

اكتشاف الوجه واستخلاص الملامح المميزة له

زين العابدين يوسف سلمون*، نذير حسن المحرز**

*طالب دراسات عليا (ماجستير)، كلية الهندسة الكهروميكانيكية، أكاديمية الأسد للهندسة العسكرية

**أستاذ، كلية الهندسة الكهروميكانيكية، أكاديمية الأسد للهندسة العسكرية

الملخص

تعتبر مسألة اكتشاف الوجه واستخلاص الملامح المميزة له من المسائل الهامة في مجال التعرف على الأشخاص باستخدام تقنيات تمييز النماذج.

يمر أي نظام تعرف على الأشخاص عن طريق بصمة الوجه بعدة مراحل أساسية، هي: مرحلة اكتشاف الوجه وتحديد موقعه ضمن إطار الصورة، ومرحلة اقتطاع الوجه، ومرحلة استخلاص وتمييز الملامح المميزة له. تعتبر المرحلة الأخيرة هي الأكثر صعوبةً من بين هذه المراحل.

يعالج هذا البحث مسألة كشف واستخلاص ملامح الوجه المميزة لكل شخص. تتمثل الخطوات الرئيسية للنموذج المقترح في المراحل التالية: اكتساب صور لأشخاص، تحديد موقع الوجه في الصور، استخلاص الملامح عن طريق خوارزمية التوزيع الهندسي لمكونات الوجه، وتطبيق مراحل معالجة أولية للصورة المتضمنة عمليات تحويل الصورة إلى صورة رمادية وثنائية، ثم تطبيق مرشح أوسطي، وإضافة عدد صحيح إلى كل بيكسل في مصفوفة الصورة المقطعة، ثم تطبيق مرشح كاني لاكتشاف الحواف، من ثم اقتطاع المكون المستخلص لملامح الوجه (عين، أنف، فم). لتقييم فعالية النموذج المقترح لكشف واستخلاص ملامح الوجه، تم تطبيقه على صور وجه لـ 40 شخص، وحقق نسبة نجاح مقدارها 91% في عملية الكشف والاستخلاص الدقيق لملامح الوجه. أخيراً تمت مقارنة النموذج المقترح مع طريقة الاكتشاف واستخلاص الملامح الموجودة في بيئة الماتلاب كدوال جاهزة.

الكلمات المفتاحية: اكتشاف الوجوه، تمييز النماذج، استخلاص ملامح الوجه.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 2022/4/14

قبل للنشر بتاريخ 2022/5/16

Face Detection and Its Distinctive Feature Extraction

Zen Al Abdeen Yousef Salamon *, Nazir Elmehrez* *

*Postgraduate Student (MSc.), Faculty of Electromechanical Engineering -Assad
Academy of Military Engineering

**Prof, Faculty of Electromechanical Engineering -Assad Academy of Military
Engineering

Abstract

The issue of facial detection and extracting its distinctive features is an important issue in the field of person recognition using pattern recognition techniques.

Any facial recognition system goes through several basic stages: the stage of detecting the face and locating it within the image frame, the stage of cutting the face, and the stage of extracting and recognizing its distinctive features. The last stage is the most difficult of these stages.

This paper deals with the issue of detecting and extracting the distinctive facial features of each person. The main steps of the proposed model are the following stages: acquiring images of people, determining the location of the face in the images, extracting features by the algorithm of the geometric distribution of the facial components, applying the image preprocessing stages that include the processes of converting the image to a gray and binary image, then applying a middle filter, and adding an integer number to every pixel in the image truncated matrix, then apply a Canny filter to detect edges, then truncate the extracted component of the facial features (eyes, nose, mouth).

To evaluate the effectiveness of the proposed model for detecting and extracting facial features, it was applied to the facial images of 40 people, and it achieved a success rate of 91% in the process of accurate detection and extraction of facial features. Finally, the proposed model was compared with the method of detection and extraction of features in the MATLAB environment as ready functions.

Keywords: face detection, pattern recognition, facial features.

