Development of Traditional Algorithm Used in Denoising to Enhance Contrast of the Color Images

Hanan Hamid Ali Esraa Abd Al-Majed Asmaa Nadhim Rahma Saleem
hanan_hamidali@uomosul.edu.iq

College of Computer Sciences and Mathematics
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 15/10/2012

Accepted on: 30/01/2013

ABSTRACT

With the evolution of life and complexity there is a need to use the images in many scientific fields weather forecast, medical, engineering, and the fact that these images are a lot of distortion during capture due to the availability of cameras and Rate in abundance and in the hands of people who do not have enough experience in how to capture images in terms of quality lighting and distribution has become important use a variety of methods to improve these images show the best form of these methods and improve the image contrast (Contrast Enhancement).

In this research applied traditional algorithm filter to improve the **Adaptive Contrast Enhancement Global Filter (ACE _mean)** and has been the development of this algorithm to a new two Hybrid algorithms to improve the contrast Enhancement (**Median Contrast Enhancement ACE_median**) and the other algorithm is (**Max & Min Contrast Enhancement ACE_max&min**). the two hybrid algorithms obtained from merging two available methods, first is the traditional algorithm (ACE_mean) with the second methods of another practice in improving the image is (**Smoothing Images Enhancement**) which is used to removing the noise from images .the results of each method were compared with the results of other algorithms to show the best of them.

Keyword: Contrast, Adaptive Contrast Enhancement Global Filter.

تطوير طريقة تقليدية مستخدمة في رفع الضوضاء لتحسين تباين الصور الملونة

حنان حامد علي إسراء عبد المجيد أسماء ناظم رحمة سليم

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ قبول البحث: 2013/01/30

تاريخ استلام البحث: 2012/10/15

المخلص

مع تطور الحياة وتعقدها ظهرت الحاجة إلى استخدام الصور في كثير من المجالات العلمية كالفضائية والطبية والهندسية، ولكون هذه الصور تتعرض لكثير من التشويه أثناء التقاطها نتيجة توفر الكاميرات والجوالات بكثرة وبأيدي أشخاص لا يملكون الخبرة الكافية في كيفية التقاط الصور من ناحية جودة الإضاءة وتوزيعها فأصبح من المهم استخدام أساليب متنوعة لتحسين إظهار هذه الصور بأفضل شكل ومن هذه الأساليب تحسين تباين الصور (Contrast Enhancement) [5].

تم في هذا البحث باستخدام برنامج matlab (2008) تطبيق مرشحات خوارزمية تقليدية وهي مرشح تحسين التباين المتكيف العام (ACE _mean) Global Contrast Enhancement Filter ثم تم تطوير هذه الخوارزمية إلى خوارزميتين مقترحتين جديدتين هما خوارزمية تحسين التباين الوسيط (Median Contrast)

(Enhancement) والأخرى خوارزمية تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى (Max & Min Contrast Enhancement) وهما خوارزميتان هجينيتان نتجتا من دمج الخوارزمية التقليدية الأولى مع أسلوب ثاني متبع في تحسين الصور هو تنعيم الصور (Smoothing Images) من خلال إزالة الضوضاء وهما خوارزمية التنعيم الوسيط (Median Smoothing) وخوارزمية التنعيم للقيمة الكبرى والصغرى (Max & Min Smoothing) والتي تسمى في بعض الأحيان بخوارزمية التنعيم المحافظ (Conservative Smoothing) [7][11]. نتائج كل طريقة تمت مقارنتها مع النتائج المحصلة من الخوارزميات الأخرى لبيان الأفضل من بينهم وتبين أن الخوارزميتين المقترحتين أفضل من ناحية تحسين تباين الإضاءة من نتائج الخوارزمية التقليدية.

الكلمات المفتاحية: تباين، مرشح تحسين التباين المتكيف العام.

