4] .

اغلب برامج المقارنة ومعالجة النصوص الصورية قد تفشل في تمييز النصوص الصورية بشكل جزئي او بشكل كامل ويعود ذلك لعدد من الاسباب وهي :-

1_ ضعف او عدم كفاءة النموذج الذي يتم به اختصار او تمييز الصورة الرقمية والنموذج يقصد به الطريقة التي يتم اختصار الصور الرقمية حيث هناك عدد كبير من الطرائق وسوف يتم الاعتماد في هذا البحث على اكثر الطرائق استخداما في تقنية OCR وهي طريقة Hu للعزوم السبعة (مصدر [4]) مع تطوير مقترح في البحث لعمل هذه الطريقة .

2_ الدقة او الوضوح التي يستخدمها الجهاز الذي يحول الصور الواقعية الى صور رقمية حيث كلما كانت درجة الوضوح عالية كان برنامج التمييز يعمل بشكل افضل حيث ان هذه التقنية قد لاتعمل جيدا في تمييز مضمون صور مستندات نصية مع وضوح اقل من dpi150.

3_ التغيرات والاختلافات لشكل الصورة الاصلي في قاعدة البيانات لبرنامج التمييز عن شكل الصورة التي يتم ادخالها عن طريق اي جهاز لادخال الصور الرقمية ، حيث يقصد بالتغيرات او الاختلافات لشكل الصورة هو (تأثير زيادة او نقصان حجم الصورة عن الصورة المخزونة في قاعدة بيانات برنامج التمييز ، تأثير زيادة نسبة الضوضاء (التشوه) في الصورة عن الصورة المخزونة في قاعدة بيانات برنامج التمييز ، تأثير التدوير بزوايا مختلفة على الصورة بثبات مركزها عن الصورة المخزونة في قاعدة بيانات برنامج التمييز ،تأثير موقع وضع الصورة من مركزها وبالاتجاهات المختلفة عن الصورة المخزونة في قاعدة بيانات برنامج التمييز) وفي بحثنا هذا سيتم دراسة التأثيرات المختلفة للتغيرات والاختلافات التي قد تحصل عن الصورة الاصلية .

العزوم الاحصائية للصورة Statistical moments for Image

تعتبر العزوم الاكثر استخداما في النظرية الاحصائية والعزوم تعرض كمتوسطات او تباينات او التواءات او تفلطحات للتوزيعات ، والعزوم تستخدم كموجهات للصورة للتصنيف بالاضافة الى تركيب صفات الصور و صفات الشكل من الكائن في عمليات الصورة Image processing ، طريقة Hu طورت طريقة العزوم الثابتة (مصدر [4] و[1])Invariant moments لسبعة عزوم ثابتة Invariant من نظرية العزوم الجبرية و هذه العزوم السبعة الثابتة تكون ثابتة تحت التحويل ، التدوير ، القياس .... الخ حيث ان عزوم طريقة Hu طبقت في تمييز نموذج ذو بعدين لتمييز صور الرموز Recognition character (مصدر[4]) مثلا رموز صور احرف الكتابة .... الخ .

العزوم تطبق في جوانب مختلفة من معالجة الصور الرقمية حيث تتراوح مابين نماذج الثبات للتمييز invariant pattern recognition و تشفير الصور لتشكيل التقدير image encoding to pose estimation وعندما نطبق العزوم على الصورة الرقمية تعمل العزوم على وصف محتويات الصورة (او توزيعها) بالنسبة الى الاحداثيات حيث ان العزوم مصممة للحصول على المعلومات الهندسية الشاملة و المفصلة حول الصورة وفي بحثنا هذا يتم استخدام العزوم لتمييز

[4] على سبيل المثال برنامج مايكروسف ورد Microsoft Word .

الصور الرقمية ذات المستوى الرمادي Gray level image (راجع مصدر [3]) لكي نستخلص الخصائص التي تمتلك تناظر (تماثل) في المقاييس الاحصائية ، الصورة يمكن ان نعتبرها دالة كثافة كارتيزية لتوزيع ثنائي الابعاد مستمر Cartesian density distribution function Continues بصيغة f(x,y) مع هذ الافتراض الصيغة العامة لدالة العزوم من درجة (p+q) تشمل بها كامل صفيحة الصورة تكون كما يلي :

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x,y)dxdy \quad \text{----------(1)}$$

عزوم الصورة تكون معدلات موزونه معينة لكثافة نقاط pixels الصورة او دالة لتلك العزوم ، عزوم الصور تكون مفيدة في وصف الاجسام بعد تقسيمها المواصفات الرئيسية للصورة نحصل عليها من خلال مساعدة عزوم الصور Image moments حيث تشمل المساحة و كامل الكثافة و مركز الصورة و الاتجاه ...الخ .

الدالة المستمرة لبعدين f(x,y) عادتا يطلق عليها العزم الصفي Raw moment والى درجة p,q = 0,1,2,... وبتطبيق ذلك على المقياس الرمادي للصورة مع نقاط كثافة f (x,y) ، عزم الصورة الصفي m_{ij} يحسب كما في المعادلة (1) ويمكن تقريبه الى التحويل الاتي :

$$m_{pq} = \sum_{x}\sum_{y} x^p y^q f(x,y)dxdy \quad \text{---------- (2)}$$

وهذه العزوم بشكل عام تكون ليست ثابتة Invariant not لأي توزيع .

