

كشف الوجه وتحديده في الصور الملونة

نجم عبد الله الطحان

المعهد التقني

هيئة التعليم التقني/الموصل

منار يونس كشمولة

كلية علوم الحاسبات والرياضيات

جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٨/٨/٢٠

تاريخ قبول البحث: ٢٠٠٨/١٢/٤

ABSTRACT

The aim of this study is face detection in colored images (single or multiple faces) where an algorithm based on skin color information, in addition to face features like eyes and mouth, are used. The study deals with the effect of colored images type in test where (jpg, jpeg) images are used. Different images of persons were obtained from the internet and different images background and their effect on face detection within the image are studied. Two groups of colored images, photographic images taken by a photographic camera and digital images taken by a digital camera are also studied. A comparison between the results of the two groups concerning face detection is made. This comparison is based on the face orientation angle for each image in the two groups using the frontal and side (right, left) template.

الملخص

يهدف البحث الى كشف الوجه وتحديده في الصورة الملونة (وجه واحد أو وجوه متعددة) للأشخاص، حيث تم استخدام خوارزمية مبنية على معلومات لون البشرة فضلاً عن ملامح الوجه التي تمثل الثقوب كالعينين والفم . وتضمن البحث دراسة تأثير نوع الصور الملونة المستخدمة في الاختبار بحيث تم استخدام صور من أناس بشرية مختلفة وخلفية صورة مختلفة وتأثير كل منها في تحديد الوجه ضمن الصورة. فضلاً عن مجموعتين من الصور الملونة، مجموعة صور فوتوغرافية التقطت بكاميرا فوتوغرافية والمجموعة الأخرى صور رقمية التقطت بكاميرا رقمية. كما تم إجراء مقارنة بين نتائج المجموعتين في كشف الوجه وتحديده في هذه الصور وحسب قيمة زاوية انحراف الوجه لكل صورة من المجموعتين باستخدام القالب الأمامي والقالب الجانبي (يمين، يسار).

مقدمة

اختلف الباحثون في أسلوب تطبيق الخوارزمية من أجل عملية كشف وتحديد دقيق وسريع، حيث استخدم الباحثون (Kim)، (prieto)، (pugalia) في خوارزمية كشف الوجه وتحديده، الأسلوبين (feature-based) و (image-based) لتعظيم احتمالية الكشف، بشكل خاص. مستخدمين عمليات الـ (morphological)، وقالب مطابقة للكشف عن الوجه وتحديده ضمن المناطق المرشحة في الصورة [12]. قامت مجموعة (EE 368 group 23) في عام 2002 باستعمال خوارزمية تدمج مرحلة تجزئة اللون وتجزئة الصورة، ومرحلة ربط مطابقة قالب صورة مع قرار تغذية خلفية ملائمة. وكانت النتيجة هي التقليل من زمن التنفيذ [9]. اما (Shankar)، (Deshwal) في عام 2002 استخدموا خوارزميتي شبكة الانتشار الخلفي القياسية (BP)، وخوارزمية الممكنة المتجهة المسندة (SVM)، وإجريا مقارنة بين

الخوارزميتين، حيث بدت أن (SVM) أسرع من (BP) [18] . كما قام (Xie)، (Gupte)، (Tang) في العام 2002 بتطبيق خوارزمية كشف الوجه وتحديد استخدامه عملية تجزئة اللون ثم استخدام عملية مطابقة القالب لكشف الوجه وتحديد عن غير الوجه الذي له لون الجلد نفسه، فامتازت الطريقة بالسهولة والسرعة فضلاً عن الدقة في كشف الوجه من خلفية الصور [22] . أما في عام 2003 فقد قام (Mohsin)، (Ahmed)، (Mar) بتقديم بحث في المجال نفسه مستخدمين تقنية اللون في الصور ، وكانت النتيجة أنه تم الكشف عن 160 وجه من أصل 164 [14] .

الباحثون (Lien)، (Jain)، (Abde-Mottaled) استخدموا خوارزمية كشف الوجه وتحديد التي تعتمد على معلومات اللون واختيار مناطق الجلد باستخدام تجزئة الصورة ، فضلاً عن تحديد ملامح الوجه مثل العينين والأنف والفم التي تساعد في عملية كشف الوجه وتحديد [11] . واستخدم الباحث (Leahy) في عام 2003 خوارزمية تعتمد على تقنية ومعلومات اللون ومطابقة الصور في كشف وجه الإنسان وتحديد من خلفية الصور الملونة [13] .

تناول كل من الباحثين (Rajagopalan) و (Sandeep)، خوارزمية في كشف الوجه وتحديد بالاعتماد على لون الجلد (البشرة) ومعلومات الحافة وسبقت عملية الكشف بعض العمليات مثل استخلاص العينين التي تُعد من ملامح الوجه والتي تساعد على كشف وجه الإنسان وتحديد من خلفية الصور [17] . أما الباحثون (Albiol)، (Delp)، (Torrest) تناولوا الخوارزمية التي تعتمد على كشف الجلد (البشرة) وعملية تجزئة اللون بدون إشراف التي تركز عليها الخوارزمية بشكل خاص. واستطاعوا عزل مناطق الوجه عن خلفية الصورة الملونة [3] .

استعمل الباحثون (Tang) ، (kawato) ، (Ohya) ، (Nakatsu) خوارزمية تعتمد على المعلومات اللونية للجلد والشعر وتطبيق خوارزمية القوس الفاصل (Division Curve) بينهما باستخدام معلومات الرياضيات الهندسية [19] .