1 المقدمة

نتيجة التقدم الكبير الذي حصل في الآونة الأخيرة في شتى المجالات فقد لاحظ الجميع الإقبال الشديد على البرامج المتعلقة بالصورة ووضوحها لذلك أصبح الاهتمام بمبادئ معالجة الصور وتحسين ظهورها من الأمور الضرورية للتعامل مع الصور قبل استخدامها في كثير من المجالات مثل الطبية وتحليلات الأنواء الجوية وكشف المخالفات المرورية والتعرف على هويات الأشخاص [5]. لذلك تم اختيار مجال البحث للتوصل إلى خوارزميات مطورة يمكن من خلالها تحسين الصور المتضررة جراء سوء توزيع الإضاءة (Contrast) وبذلك تخدم الغرض من البحث.

2 هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى تطبيق خوارزمية التباين عملياً على الصور الرقمية الملونة واستنتاج خوارزميات جديدة من خلال دمجها مع خوارزميات مستخدمة في الأصل لرفع الضوضاء من الصور وذلك للحصول على خوارزميات جديدة تستخدم لغرض تحسين نسبة التباين للصور مما يجعل الصور تبدو بشكل أفضل وأوضح من ناحية توزيع إضاءتها.

3 الأعمال السابقة

بعد ازدياد الاهتمام بالصور والتعامل معها ازدادت الدراسات التي تهتم بالعمليات التي تتم على الصور ومنها تحسين تباين إضاءة الصور ومن هذه الدراسات ما يعتمد على طرائق تقليدية معروفة مثل تحسن التباين بواسطة المخطط التكراري (Histogram) لزيادة أو نقصان التباين، [10] لكن هذه الطريقة تحتاج لكثير من الخطوات كعمل جدول يمثل قيم المخطط التكراري للصورة ثم إيجاد القيم الأفضل لتحسين التباين ومن ثم تحديث قيم الصورة بالاعتماد على القيم القديمة والحديثة وهذا العمل يأخذ الكثير من الوقت في الحسابات، كما بين كارتك وآخرون إن هذه الطريقة لا تقدم دائماً نتائج جيدة خصوصاً إذا كانت نسبة التباين كبيرة في الصورة، [8] أما طرق التباين المحلية (Local Contrast) فمعظمها يعتمد على تجزئة الصور إلى مقاطع (segment) والعمل عليها وهذا أيضاً يستغرق وقتاً أكبر من الطريقة العامة (Global Contrast) المتبعة في هذا البحث. كما اعتمد الباحثون على التخمين لإيجاد معدل التباين وهذا الأسلوب قد لا يحسن تباين الصور في بعض الأحيان، [8].

4 التباين

وهي عملية معالجة تجرى على بيانات الصور الرقمية يتم فيها تحسين البيانات واستبدالها ببيانات جديدة تصبح فيها الصورة أكثر وضوحاً مما يسهل عملية تفسير محتويات الصورة والتعرف على الأهداف التي تغطيها بدقة أكبر. وتتضمن هذه العملية تقنيات تهدف إلى زيادة الفوارق البصرية بين المعالم في الصورة. ومن هذه التقنيات التحسين الإشعاعي للصورة بتقنيات تمديد التباين وتحسين الصورة المكاني باستخدام تقنيات الترشيح والتحسين الطيفي للصورة باستخدام تقنيات تحويل بيانات الصورة الرقمية أي أن تحسين التباين هو إعادة توزيع الإضاءة بشكل منتظم في الصورة ان عملية تحسين الإضاءة تعتبر من العمليات الأولية (Pre-Processing) الهامة في مختلف تطبيقات معالجة الصورة إذ قد تكون الإضاءة سيئة عند النقاط الصورة فلا تظهر الملامح بشكل جيد وكذلك في أنظمة مراقبة الحركة إذ أن تغيرات الإضاءة تؤدي إلى زيادة معدل الكشف الخاطئ للحركة [2].

5 طرائق تحسين تباين الصور

تم في هذا البحث إتباع طرائق لتحسين تباين الصور تعتمد على تقنية اعتماد نقاط الصورة كلها في استنتاج قيمة النقطة الجديدة ومن هذه الطرائق طريقة تقليدية المتعارف عليها والمتبعة علمياً وهي طريقة مرشح تحسين التباين المتكيف العام (Global Contrast Enhancement Filter (Ace_mean))، وطريقتان جديدتان مقترحتان الأولى هي تحسين التباين الوسيط (Median Contrast (Ace_median)) وطريقة ثانية هي تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى (Max & Min (Ace_maxmin)) وطريقتان الأخيرتان مطروقتان في أسلوب ثاني لتحسين الصور هو تنعيم الصور (Smoothing Images) من خلال إزالة الضوضاء [2][5][9][11].