العزوم المركزية Central moments تمتلك فائدة حقيقية كونها لاتستخدم فقط المعلومات المحيطة (الحدية) للشكل لكن ايضا كل نقاط Pixels الشكل في الشاشة كذلك يمكن ان يطبق الى المقياس الرمادي للصور Gray scale ويكون غير حساس الى توزيع القيم الرمادية لذلك الشكل ، لذلك يتم نقل مساحة المعلومات للشكل التي تكون صفة قيمة لطريقة التلخيص عندما يحتوي الشكل على نقاط شاشة قليلة حيث ان f(x; y) تكون القيم الرمادية لنقاط الشاشة على احداثيات x و y .العزوم المركزية تكون متعلقة بمركز الكتلة (الجسم) او مركز الثقل النوعي ، الاحداثيات من المركز للكتلة ولغرض الاطلاع على تفاصيل اكثر حول العزوم المركزية (راجع المصادر [9]، [10] ، [11]) ولذلك العزوم المركزية Central moments تعرف في المعادلة الاتية

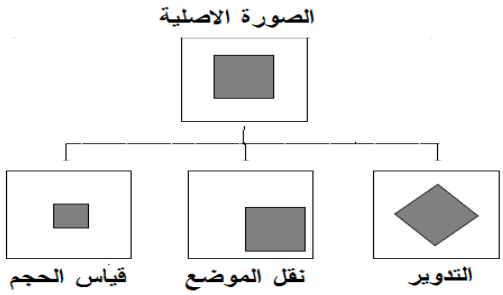
$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y)dxdy \quad \text{---------- (3)}$$

حيث ان $\bar{x} = m_{10}/m_{00}$ و $\bar{y} = m_{01}/m_{00}$ ، المواصفات او الصفات البسيطة للصورة يمكن ان تكون بمساعدة العزوم الصفية والتي تشمل على :-

- m_{00} : المساحة للصورة الثنائية Binary images او مجموع المستوى الرمادي Grey level .
- $\bar{x}, \bar{y}$: وهما مركز جسم صفيحة الصورة الرقمية

المعادلة (3) يمكن تقريبها الى التحويل الاتي :

$$\mu_{pq} = \sum_{x}\sum_{y}\left(x-\bar{x}\right)^{p}\left(y-\bar{y}\right)^{q} f\left(x,y\right) \text{---------- (4)}$$



شكل (b) يبين التحويلات المختلفة لشكل الصورة الاصلي حالات مختلفة

العزوم المركزية تكون ثابتة تحت التحويلات المختلفة لشكل الصورة الاصلي كما في الشكل (b) وعادةً بشكل عام ، العزوم المركزية تكون مرغوبة لجعل العزوم طبيعية بالنسبة لقياس الحجم ونقل الموضع والتدوير بزوايا مختلفة والعزوم الطبيعية المركزية تكون كما في المعادلة رقم (5) التالية :

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{\gamma}} \text{ ---------- (5)}$$

حيث ان $\gamma = \frac{p+q}{2} + 1$ والى p + q = 2,3,....

مقياس العزوم الثابتة Scale invariant moments كما في المعادلة (5) حيث ان ($p + q \geq 2$) يمكن ان تنظم او ترتب الى كونها ثابتة Invariant الى كل من نقل الموضع و وقياس الحجم والتدوير بواسطة تقسيم العزوم المركزية Central moment على المقياس μ_{00}^{γ} للعزم (p=0 و q=0) وكما في المعادلة (5) .

تدوير العزوم الثابتة Rotation invariant moments يمكننا من حساب العزوم التي تكون ثابتة Invariant تحت تأثير تغيرات الموضع للصورة او مثل تغيرات في قياس حجم الصورة او التدوير Rotation. للصورة والاكثر استخداما تكون مجموعة Hu للعزوم الثابتة Invariant moments (المصدر[4]) وكما يلي:

$$I_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$
$$I_2 = \left(\eta_{20} - \eta_{02}\right)^2 + 4\eta_{11}^2$$
$$I_3 = \left(\eta_{30} - 3\eta_{12}\right)^2 + \left(3\eta_{21} - \eta_{03}\right)^2$$
$$I_4 = \left(\eta_{30} + \eta_{12}\right)^2 + \left(\eta_{21} + \eta_{03}\right)^2 \text{ -------- (6)}$$

$$I_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})\left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right]$$

$$I_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})$$

$$I_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03})\left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right]$$

حيث ان العزم الاول I_1 يمثل العزوم حول جسم مركز الصورة Image's centroid حيث ان كثافة النقاط Pixels' intensities تكون ممثلة للكثافة الفيزيائية لشكل جسم مركز الصورة ، والعزم I_7 يمثل ثبات الالتواء والذي يمكننا من تمييز صور المراة من الصور المماثلة الاخرى ، كما بين كل من الباحث Flusser[12] والباحث T. Suk[13] ان مجموعة العزوم السبعة لطريقة Hu لثبات الصور تكون غير مستقلة وان العزم I_2 و العزم I_3 لايكون مفيد كثيرا في نماذج التمييز Pattern recognition .

بشكل عام وبوضوح اكبر من 150 dpi عزوم Hu السبعة تكون ثابتة للنقل وتحويل موضع الصورة و عملية تكبير وتصغير الصورة و عملية تدوير الصورة كما وقد تم دراستها في الكثير من نماذج التمييز و باوضاع مختلفة كتأثير الضباب على الصورة (مصدر [14]) ، كتأثير الضوضاء على الصورة (مصدر [15] و مصدر[16]) ، كتأثير الالتواء و نقل الموضع للصورة (مصدر [17]) .

تطوير مقترح من قبل الباحث على طريقة Hu :

اعتمدت طريقة Hu لصيغ العزوم السبعة لثبات الصور على مبدا استخراج العزوم المركزية في المعادلة (3) على مبدأ اساس مقياس قانون الوسط الحسابي Mean لمركز شكل الصورة والممثلة بـ $\bar{x} = m_{10}/m_{00}$ و $\bar{y} = m_{01}/m_{00}$ وهما مركز جسم صفيحة الصورة الرقمية ، اما فكرة التطويرالمقترحة على طريقة Hu فهو الاعتماد على مبدأ اساس استخراج العزوم المركزية في المعادلة (3) حول مقياس الوسيط Median لمركز شكل الصورة والممثل بقيمة الوسيط لقيم أحداثيات الصورة الرمادية والتي لها نقاط كثافة f (x,y) لكل من قيم المحور x و قيم المحور y والممثل بـالمعادلات التالية :

$$x_{median} = \text{median}(\ x_{\text{ values of the image coordinate }})$$

$$y_{median} = \text{median}(\ y_{\text{ values of the image coordinate }})$$

وبذلك تكون المعادلة رقم (3) للعزوم المركزية Central moments تعرف حسب المعادلة الاتية :

$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}(x - \mathrm{x}_{\mathrm{median}})^p (y - \mathrm{y}_{\mathrm{median}})^q f(x,y)dxdy \text{ ---------- (7)}$$

المعادلة (7) يمكن تقريبها الى التحويل الاتي :

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \mathrm{x}_{\mathrm{median}})^p (y - \mathrm{y}_{\mathrm{median}})^q f(x,y) \text{ ---------- (8)}$$

وبذلك تكون العزوم المركزية حول الوسيط تكون كما المعادلة (5) ويتم من خلالها حساب العزوم السبعة كما في المعادلات (6) .