أما الفكرة التي تم الاعتماد عليها في هذا البحث فهي استخدام خوارزمية تقنية الألوان لكشف وجه الإنسان وتحديد في الصور الملونة ، والخوارزمية تتضمن خطوتين لمعالجة الصورة :

الخطوة الأولى: تتضمن إنموذجاً للون الجلد ، ومخططاً للتوزيع اللوني وعزل مناطق الجلد عن غيرها من المناطق، ومن ثم تحديدها.

الخطوة الثانية: تتضمن استخدام مواءمة القالب أو مطابقة القالب. وهي خطوة أساسية في العديد من المجالات العلمية والطبية مما حدا بالباحثين إلى إيجاد طرائق عدة لتنفيذها والوصول إلى نتائج جيدة [1]

مطابقة الصور (مواءمة الصور) Images Matching

مطابقة الصور تؤدي دوراً مهماً في العديد من التطبيقات ، كما في مجال تمييز الوجوه وتمييز الكتابة اليدوية ومعالجة الصور الطبية واستعادة الأشكال المفقودة في الصور [10] .

إن عملية تحديد الصورة ومطابقتها تجري من خلال حساب الارتباط المتقاطع (Cross Correlation) بين الأشكال أو الصور ، وهذا يعني تحديد الكيان المراد مطابقته والذي يقارن بشكل متكرر مع أشكال غير معلومة في الصورة ، وفي حالة تشابه الكيان مع شكل معين بدرجة كافية ، فإن الكيان المعني يمكن اعتباره محدداً أو تم كشفه [1] .

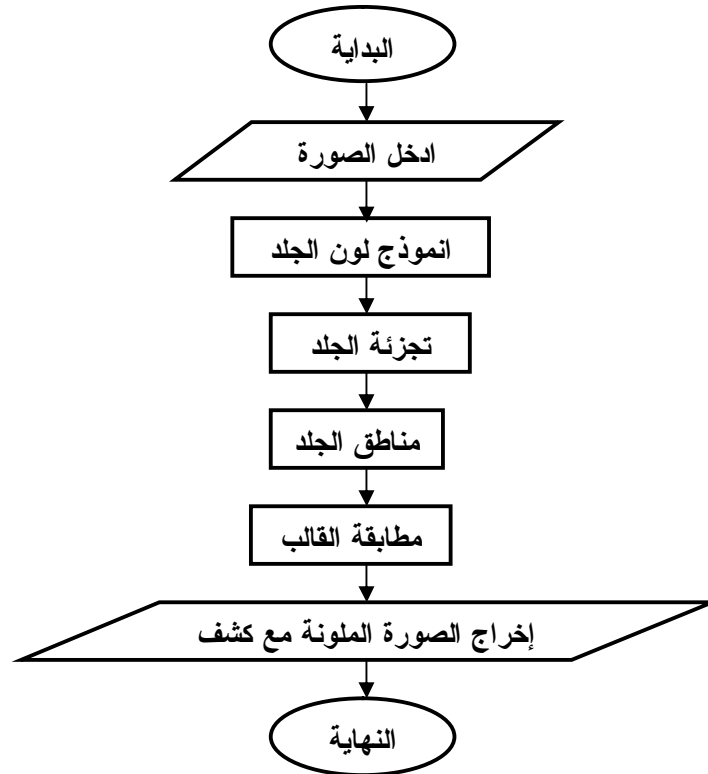
إنَّ مطابقة الصور تتركز في تحديد المعلومات المتباينة او المتفاوتة في كلا الشكليين وهذه المسألة تتعلق بنوعين من الطرائق ، الأولى هي (Feature based methods) والأخرى هي Intensitybased (methods) [1] .

– **الطريقة المبنية على الخواص Features based method** : هذه الطريقة تستند إلى تحديد معلومات عامة في الشكل ، مثل تحديد الحافات ، وتحديد الزوايا ، وحساب المساحة أو الحجم للصورة الأصلية ، وحساب محاورها ومركزها ، ومن ثم تبدأ عملية المطابقة المطلوبة . بحيث يمكنها تجهيز معلومات جيدة ، متفرقة [1] .

– **الطريقة المبنية على كثافة الوحدات الصورية Intensity based method** : فأنها تختار نافذة في وسط نقاط الشكل، والنقاط التي تقع ضمن هذه النافذة يتم اعتمادها لحساب الارتباط ما بين الصورتين [1] . إنَّ حالة التطابق في الأشكال الهندسية النظامية تختلف عن الأشكال الهندسية غير النظامية وبالتالي فإن الصور التي تحمل أشخاصاً تحتاج عملية مطابقة القالب الى خطوات معقدة وطويلة اعتماداً على مميزات الصورة فضلاً عن نوع الخوارزمية المستخدمة في المطابقة والكشف أو التحديد .

خوارزمية كشف الوجه وتحديده في الصور الملونة

هي عملية استخلاص الوجه من خلفية الصور الملونة، أي تحديد لموقعه في الصور الملونة. وتمثل الخطوة الأولى في تمييز الوجه، وإذا أريد البحث عن صورة إنسان مخزونة في قاعدة بيانات لَوَجَبَ كشف الوجه في القاعدة ، ومن ثم البحث عنه واثبات هويته ويمكن تمثيلها بالمخطط الانسيابي في الشكل (1) :



الشكل (1) مخطط انسيابي عن خطوات كشف الوجه وتحديده

إنموذج لون الجلد Skin Color Model

لغرض تجزئة مناطق الجلد عن مناطق غير الجلد في الصورة بالاعتماد على اللون ، يتم بناء إنموذج لون الجلد الذي يلائم الأشخاص الذين يختلفون في ألوان الجلد في بيئات إضاءة مختلفة [15,8] .
إن النمط (الأحمر ، الأخضر ، الأزرق) للصور الملونة غير ملائم لتمييز لون الجلد [2] ، حيث إنها لا تمثل اللون حسب ، وإنما الإضاءة (Luminance) أيضاً التي تختلف في وجه شخص عن الآخر . ولا تعد مقياساً ملائماً لتجزئة مناطق الجلد [8] . لذا تتم إزالة الإضاءة من الصورة الملونة ، لتبقى حاوية للألوان الثلاثة فقط . وتسمى بالألوان النقية (Pure Color) . وتجري هذه العملية باستخدام التعبير (Normalization) [5,3] .