5.1 طريقة تحسين التباين المتكيف العام Ace_mean

هي اختصار لـ (Global Adaptive Contrast Enhancement) وهي من الطرائق التقليدية التي تعتمد على متغيرات عامة يتم حسابها ومن ثم تطبيقها على جميع نقاط الصورة كمصفوفة واحدة ولا يتم تجزئة الصورة إلى مقاطع (window) هذه المتغيرات هي حساب المعدل العام للصورة (mean) ثم استخدام هذه القيمة في حساب الانحراف المعياري وحساب معادلة تحسين تباين كل نقطة من نقاط الصورة [8][10].

5.2 طريقة تحسين التباين الوسيط Ace_median

وهي طريقة هجينة مستنبطة من إحدى طرق إزالة الضوضاء (noise enhancement) وهي طريقة المعدل الوسيط (median) [4][5][7][11] مع طريقة تحسين التباين المتكيف العام السابقة إذ تتشابه خطوات هذه الطريقة مع السابقة ولكن يتم استبدال طريقة حساب المعدل (mean) إذ هنا بدل حساب مجموع نقاط الصورة وتقسيم المجموع على عدد النقاط يتم ترتيب جميع نقاط الصورة إما تصاعدياً أو تنازلياً واستخراج القيمة الوسطية (median) منهم ثم تحويل معادلات تحسين التباين بأن يستبدل قيمة المعدل بهذه القيمة الوسطية.

5.3 طريقة تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى Ace_maxmin

وهي طريقة هجينة ومطورة أيضاً عن الطريقة الأولى التقليدية (Ace_mean) إذ تتشابه خطواتها مع خطوات الطريقة الأولى باستثناء طريقة حساب المعدل (mean) إذ هنا يتم إيجاد أكبر قيمة من بين نقاط الصورة كلها (max) وكذلك إيجاد أصغر قيمة (min) ثم جمع النقطتين وتقسيم الناتج على (2) ثم تحويل معادلات تحسين التباين بأن يستبدل قيمة المعدل العام (mean) بقيمة معدل النقطتين المحسوبة وهذه الطريقة هي إحدى

طرق إزالة الضوضاء (noise enhancement) [5][7] والتي تسمى بخوارزمية التنعيم للقيمة الكبرى والصغرى (Max & Min Smoothing) وبذلك تكون هذه الطريقة هجينة بين الأسلوبين.

6 التطبيق العملي

6.1 خوارزمية تحسين التباين المتكيف العام Ace_mean

وتشمل الخطوات التالية:

1. قراءة الصورة ذات الإضاءة السيئة ومن ثم حساب المعدل العام للصورة (mean) وذلك بجمع كل نقاط الصورة وتقسيم الناتج على حجم الصورة وذلك حسب المعادلة التالية [3]:

$$\text{mean} = \frac{1}{m \times n} \sum i(m, n) \quad \dots(1)$$

2. حساب الانحراف المعياري (standard deviation) للصورة وذلك بإيجاد فارق كل نقطة من نقاط الصورة مع قيمة المعدل العام للصورة والمحسوب في معادلة رقم (1) ثم جمع كل النتائج بعد تربيع هذا الفارق ومن ثم تقسيمه على حجم الصورة ثم حساب قيمة الجذر التربيعي وذلك حسب المعادلة الآتية [10]:

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{1}{m \times n - 1} \sum (i(m, n) - \text{mean})^2} \quad \dots(2)$$

3. حساب معادلة تحسين التباين (Ace) لكل نقطة من نقاط الصورة ومن ثم عرض الصورة الناتجة بعد تطبيق معادلة تحسين التباين لجميع نقاط الصورة وحسب المعادلة التالية [10]:

$$\text{Ace}(m, n) = k1 \left[\frac{\text{mean}}{\text{sd}} \right] [i(m, n) - \text{mean}] + k2 * \text{mean} \quad \dots(3)$$

إذ تمثل:

$k1, k2$: قيم متغيرات تكون قيمها مابين (0 - 1).

m, n : عدد صفوف وأعمدة الصورة.

