

اكتشاف الحواف للصور الرقمية باستعمال خوارزمية سرب الطيور وطريقة تصميم المربع اللاتيني

هيفاء طه عبد

فرح اسماعيل أكبر

قسم الاحصاء/كلية الادارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية

haefaa_adm@uomustansiriyah.edu.iq farah.akbar@uomustansiriyah.edu.iq

مستخلص البحث:

يعتبر كشف الحواف من المراحل الأساسية في معالجة الصور الرقمية، حيث يتم تحديد المناطق المتصلة والمتجانسة استناداً الى مقياس اللون الرمادي، في هذه الدراسة تم استخدام منهجين للكشف عن الحواف في صور تحكم VAR وهما طريقة تصميم المربع اللاتيني (LSD) وخوارزمية سرب الطيور (BSA)، وقد أظهرت النتائج تبايناً من صورة الى أخرى فيما يتعلق بتحديد الحواف، إلا أن كلا الطريقتين أظهرتا كفاءة عالية في كشف الحواف عبر صور ذات أحجام مختلفة ومتنوعة باللون الرمادي، وقد تفوقت الطريقة LSD المعتمدة على المعايير الاحصائية، من حيث قيم (جودة الصورة) PSNR و (متوسط مربعات خطأ للجزء التربيعي) RMSE سجلت هذه الطريقة أعلى قيم PSNR وأدنى قيم RMSE مما يجعلها معياراً مفضلاً في التقييم.

الكلمات المفتاحية: اكتشاف الحافة، تصميم المربع اللاتيني LSD، خوارزمية سرب الطيور BSA، الصور، PSNR، RMSE.

1. المقدمة

يعد اكتشاف الحواف تقنية أساسية في معالجة الصور، حيث تكتشف السمات البنية والحدود داخل الصورة وعلى الرغم من قيودها، فإن اكتشاف الحواف يوفر معلومات قيمة للتعرف على الكائنات وتجزئة الصورة واستخراج السمات وتحسين الصورة تعتمد فكرة اكتشاف الحواف على أنه يمكن العثور على معلومات الحواف في الصورة من خلال علاقة كل عنصر من عناصر الصورة بالعناصر المحيطة بها (علاقة التجاور)، فعندما تكون شدة تدرج الرمادي لعنصر الصورة المجاور له عالية، فقد يؤدي ذلك الى عدم وجود حافة في تلك النقطة، والعكس صحيح، فقد يؤدي الى وجود حافة، ويمكن القول أن الحواف الظاهرة قد تكون ناجمة عن عدم وجود استمرارية في قيم مستوى الرمادي أو عند وجود جسمين متميزين من حيث اللون أو الشدة، بالإضافة الى اختلاف خصائص شدة الضوء أثناء عملية التقاط الصورة. [8][10]

2. مشكلة البحث

الحاجة الى تطوير طرق فعالة ودقيقة لكشف الحواف في صور تحكم VAR لتحديد حالات التسلل وتحديد مواقع اللاعبين والكرة خصوصاً مع تنوع أحجام الصور ومستويات مقياس اللون الرمادي.

3. هدف البحث

تهدف هذه الدراسة الى اكتشاف الأسلوب الأمثل لتعزيز جودة الصور وكشف الحواف، من خلال إجراء مقارنة بين تقنيتي LSD و BSA من حيث الجودة والدقة وسرعة الأداء، كما تسعى لتقديم طريقة موثوقة في مجال معالجة الصور الرقمية.

4. منهجية كشف الحافة

تعتمد على استخدام نافذة مربعة متحركة لتحديد حواف الصور كلما كانت النافذة أصغر كلما كان تحديد الحافة أكثر دقة، يجب مراعاة تأثير الضوضاء التي تؤدي إلى حواف زائفة وغير واضحة، بالإضافة إلى تعقيد اكتشاف الحافة عندما يكون هناك انتقال للخطوط ويتم استخدام نهج أحصائي لزيادة دقة الاكتشاف، يتم إجراء اختبارات الأهمية الإحصائية من خلال خطوات: أولاً تقدير المعلمة وفقاً لنموذج ANOVA، ثانياً يتم قبول فرضية التجانس ومع ذلك، إذا كانت النافذة على منطقة متجانسة يتم قبول فرضية التجانس ومع ذلك إذا كانت على حافة بعد ذلك، يمكن استخدام طرق أخرى لاكتشاف خطوط حافة مختلفة وتحديد الحواف الكاملة للجسم. عملية تحديد الحدود والأجزاء التي تفصل بين الكائنات المختلفة في الصورة، في كرة القدم استخدام هذه التقنية له تأثير كبير على تقنية حكم المساعد تعتمد على تحليل لأعاده عرض الأحداث المهمة مثل الأخطاء أو التسلسل، لتحديد ما إذا كان هناك تسلسل على سبيل المثال يتم استخدام تقنية تحديد حواف الصور لتحديد موقع اللاعبين بدقة فيما يتعلق بخط التسلسل، الكاميرات المستخدمة تعمل بتقنيات عالية الجودة لضمان وضوح ودقة عالية في تحديد مواقع اللاعبين والكرة. [8]