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad \dots(1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \quad \dots(2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \quad \dots(3)$$

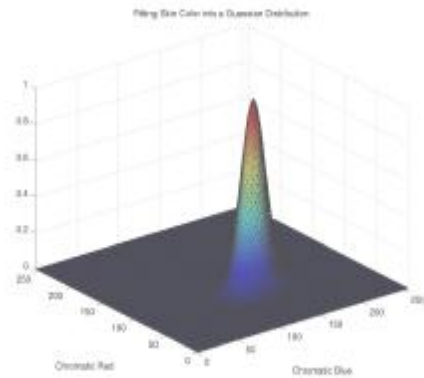
$$r+g+b=1 \quad \dots(4)$$

حيث إن (r,g,b) تمثل قيم ألوان قد تم تعبيرها لكل من (R,G,B) على التوالي، والوحدة الصورية للصورة الملونة يمكن التعبير عنها بأنها قيمتان من القيم الثلاثة [21] .
التوزيع اللوني لألوان الجلد لعدة أشخاص قد تجمع في مساحة صغيرة . ويمكن ملاحظة ذلك التوزيع كما هو موضح في الشكل (2) [5] .

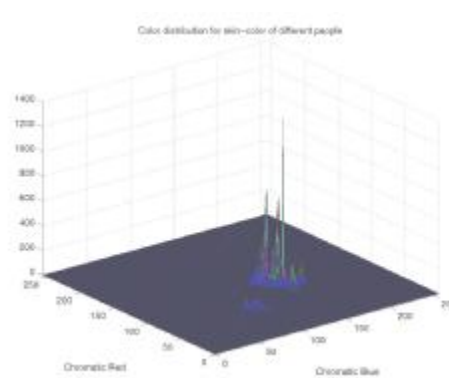
نماذج الجلد التي يتم استخلاصها من الصور الملونة تحتوي على تشويش وضوضاء (Noise) مما يتطلب استخدام المرشاح ذات التردد الواطئ لإزالتها كما في المعادلة (5) [20] .

$$h = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

ويتم حساب المعدل (Mean) والتباين (Covariance) لكل من قيم r ، b لنمط اللون النقي من خلال المعادلتين (6) ، (7) [12، 8] :-



الشكل (3) إنموذج Gaussian



الشكل (2) التوزيع اللوني للجلد

$$\text{Mean} : m = E\{x\} \quad \dots(6)$$

$$x = (r, b)^T$$

$$\text{Covariance: } C = E \left\{ (x - m)(x - m)^T \right\} \quad \dots(7)$$

حيث إنَّ : T : معكوس المصفوفة

حيث يمكن التعبير عن التوزيع اللوني للجلد بإنموذج آخر يدعى إنموذج (Gaussian) ويعبر عنه بـ $N(m, c)$ [8] كما في الشكل (3) .

الخطوة التالية هي استخدام إنموذج توزيع لون الجلد المذكور آنفاً في الصورة الملونة الأصلية لتحديد المناطق الأكثر احتمالية لتكون كمناطق جلد ، بحيث يتم تحديد احتمالية مناطق الجلد من خلال معادلة احتمالية (likelihood) [16 ، 2] :-

$$P(r, b) = \exp \left[-0.5(x - m)^T C^{-1}(x - m) \right] \quad \dots(8)$$

المعادلة الآتية الذكر تحدد احتمالية وحدة صورية واحدة لمنطقة جلد ، لذا يتم تحديد الاحتمالية لجميع الوحدات الصورية للصورة ، ثم يتم تحويل الصورة الأصلية إلى صورة رمادية التدرج بحيث تعطي قيمة كل وحدة صورية تحت بيئة رمادية التدرج [8] . الشكل (4) يوضح الصورة الأصلية والصورة نفسها رمادية التدرج .



الشكل (4)



الصورة رمادية التدرج

الصورة الملونة الأصلية

الخطوات اللاحقة تحتاج إلى تحويل الصورة إلى صورة ثنائية ، لاجل ذلك يتم استخدام قيمة عتبة (Threshold) مناسبة لتحويل الصورة رمادية التدرج إلى الصورة الثنائية التي من خلالها توضح مناطق الجلد ومناطق غير الجلد [16] .

تجزئة الجلد Skin segmentation

بعد أن يتم الحصول على صورة رمادية التدرج من الصورة الملونة كما في الخطوة السابقة ، وأن قيمة كل وحدة صورية تمثل احتمالية وحدة صورية تنتمي إلى الجلد من خلال تطبيق المعادلة (8) . نلاحظ في الشكل (4) الصورة الملونة والصورة بالمستوى الرمادي أن مناطق الجلد مثل (الوجه ، الكفين ، والذراعين) تبدو أكثر سطوعاً وإضاءةً من مناطق غير الجلد ، ولكن هذا لا يعني أن كل المناطق الأكثر سطوعاً وإضاءةً هي مناطق جلد وإنما هي مناطق لها لون الجلد نفسه. لذا فإن النقطة المهمة هي عملية تحديد المناطق التي ليس لها لون الجلد وكذلك تلك المناطق التي لا توجد لها أية اعتبارات في عملية تحديد الوجه [13,4] .