Received 14/4/2022

Accepted 16/5/2022

1- المقدمة:

يعتبر الوجه من أهم المميزات البيومترية للشخص، حيث أنه عند مقابلة شخص مجهول يكون الوجه هو أكثر ما يلفت الانتباه، وغالباً ما يتم وصف الشخص من حيث السمات المميزة لمكونات (ملامح) الوجه المهمة مثل: العيون، والحواسب والأنف، والشفاه جنباً إلى جنب مع الشكل العام للوجه.

منذ أوائل التسعينات أصبحت تقنية التعرف على الأشخاص عن طريق الوجوه مجاًلاً بحثياً نشطاً [1-4]. تتمثل الخطوة الأولى في أي نظام تعرف على الأشخاص عن طريق بصمة الوجه في عملية اكتشاف الوجه، والتي من أجلها تم استخدام تقنيات مختلفة مثل: المنطق العائ [5]، والشبكات العصبونية الصناعية [6]، وتحليل المكونات الأساسية PCA [7].

بعد هذه الخطوة، تليها الخطوة الأكثر أهمية في التعرف عن طريق بصمة الوجه، وهي اكتشاف مكان الوجه، ومن ثم تتبع مكونات الوجه واستخلاص الملامح المميزة له، وهي الخطوة التي تؤثر على دقة النظام بشكل كبير جداً [8]. يقدم هذا البحث طريقة لاكتشاف الوجه واستخلاص مكوناته المميزة بشكل دقيق، ليسهل فيما بعد تدريب نظام التعرف على الوجوه وتحقيق معدل تعرف عالي.

2- أهمية البحث وأهدافه:

أدى التطور التقني السريع في مجال الذكاء الصناعي، وتحديدًا معالجة الصور الرقمية، والحاجة المتزايدة باستمرار لأنظمة الاكتشاف والتعرف على الأشخاص دقيقة وفعالة إلى تطوير بعض الأنواع المختلفة للحلول المعتمدة على تحليل الصور الرقمية. إحدى تلك الحلول هي أنظمة التعرف الآلي على الأشخاص المبنية على تحديد موقع الوجه وتمييزه ضمن إطار الصورة المكتسبة.

تأتي أهمية هذا البحث من الحاجة الملحة لإجراء مثل هذه الدراسات نظراً لتزايد الاهتمام بهذا الموضوع من قبل كافة الباحثين لأهميتها الحيوية في مجالات عديدة سواءً العسكرية منها (صور مرئية وحرارية وأقمار صناعية)، أو الاتصالات (نقل الصور سلكياً ولاسلكياً)، أو الأمنية (الدخول إلى مناطق محددة).

من هنا كان الهدف الأساسي للبحث هو إيجاد طريقة تسمح باستخلاص ملامح الوجه بدقة عالية قدر الإمكان.

3- طريقة البحث:

تم في هذا البحث اقتراح نموذج لاكتشاف مكونات الوجه باستخدام خوارزمية الترميز الهندسي لمكونات الوجه [9]، وذلك بعد تحديد موضع الوجه، واكتشاف موقع الأذنين، واقتصاص الوجه وفقاً لهما، من ثمَّ تحديد موضع العينين ضمن إطار الصورة. بعد تحديد موقع العينين، يتم استخدام خاصية تناسق الوجه بالنسبة للعينين لتحديد بقية المكونات مثل الشفاه والأنف. يساعد تقسيم الوجه إلى نصفين على تسهيل عملية الكشف بشكل أكبر.

أثناء اكتساب الصور، تم محاولة التقليل من التباين الناجم عن إمالة الرأس، والدوران، وتأثير الضوء قدر الإمكان، كما تم أيضاً توحيد لون الخلفية لكافة الصور المكتسبة.

بعد اكتساب الصورة، يتم تطبيق معالجة أولية لها، التي يندرج تحتها عمليات تحويل الصورة إلى صورة ثنائية واقتصاص الصورة، من أجل استخلاص مكونات (ملامح) الوجه.