5. بعض الطرق لاكتشاف الحواف

5.1. تصميم المربع اللاتيني

يعد هذا النوع من التصميم واحدًا من الأساليب المستخدمة في التجارب البسيطة (النموذج الثلاثي)، حيث يتم تجميع الوحدات (القطع) التجريبية غير المتجانسة إلى متجانسة أو قريبة من التجانس في اتجاهين (الصفوف والأعمدة) حيث تظهر كل معالجة مرة واحدة في الصف ومرة واحدة في العمود، حيث تمثل الحروف اللاتينية المعالجات، والصفوف والأعمدة تمثل الكتل الأفقية والرأسية، يُظهر الشكل تخطيطاً عشوائياً لمربع لاتيني مقاس 5×5، حيث يظهر كل مستوى رمادي مرة واحدة فقط في كل صف وعمود، يتم ترتيب الوحدات في مربعات لإظهار تكوينها من عناصر متعددة، يُشار إلى التخطيط بالعشوائي لأن ترتيب الحروف لا يتبع نمطاً معيناً، قبل اختبار التأثيرات يجب تبديل الصفوف والأعمدة لإزالة أي تحيز، كما أوضح Kurz و Kadar [5][6][8]

A	B	C	D	E
B	E	A	C	D
C	D	B	E	A
D	C	E	A	B
E	A	D	B	C

الشكل (1) مربع اللاتيني العشوائي 5×5.

نتحدث عن اختبار إضافي لتجانس المستوى الرمادي، يُستخدم للكشف عن اختلافات كبيرة في مستوى اللون الرمادي التي تشير إلى وجود حواف واضحة، بناءً على هذه النتائج، يمكن تقليل العمليات الحسابية بعدم إجراء جميع الاختبارات، الاستخدام الأمثل للمربع اللاتيني هو اكتشاف الحواف

القطرية من خلال ترتيب الحروف اللاتينية في تصميم مربع، يمكن الكشف عن الحواف الموازية للأقطار بزاويتين، 45° و 135° يظهر هذا في الشكلين (2) (a) و (b).

A	B	C	D	E
B	C	D	E	A
C	D	E	A	B
D	E	A	B	C
E	A	B	C	D

(a)

A	B	C	D	E
E	A	B	C	D
D	E	A	B	C
C	D	E	A	B
B	C	D	E	A

(b)

الشكل (2): (a) يستخدم للكشف عن حواف مستوى الرمادي الموازية للأقطار في اتجاه 45° درجة، (b) يستخدم للكشف عن حواف مستوى الرمادي الموازية للأقطار في اتجاه 135° درجة. المشاهدات y_{ijk} حيث تأخذ التوائم الثلاثية (i,j,k) قيم m^2 فقط من قيم m^3 الممكنة، وتتميز بالنموذج التالي:

$$\Omega: \begin{cases} y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + e_{ij(k)} & (i,j,k) \in S \\ \sum_{i=1}^m \alpha_i = 0; \sum_{j=1}^m \beta_j = 0; \sum_{k=1}^m \tau_k = 0 \\ (e_{ij}) \text{ independent } N(0, \sigma^2 I) \end{cases} \quad (1)$$

μ : تأثير المتوسط العام

α_i : تأثير الصف i

β_j : تأثير العمود j

τ_k : تأثير القطري k

$e_{ij(k)}$: الخطأ العشوائي للملاحظة الواقعة في الصف i والعمود j وتحت تأثير القطري k

m : حجم النافذة

بافتراض أضافة المعلمات، والتي يفترض أنها ثابتة في الوقت الحالي، فإن الفرضيات محل الاهتمام هي كالمعتاد [8]

$$(2) \quad \begin{aligned} H_a: \text{all } \alpha_i &= 0 & \text{الصفوف متجانسة في كثافة البكسل} \\ H_b: \text{all } \beta_j &= 0 & \text{الأعمدة متجانسة في كثافة البكسل} \\ H_c: \text{all } \tau_k &= 0 & \text{الأقطار متجانسة في كثافة البكسل} \end{aligned}$$

بخلاف الحالة التي نظر فيها Kadar و Kurz، تُستخدم الفرضية هنا لنمذجة الحواف القطرية، لاستخراج إحصائيات الاختبار لكل فرضية، يتم استنتاج تقديرات المربعات الصغرى للمعلمات من خلال حل المعادلات العادية [8]

$$\begin{aligned} \hat{\mu} &= y_{...} \\ \hat{\alpha}_i &= y_{i..} - y_{...} \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

$$\hat{\beta}_j = y_{.j} - y_{...} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$$\hat{\tau}_k = y_{.k} - y_{...} \quad k = 1, 2, \dots, m$$

$$SS_e(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{ijk} - y_{i..} - y_{.j.} + y_{.k.} + 2y_{...})^2 \quad (4)$$

$$SS_a(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{ijk} - y_{.j.} + y_{.k.} + y_{...})^2 \quad (5)$$

$$SS_b(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{ijk} - y_{i..} + y_{.k.} + y_{...})^2 \quad (6)$$

$$SS_c(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{ijk} - y_{i..} + y_{.j.} + y_{...})^2 \quad (7)$$