طالما أنَّ مناطق الجلد هي أكثر سطوعاً وإضاءةً من بقية أجزاء الصورة ، لذا تتم تجزئة مناطق الجلد عن بقية أجزاء الصورة من خلال إجراء عملية تطبيق العتبة (**Threshold**) [9,6] لتحويل الصورة الرمادية إلى صورة ثنائية ، وان اختيار قيمة العتبة يعتمد على صور مختلفة لأشخاص يختلفون في لون الجلد . وان اختيار قيمة ثابتة غير ممكنة لجميع الصور [16] .

إنَّ الحصول على القيمة المثالية للعتبة (**Optimal threshold**) تأتي من خلال التجربة والمحاولة [17] ، إنَّ اختيار قيمة العتبة صغيرة جداً تؤدي الى زيادة في عدد المناطق التي تشير الى الجلد ، في حين اختيار قيمة كبيرة تؤدي إلى النقصان في عدد المناطق التي تشير إلى الجلد ، يستشف من هذا أنَّ القيمة الصغيرة للعتبة قد تجعل بعض المناطق تشير إلى جلد على الرغم من كونها ليست مناطق جلد وكذلك فإنَّ القيمة الكبيرة قد تُفقد من بعض المناطق هذه الخاصية على الرغم من كونها جلدًا أصلاً [8] .

مناطق الجلد Skin Regions

باستخدام الصورة الثنائية يتم تحديد منطقة الجلد التي يمكن أن تكون وجهاً لإنسان ، لأجل ذلك نحتاج تحديد عدد مناطق الجلد في الصورة .

تحديد عدد مناطق الجلد

منطقة الجلد تعرف على أنها منطقة مغلقة في الصورة إما لأنها لا تحوي ثقباً أو تحوي ثقباً واحداً أو أكثر ، ولون حدودها الخارجية تتمثل بوحدة صورية ذات قيمة (1) في الصورة الثنائية ، في حين تحمل الثقوب في الصورة الثنائية قيمة (0) للوحدة الصورية ، لاجل ذلك يجب أن نعنون كل منطقة جلد ، بحيث يخصص رقم صحيح لكل منها باستخدام المتجاورات الثمانية لنتمكن من إجراء اختبار فردي عليها لمواصفات الوجه وخصائصه [7].

يتم إجراء عملية مسح خلال منطقة واحدة لغرض عزل كل منطقة ، ويتم تكوين صورة جديدة من المناطق التي تمت عنونتها بحيث تتكون الصورة الجديدة من (الواحدات) ماعدا تلك التي تعطى لها قيم تتكون من (الأصفر) ، وتكرر العملية مع بقية المناطق التي وجدت لغرض تحديدها مناطق وجه مقترحة .



الشكل (7)



(منطقة جلد مجزأة تقابل الوجه فقط)

(مناطق جلد مجزأة)

حساب عدد الثقوب في منطقة الجلد

قبل البدء بحساب عدد الثقوب ضمن كل منطقة جلد ، يجب أن نعرف أنَّ الثقوب تمثل ملامح الوجه (العينين ، الفم) . والشكل (8) يوضح هذه الملامح وتفسير كل حالة .

تبين من الشكل (8)، أن منطقة الجلد (الوجه) في الأقل يجب أن يكون لها ثقب واحد ، ونتيجة لذلك يجب التخلص من المناطق التي لا تحمل ثقباً في داخلها ويتم حساب قيمة اويلر (Euler) لمنطقة الجلد لغرض حساب عدد الثقوب فيها كما في المعادلة (9) [6] .

$$E = C - H$$

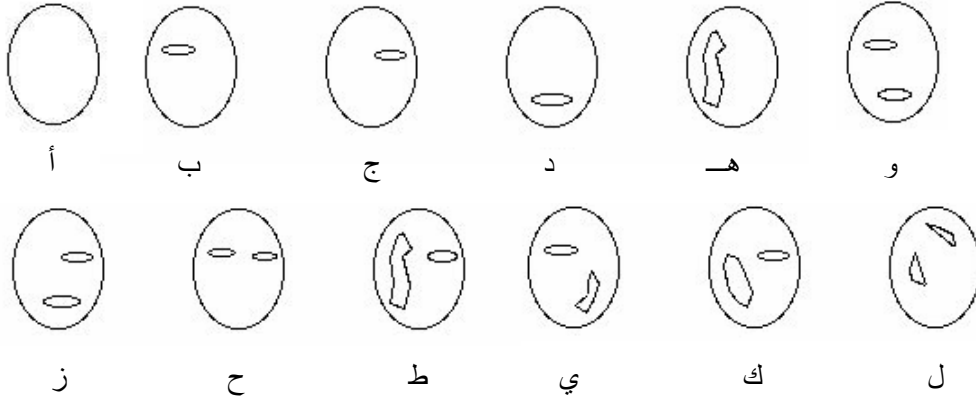
...(9)

حيث إن :-

E : قيمة اويلر

C : تمثل منطقة الجلد

H : عدد الثقوب في منطقة الجلد .



