

تحسين الصور الرقمية باستخدام التحويل الجيبي المنقطع DCT

Digital Image Enhancement Using Discrete Cosine Transform (DCT)

حسين عبد الكريم يونس

hussain394@yahoo.com

كلية التربية للبنات، جامعة البصرة

المستخلص

يهدف البحث إلى إجراء عملية تحسين للصور الرقمية المشوهة باستخدام أحد طرق التحسين الترددي. حيث تم استخدام دالة التحويل الجيبي المنقطع (DCT) Discrete Cosine Transform باعتبارها أحد طرق التحسين الترددي، وقد تم الحصول على نتائج جيدة باستخدام هذه الطريقة.

حيث تم تحسين الصور العادية ذات التدرج الرمادي (Gray scale)، التي تحتوي على تشوهات والحصول على نتائج صور محسنة.

الكلمات المفتاحية: الصور الرقمية، تحسين الصورة، دالة التحويل الجيبي المنقطع، PSNR،UQI،SSIM.

١. المقدمة Introduction

تلعب الصور دوراً هاماً اليوم في تطبيقات الحاسب، كما هو معروف بأن الصورة قد تكون خيراً من ألف كلمة وهذه حقيقة في توصيل وعرض البيانات على الحاسب، أحيانا تكون الضرورة ملحة إلى استخدام الصور. اليوم تعتبر الصور هي الركيزة الأولى الأساسية في عالم برمجة الوسائط المتعددة التي تستخدم الصورة على مدى واسع الآن في برمجة الرسوم المتحركة والعباب الفيديو التي انتشرت على مدى واسع وبسرعة عالية [2].

ومن هنا تظهر أهمية معرفة كيفية برمجة الصورة. أيضا من العمليات التي يمكن الاستفادة منها في الصور هي معالجة الصورة ، والمقصود هنا بمعالجة الصورة هو إجراء بعض العمليات الحسابية ينتج عنها شكل جديد من الصورة مثل الدوران والتكبير والتصغير وضبط الإضاءة والتباين والتلوين وتحسين الصور وحذف الضوضاء منها وغيرها من العمليات العديدة. فاعلم المواقع الالكترونية تحتاج الى صور لتنتشر المعلومات وكذلك اغلب المحال التجارية والاسواق تحتاج الى اعلانات تطعم بصور تكون واضحة للناس المارة.

قام موسى كاظم محسن واخرون [1] بتطوير مرشح يقوم بإزالة الضوضاء الكاوسية ويعتمد هذا المرشح على فكرة تحسين المواقع الحافية للصور الناتجة من مرشح كفوء وهو مرشح تحليل المكونات الرئيسية وتجميع عناصر الصورة المحلية *Principal component analysis Local pixel grouping filter* (PCA) وباستخدام المرشح الثنائي ومؤثر سويل. في هذا البحث تم اقتراح طريقة لتحسين الصورة وازالة التشويه باستخدام التحويل الجيبي المنفصل.

٢. طرق تحسين الصور *Image Enhancement Methods*

إن الهدف الرئيسي من تقنيات تحسين الصور هو معالجة أية صورة بحيث تكون الصورة الناتجة افضل من الصورة الأصلية بالنسبة لتطبيق معين . إن طرق تحسين الصور تقسيم إلى قسمين [4]:

طرق المجال المكاني *Spatial domain methods* وطرق المجال الترددي *Frequency domain methods* إن المجال المكاني يشير إلى الفضاء نفسه والطرق من هذا النوع مبنية على التعامل المباشر مع عناصر الصورة *pixels* في الصورة ، بينما تقنيات معالجة المجال الترددي مبنية على تحويل الصورة *transform* من المجال المكاني الى المجال الترددي.

١,٢ طرق المجال المكاني *Spatial Domain Methods*

إن مصطلح المجال المكاني يشير إلى عناصر متجاورة مكونة صورة وطرق المكاني هي إجراءات تعمل مباشرة على عناصر الصورة تلك . ويمكن التعبير عن معالجة الصورة في المكاني داليا كالاتي :

