المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (13) 2008
ص ص [136-151]

إظهار المعالم المخفية في الصور ألرقمية باستخدام المدرج التكراري

ابراهيم احمد صالح*

الملخص

من المشاكل التي تواجه الصور الرقمية وجود معلومات كثيرة مخفاة بين مستويات التدرج الرمادي لتلك الصور . ففي هذا البحث تم الاعتماد على المدرج التكراري الشائع الاستخدام في خوارزميات تحسين الصور الرقمية لأجل كشف بعض من تلك المعلومات. وقد تبين من خلال التطبيقات التي أجريت على أنواع مختلفة من الصور الحصول على نتائج جيده في الصور الناتجة مقارنة بما هو موجود في ألصورة الأصلية التي تمت معالجتها.

Extract Hidden Information in Digital Images

ABSTRACT

One of the Problems of image processing is that there is plenty of hidden information among the gray levels of these images. In this research the histogram technique is widely used for image enhancement to extract that information. Through the applications applied to different types of images better results were obtained compared with the original ones which were processed via the proposed algorithm.

Key Words : Digital Image Processing, Image Enhancement, Histogram, Feature Extraction.

* قسم هندسة البرمجيات/ كلية علوم الحاسبات والرياضيات/ جامعة الموصل
تاريخ التسلم : 2007/2/17 ـــــــــــــــــــــــــــتاريخ القبول : 2007/5/6

1. ألمقدمه

ان عملية تحسين الصورة (تتضمن في كثير من الاحيان اظهار او توضيح المعالم غير الواضحه والمخفية داخل الصورة) هي إجراء بعض العمليات على الصور الرقمية ليقل تأثير تلك البيانات التي تقلل من درجه وضوحها من دون الرجوع الى مصدر هذه البيانات، أي تحويل نوعيه الصورة إلى مستوى أفضل لاستخلاص صفات معينه من الصورة .

تهدف أساليب تحسين الصورالرقمية (Digital Image Enhancement)إلى ملاءمة الصورة المطلوبة بحيث تكون مطابقة للحاجة في تطبيقات أخرى، او الاستفاده من معلومات غير واضحة داخل الصورة وعليه ترى أن ذكر تطبيقات أخرى لا يعني بالضرورة المعالجة التي تمت على الصورة الأصلية التي أدت إلى الحصول على صورة ذات مواصفات أخرى (محسنة) تعطي الفائدة ذاتها عند تطبيقها .

بناء على ما ذكر أعلاه، فأن كثيراً من خوارزميات تحسين الصور الرقمية تؤدي إلى نتائج إيجابية في العديد من المجالات، وتؤدي إلى نتائج سلبية في مجالات أخرى، لذا لا يمكن إطلاق كلمة تحسين الصور بشكل عام وإنما يجب أن تكون ذات مفهوم نسبي.[6]

عند التعامل مع الصور الرقمية يتم الاعتماد على المفهومين الرئيسيين الاتيين:

ـ الحيز المكاني لتمثيل الصور الرقمية Special Domain .

ـ المجال الترددي Frequency Domain .

في هذا البحث تم الاعتماد على الأسلوب الأول أي الحيـز المكـاني لتمثيـل الصور الرقمية، وذلك لامكانية مشاهده النتائج التي يتم الحصول عليها.[2]

2_ الطرائق المستخدمة في تحسين الصور:

تعتبر عمليات تحسين الصورة من الامور المهمة في معالجة الصور الرقمية على نطاق واسع وهناك اساليب كثيرة لتحسين الصور تعتمد على خوارزميات مختلفة تستخدم مرشحات ذات تردد واطئ أو مرشحات ذات تردد متوسط ومن هذه الطرائق :

أ . تحسين الصور باستخدام مرشح ريتنكس(Retinex- filter)

تستخدم هذه الطريقة لتحسين الصور ذات الترددات العالية حيث تقوم بعملية توصيل الفجوة بين الصورة والعين . تعتمد هذه الطريقة على استخدام مرشح كاوس في بداية الأمر لكشف حافة الصورة ومن ثم يستخدم مرشح متماثل يمرر بشكل دائري لأجل إعادة صيغة الصور إلى شكل أفضل ، وذلك باستخدام ثلاث خوارزميات[1]:

- الأولى تقوم بحساب القيم الجديدة لكل نقطه ضوئية من خلال الجمع المتتابع لمجموعة النقاط ألمحيطه بها وبمسار غير منتظم (عشوائي).
- أما الثانية فانها تعمد على حساب القيم بطريقة تكرارية للنقاط التي يتم الحصول عليها من الخوارزمية الأولى كما موضح بالمعادلة (1) .

$$R=\sum_{n=1}^{N}\omega_n\{\log I_i(x,y)-\log[F_n(x,y)*I(x,y)]\}.....(1)$$

حيث ان :

N : عدد نقاط التعيير التي تم الحصول عليها من الخوارزمية الأولى

ω : الوزن الذي يربط بين نقاط القياس حيث ان

N=3, ωn=1/3,

F_n: داله كاوس عند النقطة n .

I_n : توزيع الصورة عند النقطة n . (Image distribution)

- وفي الثالثة يتم حساب النقاط الضوئية التي تم الحصول عليها من الخوارزمية الثانية وذلك بحساب الفرق بين لنقطة التي تمت معالجتها مع مجموع النقاط ألمحيطه بها [3] [1].

ب.تحسين الصورة باستخدام تحول كرافات (Curvele transform) :

تحويل كرافات أفضل في تحسين حواف الصور من استخدام التحويل ألموجي (wavelet transform) [6]عليه تم الاعتماد عليه بشكل أفضل في حاله

القياس المتعدد الحلول(Multi scale Resolutions) وفي تحسين المناطق ذات الترددات العالية، حيث يعمل على كشف الحواف ومن ثم إجراء عمليه تقطيع للمناطق المتجانسة للصورة، تبين المعادله (2) ذلك بإضافة متغير لابلاس(ΔI) إلى الصورة.

$$I' = I + \gamma \Delta I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث إن:-

I' يمثل الصورة ألمحسنه.

ΔI)هو متغير لابلاس وان.

γ هي أعلى قيمه لعملية أجراء التحسين، التي تحافظ على بقاء صفات للقياس المتعدد الحلول الأفضل للصورة [4].

ج. **تحسين الصور باستخدام مرشح متوسط اتجاهي**

تعتمد هذه الطريقة على مرشح يسمى مرشح انسوتروبك (Anisotropic) وهو مرشح متوسط اتجاهي (DMF) يشابه مرشح جابور ويمكن تمثيله بالمعادله(3):

$$H(x_0 - x) = V + S(x - x_0)\exp\{-[\frac{((x-x_o).n)^2}{\sigma_1^2(x_o)} + \frac{((x-x_o).n_1)^2}{\sigma_2^2(x_o)}]\} \ldots\ldots(3)$$

حيث ان :

(V,S) :يستخدمان لتعديل كثافة الطور من تأثير النقاط الضوئية ألمجاوره لأجل تكوين شكل المرشح

$\sigma_1^2(x_0)\ \ \sigma_2^2(x_0)$: يمثل النقاط الضوئية ألمجاوره.

n, n_1 : يمثلان متجهات أحادية للصورة .

x, xo : يمثلان نقاطاً متجاورة داخل الصورة

عند امرار هذا المرشح على الصورة يقوم بإزالة النقاط السوداء وأجـراء عملية تقليل الضوضاء، ويستخدم هذا المرشح مع الصور ذات الأخاديد مثل تحسـين صوره طبعات الأصابع اذ يعمل على إذابة الحافات الشاذة**[5]**.

3. المدرج التكراري

يمكن تعريف المدرج التكراري Histogram على انه مخطط يتكون من شرائط أفقية ورأسية التي يمثل ارتفاعها واتساعها قيماً معينة، وللمدرج التكراري تطبيقات واسعة مثل تسويه الصورة(Image Equalization) فضلا عن تحسين الصورة، كمان ان من استخداماته ضبط معايير أجهزة التصوير (Adjusting Camera Parameters) من خلال لوغاريتم المدرج التكراريLogarithmic Contrast Enhancement الذي يؤدي الى كشف حافات الصور كما يستخدم في تحسين الاضاءه من خلال تحسين الصورة.[2]