6.2 خوارزمية تحسين التباين الأوسطي Ace_median

وتشمل الخطوات التالية:

1. قراءة الصورة ذات الإضاءة السيئة ومن ثم استخراج القيمة الوسطية من بين جميع نقاط الصورة وذلك بعمل ترتيب تصاعدي (sorting) لجميع نقاط الصورة ثم اخذ القيمة الوسطية من بينها.

2. حساب الانحراف المعياري (sd) للصورة لكن بدل استخدام قيمة المعدل mean يتم استخدام القيمة الأوسطية median المحصلة من الخطوة السابقة وحسب المعادلة:

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{1}{m \times n - 1} \sum (i(m, n) - \text{median})^2} \quad \dots(4)$$

3. حساب معادلة تحسين التباين (Ace) لكل نقطة من نقاط الصورة ومن ثم عرض الصورة الناتجة بعد استبدال قيمة المعدل بالقيمة الأوسطية المحصلة من الخطوة الأولى وقيمة الانحراف المعياري الجديدة لتكون المعادلة كما يأتي:

$$\text{Ace median}(m, n) = k1 \left[\frac{\text{median}}{\text{sd}} \right] [i(m, n) - \text{median}] + k2 * \text{median} \quad \dots(5)$$

6.3 تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى Ace_maxmin

وتشمل الخطوات التالية:

1. قراءة الصورة ذات الإضاءة السيئة ومن ثم إيجاد أعلى (max) وأقل (min) قيمة من بين قيم نقاط الصورة ثم حساب معدل النقطتين وذلك حسب المعادلة الآتية:

$$\max_{mi} = (\max + \min) / 2 \quad \dots(6)$$

2. حساب الانحراف المعياري (sd) للصورة لكن بدل استخدام قيمة المعدل mean يتم استخدام القيمة maxmi المحصلة من الخطوة السابقة وحسب المعادلة الآتية:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{m \times n - 1} \sum (i(m,n) - \max_{mi})^2} \quad \dots(7)$$

3. حساب معادلة تحسين التباين (Ace) لكل نقطة من نقاط الصورة ومن ثم عرض الصورة الناتجة بعد استبدال قيمة المعدل بالقيمة (maxmi) المحصلة من الخطوة الأولى وقيمة الانحراف المعياري الجديدة من الخطوة الثانية لتكون المعادلة كما يأتي:

$$Ace \max_{mi} (m,n) = k1 \left[\frac{\max_{mi}}{sd} \right] [i(m,n) - \max_{mi}] + k2 * \max_{mi} \quad \dots(8)$$

7 النتائج

لقد تم تطبيق الخوارزميات الثلاثة على نوعية الصور ذات الامتداد (jpg) وبواقع عشرة صور لكل خوارزمية وبقيمة (0.9) للمتغير k1 وقيمة (1.0) للمتغير k2 إذ تبين بعد التجربة أنهما أفضل قيمتين لهذين المتغيرين لاحظ الشكل رقم (1).

شكل (1). نتائج تطبيق خوارزميات تحسين التباين

A الصورة الأصلية B الصورة المضطربة C الصورة الناتجة من تطبيق Ace_mean
D الصورة الناتجة من تطبيق Ace_median E الصورة الناتجة من تطبيق Ace_maxmin

لبيان مدى جودة الصور المحصلة بعد تطبيق خوارزميات تحسين التباين يتم استخدام مقياس RMS_e (root mean square error) إذ يمثل عملية مقارنة ما بين النتائج المحصلة من تطبيق الخوارزميات كل على حدة مع الصورة الأصلية، لاحظ النتائج في الجدول (1).