التجارب العملية Practical experiments

بواسطة برنامج تم كتابته من قبل الباحث بنظام Matlab لاستخراج العزوم السبعة الثابتة لصور الاشكال (1) و (2) و (3) و (4) مبينة حسب مجموعات مختلفة من الصورتمت معالجتها بواسطة برنامج ACDsystems لمعالجة الصور من حيث الحجم و نسبة الضوضاء و درجة التدوير و اختلاف الموضع عن الصورة الاصلية في الشكل (a) حيث يقوم برنامج البحث بنظام Matlab بأستدعاء ملفات الصور الرقمية واحدا تلو الاخر وتحويلها من النظام الملون RGB للصور الى نظام Grayscale النظام الرمادي للصور ومن ثم يتم تحويل الصورة الرقمية من النظام الرمادي الى النظام الثنائي للصور Binary و بالتالي يقوم البرنامج بنظام Matlab ولكل صورة بحساب العزوم السبعة لثبات الصور وكما موضح في النتائج الاتية التي تم تقسيمها الى اربعة مجموعات من حيث تحويل حالة الصور عن الصورة الاصلية في الشكل (a):

- **الحالة الاولى (تأثير زيادة او نقصان حجم الصورة):**

تم العمل على الصورالاتية من حجم 300×300 و حجم 250×250 وحجم 200×200 و حجم 150×150 وحجم 100×100 وحجم 50×50 وهي كما موضح في الاشكال الاتية :

size_50.jpg size_100.jpg size_150.jpg size_250.jpg size_250.jpg size_300.jpg

شكل رقم (1) يبين لنا ستة صور باحجام مختلفة

وكانت النتائج للصور اعلاه للعزوم السبعة كما موضح في الجدول الاتي[5] :

[5] الصيغة التي تظهر فيها الارقام في الجدول هي صيغة التدوين اليائي مثلا الرقم 0.000003 يكون في صيغة التدوين اليائي 3E-06

جدول رقم (1) يبين قيم العزوم السبعة للصور المبينة في الشكل (1)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
-6.29E-15	-1.87E-12	2.776E-15	3.674E-08	9.538E-07	1.476E-07	0.1780921	size_50.jpg
1.183E-13	2.177E-10	4.746E-13	5.496E-07	1.441E-06	2.905E-07	0.1791952	size_100.jpg
-4.78E-14	1.572E-10	2.543E-13	3.764E-07	1.256E-06	1.749E-07	0.1787532	size_150.jpg
2.618E-14	1.367E-10	2.339E-13	3.498E-07	1.295E-06	1.832E-07	0.179105	size_200.jpg
3.279E-15	1.226E-10	2.007E-13	3.147E-07	1.293E-06	1.61E-07	0.1791729	size_250.jpg
1.352E-14	1.37E-10	2.29E-13	3.435E-07	1.298E-06	1.781E-07	0.1792165	size_300.jpg
1.786E-14	1.282E-10	2.326E-13	3.284E-07	1.256E-06	1.892E-07	0.1789225	الوسط الحسابي
5.53E-14	7.203E-11	1.503E-13	1.656E-07	1.614E-07	5.127E-08	0.0004416	الانحراف المعياري

من الجدول رقم (1) نلاحظ ان قيم العزوم السبعة تقريبا ثابتة لنفس شكل الصورة اذا تغير حجمها (درجة وضوحها) وهذا واضح لدينا من قيم الانحراف المعياري الذي يقيس لنا درجة التشتت والتي كانت قريبة من الصفر ، كما نلاحظ ان اكثر العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة هو العزم I_7 الذي كان انحرافه المعياري اقل الانحرافات ، اما العزم I_1 اقل العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة حيث كان انحرافه المعياري اكبر الانحرافات .

- **الحالة الثانية (تأثير زيادة نسبة الضوضاء على الصورة):**

تم العمل على الصور الاتية والتي لها حجم 300×300 وبنسب ضوضاء 100% و 200% و 300% و 400% و 500% و 1000% وهي كما موضح في الاشكال الاتية :

noise_100.jpg noise_200.jpg noise_300.jpg noise_400.jpg noise_500.jpg noise_1000.jpg

شكل رقم (2) يبين لنا ستة صور جميعها بحجم 300×300 وبنسب ضوضاء مختلفة

وكانت النتائج للصور اعلاه للعزوم السبعة كما موضح في الجدول الاتي :