ومن هذا المدرج تحدد مرات ظهور مستويات التدرج الرمادي في الصورة. ويتم حساب المدرج التكراري لأي صوره $h(x)$ من تمثيله لنسبة عدد النقاط الضوئية(pixels) التي تمثل كثافة تدرج رمادي معين الى عدد النقاط الكلية للصورة الاصليه كما مبين :

$$p(x) \approx \frac{h(x)}{h_t(x)} \quad \text{.....} \quad \text{.....} (4)$$

حيث ان :

$h_t(x)$:تمثل عدد النقاط الضوئيه الكليه للصوره

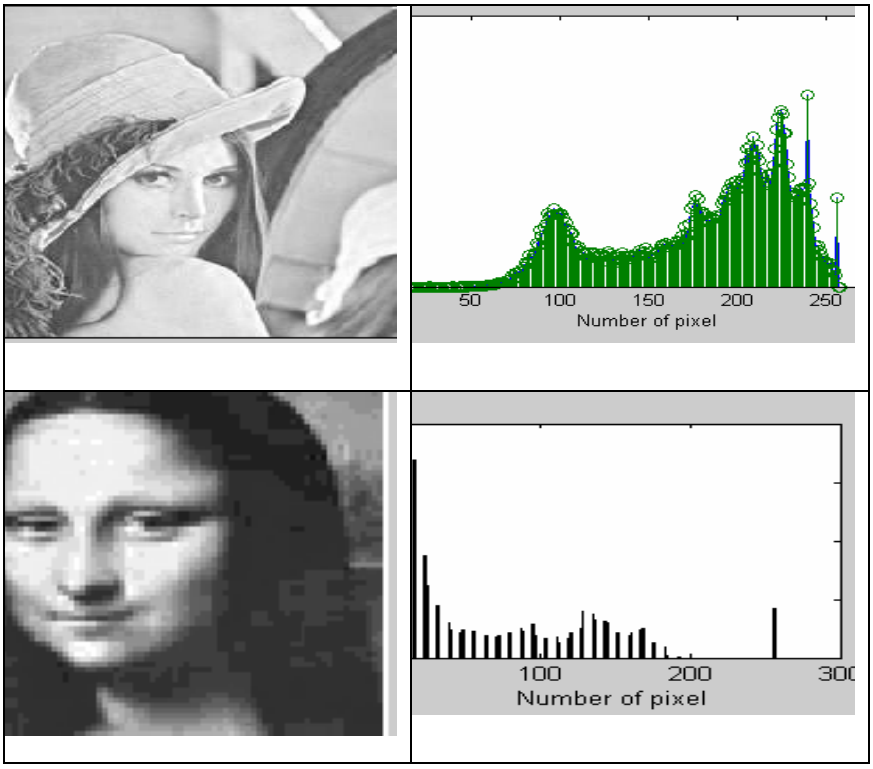
$h(x)$: تمثل دالة كثافة الاحتمال *PDF- probability density function* للداله $p(x)$