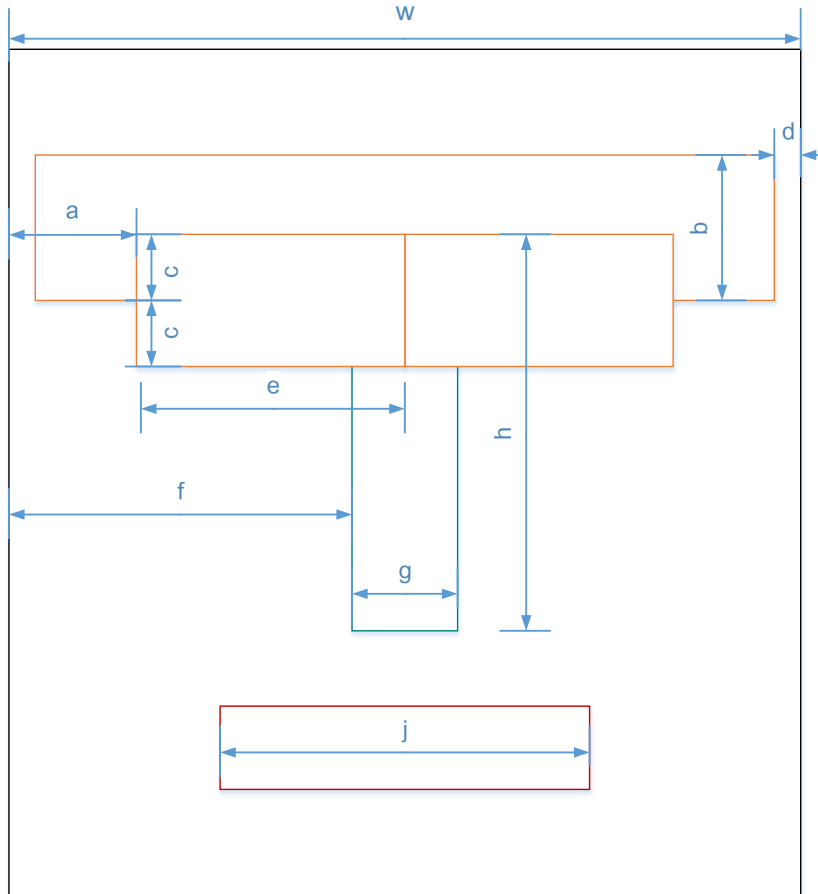
نظراً لاختلاف مكونات (ملامح) الوجه من شخص لآخر، تم وضع خوارزمية منفصلة لكل مكون من مكونات الوجه بسبب صعوبة استخلاص جميع مكونات الوجه بخوارزمية واحدة.

بعد إدخال صورة وجه إلى النموذج المقترح، يقوم هذا النموذج بدايةً بالتنبؤ بالمواضع، التي قد تظهر فيها مكونات الوجه بواسطة النموذج الهندسي الموضح في الشكل (1)، حيث أن W - عرض الوجه بعد اقتصاصه. ولدينا:

$$a = 0.14 W , b = 0.15 W , c = 0.06 W , d = 0.05 W , e = 0.36 W$$

$$f = 0.32 W , g = 0.40 W , h = 0.55 W , i = 0.50 W , j = 0.25 W$$

يتم تخزين جميع مكونات الوجه في قاعدة البيانات المخصصة لها ليسهل استدعائها لاحقاً.



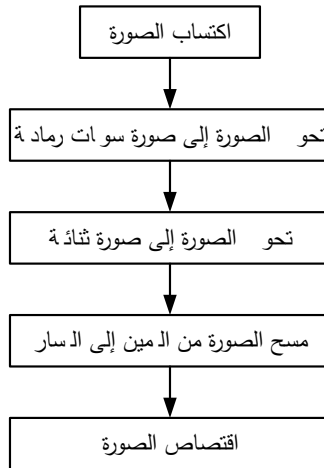
الشكل (1) النموذج الهندسي لتموضع مكونات الوجه [9].