الشكل (8) الثقوب في منطقة الجلد (الوجه)

وبما أنه يتم استخدام منطقة جلد واحدة في كل مرة لذا تكون قيمة (C=1) أي:

$$H = 1 - E$$

...(10)

حيث إن :-

E : قيمة اويلر حيث أن $-\infty \leq E \leq 1$

مركز منطقة الجلد

إذا احتوت منطقة الجلد على أكثر من ثقب واحد ، يتم اللجوء إلى حساب مساحة تلك المنطقة فضلاً عن حساب مركزها في الصورة الثنائية. ويمكن حساب المركز من المعادلتين (11) و (12) [8] :

$$\bar{x} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m jB[i, j] \quad \dots(11)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m iB[i, j] \quad \dots(12)$$

حيث إن :-

A : مساحة المنطقة مقاسة بـ (الوحدة الصورية) .

B : مصفوفة [n*m] تمثل المنطقة .

ويتم تحديد مركز منطقة الجلد باستخدام الدالة (Center) .

اتجاه أو انحراف منطقة الجلد عن الاتجاه العمودي Orientation

ربما تكون الوجوه التي يتم استخدامها في البحث ذوات اتجاه عمودي ، أو تكون ذوات انحراف معين، ولكي يحصل تطابق عالٍ مع صورة (الوجه القالب) بزاوية صحيحة، فإن زاوية الانحراف تحسب على النحو الآتي [16] :

$$a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x'_{ij})^2 B[i, j] \quad \dots(13)$$

$$b = 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x'_{ij} y'_{ij} B[i, j] \quad \dots(14)$$

$$c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y'_{ij})^2 B[i, j] \quad \dots(15)$$

$$x' = x - \bar{x} \quad \dots(16)$$

$$y' = y - \bar{y} \quad \dots(17)$$

وأن :-

$$\theta = \frac{1}{2} a \tan \frac{b}{a-c} \quad \dots(18)$$

حيث يتم حساب زاوية انحراف منطقة الجلد (q) عن الاتجاه العمودي من خلال الدالة (Orientation).

عرض منطقة الجلد وارتفاعها

يتم حساب عرض منطقة الجلد وارتفاعها لغرض إعادة حساب عرض صورة (الوجه القالب) وارتفاعها التي يجب أن تكون متطابقة مع أبعاد منطقة الجلد [16] .

نسبة منطقة الجلد Ratio

بعد حساب عرض منطقة الجلد وارتفاعها يتم حساب نسبة المنطقة لغرض اتخاذ قرار أوجه هي أم لا ؟ ، كما في المعادلة (19) [8] :

$$Ratio(R) = \frac{Height(Hy)}{Width(Wx)} \quad \dots(19)$$

وأن من البديهي أن وجه الإنسان له نسبة تقارب القيمة (1) .

صورة الوجه القالب Template Face

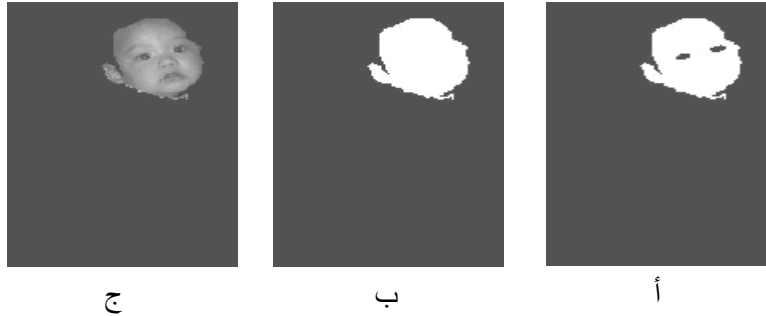
المقصود بصورة الوجه القالب هو تكوين صورة يتم اختيارها عن طريق إيجاد المعدل لعدد من الوجوه لمجموعة من الأشخاص (ذكور وإناث) ، وهي ضرورية لاتخاذ القرار في تحديد منطقة الجلد أتمثل وجهاً أم لا؟. الشكل (9) يضم مجموعة من القوالب [16] .



الشكل (9) صورة الوجه القالب الأمامى والقالب الجانبى

مطابقة القالب (مواءمة القالب) Template Matching

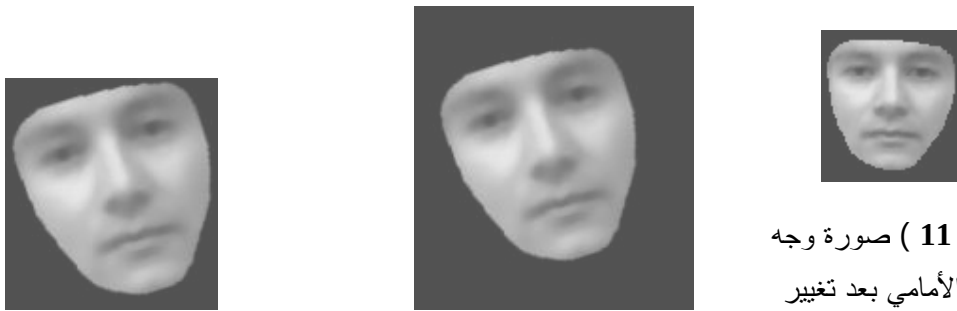
لاتخاذ القرار النهائي للكشف عن وجه الإنسان يتم غلق الثقوب لمنطقة الجلد وإجراء عملية ضرب بين الصورة التي تم الحصول عليها مما سبق مع الصورة الأصلية ذات التدرج الرمادي كما في الشكل (10) .



الشكل (10) (أ) منطقة جلد مجزأة تقابل الوجه فقط (ب) الوجه بدون ثقوب (ج) الوجه بدون ثقوب مع صورة الوجه الأصلية بالتدرج الرمادي

ولكي تستقر صورة الوجه القالب وتكون بالانحراف نفسه كما في إحداثيات المحاور لمنطقة الجلد يتم اتباع ما يأتي :-

1. تغيير أبعاد صورة الوجه القالب قياساً إلى الارتفاع والعرض لمنطقة الجلد كما موضح في الشكل (11) .