$$g(x,y)=T[f(x,y)] \quad \dots(1)$$

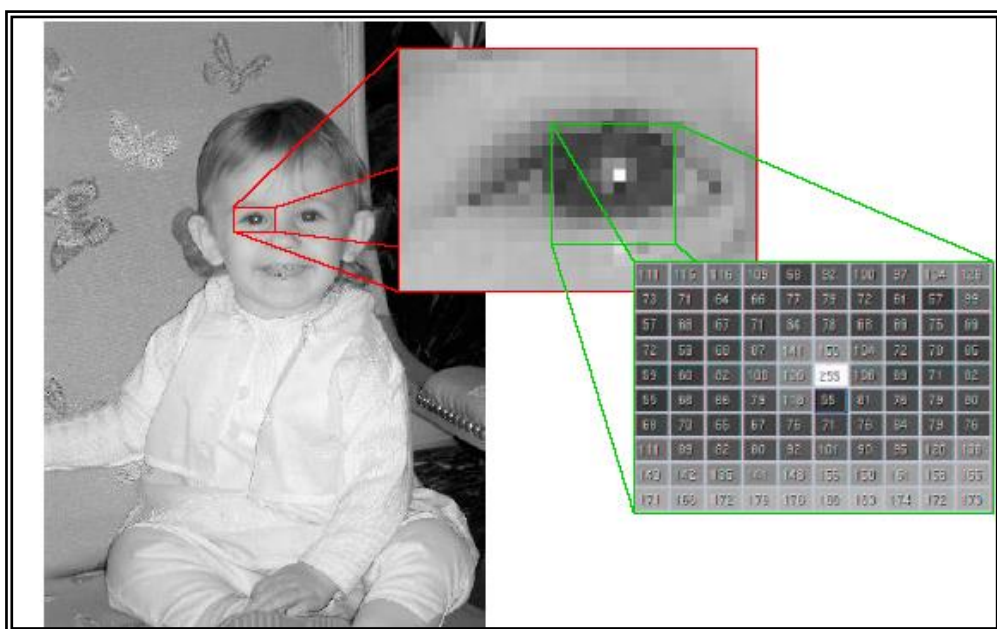
حيث إن: $f(x,y)$ هي صورة المدخلة Input Image

$g(x,y)$ هي الصورة بعد المعالجة (المحسنة).

T هي أية عملية على f معرفة على بعض المتجاورات neighborhoods

بالإضافة إلى إن T يمكن أن تعمل على مجموعة من الصور المدخلة مثل جمع عنصر صورة مع عنصر صورة Pixel-by- Pixel من m لذلك لتقليل الضوضاء.

إن أهمية تعريف التجاوز neighborhoods بشكل زوج مرتب (X,Y) هو لاستخدام منطقة جزئية من الصورة بهيئة مربع او مستطيل على إن يكون المركز هو (X, Y) كما في الشكل (1).



شكل (1): المجال المكاني

ان مركز الصورة الجزئية Sub image يتحرك من عنصر صورة لآخر مبتدأ من الزاوية العلوية اليسرى وينطبق العملية على موقع (x, y) لينتج g لذلك الموقع . على الرغم من ان بعض أشكال التجاور مثل الدائرة يستخدم في بعض الاحيان ألا إن شكل المربع والمستطيل هو السائد بسبب سهولة تنفيذه.

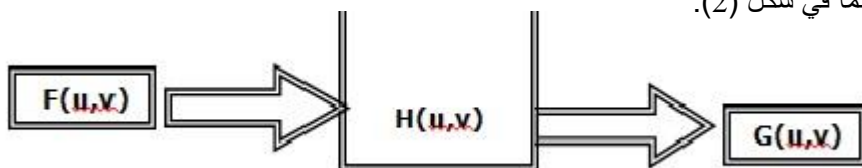
إن المتجاورات الكبيرة تسمح بدوال معالجة متنوعة على تحسين الصور بغض النظر عن تطبيق معين . إن الطريقة العامة هي السماح لقيم f في التجاوزات المعرفة مسبقاً لـ (x, y) لان تحدد قيم g عند (x, y) وان إحدى هذه الطرق متبينة على استخدام ما يسمى بالأقنعة (Masks) او (Template) أو (Window) وعادة ما يكون القناع صغيرا بشكل مصفوفة ثنائية $3*3$.

٢,٢ طرق المجال الترددي Frequency Domain Methods

في هذا النوع من الترشيح فان الترددات (frequencies) المطلوبة تمر (تترشح) وتبقى الترددات غير المطلوبة (تستبعد) ويشار للدالة $H(u, v)$ بدالة الترشيح (filter transfer function) والصورة المحولة $F(u, v)$ فان الصورة المحسنة الناتجة تكون :

$$G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v) \quad \dots(2)$$

كما في شكل (2).



شكل (2):المجال الترددي.