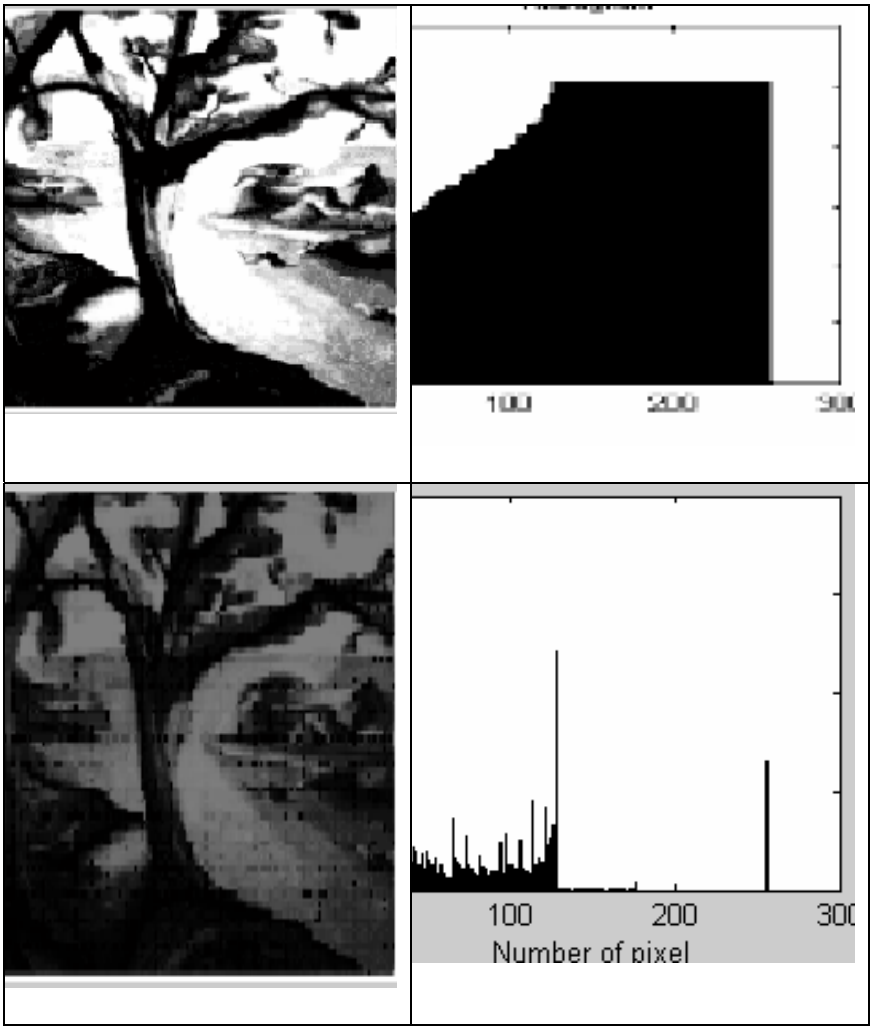
كما هو معروف عن الصور ذات التدرج الرمادي، ان كل نقطة ضوئيةPixel تحمل قيمة تعتمد على شدة الإضاءة لتلك النقطة، اذ يتم الاعتماد على مستوى التدرج الرمادي من (0-255) لأغراض مختبرية أو تجريبية.[1][2]

إن المدرج التكراري يعد إحدى تقنيات المعالجة الصورية في الحيز المكاني Special Domain، وتعتبر عملية تكوين المدرج التكراري اقتصادية في حالة استخدامها وتنفيذها تنفيذاً مادياً وهذا ما جعله وسيلة شائعة الاستخدام لمعالجة الصور عند الزمن الحقيقي .

عندما يتم حساب المدرج التكراري للنقاط الضوئية المكونة للصورة الرمادية كما في الشكل(1)المطبق على مجموعة صور متباينة المستوى الرمادي، على أساس التدرج الرمادي للنقاط المكونة للصورة، فأن شكل المدرج التكراري للصورة المعتمة سيكون متركز عند التدرجات القريبة من (0)، والصور ذات الإضاءة العالية يتركز مدرجها التكراري لها عند التدرجات القريبة من(255).

أما فيما يخص الصورة ذات التباين الواطئ(التباين :هو درجه الاختلاف بين اللون الابيض واللون الاسود)، فان المدرج التكراري لها يتركز عند منتصف التدرجات الرمادية، اما الصورة ذات التباين العالي فيشغل مدرجها التكراري مدى واسعاً من التدرجات الرمادية، وان توزيع النقاط في هذه الصورة يكون تقريبياً. والغاية من ذلك هو إن تشمل شدة نقاط الصورة كل المديات الممكنه من التدرجات الرمادية يتم توزيعها توزيعا متجانساً، وهذا ما ظهر في الصورة ذات التباين العالي.