إن معادلة RMS_e تمثل رياضياً المسافة الإقليدية والتي تجد التباين بين نقطتين صورتين قبل المعالجة وبعدها والمعادلة هي [10]:

$$RMS_e = \sqrt{\frac{1}{m \cdot n} \sum_{r=0}^{m-1} \sum_{c=0}^{n-1} [I'(r, c) - I(r, c)]^2}$$

إذ تمثل I' الصورة الناتجة بعد التطبيق I ، تمثل الصورة الأصلية، $m \cdot n$ حجم الصورة الكلي.

جدول (1). يمثل قيمة الفروقات للصور عند تطبيق الخوارزميات الثلاثة لنوع الصور ذات الامتداد (jpg)

رقم الصورة	خوارزمية تحسين التباين المتكيف العام (المعدل)	خوارزمية التباين الأوسطي	خوارزمية تباين القيمة الكبرى والصغرى
im1	83.3314	43.4674	68.0274
im2	56.8705	41.4070	40.2021
im3	49.2352	21.0163	46.3344
im4	60.2381	31.3258	57.4020
im5	44.1662	36.3561	28.6881
im6	54.8733	21.4472	51.8338
im7	45.8716	22.8581	44.2332
im8	66.6571	25.2867	61.8914
im9	44.2675	30.6809	42.6019
im10	32.8488	21.7681	40.2100

وللتأكد من جودة نتائج الصور المحصلة يمكن استخدام مقياس آخر هو (NCC) وهو مقياس معامل الارتباط (Normalization Correlation Coefficient) والذي يستخدم لقياس قوة واتجاه العلاقة بين مجموعتين أي بمعنى يقيس العلاقة بين الصورة الأصلية والصورة الناتجة وتشير إشارة القيمة إلى اتجاه الارتباط (ارتباط طردي أم عكسي) أي يوجد تقارب أم تباعد بين الصورتين وتكون النتيجة ما بين الفترة $[-1, 1]$ وكلما كانت القيمة قريبة من 1 بمعنى النتيجة أفضل أي العلاقة طردية ما بين الصورتين والعكس إذا كانت النتيجة قريبة من -1 أي لا يوجد تقارب والعلاقة عكسية بين الصورتين، لاحظ نتائج الجدول (2). إن معادلة معامل الارتباط هي [1][6]:

$$NCC = \frac{\sum_{x,y} P(x,y) P^-(x,y)}{\sqrt{\sum_{x,y} P^2(x,y)}}$$

إذ تمثل $p(x,y)$ النقطة الأصلية، $p^-(x,y)$ النقطة المحسنة.

جدول (2). يمثل قيم مقياس NCC عند تطبيق الخوارزميات الثلاثة لنوع الصور ذات الامتداد (jpg)

رقم الصورة	خوارزمية تحسين التباين المتكيف العام (المعدل)	خوارزمية التباين الأوسطي	خوارزمية تباين القيمة الكبرى والصغرى
im1	0.7857	0.7874	0.9011
im2	0.7975	0.8407	0.9224
im3	0.9391	0.9447	0.9526
im4	0.8874	0.8839	0.9415
im5	0.8461	0.8968	0.9867
im6	0.9425	0.9361	0.9607
im7	0.9683	0.9477	0.9771
im8	0.9718	0.9688	0.9850
im9	0.9239	0.9368	0.9569
im10	0.9231	0.9347	0.9232

8 الخاتمة والاستنتاجات

تم تطبيق خوارزميات تحسين التباين التقليدية والمطورة على عدد من الصور الملونة ذات أحجام مختلفة وأشكال مختلفة (انظر ملحق A) وتم التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

1- تمت ملاحظة تفاوت كبير في قيم نتائج مقياس (RMSe) بعد تطبيق الخوارزميات الثلاثة على الصور إذ كانت طريقة تحسين التباين الأوسطي أفضل طريقة وذات كفاءة عالية في تحسين تباين الصور إذا ما قورنت مع الخوارزميتين الأولى والثالثة في حوالي (8) صور من أصل عشرة صور وهذه الطريقة هي مطورة عن الطريقة التقليدية الأولى ثم تليها الخوارزمية الثالثة تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى إذ حسنت صورتين من أصل عشرة صور وهي أيضا طريقة مطورة عن الخوارزمية التقليدية الأولى، لاحظ الشكل (2).