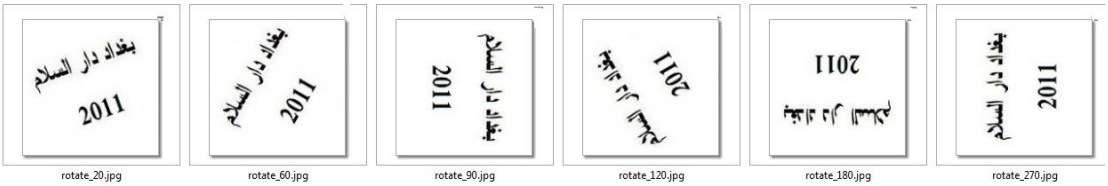
جدول رقم (2) يبين قيم العزوم السبعة للصور المبينة في الشكل (2)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
1.284E-14	1.537E-10	2.597E-13	3.767E-07	1.264E-06	1.769E-07	0.180284	noise_100.jpg
3.783E-15	1.447E-10	3.286E-13	4.158E-07	1.502E-06	1.212E-07	0.1854709	noise_200.jpg
-2.78E-14	1.592E-10	2.772E-13	3.61E-07	1.649E-06	2.318E-07	0.1889363	noise_300.jpg
-6.59E-14	2.042E-10	2.205E-13	3.421E-07	1.322E-06	4.149E-07	0.1922773	noise_400.jpg
2.674E-14	1.534E-10	2.509E-13	3.407E-07	1.611E-06	2.224E-07	0.196101	noise_500.jpg
1.604E-13	4.651E-11	9.815E-14	2.501E-07	2.259E-06	5.403E-07	0.2151853	noise_1000.jpg
1.833E-14	1.436E-10	2.392E-13	3.477E-07	1.601E-06	2.846E-07	0.1930425	الوسط الحسابي
7.709E-14	5.203E-11	7.776E-14	5.523E-08	3.565E-07	1.596E-07	0.0121426	الانحراف المعياري

من الجدول رقم (2) نلاحظ ان قيم العزوم السبعة تقريبا ثابتة لنفس شكل الصورة اذا تغير نسبة الضوضاء (التشوه) في الصورة وهذا واضح لدينا من قيم الانحراف المعياري الذي يقيس لنا درجة التشتت والتي كانت قريبة من الصفر ، كما نلاحظ ان اكثر العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة هو العزم I_7 الذي كان انحرافه المعياري اقل الانحرافات ، اما العزم I_1 اقل العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة حيث كان انحرافه المعياري اكبر الانحرافات .

- **الحالة الثالثة (تأثير التدوير بزوايا مختلفة على الصورة):**

تم العمل على الصور الاتية والتي لها حجم 300×300 وبزاوية دوارنية 20 درجة وزاوية 60 درجة وزاوية 90 درجة وزاوية 120 درجة وزاوية 180 درجة وزاوية 270 درجة وفي حالة ثبات مركزها في وسط الصورة من دون تحريك و كما موضح في الاشكال الاتية :



rotate_20.jpg rotate_60.jpg rotate_90.jpg rotate_120.jpg rotate_180.jpg rotate_270 .jpg 0.jpg

شكل رقم (3) يبين لنا ستة صور جميعها بحجم 300×300 وبدرجات تدوير مختلفة

وكانت النتائج للصور اعلاه للعزوم السبعة كما موضح في الجدول الاتي :

جدول رقم (3) يبين قيم العزوم السبعة للصور المبينة في الشكل (3)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
6.58E-14	8.677E-11	9.801E-14	2.217E-07	1.278E-06	2.953E-07	0.1792562	rotate_20.jpg
-1.1E-13	1.161E-10	1.135E-13	2.694E-07	1.281E-06	2.353E-07	0.1793197	rotate_60.jpg
1.417E-14	1.354E-10	2.278E-13	3.433E-07	1.288E-06	1.761E-07	0.1791752	rotate_90.jpg
1.776E-14	1.075E-10	1.282E-13	2.365E-07	1.266E-06	2.374E-07	0.1792447	rotate_120.jpg
1.329E-14	1.363E-10	2.275E-13	3.424E-07	1.294E-06	1.772E-07	0.1791792	rotate_180.jpg
1.718E-14	1.361E-10	2.301E-13	3.448E-07	1.299E-06	1.781E-07	0.1792241	rotate_270.jpg
2.977E-15	1.197E-10	1.709E-13	2.93E-07	1.284E-06	2.166E-07	0.1792332	الوسط الحسابي
5.906E-14	2.02E-11	6.383E-14	5.74E-08	1.18E-08	4.827E-08	5.386E-05	الانحراف المعياري

من الجدول رقم (3) نلاحظ ان قيم العزوم السبعة تقريبا ثابتة لنفس شكل الصورة اذا تغيرت زاوية دوران الشكل في الصورة وهذا واضح لدينا من قيم الانحراف المعياري الذي يقيس لنا درجة التشتت والتي كانت قريبة من الصفر ، كما نلاحظ ان اكثر العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة هو العزم I_7 الذي كان انحرافه المعياري اقل الانحرافات ، اما العزم I_1 اقل العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة حيث كان انحرافه المعياري اكبر الانحرافات .

- **الحالة الرابعة (تأثير موقع وضع الصورة):**

تم العمل على الصور الاتية والتي لها حجم 300×300 وبستة اوضاح مختلفة من حيث موضع الصورة من حدودها عن المركز للصورة وكما موضح في الاشكال الاتية :

position_1.jpg position_2.jpg position_3.jpg position_4.jpg position_5.jpg position_6.jpg

شكل رقم (4) يبين لنا ستة صور جميعها بحجم 300×300 وبستة اوضاع مختلفة لموقع الصورة من حدودها

وكانت النتائج للصور اعلاه للعزوم السبعة كما موضح في الجدول الاتي :

جدول رقم (4) يبين قيم العزوم السبعة للصور المبينة في الشكل (4)

اسم فايل الصورة	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
position_1.jpg	0.1761613	7.988E-06	1.262E-06	2.182E-06	1.278E-12	-5.89E-09	3.387E-12
position_2.jpg	0.1755726	1.067E-05	1.095E-06	2.154E-06	2.449E-13	-6.96E-09	-3.3E-12
position_3.jpg	0.1773308	2.793E-06	6.626E-07	2.455E-06	-2.16E-12	-3.72E-09	2.267E-12
position_4.jpg	0.1773143	3.214E-06	8.062E-07	2.461E-06	-3.11E-12	-3.98E-09	-1.53E-12
position_5.jpg	0.1791069	9.493E-07	8.723E-07	5.071E-07	3.067E-13	-4.16E-10	1.405E-13
position_6.jpg	0.179003	1.034E-06	9.646E-07	6.046E-07	4.157E-13	-4.47E-10	-2.01E-13
الوسط الحسابي	0.1774148	4.441E-06	9.438E-07	1.727E-06	-5.04E-13	-3.57E-09	1.274E-13
الانحراف المعياري	0.00144	3.984E-06	2.133E-07	9.172E-07	1.719E-12	2.711E-09	2.441E-12

من الجدول رقم (4) نلاحظ ان قيم العزوم السبعة تقريبا ثابتة لنفس شكل الصورة اذا تغيرموضع موقع الصورة وهذا واضح لدينا من قيم الانحراف المعياري الذي يقيس لنا درجة التشتت والتي كانت قريبة من الصفر ، كما نلاحظ ان اكثر العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة هو العزم I_5 الذي كان انحرافه المعياري اقل الانحرافات ، اما العزم I_1 اقل العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حجم الصورة حيث كان انحرافه المعياري اكبر الانحرافات .