الشكل(1) المدرج التكراري للنقاط الضوئية المكونة للصورة الرمادية

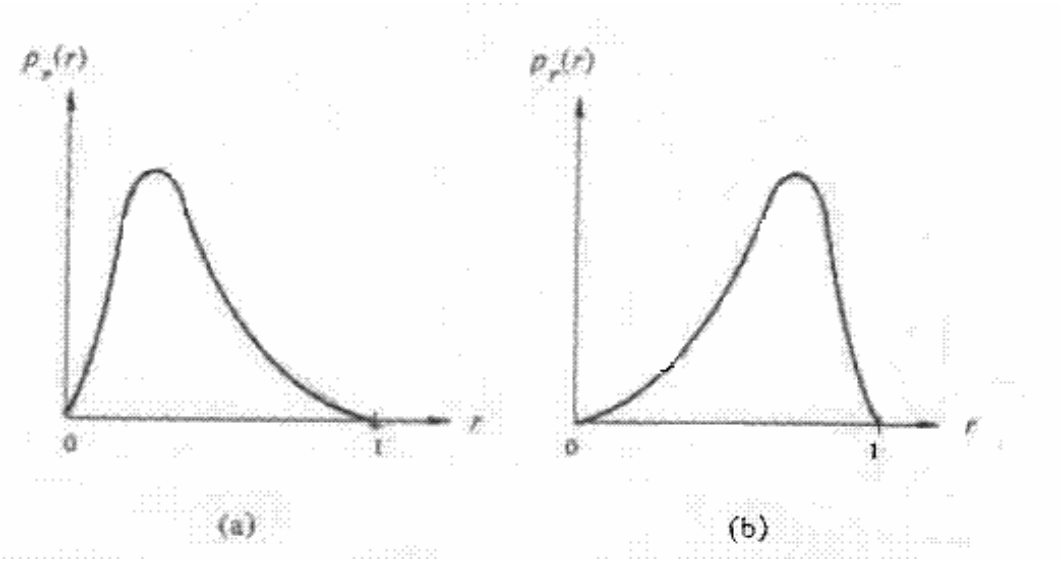
وقد جرت كثير من التجارب على اعتماد عملية االتعيير Normalization لمكونات الصورة (بحيث يصبح اللون الأسود ذا قيمة تساوي (0) واللون الأبيض ذا قيمة تساوي (1))، وذلك من خلال قسمة محتويات الصورة كافة على أعلى قيمة موجودة داخل الصورة.

ليكن لدينا متغير (r) يمثل المستوى الرمادي لعدد النقاط الضوئيه للصوره المراد اجراء تحسين عليها ، ولاجراء التعيير (Normalized) لقيم النقاط الضوئيه يجب ان تكون ضمن المدى الاتي

$$0 \leq r \leq 1$$

ويتم تمثل نتاج المستوى الرمادي لكل نقطه ضوئيه لقيمه r داخل الصورة الاصليه ، ثم تتم عملية تعديل على المدرج التكراري لأية صورة من خلال دالة التحول Transfer Function، وكما موضح في الشكل(2) ومن خلال المعادله (5)

$$s = T(r) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$



الشكل(2)دالة تحويل المستويات الرمادية

(a) صورة معتمة،(b) صورة فاتحة)

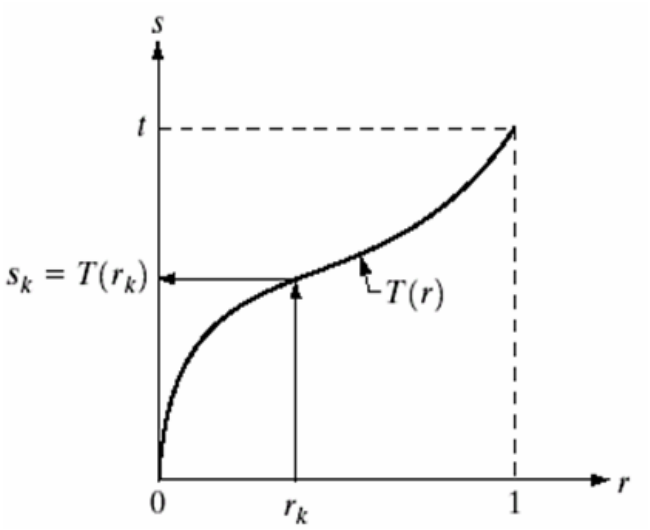
لحساب التدرج الرمادي افترض لدينا داله تحويل ((T(r) والتي تمثل العلاقه بين الاخراج مقسوما على الادخال وتكون لها قيمه مفرده محصوره بين الواحد والصفر ، ,ويكون المستوى الرمادي ذا كميات عشوائيه داخل الصورة لذلك فان المستوى الرمادي يمكن ان يكون ضمن خصائص دالتي كثافة احتمال الاصلية

والمحوله حسب نظرية الاحتمالات الأولية ليكونا $P_r(r)$ و $T(r)$ على التوالي معروفتين، فأن $T(s)$ بالإمكان حسابها بسهولة، اذ ان دالة كثافة الاحتمالات للمستويات الرمادية الجديدة المبينه بالشكل (3) تعطى بالعلاقة ألموضحه بالمعادلة (6):

$$p_r(s) = \left[p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)} \text{..... ....(6)}$$