٣. طريقة التحسين المقترحة The Proposed Image Enhancement Scheme

الطريقة المقترحة في هذا البحث هي خوارزمية تحسين الصورة العادية المشوشة باستخدام DCT وخطواتها كالتالي:

١- تقسيم الصورة المدخلة الى كتل 8×8 .

٢- حساب تحويل الجيبى المنقطع DCT لكل كتلة وحسب المعادلات التالية [3]:-

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad \begin{matrix} 0 \leq p \leq M-1 \\ 0 \leq q \leq N-1 \end{matrix}$$

$$\alpha_p = \begin{cases} 1/\sqrt{M}, & p = 0 \\ \sqrt{2/M}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad \alpha_q = \begin{cases} 1/\sqrt{N}, & q = 0 \\ \sqrt{2/N}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases} \quad \dots(3)$$

٣- تصفير العناصر الواقعة تحت القطر الرئيسي (diagonal).

ملاحظة: الضوضاء غالباً ما توجد في المنطقة الترددات العالية.

٤- إيجاد معكوس التحويل الجيبى المنقطع IDCT لكل كتلة من الكتل وكما يلي:

$$A_{mn} = \sum_{p=0}^{M-1} \sum_{q=0}^{N-1} \alpha_p \alpha_q B_{pq} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}, \quad \begin{matrix} 0 \leq m \leq M-1 \\ 0 \leq n \leq N-1 \end{matrix}$$

$$\alpha_p = \begin{cases} 1/\sqrt{M}, & p = 0 \\ \sqrt{2/M}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad \alpha_q = \begin{cases} 1/\sqrt{N}, & q = 0 \\ \sqrt{2/N}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases} \quad \dots(4)$$

٥- إعادة تجميع الصورة.

المعيار الاول: نسبة قمة الإشارة إلى الضوضاء Pink Signal to Noise Ratio (PSNR)

في هذا المقياس الذي يعتمد على نسبة الإشارة البالغة الذروة إلى الضوضاء، يمتاز بأنه جيد في معالجة الصور وتقليل الضوضاء من الصور وهو جيد في الحفاظ على الحافات والزوايا وذلك بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{\frac{1}{MN} \sum_i \sum_j (r_{ij} - x_{ij})^2} \right] \quad \dots(5)$$

حيث $r_{i,j}$ و $x_{i,j}$ تمثل قيم العناصر لكلا الصورتين الاصلية والمعالجة ، و (MN) يمثل حجم الصورة.

المعيار الثاني : مؤشر التشابه التركيبي

Structural Similarity Image Quality Measure(SSIM)

يستند القياس فيه عن طريق تقييم ثلاثة مواضيع مختلفة وهي الاضاءة والتباين ومقارنة الهيكل العام.

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x(x, y)\mu_y(x, y) + C_1}{\mu_x^2(x, y) + \mu_y^2(x, y) + C_1} \quad \dots(6)$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x(x, y)\sigma_y(x, y) + C_2}{\sigma_x^2(x, y) + \sigma_y^2(x, y) + C_2} \quad \dots(7)$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{XY}(x, y) + C_3}{\sigma_X(x, y)\sigma_Y(x, y) + C_3} \quad \dots(8)$$

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)] \cdot [c(x, y)] \cdot [s(x, y)] \quad \dots(9)$$

حيث أن:-

$I(x, y)$: هي الاضائية او الاشرافية، $C(x, y)$ هي التباين، اما $S(x, y)$ فهي التشابه التركيبي.

المعيار الثالث: مؤشر الجودة الشامل

Universal Quality Index (UQI)

يتكون من ثلاثة عناصر المكون الأول هو معامل الارتباط بين الأصلي والمشوب في الصورة المشوية، وصورة استعادة درجة الارتباط الخطي بينهما، ومداها الديناميكي هو (-1 و 1)، العنصر الثاني مع مجموعة من (صفر-1) يقيس التقارب بين متوسط الاضاءة من الأول ويصل الحد الأقصى لقيمة 1 فيما اذا كانوا متساويين وتستخدم الانحرافات المعيارية من هاتين الصورتين أيضا لتقدير المستويات المتناقضة بينهم، العنصر الثالث هو مقياس التشابه بين مستويات التباين في الصور وهي تتراوح بين (0 و 1) و يتم تحقيق القيمة المثلى للواحد فقط، والجمع بين المعاملات الثلاث: الارتباط وتشابه متوسط الانارة والتشابه على مستوى التباين والذي يعطى بالمعادلة:

$$UQI = \frac{4\bar{I}_n\sigma_{II_n}}{(\bar{I}^2 + \bar{I}_n^2)(\sigma_I^2 + \sigma_{I_n}^2)} \quad \dots(10)$$

حيث أن:-

σ_{II_n} : التباين

σ_I : الانحراف المعياري للصورة الاصلية والمشوية.