من الجداول (1) و(2) و(3) و(4) نلخص في الجدول رقم (5) قيم الانحراف المعياري للعزوم السبعة و للحالات الاربعة من الصور لكي نستطيع ان نقارن درجة ثبات الصور لقيم العزوم السبعة في الحالات الاربعة لتغير الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع و كما يلي :

جدول رقم (5) يبين قيم الانحراف المعياري لقيم العزوم السبعة لحالات الصور الاربعة

من حيث الحجم ودرجة الضوضاء و درجة التدوير و الموضع

حالة الصورة	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	الوسط الحسابي لقيم الانحراف المعياري ولكل حالة
بتغير الحجم	0.0004416	5.13E-08	1.61E-07	1.66E-07	1.50E-13	7.20E-11	5.53E-14	6.31398E-05
بتغيردرجة الضوضاء	0.0121426	1.60E-07	3.57E-07	5.52E-08	7.78E-14	5.20E-11	7.71E-14	0.001734739
بتغير درجة التدوير	5.39E-05	4.83E-08	1.18E-08	5.74E-08	6.38E-14	2.02E-11	5.91E-14	7.71679E-06
بتغيرالموضع	0.00144	3.98E-06	2.13E-07	9.17E-07	1.72E-12	2.71E-09	2.44E-12	0.000206445
اصغر القيم	0.0000539	4.83E-08	1.18E-08	5.52E-08	6.38E-14	2.02E-11	5.53E-14	7.71679E-06
اكبر القيم	0.0121426	3.98E-06	3.57E-07	9.17E-07	1.72E-12	2.71E-09	2.44E-12	0.001734739

من الجدول رقم (5) يتضح لدينا مايلي الى الحالات الاربعة للصور التي تم عرضها في الاشكال (1) و(2) و(3)و(4) :

1_ العزوم I_1 و I_3 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة في الشكل (2) .

2_ العزوم I_1 و I_2 و I_3 و I_5 و I_6 اكثر العزوم ثباتا (لانها تمتلك اقل انحراف معياري) في حالة تغير درجة التدوير للصورة في الشكل (3) .

3_ العزوم I_2 و I_4 و I_5 و I_6 و I_7 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير الموضع للصورة في الشكل (4) .

4_ العزم I_4 اكثر العزوم ثباتا (لانه يمتلك اقل انحراف معياري) في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة في الشكل (2).

5_ العزم I_7 اكثر العزوم ثباتا (لانه يمتلك اقل انحراف معياري) في حالة تغير الحجم للصورة في الشكل (1).

6_ العزوم السبعة اكثر ثباتا في حالة تدوير الصور بدرجات مختلفة في الشكل (3) لان قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اقل القيم في حالة تغير درجات التدوير للصورة .

7_ العزوم السبعة اقل ثباتا في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة في الشكل (2) لان قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اكبر القيم في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة .

فيما يلي نعرض نتائج العزوم السبعة لطريقة Hu المطورة من قبل الباحث حول الوسيط لقيم احداثيات لمركز شكل الصورة والممثل بقيمة الوسيط للقيم الرمادية لاحداثيات شكل الصورة وذلك لكافة الصور في الاشكال (1) و(2) و(3) و(4) وكما موضح في النتائج الاتية التي تم تقسيمها الى اربعة مجموعات من حيث تحويل حالة الصور عن الصورة الاصلية في الشكل (a) وكما يلي :

- الحالة الاولى (تأثير زيادة او نقصان حجم الصورة):

تم العمل على الصور في الشكل (1) وكانت نتائج العزوم السبعة لثبات الصور كما موضح في الجدول الاتي

جدول رقم (6) يبين قيم العزوم السبعة حول الوسيط لقيم احداثيات لمركز شكل الصورة للصور المبينة في الشكل (1)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
-4.99E-11	-4.12E-09	-9.52E-11	2.28E-05	9.79E-07	5.69E-08	0.178259	size_50.jpg
-3.68E-11	-5.15E-10	1.45E-11	1.04E-05	1.40E-06	2.91E-07	0.179312	size_100.jpg
8.90E-13	-4.07E-10	-2.83E-12	1.91E-06	1.25E-06	1.65E-07	0.178765	size_150.jpg
2.51E-11	-2.52E-09	-7.11E-12	8.09E-06	1.29E-06	1.32E-07	0.17917	size_200.jpg
1.31E-11	-1.77E-09	-1.52E-12	5.13E-06	1.29E-06	1.30E-07	0.179215	size_250.jpg
7.82E-12	-1.39E-09	4.57E-13	3.62E-06	1.29E-06	1.54E-07	0.179248	size_300.jpg
-6.64E-12	-1.80E-09	-1.53E-11	8.65E-06	1.25E-06	1.55E-07	0.178995	الوسط الحسابي
2.98E-11	1.40E-09	3.98E-11	7.56E-06	1.41E-07	7.66E-08	0.000409	الانحراف المعياري

- **الحالة الثانية (تأثير زيادة نسبة الضوضاء على الصورة):**

تم العمل على الصور في الشكل رقم (2) وكانت نتائج العزوم السبعة لثبات الصور كما موضح في الجدول الاتي :