تُستخرج بعد ذلك المناطق الفعّلية لمكونات الوجه عن طريق تطبيق الخوارزميات المناسبة على المنطقة المحيطة بالمناطق المتوقعة. لقد تم أخذ النقطتين (x_1, y_1) ، (x_2, y_2) كإحداثيات للزاوية اليسارية العلوية، والزاوية اليمينية السفلية للمنطقة المستطيلة المتوقعة لكل مكون من مكونات الوجه، على التوالي. يتم تحديد قيم (x_1, y_1) و (x_2, y_2) لكل مكون من مكونات الوجه في الأقسام الفرعية التالية. يتم عرض جميع الحسابات الخاصة بالمناطق المتوقعة في النموذج الهندسي المستخدم فيما يتعلق بعرض الوجه W ، حيث يتم تعريف W بدلالة عدد البيكسلات.

عند تحويل الصورة إلى صورة سويات رمادية، تتراوح قيم الكثافة من 0 إلى 255، حيث تكون مناطق الحواف أعمق من الأجزاء الأخرى من الصورة. لذلك، إذا تم إضافة قيمة عددية كبيرة (من الواضح بين 0 و255) إلى قيمة كثافة كل بكسل للصورة، فإن شدة البكسل للصورة بخلاف منطقة الحافة تصل إلى 255 أو أعلى، والتي يمكن اعتبارها 255 أيضاً. وبالتالي، يمكن تحديد الحواف بسهولة. لذلك، تم إضافة عدد صحيح N أثناء عملية استخراج مكونات الوجه. في هذا البحث تم إضافة $N=127$ ، التي هي نصف 255، إلى كل قيمة كثافة لمصفوفة المكونات.

3-1 تحديد صورة الوجه واستخلاص مكان الأذنين:

يبين الشكل (2) المخطط المنهجي لتحديد صورة الوجه واستخلاص موضع الأذنين، حيث يتم في البداية اكتساب الصورة لشخص ما، كما هو مبين في الشكل (3)، ومن ثم تحويلها إلى صورة سويات رمادية، ومن ثم إلى صورة ثنائية (الشكل (4)). بعد ذلك يتم تنفيذ مسح الصورة الثنائية الناتجة بشكل عمودي من الزاوية العلوية اليسارية، وإيجاد أول ببسل قيمته تساوي 1، الذي يدل على موقع الأذن اليمنى، ومتابعة المسح حتى إيجاد آخر ببسل قيمته تساوي 1، الذي يدل على موقع الأذن اليسرى، ومن ثم اقتصاص الصورة بناءً على هذين الموقعين، كما هو مبين في الشكل (5).



الشكل (2) المخطط المنهجي لاستخراج موضع الأذن.



الشكل (3) الصورة المكتسبة. الشكل (4) الصورة الثنائية. الشكل (5) الصورة المقتصة.

2-3 اكتشاف العين واقتطاعها:

من المعلوم أن العين اليمنى تقع في النصف الأيمن من الوجه. وأن أقصى فرق في الشدة بين بيكسلين متجاورتين يقع في منتصف العين. لذلك، إذا تم الحصول على الصف، الذي يكون فيه القيمة الأعظمية للفرق، فإنه يمكن التنبؤ بمنطقة العين. فيما يلي خطوات استخراج العين اليمنى:

1- قراءة صورة الوجه الناتجة من المرحلة السابقة [الشكل (6)]، وتحويل الصورة إلى صورة سويات رمادية، الشكل (7).

2- استخلاص النصف الأيمن من الوجه من صورة السويات الرمادية، الشكل (8).



الشكل (6) خرج المرحلة السابقة. الشكل (7) صورة سويات رمادية. الشكل (8) صورة النصف الأيمن من الوجه.

3- إيجاد السطر Max_Index حيث تقع القيمة الأعظمية للفرق بين شدتين متجاورتين في صورة نصف الوجه الرمادية. يقع مركز كرة العين في السطر Max_Index .