اما دالة التحويل موضحه بالمعادلة (7)

$$s = T(s) = \int_0^r p_r(w)\,dw \text{..... ....(7)}$$



الشكل(3)دالة كثافة احتمال المستويات -الرمادية

اذ أن المتغير (W) يمثل متغير زائف لأجل التكامل ويعرف الجزء الأيمن للمعادلة بدالة التوزيع التراكمي Cumulative Distribution Function (CDF)، فمن المعادلة السابقة يتبين أن مشتقة (S) بالنسبة لـ r تعطى بالشكل الاتي:

$$\frac{ds}{dr} = p_r(r) \text{.....(8)}$$

$$\frac{dr}{ds} = \frac{1}{p_r(r)} \text{.....(9)}$$

عند التعويض بمقدار ($p_r(r)$) في المعادلة (6) نحصل على المعادله (10):

$$P_s(s) = \left[P_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r=T^{-1}(s)} \quad \text{..... ....(10)}$$

عليه يصبح التوزيع متجانساً بالنسبة الى مستويات التدرج الرمادي كافة.

$$p_s(s) = [1]_{r=T^{-1}(s)} \text{..... .....(11)}$$

$$= 1$$

$$0 < s < 1$$

ان الاشتقاقات الرياضية السابقة تشير إلى أن دالة التحويل ذات التوزيع التراكمي لـ r تؤدي إلى صور ذات مستويات رمادية منتظمة الكثافة.[2]

4. الخوارزمية المقترحة

تتضمن الخوارزمية المقترحة مجموعة من النقاط يمكن تلخيصها بما ياتي

1- البداية.

2- قراءة ملف الذي يحتوي على الصورة المطلوب معالجتها .

3- حساب المدرج التكراري للصورة (وذلك من خلال حساب مجموع النقاط المضيئه عند كل تدرج من التدرجات الرماديه المحصوره بين (0-255).

4- حساب دالة كثافة احتمال لكل تدرج رمادي كما موضح بالمعادلة (4):

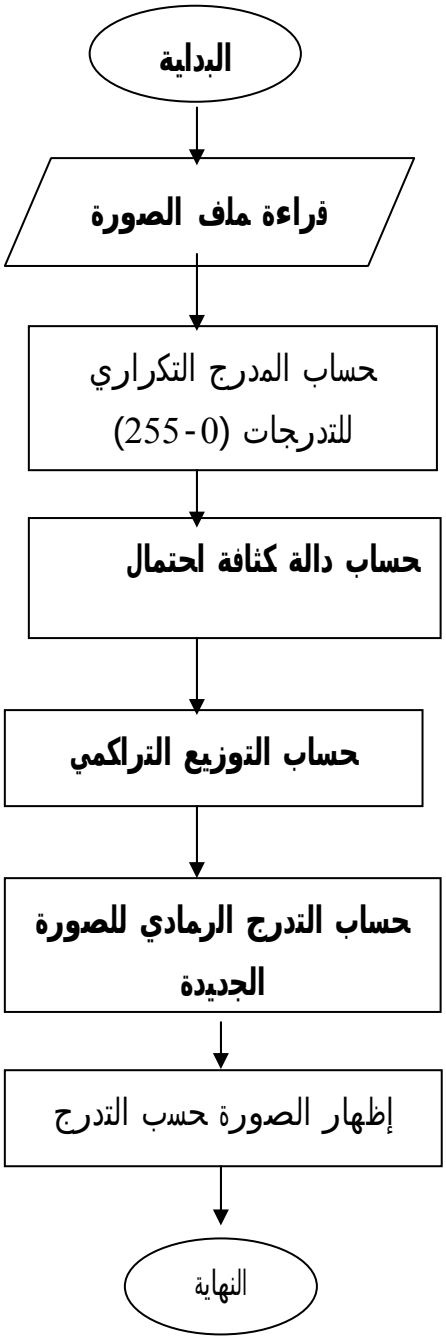
5- من خلال المعادله المقترحه كداله تحويل يتم تغيير القيم الجديده للتدرجات الرماديه وذلك بتقريب القيم لاقرب عدد عشري لحساب التوزيع التراكمي باستخدام المعادلة:

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^{k} \frac{n_j}{n} \text{.....(12)}$$

$$0 < r_k < 1$$

حيث ان : $k = 0,1,2,\ldots\ldots L-1$

6 – تتم اعادة بناء الصورة بالاعتماد على التدرجات اللونية الجديدة من خـلال رسم النقاط الجديدة بالاضاءة المناظرة لها كما مبين بالصورة الموضـحه بالشـكل (6) . والشكل (4) يمثل المخطط الانسيابي للخوارزمية



الشكل (4): المخطط الانسيابي للخوارزمية المطبقة في البحث

4. النتائج التي تم الحصول عليها عند التطبيق على الصورة

افترض أن صورة فيها عدد النقاط الضوئية (100) وفيها 10 مستويات رمادية، لها التوزيعات الرمادية المبينة في الجدول (1)، إن المدرج التكراريHistogram لهذه المستويات:

الجدول (1): عدد النقاط

r_k	n_k	$pr(r_k)=n_k/n$
r0=0	13	13/100=0.13
r1=1/10	15	0.15
r2=2/10	20	0.2
r3=3/10	15	0.15
r4=4/710	12	0.12
r5=5/10	10	0.1
r6=6/10	5	0.05
r7=7/10	5	0.05
r8 =8/10	2	0.02
r9= 9/10	3	0.03

يتم الحصول على دالة التحويل باستعمال المعادلة(11)، على سبيل المثال:

$$s_0 = T(r_0) = \sum_{j=0}^{1} p_r(r_j)$$
$$= 0.13$$
$$s1 = p_r(r_0) + p_r(r_1)$$
$$= 0.28$$

بشكل مشابه

S2=0.28+0.15=0.48
S3=0.48+0.20=0.63
S4=0.63+0.12=0.75
S5=0.75+0.1= 0.85
S6=0.85+0.05= 0.9
S7=0.9+0.05 =0.95
S8=0.95+0.02=0.97
S9=0.97+0.03=1

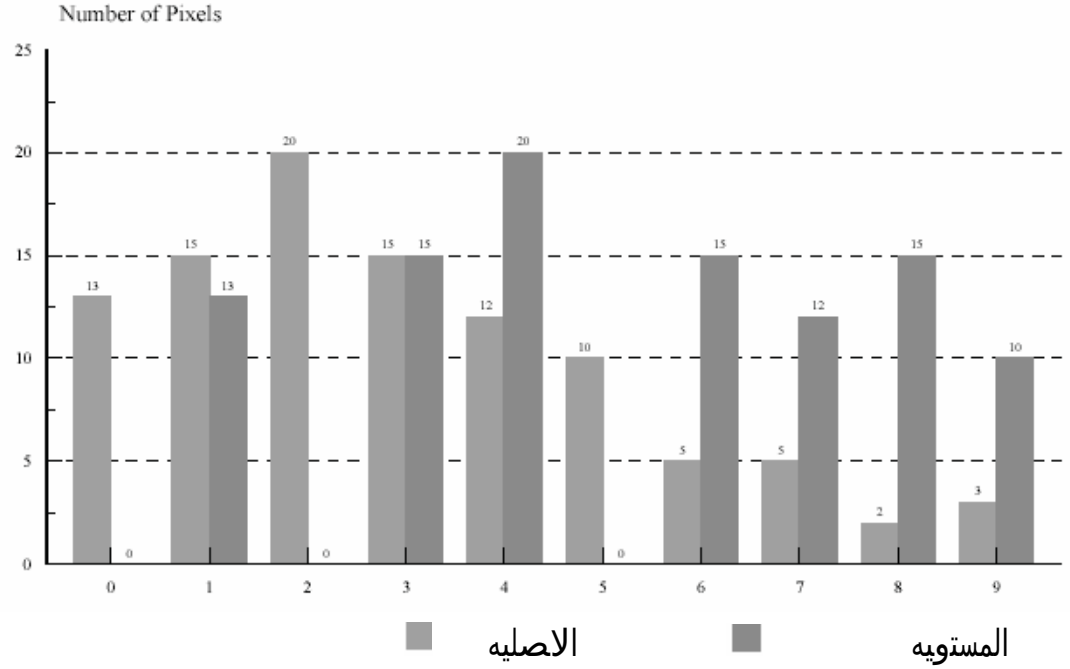
نظراً لانه يسمح في هذه الحالة لتسعة مستويات رمادية-كما افترضـنا لمستويات الصورة- فقط نضرب القيم في (9) ثم تنسب كل قيمة من القيم المحولة لاقرب مستوى صحيح، كما موضح بالجدول (2) :