جدول رقم (7) يبين قيم العزوم السبعة حول الوسيط لقيم احداثيات لمركز شكل الصورة للصور المبينة في الشكل (2)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
3.47808E-11	-3.35E-09	7.86E-13	9.88E-06	1.26E-06	1.17E-07	0.180364	noise_100.jpg
4.24554E-11	-2.89E-09	4.12E-12	1.07E-05	1.5E-06	7.75E-08	0.185553	noise_200.jpg
1.18508E-11	-1.83E-09	1.23E-12	4.43E-06	1.63E-06	2.01E-07	0.18897	noise_300.jpg
1.0322E-11	-2.26E-09	2.8E-13	4.34E-06	1.3E-06	3.77E-07	0.192308	noise_400.jpg
1.29912E-11	-2.06E-09	1.17E-12	4.74E-06	1.6E-06	1.93E-07	0.196135	noise_500.jpg
1.72219E-12	-5.85E-09	4.35E-11	9.5E-06	2.21E-06	4.64E-07	0.215251	noise_1000.jpg
1.902E-11	-3E-09	8.51E-12	7.26E-06	1.58E-06	2.38E-07	0.193097	الوسط الحسابي
1.588E-11	1.5E-09	1.72E-11	3.05E-06	3.43E-07	1.51E-07	0.012139	الانحراف المعياري

- **الحالة الثالثة (تأثير التدوير بزوايا مختلفة على الصورة):**

تم العمل على الصور في الشكل رقم (3) وكانت نتائج العزوم السبعة لثبات الصور كما موضح في الجدول الاتي :

جدول رقم (8) يبين قيم العزوم السبعة حول الوسيط لقيم احداثيات لمركز شكل الصورة للصور المبينة في الشكل (3)

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	اسم فايل الصورة
-6.98E-13	-3.34E-10	3.18E-12	2.03E-06	1.26E-06	2.41E-07	0.179267	rotate_120.jpg
7.79E-12	-1.38E-09	4.37E-13	3.62E-06	1.28E-06	1.53E-07	0.179211	rotate_180.jpg
8.53E-12	-2.30E-09	7.15E-12	4.61E-06	1.26E-06	2.54E-07	0.179301	rotate_20.jpg
2.85E-12	1.36E-10	1.11E-11	4.68E-06	1.29E-06	1.95E-07	0.179274	rotate_270.jpg
-6.81E-12	-1.78E-09	2.61E-11	8.31E-06	1.27E-06	2.11E-07	0.179401	rotate_60.jpg
2.79E-12	1.26E-10	1.11E-11	4.68E-06	1.28E-06	1.93E-07	0.179225	rotate_90.jpg
2.41E-12	-9.20E-10	9.85E-12	4.66E-06	1.27E-06	2.08E-07	0.17928	الوسط الحسابي
5.68E-12	1.00E-09	9.03E-12	2.07E-06	1.26E-08	3.65E-08	6.81E-05	الانحراف المعياري

- **الحالة الرابعة (تأثير موقع وضع الصورة):**

تم العمل على الصور في الشكل رقم (4) وكانت نتائج العزوم السبعة لثبات الصور كما موضح في الجدول الاتي :

جدول رقم (**9**) يبين قيم العزوم السبعة حول الوسيط لقيم احداثيات لمركزشكل الصورة للصور المبينة في الشكل (**4**)

اسم فايل الصورة	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
position_1.jpg	0.176816	6.20E-06	1.08E-06	6.14E-05	4.99E-10	-2.99E-08	4.46E-11
position_2.jpg	0.175815	1.23E-05	1.45E-06	3.22E-05	1.56E-10	9.29E-08	1.55E-10
position_3.jpg	0.177671	3.78E-06	5.32E-07	4.82E-05	7.39E-11	4.83E-08	-2.32E-10
position_4.jpg	0.178305	1.98E-06	7.86E-07	9.97E-05	-8.65E-10	1.58E-08	1.72E-10
position_5.jpg	0.179203	1.15E-06	9.26E-07	1.15E-05	2.48E-11	1.14E-08	-2.80E-11
position_6.jpg	0.179107	9.16E-07	9.40E-07	1.01E-05	2.94E-11	-1.94E-09	-1.04E-11
الوسط الحسابي	0.17782	4.39E-06	9.52E-07	4.38E-05	-1.37E-11	2.30E-08	1.68E-11
الانحراف المعياري	0.001331	4.35E-06	3.05E-07	3.40E-05	4.53E-10	4.30E-08	1.48E-10

من الجدول رقم (6) و(7) و (8) و (9) نلاحظ ان قيم العزوم السبعة تقريبا ثابتة لنفس شكل الصورة اذا تغيرت الحالات الاربعة الاتية :-

1_حجمها (درجة وضوحها).
2_ نسبة الضوضاء (التشوه) في الصورة .
3_ زاوية دوران الشكل في الصورة بثبات مركزها.
4_موضع موقع الصورة عن مركز شكل الصورة .

وهذا واضح لدينا من قيم الانحراف المعياري الذي يقيس لنا درجة التشتت والتي كانت قريبة من الصفر ، كما نلاحظ ان اكثر العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حالات الصورة الاربعة هو العزم I_7 الذي كان انحرافه المعياري اقل الانحرافات ، اما العزم I_1 اقل العزوم ثباتا بالنسبة لتغير حالات الصورة الاربعة حيث كان انحرافه المعياري اكبر الانحرافات .