4- استخلاص جزءاً من صورة نصف الوجه الرمادية بقيمتي (x_1, y_1) ، (x_2, y_2) وفقاً للنموذج الهندسي الموضح في الشكل (1) وفق المعادلات التالية، [الشكل (9)]:

$$x_1 = \text{Max_Index} - (0.6 \times W) \quad (1)$$

$$y_1 = 0.14 \times W \quad (2)$$

$$x_2 = \text{Max_Index} + (0.6 \times W) \quad (3)$$

$$y_2 = W / 2 \quad (4)$$

5- تطبيق مرشح أوسطي (باستخدام الدالة median_fil_2D في بيئة الماتلاب) على جزء الصورة المستخلص في المرحلة السابقة، [الشكل (10)].

6- إضافة عدد صحيح N لقيم كثافة بكسلات الصورة الناتجة من المرحلة السابقة والحصول على مصفوفة صورة جديدة، [الشكل (11)]. كما ذكر سابقاً $N = 127$.

7- إيجاد الحواف في الصورة الجديدة بواسطة خوارزمية كانى، لتنتج الصورة المبينة في الشكل (12).



الشكل (10) تطبيق مرشح أوسطي (median).



الشكل (9) استخلاص منطقة العين اليمينية بشكل أولي.

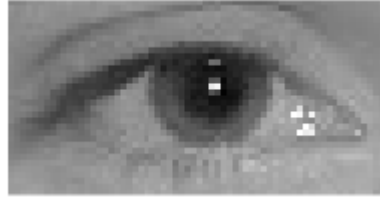


الشكل (12) إيجاد الحواف في الصورة المعالجة.



الشكل (11) إضافة عدد صحيح N لقيم كثافة بكسلات الصورة بعد تطبيق المرشح.

8- استخدام خوارزمية كشف الحدود للحصول على منطقة العين اليمنى بشكل أكثر دقة من الصورة الناتجة من المرحلة السابقة، [الشكل (13)].



الشكل (13) استخلاص منطقة العين اليمنى بشكل أكثر دقة.

3-3 اكتشاف الأنف واقتطاعه:

لاستخراج الأنف، يتم التنبؤ الأولي بمنطقة الأنف بواسطة النموذج الهندسي الموضح في الشكل (1)، ثم من خلال إيجاد موضع فتحتي الأنف، يمكن الحصول على الحدود اليسرى واليمنى والسفلية للأنف، يتم حساب الحد العلوي للأنف من صورته الثنائية. فيما يلي خطوات اقتطاع الأنف:

1- تحويل الصورة المقتطعة في المرحلة الأولى (البند 3-1) إلى صورة سويات رمادية، [الشكل (14)].

2- إيجاد منطقة الأنف بالقيمتين (x_1, y_1) ، (x_2, y_2) وفقاً للنموذج الهندسي الموضح في الشكل (1) وفق العلاقات التالية، [الشكل (15)]:

$$x_1 = \text{Max_Index} - (0.15 \times W) \quad (5)$$

$$y_1 = 0.32 \times W \quad (6)$$

$$x_2 = x_1 + (0.55 \times W) \quad (7)$$

$$y_2 = y_1 + 0.4 \times W \quad (8)$$

3- تحويل الصورة الناتجة إلى صورة ثنائية، [الشكل (16)], والحصول على الحد العلوي للأنف عن طريق التخلص من الجزء العلوي للصورة الثنائية، حيث لا يوجد بيكسل أسود، [الشكل (17)].

4- استخلاص الثلث السفلي من الأنف (المنطقة B) الموضحة في الشكل (18)، لأنه يمكن الحصول على فتحتي الأنف والحدود اليمنى واليسرى للأنف من خلال

هذه المنطقة.



الشكل (15) إيجاد منطقة الأنف.