الشكل (11) صورة وجه القالب الأمامى بعد تغيير أبعادها

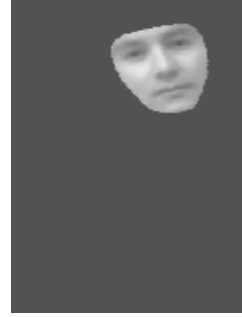
صورة الوجه القالب
الأمامى بعد تدويرها

الشكل (12)

صورة الوجه القالب
بعد اقتطاع جزء منها

2. تدوير صورة الوجه القالب التي يتم الحصول عليها بعد تغيير بعدها بالاعتماد على قيمة زاوية الانحراف (q)، لذا فان صورة الوجه القالب تصبح باتجاه منطقة الجلد نفسه .

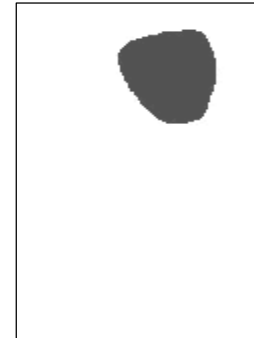
3. عملية التدوير قد تجعل الصورة أكبر بحيث تتم إضافة وحدات صورية سوداء الى الصورة، مما يتطلب إجراء عملية اقتطاع جزء من الصورة (Crop) قياساً الى أبعاد منطقة الجلد . وبذلك نحصل على صورة جديدة للوجه القالب كما في الشكل (11) .
4. حساب مركز الصورة الجديدة لوجه القالب التي يتم الحصول عليها كما في الفقرة (3) .
5. تكوين صورة بحيث إنّ مركز صورة الوجه القالب يستقر بعد تغيير بعدها في مركز منطقة الجلد الذي يتم حسابه من المعادلتين (11) ، (12) . كما في الشكل (13) .



الشكل (14) يمثل الشكل (13) من دون
صورة الوجه القالب الأمامي

الشكل (13) مركز صورة الوجه
القالب الأمامي مستقراً في مركز منطقة

6. يتم حساب قيمة الارتباط المتقاطع (Cross Correlation) بين منطقة الجلد والصورة الجديدة لوجه القالب وكما في (13)، وبعد أن يقرر النظام أنّ منطقة الجلد تمثل وجهاً لإنسان يتم الحصول على صورة جديدة بدون صورة الوجه القالب كما في الشكل (14) .
7. بعد ذلك يتم إجراء عملية عكس الصورة في الشكل (14) للحصول على صورة جديدة كما في الشكل (16) .



الصورة الأصلية مع صورة
وجه القالب الأمامي في منطقة

المعكوس مضروبة بالصورة
الأصلية بالتدرج الرمادي

معكوس الشكل (14)

الشكل (15)

8. يتم إجراء عملية ضرب الصورة الأصلية ذات التدرج الرمادي مع معكوس الشكل (13) للحصول على صورة جديدة ، وسيتم الحصول على الصورة الأصلية ولكن مع صورة الوجه القالب التي تستقر في منطقة الجلد المنتخبة كما في الشكل (14) .

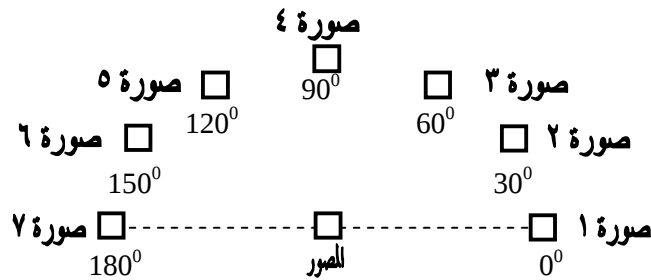
9. ولغرض تحديد الوجه يتم رسم مستطيل أو مربع يحيط به بعد حساب القيم التي بموجبها يتم رسم المستطيل أو المربع . وبذلك يتم الحصول على الصورة الأصلية الملونة مع تحديد الوجه بمستطيل أو بمربع كما في الشكل (16) [12] [24] .



الشكل (16) الصورة الأصلية والوجه محدد بمربع

مناقشة النتائج

تم اختبار الطريقة مع مجموعة من الصور الملونة وتم التوصل الى نتائج معينة مع كل صورة إلا أنّ بعض الأخطاء في تحديد الوجه تأتي من بعض المناطق التي تشبه مناطق الجلد . ولدراسة تأثير زاوية انحراف الوجه في كشف الوجه وتحديده في الصور الملونة تم النقاط سبع صور فوتوغرافية وسبع صور رقمية كما في الشكلين (29) و (30) ابتداءً من الزاوية (0^0) انتهاءً بالزاوية (180^0) أي بنقطة مقدارها (30^0) تقريباً لكل صورة ، كما موضح في الشكل (28) . وكانت النتائج من تطبيق صورة القالب الأمامي والقالب الجانبي في الجداول (3,4,5,6) . ونستنتج من نتائج التطبيق أنّ البرنامج يمكن تنفيذه مع الوجوه الأمامية والوجوه الجانبية ، وأنّ المربع الذي يحدد الوجه مع القالب الجانبي أصغر من المربع الذي يحدد الوجه مع القالب الأمامي في الوجوه الجانبية .