عن طريق طرح $SS_e(y, \beta)$ من مجموع المربعات في المعادلات (5), (6), (7) نحصل عليها

$$SS_a(y, \beta) - SS_e(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{i..} - y_{...})^2 \quad (8)$$

$$SS_b(y, \beta) - SS_e(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{.j.} - y_{...})^2 \quad (9)$$

$$SS_c(y, \beta) - SS_e(y, \beta) = \sum_{(i,j,k) \in S} (y_{.k.} - y_{...})^2 \quad (10)$$

اختبارات F لاختبار H_a و H_b و H_c عند مستوى الأهمية α أذ

$$F_a = \frac{(SS_a(y, \beta) - SS_e(y, \beta)) / (m - 1)}{SS_e(y, \beta) / ((m - 1)(m - 2))} \quad (11)$$

$$F_b = \frac{(SS_b(y, \beta) - SS_e(y, \beta)) / (m - 1)}{SS_e(y, \beta) / ((m - 1)(m - 2))} \quad (12)$$

$$F_c = \frac{(SS_c(y, \beta) - SS_e(y, \beta)) / (m - 1)}{SS_e(y, \beta) / ((m - 1)(m - 2))} \quad (13)$$

مع العتبة المعطاة بواسطة $F_{\alpha, (m-1), (m-1)(m-2)}$ ومجموع المربعات بواسطة المعادلات (4) (7) ينبغي استخدام اختبار شكل مماثل [8] يمكننا تعريف تباين الصف على أنه

$$S_R(\alpha) = 2(\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5) - 3(\alpha_1 + \alpha_2) \quad (14)$$

وتقديره هو

$$S_R(\hat{\alpha}) = 2(\hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5) - 3(\hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2) \quad (15)$$

وبالمثل، يمكننا تحديد تباين العمود

$$S_e(\beta) = 2(\beta_3 + \beta_4 + \beta_5) - 3(\beta_1 + \beta_2) \quad (16)$$

تقدير التأثيرات هو تقديرات المربعات الصغرى المعتادة. وبالاتقال الى نافذة القطري، نحتاج الى تعديل تعريف التباين في حالة بنية GLS. وبالتالي، لدينا

$$S_D(\hat{\gamma}) = 2(\hat{\gamma}_3 + \hat{\gamma}_4 + \hat{\gamma}_5) - 3(\hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2) \quad (17)$$

حيث $\hat{\gamma}_k$ يتم الحصول عليها من المتوسطات العينية يشيران اليه ب (المقارنة اللاحقة) يعتمد هذا على اختبار توكي للفرق الهام (HSD) بشكل أساسي أنه اختبار بين زوج من المتوسطات يعتمد على عدة فواصل ثقة باستخدام توزيع المدى المقاس، بما أن نموذج المربع اللاتيني يستخدم ثلاث معالجات، فإن الوسائل التي يتم أخذها في الاعتبار هنا هي الصف والعمود والقطري.

5.2. خوارزمية سرب الطيور

خوارزمية سرب الطيور المعدلة للكشف عن الحافة مستوحاة من السلوك البيولوجي للطيور وتعتمد على ذكاء السرب، تحاكي الخوارزمية سلوك أسراب الطيور التي تتفاعل من خلال ثلاثة أنواع من السلوكيات: البحث عن الطعام، اليقظة، وسلوك الطيران، تمثل دالة التكلفة التي تواجهها الطيور أثناء البحث عن الطعام (الكشف عن حواف البكسلات) تحاول الطيور خلال سلوك البحث واليقظة الوصول إلى تكلفة مثلى عبر تحسين الكشف عن الحواف. [3][4]

1.5.2. مساحة البحث

هي المنطقة التي تتحرك فيها الطيور للبحث عن الطعام، وهي تمثل الصورة الثنائية الأبعاد بإحداثيات (x, y) نظراً لأن الصورة لها أبعاد محدودة، فإن مساحة البحث تكون محدودة أيضاً وتقتصر على القيم المنفصلة في التقنية، يوجد عدد N من الطيور الافتراضية التي تحتل مواقع عشوائية في الصورة المزججة.

2.5.2. سلوكيات البحث عن الطعام واليقظة

أثناء البحث عن الطعام، تحافظ الطيور على اليقظة من التهديدات من خلال مراقبة محيطها واختيار اتجاه الطيران بناءً على ذلك، في هذه الخوارزمية، يحاول كل طائر تحديد بكسلات الحافة في الصورة من خلال تحليل اختلافات الكثافة بين البكسلات نظراً لصعوبة التمييز بين بكسلات الحافة والبكسلات المزججة، يُستخدم نظام غامض للمساعدة في التمييز، يختار كل طائر موقعه التالي للطيران من بين ثماني اتجاهات (الشرق، الغرب، الشمال، الجنوب، والاتجاهات القطرية) يتم حساب تدرجات الكثافة على طول هذه الاتجاهات باستخدام معادلات خاصة. [3]

$$Gradient_R(i, j) = I(i, j) - I(i, j - 1) \quad (18)$$

$$Gradient_C(i, j) = I(i, j) - I(i + 1, j) \quad (19)$$

$$Gradient_D(i, j) = I(i - 1, j - 1) - I(i, j) \quad (20)$$

قيم تدرج الكثافة المحسوبة لا تميز بوضوح بين بكسلات الحافة والبكسلات المزججة، حيث تكون القيم مشوشة لإنتاج حدود سلسلة واتجاه الحافة، تُعدل القواعد الغامضة لتحديد اتجاه طيران الطيور، وتُستخدم النتائج الغامضة، المعروفة باسم "إمكانية الحافة"، لتوجيه الطيور في تحديد الحواف. [3]