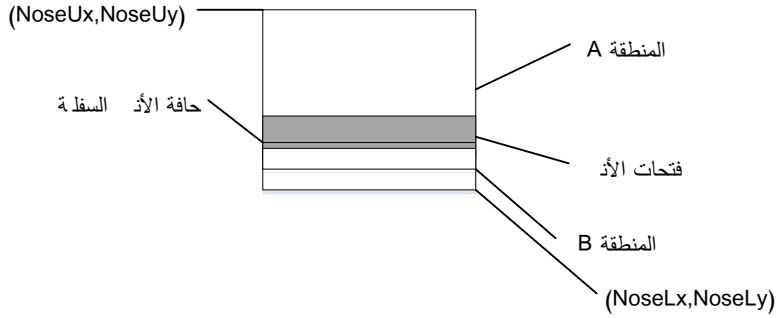
الشكل (14) صورة السويات الرمادية للصورة
المقتطعة للوجه.



الشكل (17) الحصول على الحد العلوي للأنف.



الشكل (16) التحويل إلى صورة ثنائية.



الشكل (18) مناطق حدود الأنف.

5- معالجة الصورة الناتجة من المرحلة السابقة عن طريق إضافة عدد صحيح N ($N=127$) مع كل قيم كثافة البيكسلات، والحصول على مصفوفة صورة جديدة.

6- البحث عن السطر في الصورة الناتجة من المرحلة السابقة، كما هو موضح في الشكل (18)، الذي توجد فيه فتحات الأنف عن طريق الحصول على قيمة الكثافة الصغرى في مصفوفة الصورة ذات قيم البيكسل المضافة.

7- إيجاد حواف الصورة الناتجة من المرحلة السابقة باستخدام خوارزمية كاني لاكتشاف الحواف، [الشكل (19)].

8- كما هو موضح في الشكل (18) تقع الحدود اليمنى واليسرى للأنف في المنطقة A، ويقع الحد السفلي في المنطقة B. لذلك، من الصورة المعالجة سابقاً بكاشف كاني يتم الحصول على الحدود اليسرى واليمنى والسفلية للأنف بتطبيق خوارزمية كشف الحدود، [الشكل (20)].



الشكل (20) صورة الأنف المستخلصة.



الشكل (19) إيجاد حواف صورة الأنف استخدام خوارزمية كاني.

3-4 اكتشاف الشفاه واقتطاعها:

كما هو الحال في الخطوات السابقة، يتم هنا أيضاً التنبؤ بمنطقة الشفاه باستخدام النموذج الهندسي الموضح في الشكل (1). بعد التنبؤ، يتم استخلاص المنطقة الفعلية للشفاه من منطقة الشفاه، التي تم التنبؤ بها. ويتم تنفيذ ذلك وفق الخطوات التالية:

1- تحويل الصورة المقطعة في المرحلة الأولى (البند 3-1) إلى صورة سويات رمادية، [الشكل (21)].

2- التنبؤ بمنطقة الشفاه باستخدام القيم (x_1, y_1) ، (x_2, y_2) وفقاً للنموذج الهندسي للشكل (1) باستخدام العلاقات التالية، [الشكل (22)].

$$x_1 = \text{NoseLx} + 0.06 \times W \quad (9)$$

$$y_1 = 0.25 \times W \quad (10)$$

$$x_2 = \text{NoseLx} + 0.30 \times W \quad (11)$$

$$y_2 = y_1 + 0.5 \times W \quad (12)$$



الشكل (22) صورة الشفاه المستخلصة.



الشكل (21) صورة السويات الرمادية للصورة المقطوعة للوجه.

3- تطبيق مرشح أوسطي (مرشح median) على الصورة الرمادية للشفاه المستخلصة، [الشكل (23)].

4- إضافة عدد صحيح N ($N=127$) إلى كل قيم كثافة بيكسلات صورة الشفاه الرمادية المستخلصة، والحصول على مصفوفة جديدة، [الشكل (24)].

5- إيجاد حواف الصورة الناتجة من المرحلة السابقة باستخدام مرشح كاني، [الشكل (25)].

6- استخلاص منطقة الشفاه بشكل أكثر دقة، [الشكل (26)].



الشكل (24) إضافة عدد صحيح للصورة المرشحة باستخدام مرشح median.



الشكل (23) تطبيق مرشح median على الصورة الرمادية للشفاه المستخلصة.



الشكل (26) استخلاص منطقة الشفاه.