الشكل (28) مواقع الصور الفوتوغرافية والرقمية الملتقطة حسب الزوايا



Phahmad 4



Phahmad 3



Phahmad 2



Phahmad 1



Phahmad 7



Phahmad 6



Phahmad 5

الشكل (29 - أ) كشف الوجه وتحديدده للصور الفوتوغرافية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الأمامي



Phahmad 4



Phahmad 7



Phahmad 6



Phahmad 5



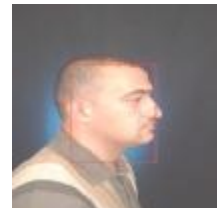
الشكل (29 - ب) كشف الوجه وتحديدده للصور الفوتوغرافية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الجانبي



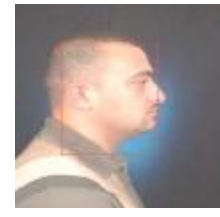
Phahmad 4



Phahmad 3



Phahmad 2



Phahmad 1



Phahmad 7



Phahmad 6



Phahmad 5

الشكل (29 - ج) كشف الوجه وتحديدده للصور الرقمية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الأمامي



Phahmad 4



Phahmad 3



Phahmad 2



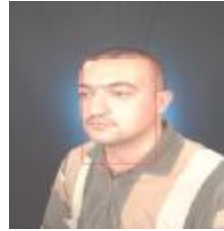
Phahmad 1



Phahmad 7



Phahmad 6



Phahmad 5

الشكل (29 - د) كشف الوجه وتحديده للصور الرقمية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الجانبي



Phnora 7



Phnora 2

الشكل (30- أ) كشف الوجه وتحديده لبعض الصور الفوتوغرافية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الأمامي



Phnora 7



Phnora 2



Phnora 1

الشكل (30- ب) كشف الوجه وتحديده لبعض الصور الفوتوغرافية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الجانبي



Phnora 7



Phnora 2

الشكل (30 - ج) كشف الوجه وتحديده لبعض الصور الرقمية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الأمامي



Phnora 7

Phnora 2

Phnora 1

الشكل (30 - د) كشف الوجه وتحديد بعض الصور الرقمية المختلفة الزوايا باستخدام القالب الجانبي

الجدول (3) قيم الارتباط المتقاطع والإحداثيات للصور الفوتوغرافية Phahmad.jpg

الزاوية	أسم الصورة	قالب وجه جانبي					قالب وجه أمامي				
		ccorr	Rect Coord				ccorr	Rect Coord			
0	Phahmad1	0.75	61	70	160	235	0.82	41	53	207	255
30	Phahmad2	0.73	57	61	166	274	0.81	35	48	222	291
60	Phahmad3	0.65	103	59	92	186	0.76	84	66	125	185
90	Phahmad4	-	-	-	-	-	0.65	82	82	122	178
120	Phahmad5	0.52	91	66	86	174	0.62	77	73	118	171
150	Phahmad6	0.57	62	62	92	184	0.67	52	69	124	184
180	Phahmad7	0.62	29	90	160	227	0.68	15	80	202	237

الجدول (4) قيم الارتباط المتقاطع والإحداثيات للصور الرقمية Diahmad.jpg

الزاوية	أسم الصورة	قالب وجه جانبي					قالب وجه أمامي				
		ccorr	Rect Coord				ccorr	Rect Coord			
0	Diahmad1	0.78	82	63	98	195	0.85	64	67	133	197
30	Diahmad2	0.76	98	105	86	174	0.87	83	108	118	175
60	Diahmad3	0.64	95	99	103	185	0.71	70	109	141	184
90	Diahmad4	-	-	-	-	-	0.80	106	111	108	160
120	Diahmad5	0.65	102	99	103	185	0.71	91	102	139	193
150	Diahmad6	0.75	116	104	86	174	0.86	100	111	120	170
180	Diahmad7	0.78	120	63	98	187	0.85	104	71	135	194

الجدول (5) قيم الارتباط المتقاطع والإحداثيات للصور الفوتوغرافية Phnora.jpg

الزاوية	أسم الصورة	قالب وجه جانبي					قالب وجه أمامي				
		ccorr	Rect Coord				ccorr	Rect Coord			
0	Phnora1	0.68	112	128	184	212	0.73	93	104	220	238
30	Phnora2	0.69	54	138	205	249	0.68	30	112	250	278
60	Phnora3	0.72	74	137	140	164	0.75	40	130	183	183
0	Phnora4	-	-	-	-	-	0.79	46	119	173	251
120	Phnora5	0.71	53	118	144	204	0.77	34	118	198	216
150	Phnora6	0.67	18	107	199	273	0.60	18	92	250	287
180	Phnora7	0.66	8	128	183	215	0.62	17	109	220	233

الجدول (6) قيم الارتباط المتقاطع والإحداثيات للصور الرقمية Dinora.jpg

الزاوية	أسم الصورة	قالب وجه جانبي					قالب وجه أمامي				
		ccorr	Rect Coord				ccorr	Rect Coord			
0	Dinora1	0.78	79	122	140	189	0.83	62	107	176	207
30	Dinora2	0.73	91	137	148	158	0.74	78	117	172	180
60	Dinora3	0.80	105	131	105	174	0.82	90	122	141	185
90	Dinora4	-	-	-	-	-	0.88	100	124	118	169
120	Dinora5	0.79	94	111	98	190	0.87	71	116	138	187
150	Dinora6	0.78	87	119	113	195	0.83	61	118	154	196
180	Dinora7	0.76	83	121	139	190	0.82	61	111	175	200