قانون 1

$$Gradient_{Northwest}(i, j) = Gradient_{southeast}(i, j) = Gradient_{Northeast}(i, j) = Gradient_{Southwest}(i, j) =$$

edge - possibility_{Diagonal}

قانون 2

$$\text{Gradient}_{\text{North}}(i,j) = \text{Gradient}_{\text{South}}(i,j) = \text{edge} - \text{possibility}_{\text{column}} =$$

قانون 3

$$\text{Gradient}_{\text{West}}(i,j) = \text{Gradient}_{\text{East}}(i,j) = \text{edge} - \text{possibility}_{\text{Row}} =$$

$$\mu(\text{Gradient}) = \begin{cases} 0, & \text{if } \text{Gradient} < a \\ \frac{\text{Gradient} - a}{b - a}, & \text{if } a \leq \text{Gradient} \leq b \\ 1, & \text{if } \text{Gradient} > b \end{cases} \quad (21)$$

حيث يمثل a الحد الأدنى لشدة الإضاءة ويشير b الى الحد الأعلى لشدة الإضاءة، يتم نزع ضبابية احتمال الحافة (أمكانية الحافة) وهي مجموعة غامضة باستخدام قاعدة الحركة التي تم صياغتها مع الأخذ في الاعتبار ذلك

لن يتحرك كل طائر مباشرة نحو مركز الدائرة سرب للعثور على الاتجاه التالي للطائر، نستخدم [3]:

$$X_{i,j}^{t+1} = X_{i,j}^t + X(\text{mean}_j - X_{i,j}^t) * \text{rand}(0,1) + Y(p_{k,j} - X_{i,j}^t) * \text{rand}(-1,1) \quad (22)$$

$$x = r * \exp\left(\frac{pFit_i}{\text{sumFit} + \varepsilon} * N\right) \quad (23)$$

$$Y = s * \exp\left(\left(\frac{pFit_i - pFit_k}{|pFit_k - pFit_i| + \varepsilon}\right) \frac{N * pFit_k}{\text{sumFit} + \varepsilon}\right) \quad (24)$$

حيث r, s ثابتان موجبان، $pFit_i \in [0,2]$ هي قيمة اللياقة البدنية للطيور، sumFit مجموع أفضل لياقة للسرب، ε هو أصغر ثابت يستخدم لتجنب خطأ القسمة الصفرية، mean_j يمثل عنصر j متوسط إيجابي نشوئها من سرب كامل يمثل $\text{rand}(0,1)$ أرقاماً مستقلة موزعة بشكل منتظم في $(0,1)$ هو عدد صحيح موجب ويتم اختياره بشكل عشوائي بين N و 1 في الخطوة الزمنية t هو موضع الطيور التي تتغذى على الطعام، عندما ينتقل الطائر الى البكسل التالي، فإنه يتحقق مما إذا كان البكسل الذي يواجه صاحبا أم لا، يتم الحصول على حدود الضوضاء من خلال الرسم البياني للصورة. [3]

$$\text{Hist}_{\text{Min}} = \max\{f(g_k)\} \quad k = 0, \dots, \frac{G}{8} \quad (25)$$

$$\text{Hist}_{\text{Max}} = \max\{f(g(k))\} \quad k = \frac{7G}{8}, \dots, G - 1 \quad (26)$$

تم استخدام مستويات الشدة لإنشاء خريطة ثنائية للصورة المزججة من خلال مقارنة قيمة البكسل مع القيم الشدة Hist_{Min} و Hist_{Max} في المعادلة 13. $\text{pixel}_{i,j} = 0$ يمثل وحدات البكسل "غير المزججة" $\text{pixel}_{i,j} = 1$ يمثل البكسل "المزججة"، يمكن اختيار البكسلات الخالية من الضوضاء لتكون بكسلات حافة بواسطة الطيور ويتم ترشيح البكسلات المزججة باستخدام طريقة الكشف عن الضوضاء النبضي وتقليلها.

$$\text{pixel}_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{Hist}_{\text{max}} < I(i,j) < \text{Hist}_{\text{min}} \\ 1, & I(i,j) \leq \text{Hist}_{\text{max}} \text{ or } I(i,j) \geq \text{Hist}_{\text{min}} \end{cases}$$