الشكل (25) إيجاد حواف الصورة باستخدام مرشح كاني.

4- النتائج:

لتقييم فعالية النموذج المقترح في هذا البحث تم تطبيقه على صور وجه لـ 15 شخص مع الأخذ بعين الاعتبار الوضعية الصحيحة للوجه (بدون إمالة الرأس، أو دورانه). يبين الشكل (27) صور الوجه المختبرة.

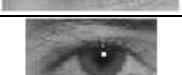
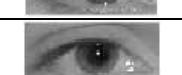
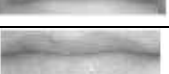
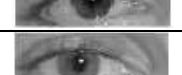


الشكل (27) بعض نماذج صور الأشخاص المختبرة.

تم وضع برنامج خاص باستخدام بيئة الـ MATLAB لتقييم أداء النموذج المقترح، وحساب نسبة النجاح في كشف واستخلاص ملامح الوجه الخاصة بكل شخص واقتطاعها. يعرض الجدول (1) نتائج تطبيق الخوارزمية المقترحة لكشف واستخلاص ملامح الوجه الخاصة بكل صورة شخص.

تم استخدام حاسوب بالمواصفات التالية: المعالج Intel(R) core i3 بسرعة معالجة 3.60 غيغا هرتز و RAM 4 غيغا بايت، وكان زمن تنفيذ البرنامج لاستخلاص مكونات كل صورة وجه هو 1.5 ثانية؛ أي الزمن، الذي يستغرقه النموذج المقترح لاستخلاص صور العين اليمنى، والأنف، والشفاه من صورة وجه واحدة.

الجدول (1) نتائج استخلاص مكونات الوجه (العين اليمنى، الأنف، الشفاه).

صورة الوجه	صورة العين اليمنى	صورة الأنف	صورة الشفاه
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

5- مناقشة النتائج:

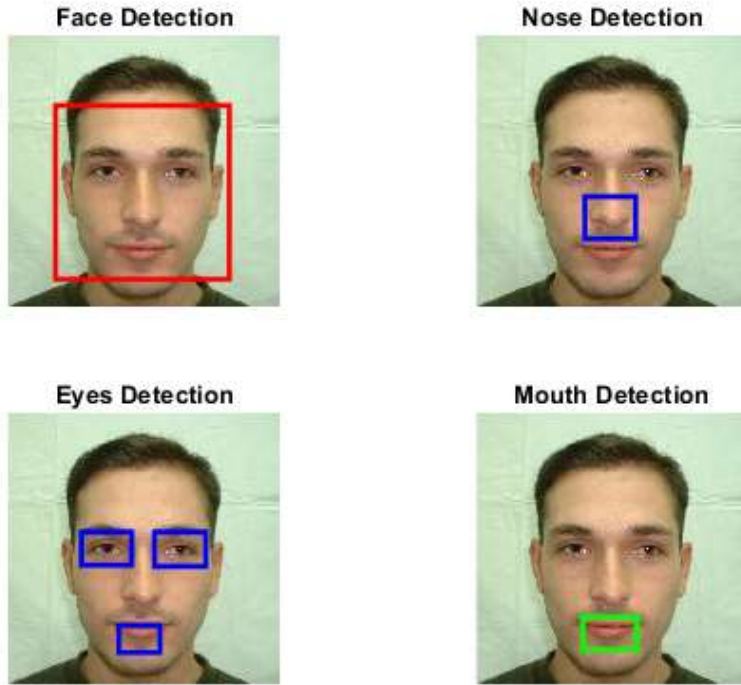
من واقع الجدول (1)، يتضح بأن الخوارزمية المقترحة نجحت في استخلاص ملامح الوجه بشكل دقيق، حيث تم اقتطاع صورة العين والأنف والشفاه بشكل يعكس

الحدود الفعلية لها، وهذا ما يفسر القياسات المختلفة لصور العين والأنف والشفاه المقطعة من صور الوجوه المختبرة.