من الجداول (6) و(7) و(8) و(9) نلخص في الجدول رقم (10) قيم الانحراف المعياري للعزوم السبعة و للحالات الاربعة من الصور لكي نستطيع ان نقارن درجة ثبات الصور لقيم العزوم السبعة في الحالات الاربعة لتغير الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع و كما يلي :

جدول رقم (**10**) يبين قيم الانحراف المعياري لقيم العزوم السبعة عن قيمة الوسيط لحالات الصور الاربعة من حيث الحجم ودرجة الضوضاء و درجة التدوير و الموضع

حالة الصورة	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	الوسط الحسابي لقيم الانحراف المعياري و لكل حالة
بتغير الحجم	0.000409	7.66E-08	1.41E-07	7.56E-06	3.98E-11	1.40E-09	2.98E-11	5.95399E-05
بتغيردرجة الضوضاء	0.012139	1.51E-07	3.43E-07	3.05E-06	1.72E-11	1.50E-09	1.59E-11	0.001734649
بتغير درجة التدوير	6.81E-05	3.65E-08	1.26E-08	2.07E-06	9.03E-12	1.00E-09	5.68E-12	1.00314E-05
بتغير الموضع	0.001331	4.35E-06	3.05E-07	3.40E-05	4.53E-10	4.30E-08	1.48E-10	0.000195671
اصغر القيم	6.81E-05	3.65E-08	1.26E-08	2.07E-06	9.03E-12	1E-09	5.68E-12	1.00314E-05
اكبر القيم	0.012139	4.35E-06	3.43E-07	0.000034	4.53E-10	4.3E-08	1.48E-10	0.001734649

من الجدول رقم (10) يتضح لدينا مايلي الى الحالات الاربعة للصور التي تم عرضها في الاشكال (1) و(2) و(3)و(4) :

1_ العزوم I_1 و I_3 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة في الشكل (2) .

2_ العزوم السبعة اكثر ثباتا في حالة تدوير الصور بدرجات مختلفة في الشكل (3) لان قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اقل القيم في حالة تغير درجات التدوير للصورة .

3_ العزوم I_2 و I_4 و I_5 و I_6 و I_7 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير الموضع للصورة في الشكل (4) .

4_ العزوم السبعة اقل ثباتا في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة في الشكل (2) لان قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اكبر القيم في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة .

من الجداول (5) و(10) نلخص في الجدول رقم (11) قيم المتوسطات للانحراف المعياري للعزوم السبعة باستخدام طريقة Hu حول الوسط الحسابي و طريقة Hu حول الوسيط والى الحالات الاربعة من الصور لكي نستطيع ان نقارن درجة ثبات الصور لقيم العزوم السبعة في الحالات الاربعة لتغير الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع و كما يلي :

جدول رقم (11) يبين قيم الوسط الحسابي لاقيام الانحراف المعياري للعزوم السبعة حول الوسط الحسابي و حول الوسيط في حالات الصورة المختلفة

حالة الصورة	الوسط الحسابي لقيم الانحراف المعياري للعزوم السبعة حول الوسط الحسابي	الوسط الحسابي لقيم الانحراف المعياري للعزوم السبعة حول الوسيط
بتغير الحجم	6.31E-05	5.95E-05
بتغيردرجة الضوضاء	0.001734739	0.001734649
بتغير درجة التدوير	7.72E-06	1.00E-05
بتغيرالموضع	0.000206445	0.000195671

من الجدول رقم (11) يتضح لدينا ان قيم الوسط الحسابي لاقيام الانحراف المعياري للعزوم السبعة حول الوسيط اصغر من قيم الوسط الحسابي لقيم الانحراف المعياري للعزوم السبعة حول الوسط الحسابي وذلك لكافة حالات الصور لتغير الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع ، ممايدل على ثبات قيم العزوم السبعة باستخدام طريقة الوسيط اكثر من ثباتها عند استخدام طريقة الوسط الحسابي عند تغير حالات الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع .

الاستنتاجات Conclusions

حسب نتائج العزوم السبعة لطريقة Hu (مصدر [4]) حول الوسط الحسابي لقيم الاحداثيات عن مركز شكل الصورة نلاحظ مايلي :

1_ ان زيادة درجة الضوضاء على الصور الرقمية كما في الشكل (2) تؤثرسلبا على دقة تمييز الصور وتكون العزوم السبعة اقل ثباتا وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) حيث كانت العزوم I_1 و I_3 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) وكذلك ايضا كانت قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اكبر القيم في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة باتجاه الزيادة.

2_ ان تغير وضع الصورة باوضاع مختلفة عن مركزها كما في الشكل رقم (4) يؤثر سلبا على دقة تمييز الصور وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) حيث كانت العزوم I_2 و I_4 و I_5 و I_6 و I_7 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير الموضع للصورة في الشكل (4) .

3_ ان تغير درجة تدوير الصورة بزوايا مختلفة بثبات مركزها في حالة تغير درجة التدوير للصورة في الشكل (3) لايؤثر كثيرا على دقة تمييز الصور وتكون العزوم السبعة اكثر ثباتا وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) حيث كانت العزوم I_1 و I_2 و I_3 و I_5 و I_6 اكثر العزوم ثباتا (لانها تمتلك اقل انحراف معياري) وكذلك ايضا كانت قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اقل القيم في حالة تغير درجات التدوير للصورة .

حسب نتائج العزوم السبعة لطريقة Hu المطورة باقتراح من قبل الباحث حول الوسيط لقيم الاحداثيات عن مركز شكل الصورة نلاحظ مايلي :

4_ ان زيادة درجة الضوضاء (التشويش) على الصور الرقمية كما في الشكل (2) تؤثرسلبا على دقة تمييز الصور وتكون العزوم السبعة اقل ثباتا وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (10) حيث كانت

العزوم I_1 و I_3 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) وكذلك ايضا كانت قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اكبر القيم في حالة تغير درجة الضوضاء للصورة .

5_ ان تغير وضع الصورة باوضاع مختلفة عن مركزها كما في الشكل رقم (4) يؤثر سلبا على دقة تمييز الصور وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (10) حيث كانت العزوم I_2 و I_4 و I_5 و I_6 و I_7 اقل العزوم ثباتا (لانها تمتلك اكبر انحراف معياري) في حالة تغير الموضع للصورة في الشكل (4) .