الاستنتاجات

1. نستنتج من تطبيق الصورة الملونة في الاختبار حصول تطابق عالٍ بين صورة الوجه القالب ومنطقة الجلد عندما تكون قيمة الارتباط المتقاطع (0.6) أو أكثر منها ، وتراوحت قيمها في مجموعة الاختبار من (0.44) الى (0.82) .
2. تتراوح قيمة العتبة المثالية (Optimal threshold) من (0.1) الى (0.7) .
3. المربع الذي يحدد الوجه الجانبي عند تطبيق القالب الأمامي أكبر من المربع الذي يحدده عند تطبيق القالب الجانبي .
4. قيمة الارتباط المتقاطع للصور الفوتوغرافية أقل من قيمة الارتباط المتقاطع للصور الرقمية لنفس الشخص وعند تطبيق كلا القالبين (الأمامي والجانبي) ، وكما هو واضح في الجداول (3) ، (4) ، (5) ، (6) ، وبالتالي يؤدي الى حصول كشف افضل للوجه في الصور الرقمية عن الصور الفوتوغرافية .
5. التعامل مع الصور ذي خلفية أحادية اللون اسهل مما عليه مع الخلفية متعددة الألوان .

المصادر

- [1] بشير ، غصون سالم ، (2003) ، " استخدام الخوارزمية الجينية في مطابقة الصور " ، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل .
- [2] Al-aqrabawi M., Du F. , (11/3/2000), "Human Skin Detection using Color Segmentation " , Term Project ECPE 5554 .
<https://courseware.vt.edu/users/abbott/5554/SkinReport.pdf>
- [3] Albiol A. , Torrest L. , Delp J. Edward , "An Unsupervised Color Image Segmentation Algorithm for Face Detection Applications",
Email : alabiol@ocom.upv.es
- [4] Arentz W. Archer, (31/10/2003), "Segmentation of Skin", TDT4270 Bayesiansk bildeanalyse, NTNU,
Email : Willa@idi.ntnu.no .
- [5] Caetano T.S., Barone D.A.C., "A Probabilistic Model for the Human Skin Color" .
Email : { caetano,barone}@inf.ufrgs.br.
- [6] Cai J., Goshtasby A., Yu C., (1998) , "Detecting Human Faces in Color Images" Write state University, University of Illinois.
E-mail: arthur.goshtasby@wright.edu
- [7] Carmen N. , Pun T. , (May 2002) , " Statistical Approach to a Color –based Face Detection Algorithm" , EE368 Digital Image Processing.
WWW.ise.stanford.edu/2002projects/ee368/Project/slides/ee368_group_15.ppt.
- [8] Chang H., Robles U., (May 2000), " Face Detection "
<http://WWW-cs-students.stanford.edu>.
- [9] EE368 Final Project, Lee J., Chu A., (2002) , "Face Detection",
WWW.ise.stanford.edu/2002projects/ee368/project/reports/ee368_group_23.pdf.
- [10] Girdziusas, R., Laaksonen, J., (2001) , " Neural Network Approach To Non – Rigid Image Matching " , Laboratory of Computer and Information Science, Helisinki University of Technology,
Email : Ramunas.Girdziusas@hut.fi.
- [11] Hsu R., Abdel-Mottaleb M., Jain K. Anil, (2002) , " Face Detection in Color Images " ,
Email : {hsureinl,Jain}@cse.msu.edu.
mohamed.abdel-mottaleb@philips.com.
- [12] Kim S., Prieto R., Pugalía A., " Face Detection in color Images" .
WWW.ise.stanford.edu/2002projects/ee368/project/reports/ee36_group_10.pdf.
- [13] Leahy S. ,(spring 2003),"Face Detection on Similar Color Photographs", EE368:Digital Image Processing, Stanford University.

- [14] Padilla M., Fan Z., (2003) , “EE368 Digital Image Processing Project – Automatic Face Detection Using Color Based Segmentation and Template / Energy Thresholding” Group 16, Department of Electrical Engineering, Stanford University,
[Email : mtp@stanford.edu.](mailto:mtp@stanford.edu)
[Email : zihongf@stanford.edu.](mailto:zihongf@stanford.edu)
- [15] Phung S. Lam, Chai D. , Bouzerdoum A. , (2003) , “Adaptive Skin Segmentation In color Images ” , School of Engineering and Mathematics – Edith Cowan University , Perth , Australia .
- [16] Rademacher D., (December 2001), “ Face Detection” Colorado School of Mines, Introduction to Computer Vision and Image processing EGGN 498c.
- [17] Sandeep K., Rajagopalan A. N., “Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color and Edge Information ” ,
[Email : Sandeepkanumuri@yahoo.co.in.](mailto:Sandeepkanumuri@yahoo.co.in)
- [18] Shanker A., Deshwal P., (April 2002) , “Face Detection in images: Neural networks & Support Vector Machines”.
[Email : Asim@Cse.iitk.ac.in.](mailto:Asim@Cse.iitk.ac.in)
- [19] Tang J., Kawato S., Ohya J., Nakatsu R., “ Locating Human Face in a Complex Background Including Non – face Skin Colors” ,
[Email : {Stang,skawato,ohya,nakatsu}@mic.atr.co.jp.](mailto:{Stang,skawato,ohya,nakatsu}@mic.atr.co.jp)
- [20] Tseng Yu. C., “Human Face Tracker System” ,
[WWW.ece.sunysb.edu/~cvI/ese558/sp2002.](http://WWW.ece.sunysb.edu/~cvI/ese558/sp2002)
- [21] Vezhnevets V. , Sazonov V. , Andreeva A., “A survey on Pixel – Based Skin Color Detection Techniques , ” , Graphics and Media Laboratory , Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics , Moscow State University Moscow , Russia .
- [22] Xie G., Gupta A., Tang J., (May 2002), “ Integration of Segmentation and Template Matching in Face Detection”, Department of Electrical Engineering, Stanford University.