تعاني الخوارزمية المقترحة من عيب يتمثل في اقتطاع صورة العين بشكل دقيق في بعض الحالات، كما في صور العين المدرجة في السطر الثاني من الجدول (1). ويعود ذلك إلى وجود الحاجب ضمن الصورة المقطعة للعين بشكل أولي، مما يؤدي إلى زيادة طفيفة في قياس صورة العين المقطعة، ولكنه لا يؤثر في حال تم استخدامها لتصميم نظام تعرف آلي للأشخاص عن طريق ملامح بصمة الوجه.

تمت مقارنة الخوارزمية المقترحة مع الدالة الموجودة في بيئة الماتلاب إصدار 2018، والتي تسمى طريقة الكشف المتسلسل للكائن (vision.CascadeObjectDetector)، التي تستخدم خوارزمية Viola-Jones لاكتشاف وجوه الأشخاص أو أنوفهم أو عيونهم أو أفواههم أو الجزء العلوي من الجسم، إلا أنها تستخلص أجزاء أكبر من المكون المطلوب وفي بعض الأحيان تكون دقتها في الاستخلاص غير كافية لنجاح نظام التعرف. يعرض الشكل (28) نتيجة تطبيق دالة الكشف المتسلسل للكائن على إحدى صور الوجه المختبرة في هذا البحث. بالنظر إلى الشكل (28) يتضح بأن طريقة الكشف المتسلسل للكائن فشلت في إيجاد موقع العين اليمنى، لأنها أوجدت ثلاثة مواقع محتملة للعين اليمنى أثناء اكتشافها، بالإضافة إلى أنها فشلت في تحديد موقع الشفاه بدقة.

كما تم أيضاً إجراء المقارنة بين الخوارزمية المقترحة وطريقة الكشف المتسلسل للكائن من حيث زمن تنفيذ البرنامج، وتبين أن زمن تنفيذ طريقة الكشف المتسلسل للكائن (1.3 ثانية) أقل، ولكن بشكل طفيف من زمن تنفيذ الخوارزمية المقترحة (1.5 ثانية).



الشكل (28) نتيجة تطبيق دالة الكشف المتسلسل للكانن.

يُوصى للعمل المستقبلي دراسة إمكانية التغلب على مسألة ظهور بعض أجزاء الحاجب ضمن صورة العين المتقطعة.

References

- [1] Naeem M.; Qureshi I.; Azam F., 2015 – **Face Recognition Techniques and Approaches: A Survey**, Sci. Int. (Lahore), 27(1), 301-305.
- [2] Bhandiwad V.; Tekwani B., 2017 - **Face recognition and detection using neural networks**. International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI).
- [3] Ankile L. L.; Heggland M. F.; Krangle K., 2020 - **Application of Facial Recognition using Convolutional Neural Networks for Entry Access Control**. Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV); Machine Learning (cs.LG).
- [4] Meshginia S.; Aghagolzadehb A.; Seyedarabi H., 2013 - **Face Recognition Using Gabor-Based Direct Linear Discriminant Analysis and Support Vector Machine**. Computers & Electrical Engineering, 39(3), 727-745.

- [5] Basak S. T., 2017 - **Face Recognition Using Fuzzy Logic**. M.S thesis, California State University, Northridge, **40**.
- [6] Dubois A., 2018 - **Face Recognition Using Deep Neural Networks**. M.S thesis, Departement of Electrical Engineering and Computer Science, Faculty of Applied Sciences, University of Liege, **130**.
- [7] Mahmud F.; Khatun M. T.; Zuhori S. T.; Afroge Shyla ; Mumu A.; Pal B., 2015 - **Face Recognition Using Principle Component Analysis And Linear Discriminant Analysis**. International Conference on Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT).
- [8] Rathore N.; Chaubey D.; Rajput N., 2013 – **A Survey On Face Detection And Recognition**, International Journal of Computer Architecture and Mobility, **1(5)**.
- [9] Debotosh B.; Santanu H.; Mita N.; Dipak K. B.; Mahantapas K., 2011 – **Construction of Human Faces From Textual Descriptions**. Soft Comput (2011), **15**, 429–447.