حيث يمثل (i,j) شدة البكسل

يتم استبعاد الطيور غير الصالحة التي لا تساهم في تحديد الحافة بشكل فعال من السرب، عند انتقال الطائر إلى البيكسل التالي، تُقارن كثافة البيكسل بقيمة العتبة، إذا كانت شدة البيكسل أقل من العتبة، يُعتبر الطائر غير صحي ويُستبدل بطائر صحي، بعد انتهاء جميع التكرارات، تُعتبر الطيور التي تقع على المسار الأمثل وتملك كثافة أعلى من العتبة جزءاً من خريطة الحافة النهائية. خوارزمية الكشف عن الحافة تبدأ بتهيئة الطيور في مواقع عشوائية، ثم لكل طائر يتم البحث عن وحدات البيكسل المجاورة، وإذا تم اكتشاف بكسل مزعج، تتم إزالة الضوضاء باستخدام طريقة الكشف الغامضة، ويعود الطائر إلى موضعه الأولي، يُحسب متجه الاتجاه لتحديد اتجاه الحواف، ويتم نقل الطائر وفقاً له، إذا كانت قيمة تتجاوز العتبة، يُصنف البيكسل كحافة، الطيور التي تكون في بكسلات ذات شدة أعلى من العتبة تُزال ويُستبدل بطيور صحية، تستمر العملية حتى يتم الوصول إلى شرط الإنهاء.

6. معايير المقارنة

$$PSNR(X,Y) = 20 \log_{10} \left(\frac{Max\ pixels}{RMSE} \right) \quad (27)$$

X: الصور الأصلية

Y: الصور الناتجة

Max pixels: أعلى قيمة سطوع لعناصر الصورة تتراوح بين (0-255)

RMSE: خطأ الجذر التربيعي المتوسط بين الصور المدخلة والمخرجة

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (X(i,j) - Y(i,j))^2}{m \times n}} \quad (28)$$

n × m: حجم الصورة (عناصر الصورة في الصفوف والأعمدة)

X(i,j): الصور الأصلية

Y(i,j): الصور الناتجة

عندما تكون قيمة PSNR أصغر فهذا يعني أن الصورة ذات جودة رديئة، ولكن عندما تكون قيمة

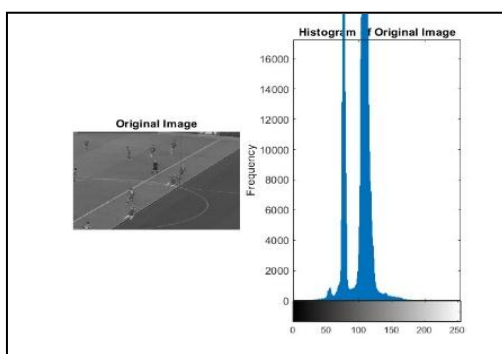
RMSE أصغر فهذا يعني أن الصورة ذات جودة جيدة. [1]

7. الوصف والنتائج

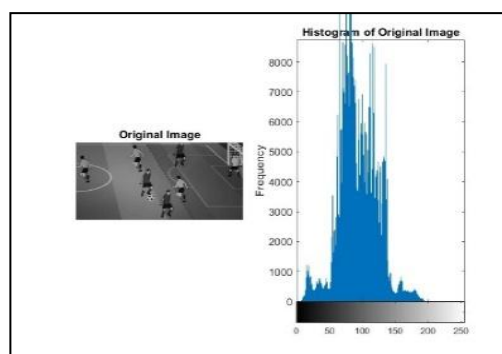
7.1. وصف الصور

تتضمن عينة البحث ست صور مستمدة من تحكيم VAR، وطريقة المربع اللاتيني LSD وخوارزمية سرب الطيور، سيتم تطبيق وشرح لجميع الصور بالطريقتين بناء على معايير الإحصائية باستخدام برنامج MATLAB

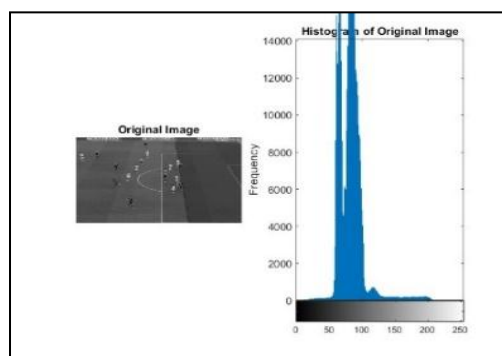
يوضح الشكل (3) الصور الأصلية مع مدرج التكراري الخاصة بها، التي توضح شدة الإضاءة الصورة، تعد شدة الإضاءة أحد أهم المعايير المستخدمة في الكشف عن حافة الصورة