2- عند ملاحظة قيم الجدول رقم (1) نلاحظ انه عندما تكون الصورة محسنة بشكل أفضل بطريقة الخوارزمية المطورة تحسين التباين الأوسطي تكون بفارق كبير عن قيم الطريقتين الأولى والثالثة أي أن تحسينها للصور بشكل ممتاز بينما الطريقة الثالثة يكون التحسن بمقدار ضئيل والطريقة الأولى التقليدية لم تحسن جودة الطريقتين المقترحتين.

3- من ملاحظة قيم الجدول (2) الذي يمثل قيم معامل الارتباط NCC كانت خوارزمية تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى أفضل بحوالي (9) صور من أصل عشرة وصورة واحدة أفضل بطريقة تحسين التباين الأوسطي علما أن الطريقتين مقترحتين وليستا تقليديتين مع ملاحظة أن هذا المقياس لا يبين مدى التحسن بشكل كبير إذ نلاحظ إن جميع القيم متقاربة لأن أصل المقياس يعطي نتائج ما بين (-1,1) أي ليس بالمدى الكبير، لاحظ الشكل (3).

الشكل (2). مخطط بياني يوضح مقدار الاختلاف في تحسين التباين للخوارزميات الثلاثة لمقياس RMSe

الشكل (3). مخطط بياني يوضح مقدار الاختلاف في تحسين التباين للخوارزميات الثلاثة لمقياس NCC

المصادر

- [1] الخياط، باسل يونس، (2010)، "مدخل إلى المحاكاة التصادفية الحاسوبية ونمذجتها باستخدام MATLAB"، دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- [2] صلاحو، محمد نجيب، "طرق تحسين الصورة الرقمية"، كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية، جامعة حلب. <http://www.eng2all.net/vb/t40959.html>.
- [3] علي، حنان حامد، (2008)، "خوارزمية هجينة للتخلص من ضوضاء الصور"، مجلة علوم الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات، المجلد الخامس، العدد الأول، جامعة الموصل.
- [4] Gomes, J., and Velho L., (1997), "Image Processing for Computer Graphics", Translated by Silvio L., springer, inc.
- [5] Gonzalez, Rafael E., (2002), "Digital Image Processing", 2nd edition, publisher: prentice-Hall.
- [6] Katzenbeisser, S.,and Petitcolas, F., (1999), "Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking", Artech House, Boston London.
- [7] Robert, F.; Simon P., and Walker A., (2003), "Digital Filters" <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/filtops.htm>.
- [8] Subr, K.; Majumder, A., and Sandy, I., "Greedy Algorithm for Local Contrast Enhancement of Images ",University of California. <http://www.springerlink.com/content/yhu486x7mu124r66>.
- [9] Tinku, A., and Ajoy, K., (2005), "Image Processing Principles and Application", WILEY – Interscience USA.
- [10] Umbaugh, Scott E. ,(1998) ,"Computer Vision and Image Processing a Practical Approach using CVIP Tools", Prentice Hall PTR.
- [11] William, K., (2007), "Digital Image Processing", Fourth Edition, Wiley & Sons. Inc. Publication.

ملحق (A)

مجموعة الصور ذات الامتداد (jpg) التي تم استخدامها في البحث لبيان مدى تنوعها في الشكل واللون والحجم إذ تمثل A الصورة الأصلية ، B الصورة المضببة ، C الصورة الناتجة من تطبيق الخوارزمية الأولى تحسين التباين المتكيف العام ، D الصورة الناتجة من تطبيق الخوارزمية الثانية تحسين التباين الأوسطي، E الصورة الناتجة من تطبيق الخوارزمية الثالثة تحسين تباين القيمة الكبرى والصغرى. لاحظ أرقام الصور وقيم (RMS_e) في الجدول رقم (1).

Im5 A

B

C

D

E

Im6 A

B

C

D

E

Im7 A

B

C

D

E

Im8

A

B

C

D

E

Im9

A

B

C

D

E

Im10

A

B

C

D

E