I_n : المعدل للصورة الاصلية والصورة التي تم معالجتها.

٥. النتائج التجريبية Experimental Results

لدراسة عملية تحسين الصورة الرقمية يتم أولاً إضافة الضوضاء الكاوسية بنسب مختلفة (١٠%) وبمعدل صفري الى الصورة الاصلية لنتج صورة مشوهة وتطبيق طريقتنا المقترحة باستخدام التحويل الجيبي المنقطع. لإزالة تلك الضوضاء بعدها تم استخدام معايير الجودة المرجعية (PSNR ، SSIM ، UQI) لقياس كفاءة التحسين الحاصلة على الصورة ومقارنة الاداء لتلك المعايير، حيث تم استخدام صور رقمية رمادية قياسية بحجم (٢٥٦×٢٥٦ بكسل) وهي الصورة (١) و (٢) كما موضحة في الشكل (٣) و (٤).

بعد تشويه الصورتين المستخدمة (١) و(٢) بضوضاء كاوسية وتطبيق خوارزمية ازالة هذه الضوضاء باستخدام DCT ومن خلال التجارب التالية:

التجربة الأولى:

المدخلات صورة ١ عادية تحتوي على تشوهات (ضوضاء).

المخرجات صورة الناتجة المحسنة بعد تطبيق الطريقة المقترحة عليها والتي تبين العلاقة بين معايير الجودة (PSNR,UQI,SSIM).



(أ)



(ب)



(ج)

(ج) الصورة المحسنة باستخدام الطريقة المقترحة.

(ب) الصورة المشوهة.

شكل (٣): (أ) الصورة (١) الاصلية.

PSNR (dB)	PSNR (dB)	SSIM	SSIM	UQI	UQI
بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة	بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة	بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة
20.0609	22.2740	0.4404	0.5406	0.3844	0.4380

التجربة الثانية:

المدخلات صورة ٢ عادية تحتوي على تشوهات (ضوضاء).

المخرجات صورة الناتجة المحسنة بعد تطبيق الطريقة المقترحة عليها والتي تبين العلاقة بين معايير الجودة (PSNR،UQI،SSIM).



(أ)

(ب)

(ج)

شكل (٤): (أ) الصورة (٢) الاصلية.

(ب) الصورة المشوهة.

(ج) الصورة المحسنة باستخدام الطريقة المقترحة.

PSNR (dB)	PSNR (dB)	SSIM	SSIM	UQI	UQI
بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة	بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة	بين الاصلية والمشوهة	بين الاصلية والمحسنة
20.3419	22.4330	0.4279	0.5249	0.3127	0.3415

6. الاستنتاج Conclusion

تعتبر طريقة تحسين الصورة المقترحة في المجال الترددي طريقة جيدة لتحسين الصورة حيث يمكن الاستفادة من الترددات العالية التي تكون تحت القطر الرئيسي للصورة وهي قيم صغيرة (غير محسوسة للعين البشرية) يمكن تصفيرها والاستفادة من هذه الخاصية (الضوضاء غالباً ما توجد في المنطقة الترددات العالية). كانت قيمة PSNR اكبر للصورة المحسنة دلالة على تحسن حدث في الصورة الناتجة وازالة بعض التشويهاات الموجودة بالصورة فيما كانت قيم SSIM وقيم UIQ اكبر للصورة المحسنة دلالة على اقتراب الصورة الناتجة بعد تنفيذ الخوارزمية من الصورة الاصلية وقيمة تشويه اقل.

المصادر

- [1] موسى كاظم محسن، حازم كاطع دواي، ومحمد عبدالله جاسم، "تحسين الصورة الرقمية باستخدام معايير الجودة"، مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة، العدد 3، المجلد 23، 2015.
- [2] Baxes G. A., "Digital Image Processing: Principles and Applications", John Wiley & Sons, Inc., USA, 1994.
- [3] Gonzalez R. C., Woods R. E., "Digital Image Processing", Addison-Wesley, Inc., USA, 1992.
- [4] Umbaugh S. E., "Computer Vision and Image Processing", Prentice-Hall, Inc., USA, 1998.