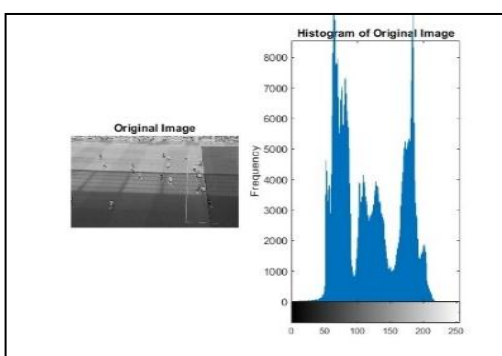
الصورة 1



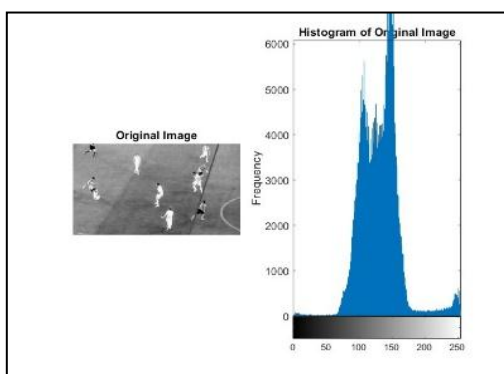
الصورة 2



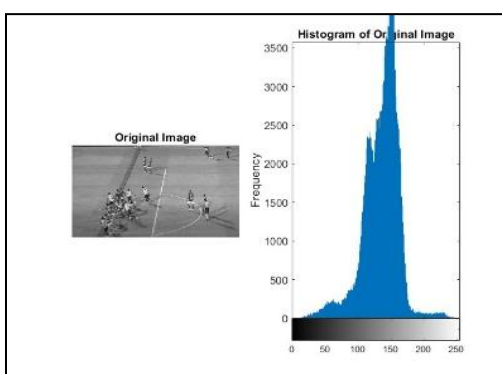
الصورة 3



الصورة 4



الصورة 5



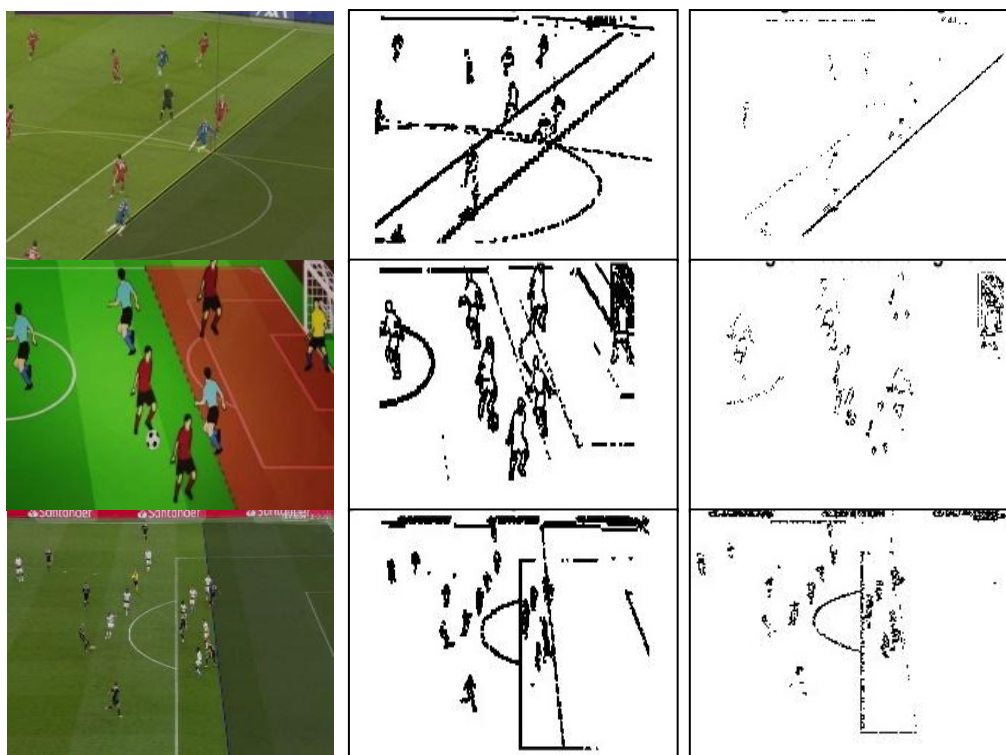
الصورة 6

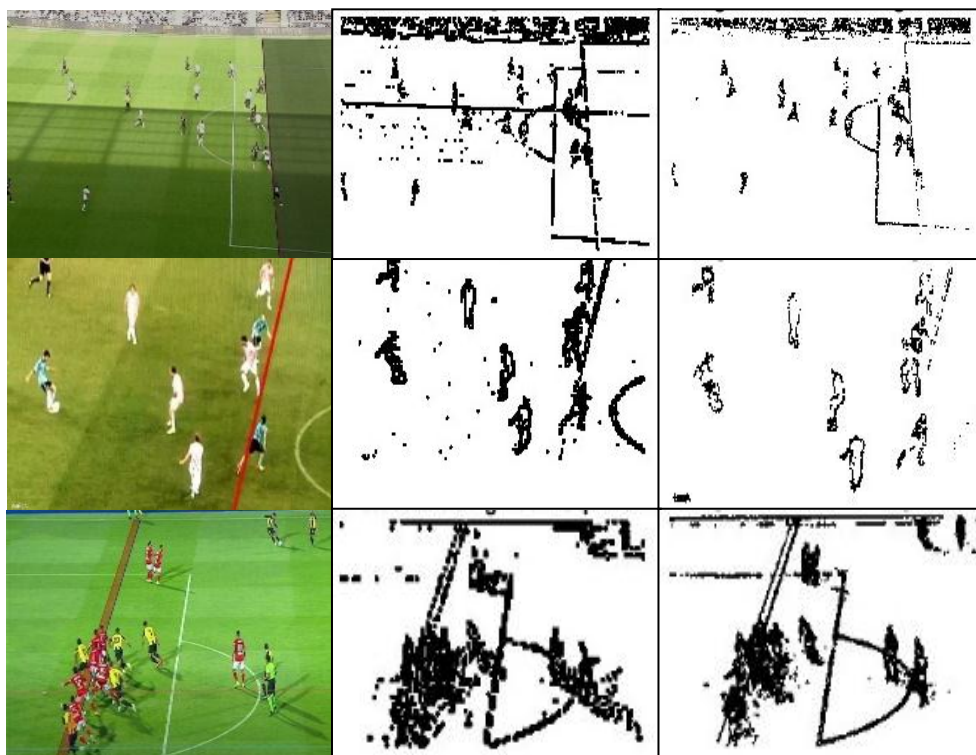
الشكل (3) الصور الأصلية مع المدرج التكراري