6_ ان تغير درجة تدوير الصورة بزوايا مختلفة بثبات مركزها في حالة تغير درجة التدوير للصورة في الشكل (3) لايؤثر كثيرا على دقة تمييز الصور وتكون العزوم السبعة اكثر ثباتا وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (10) حيث كانت كافة العزوم السبعة اكثرثباتا في حالة تغير درجة التدوير للصورة (لانها تمتلك اقل انحراف معياري) وكذلك ايضا كانت قيمة الوسط الحسابي لقيم الانحرافات المعيارية للعزوم السبعة اظهرت اقل القيم في حالة تغير درجات التدوير للصورة عن الحلات الثلاثة الاخرى من حيث الحجم و درجة الضوضاء والموقع .

التوصيات Recommendations

1_ باستخدام طريقة Hu في تمييز الصور يوصي الباحث بعدم زيادة درجة الضوضاء(التشويش) على الصور الرقمية كما في الشكل (2) لان ذلك يؤثرسلبا على دقة تمييز الصور وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) و(10) والمبين في الاستنتاج رقم (1) و(4) .

2_ باستخدام طريقة Hu في تمييز الصور يوصي الباحث بالتقليل قدر الامكان من تغير وضع الصورة باوضاع مختلفة عن مركزها كما في الشكل رقم (4) لان ذلك يؤثر سلبا على دقة تمييز الصور وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) و (10) والمبين في الاستنتاج رقم (2) و (5).

3_ باستخدام طريقة Hu في تمييز الصور يوصي الباحث بامكانية تغير درجة تدوير الصورة بزوايا مختلفة بثبات مركزها كما في الشكل (3) لان ذلك لايؤثر كثيرا على دقة تمييز الصور وذلك واضح في نتائج الجدول رقم (5) و(10) والمبين في الاستنتاج رقم (3) و (6).

4_ لتشخيص وتمييز الصور بدقة اكبر يوصي الباحث باستخدام الاسلوب المقترح من قبل الباحث في تطوير طريقة Hu التي تعتمد على مبدأ اساس استخراج العزوم المركزية في المعادلة (3) حول مقياس الوسيط Median لمركز شكل الصورة والممثل بقيمة الوسيط لقيم أحداثيات الصورة الرمادية والتي لها نقاط كثافة مستمرة f (x,y) لكل من قيم المحور x و قيم المحور y وذلك واضح لدينا من خلال نتائج الجدول رقم (11) الذي يبين ثبات قيم العزوم السبعة باستخدام طريقة الوسيط اكثر من ثباتها عند استخدام طريقة الوسط الحسابي عند تغير حالات الصورة من حيث الحجم و درجة الضوضاء و درجة التدوير والموقع .

المصادر References

[1] Esin Dogantekin a, Mustafa Yilmaz a, Akif Dogantekin b, Engin Avci c, Abdulkadir Sengur c "A robust technique based on invariant moments – ANFIS for recognition of human parasite eggs in microscopic images" Expert Systems with Applications 35 (2008) 728–738

[2] M. K. Hu, “Visual pattern recognition by moment invariants,” IRE Trans. Inform.Theory, Vol.IT-8, pp.179-187, February 1962

[3] L. Wang, and T. Pavlidis."Direct Gray-Scale Extraction of Features for Character Recognition",IEEE TRANSACTIONS On Pattern Analysis and Machine Inter face. vol. 15, no. 10, p.1053-1067, October 1993

[4] M. K. Hu, "Visual Pattern Recognition by Moment Invariants", IRE Trans. Info. Theory, vol. IT-8, pp.179–187, 1962

[5] Micheli-Tzanakou,Ademog˜l & Enderwick, 2000 [chap.4]

[6] K.S. Bae, K. K. Kim, Y. G. Chung, and W. P. Wu. Character recognition system for cellular phone with camera. In Proc. of 29th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2005), volume 2, pages 539{544, 2005.

[7] Ju Cheng Yang and Dong Sun Park " Fingerprint Verification Based on Invariant Moment Features and Nonlinear BPNN" , International Journal of Control, automation, and Systems, vol. 6, no. 6, pp. 800-808, December 2008

[8] A. Schlapbach and H. Bunke. O®-line writer verification: a comparison of a hidden markov model (hmm) and a gaussian mixture model (gmm) based system. In Proc. of 10th Int. Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (IWFHR06), pages 275-280, 2006.

[9] B. JÄahne. Practical Handbook on Image Processing for Scientific Applications. CRC Press,1997.

[10] R.C. Gonzalez and R.E. Woods. Digital image processing. Addison Wesley, 1992.

[11] H.Bunke and P. S P.Wang. Handbook of Character Recognition and Document ImageAnalysis. World Scientific, 1997.

[12] J. Flusser: "On the Independence of Rotation Moment Invariants", Pattern Recognition, vol. 33, pp. 1405–1410, 2000.

[13] .J. Flusser and T. Suk, "Rotation Moment Invariants for Recognition of Symmetric Objects", IEEE Trans. Image Proc., vol. 15, pp. 3784–3790, 2006.

[14] T. Suk and J. Flusser, "Blur and affine moment invariants," ICPR2002 16th International Conference on Pattern Recognition, Vol.4, pp.339 –342, 2002.

[15] A. Hero, J. O'Neill, and W. Williams, "Moment matrices for recognition of spatial patter in noise images," J. Royal Statistical Society, Ser. B, Vol.51, No.2, pp.271-279, 1989.

[16] S. Pakchalakis and P. Lee, "Pattern recognition in gray level images using moment based invariant features," Image Processing and its Applications, IEE Conference Publication No.465, pp.245-249, 1999.

[17] R. Sivaramakrishna and N. S. Shashidhar, "Hu's moment invariants: how invariant are they under skew and perspective transformations," IEEE Conference on Communications, Power and Computing, pp.292-295, 1997.

[18] Wong I. Y., Casey, R. G. and Whal, F. M., "Document Analysis system", IBM J. Research Develop 26(6), 1982, pages 647-656.

[19] Abeli, L., Wahl, F. and Scheri, W., "Procedures for automatic segmentation of text graphic and halftone regions in document", Proc. 2nd Scandinavian Conference on Image Analysis, 1981, pages 177-182.

.....

.....

.....