الجدول (2): يبين القيم لدالة التحويل والتقريب والمستويات الجديدة للمدرج

التدرج الرمادي الجديد	تعبير القيم	التقريب	عدد النقاط عند التدرج الجديد
S0	0.13*9=1.17	1	13
S1	0.28*9=2.61	3	15
S2	0.48*9=4.32	4	20
S3	0.63*9=5.67	6	15
S4	0.75*9=6.75	7	12
S5	0.85*9=7.65	8	15=10+5
S6	0.90*9=8	8	15
S7	0.95*9=8.55	9	10=5+2+3
S8	0.97*9=8.73	9	10
S9	1.0*9=9	9	10

يلاحظ انه توجد تسعة مستويات رمادية فقط للمدرج التكراريHistogram، وعند اعادة معالجتها تنتج المستويات المذكورة في الجدول(2). ويمكن ملاحظتها

في المدرج التكراريHistogram المبين في الشكل (5) للقيم الأصلية للصورة والقيم المستوية التي تم الحصول عليها .



شكل (5) يبين القيم الاصلية والقيم الجديده

عند تطبيق الخوارزمية على الصورة في الشكل (6)أ تم الحصول الشكل (6)ب الذي يمكن ملاحظة كثيرا من المعلومات المخفية فيه.

(ا) (ب)

الشكل (6) يمثل الصورة التي تم اجراء التحسين عليها

5. الاستنتاجات:

تبين من خلال التطبيق العملي للخوارزميات المذكوره ضمن متن البحث انه:

- يمكن الاعتماد على المدرج التكراري في تحسين الصورة دون الاهتمـام بمدى التوزيع اللوني للتدرجات الرماديه

- يمكن الاعتماد على المدرج التكراري في اظهار المعالم المخفيـة خلـف التدرجات اللونية المتقاربة، وذلك لكونها تحتاج إلى عمليات حسابيه بسيطة .علـى عكس طرائق تحسين الصور الاخرى التي تعتمد على امرار مرشحات تردد واطئ او متوسط على الصورة التي تحتاج الى عمليات حسابيه أكثر تعقيدا وتستغرق زمن تنفيذ عال .

- إن استخدام طريقة المدرج التكراري يمكن ان يفسر كثيرا مـن المعلومـات التي تم اخفاؤها داخل الصورة، وذلك من خلال تحليل خصائص المدرج التكراري.

- ان الصور الطبيعيه المثالية تكون ذات توزيع طبيعي للتـدرجات الرماديـة (Normally distributed) التي تتم عليه دراسة المدرج التكراري تبين مـدى قرب تلك الصور من الوضع الطبيعي بشكل منتظم.

6. **الاعمال المستقبليه**

سيتم اجراء بحث عن طريق اظهار المعلومات المخفية للصور الرقمية باسـتخدام تحويلات المويجه ، ومن ثم اجراء مقارنه مع طريقة المدرج التكراري والاسـتفاده من المزايا والعيوب لكلا الطريقتين .

7. المصادر :

[1]Cooper, (2002) "Modifications retinex to reset nonlinearity and implement segmentation constraints" The Human Vision and Electronic Imaging VII Conference, Vol 4662, pp. 349-357, 2002.

[2] Gonzalez R. C. and paul W (1977) "Digital Image Processing" Addition wesley publishing company inc 2nd edition.

[3] Meylan, L. (2002) "Color image enhancement using a Retinex-based adaptive filter" Master thesis in computer science at EPFL

[4] Starck, J. L, Murtagh, F.. Candès, E. J and. Donoho David L . (2003) "Gray and Color Image Contrast Enhancement by the Curvelet Transform" IEEE Transactions on IMAGE PROCESSING, Vol. 12, NO. 6.

[5] Wu.C, , Zhixin Shi _ and Venu G. (2004) "Fingerprint Image Enhancement Method Using Directional Median Filter Center" State University of New York at Bu_alo Bu_alo, NY 14260

[6] Wu . Q, M. A. Schulze,and K. R. Castleman (1998)"Streetable Pyramid Filters for Selective Image Enhancement Applications" puplished by Castleman Perceptive Scientific Instruments, Inc. 2525 South Shore Blvd. Ste. 100League City, TX 77573, USA