جدول (1) بعض المقاييس الإحصائية على الصور الأصلية

الصورة	التباين	الانحراف المعياري	المدى	أعلى قيمة	أقل قيمة
الأولى	360.4	18.984	192	215	23
الثانية	835.63	28.907	192	199	7
الثالثة	396.28	19.907	216	217	1
الرابعة	2261	47.55	227	227	0
الخامسة	928.68	30.474	255	255	0
السادسة	768.77	27.727	248	254	6

نلاحظ من جدول (1) أن الصور كانت ذات اختلاف بالشدة الضوئية، فالصورة أكثر سطوعاً تتمثل بالصور الخامسة حيث كانت أعلى قيمة أضواء لهما 255 وتليها الصورة السادسة بقيمة أضواء 254 وأخيراً الصورة الثانية بقيمة أضواء 199، تم حساب التباين فيصف التغيرات بالكثافة فالصورة التي تمتلك أعلى تباين الصورة الرابعة (2261) بمعنى التغيرات بالكثافة عالية والصورة التي تمتلك أقل تباين هي الصورة الأولى (360.4) بمعنى التغيرات بالكثافة تكون قليلة،
7.2. النتائج





الشكل (4) الصور الأصلية مع الصور الناتجة. يمثل العمود الأول على يسار الصفحة الصور الأصلية، بينما يعرض العمود الثاني الصور الناتجة باستخدام طريقة LSD، في حين يتضمن العمود الأخير الصور الناتجة وفقاً لطريقة BSA.

جدول (2) بعض المقاييس الإحصائية للصور وفق طريقة التصميم المربع اللاتيني (LSD)

PSNR	RMSE	الانحراف المعياري	التباين	الصورة
4.4866	0.59658	0.3379	0.11418	الأولى
4.2819	0.61081	0.36892	0.1361	الثانية
3.5082	0.66771	0.31688	0.10041	الثالثة
4.5933	0.58929	0.36636	0.13422	الرابعة
5.7217	0.5175	0.32604	0.1063	الخامسة
6.5256	0.47176	0.42957	0.18453	السادسة

يوضح الجدول أعلاه أن أفضل صورة تم اكتشاف حوافها هي الصورة السادسة التي لها أقل RMSE (0.47176) وأعلى PSNR (6.5256) تليها بقية الصور ذات RMSE أقل تدريجياً و PSNR أعلى، وأخيراً الصورة الثالثة بقيمة RMSE (0.66771) بقيمة PSNR (3.5082).

جدول (3) بعض المقاييس الإحصائية للصور وفق طريقة BSA

الصورة	التباين	الانحراف المعياري	RMSE	PSNR
الأولى	0.016014	0.12655	0.61358	4.2426
الثانية	0.028334	0.16833	0.63773	3.9073
الثالثة	0.043575	0.20875	0.68195	3.3249
الرابعة	0.071798	0.26795	0.57809	4.7601
الخامسة	0.03849	0.19619	0.50682	5.9029
السادسة	0.14036	0.37464	0.4758	6.4516

يوضح الجدول أعلاه أن أفضل صورة تم اكتشاف حوافها هي الصورة السادسة التي لها أقل RMSE (0.4758) وأعلى PSNR (6.4516) تليها بقية الصور ذات RMSE أقل تدريجياً و PSNR أعلى، وأخيراً الصورة الثالثة بقيمة RMSE (0.68195) وقيمة PSNR (3.3249). يتم حساب المعايير الإحصائية لمقارنة النتائج بين طريقة BSA وطريقة LSD

جدول (4) مقارنة النتائج بين LSD وBSA

الأفضل	RMSE		PSNR		الصورة
	LSD	BSA	LSD	BSA	
LSD	0.59658	0.61358	4.4866	4.2426	الأولى
LSD	0.61081	0.63773	4.2819	3.9073	الثانية
LSD	0.66771	0.68195	3.5082	3.3249	الثالثة
BSA	0.58929	0.57809	4.5933	4.7601	الرابعة
BSA	0.5175	0.50682	5.7217	5.9029	الخامسة
LSD	0.47176	0.4758	6.5256	6.4516	السادسة

أظهرت النتائج أن طريقة LSD هي الأفضل من BSA وهذا يدل على أهمية الطرق الإحصائية لتحديد حواف الصور الرقمية.

8. الاستنتاجات

- استناداً إلى ما ورد في الدراسة، تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية:
1. تم استخدام طريقة تصميم المربع اللاتيني (LSD) مقارنة بخوارزمية سرب الطيور (PSO) في معالجة الصور حيث تفوقت طريقة المربع اللاتيني بشكل واضح، تم قياس الجودة باستخدام معيار الخطأ، حيث أظهرت الصور الناتجة اختلافاً أقل عن الأصلية باستخدام المربع اللاتيني.
- استغرقت خوارزمية سرب الطيور وقتاً أطول بشكل ملحوظ مقارنة بطريقة المربع اللاتيني، حيث أظهرت طريقة المربع اللاتيني كفاءة أعلى من حيث سرعة الأداء.
- مرئياً من خلال الصور الناتجة تبين أن طريقة المربع اللاتيني كانت أكثر وضوحاً ودقة من حيث الحواف، تعكس النتائج قدرة الطريقة على تحديد الصور.

4. وأخيرا أن الطرق الإحصائية مثل تصميم المربع اللاتيني تُعتبر خيارًا مثاليًا لمعالجة الصور مقارنة بخوارزميات الذكاء الاصطناعي مثل سرب الطيور. تُظهر طريقة المربع اللاتيني تفوقًا خاصًا في الحالات التي تكون فيها دقة الحواف عوامل رئيسية.

9. التوصيات

استنادا الى النتائج التي تم التوصل اليها، نوصي بما يلي:

1. استخدام الطريقة LSD يهدف الى تمكين المتخصصين من تحقيق نتائج أسرع من حيث الزمن المستغرق.
2. تتعلق هذه النتائج بالصور الحالية فقط، ويمكن استخدام صور أخرى لتظهر نتائج مختلفة.
3. تجربة استخدام الخوارزميات لاكتشاف حواف الصور الرقمية وربطها بأساليب الإحصاء، والتركيز على موضوع معالجة الصور.

10. المصادر

1. Asamoah, D., Ofori, E., Opoku, S., & Danso, J. (2018). Measuring the performance of image contrast enhancement technique. *International Journal of Computer Applications*, 181(22), 6-13.
2. Halder, A., Chatterjee, N., Kar, A., Pal, S., & Pramanik, S. (2011, April). Edge detection: A statistical approach. In 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology (Vol. 2, pp. 306-309). IEEE.
3. Pruthi, J., Arora, S., & Khanna, K. (2019). Modified Bird swarm algorithm for edge detection in noisy images using fuzzy reasoning. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*.
4. Sherin, C. B., & Mredhula, L. (2017). A novel method for edge detection in images based on particle swarm optimization. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 787, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
5. Stern, D., & Kurz, L. (1988). Edge detection in correlated noise using Latin square masks. *Pattern Recognition*, 21(2), 119-129.
6. Stern, D. (1987). Image processing of correlated data by experimental design techniques (Doctoral dissertation, Polytechnic University).
7. Ziou, D., & Tabbone, S. (1998). Edge detection techniques-an overview. *Распознавание образов и анализ изображений/Pattern Recognition and Image Analysis: Advances in Mathematical Theory and Applications*, 8(4), 537-559.
8. Kurz, L., & Hamed Bentetifa, M. (1997). Analysis of variance in statistical image processing (p. 224) ISBN 0521581826. Cambridge, UK: Cambridge University Press, April 1997.
9. Marques, O. (2011). Practical image and video processing using MATLAB. John Wiley & Sons.
10. Rafael Gonzalez, Richard E. Woods (2018). Digital Image Processing. Global Edition, Fourth Edition.

Edge Detection Algorithm for Digital Images Using Bird Swarm Algorithm and Latin Square Design Method

Haifa Taha Abdul

Farah Ismail Akbar

College of Administration and Economics –Department of Statistics

Al- Mustansiriyah University

haefaa_adm@uomustansiriyah.edu.iq farah.akbar@uomustansiriyah.edu.iq

Abstract

Edge detection is a fundamental stage in digital image processing, where connected and homogeneous regions are identified based on grayscale levels. In this study, two approaches were employed for edge detection in VAR arbitration images: the Latin Square Design (LSD) method and the Bird Swarm Algorithm (BSA).

The results revealed variations from one image to another regarding edge identification. However, both methods demonstrated high efficiency in detecting edges across images of varying sizes and grayscale levels. The LSD method, which relies on statistical criteria, outperformed in terms of PSNR (image quality) and RMSE (root mean square error), achieving the highest PSNR values and the lowest RMSE values. This makes it a preferred benchmark for evaluation.

Keywords: Edge Detection, Latin Square Design (LSD), Bird Swarm Algorithm (BSA), Images, PSNR, RMSE.