

اقتطاع منطقة الأذن من الصور الجانبية للوجه باستخدام كاشف الجلد المعتمد على الأرجحية والعمليات المورفولوجية

الدكتورة مريم ساعي*
علي ميا**

(تاريخ الإيداع 27 / 8 / 2012. قُبِلَ للنشر في 18 / 11 / 2012)

▽ ملخص ▽

تقدم الدراسة طريقة جديدة لتحديد منطقة الأذن واقتطاعها من الصور الجانبية للوجه، تمهيداً لاستخدامها لاحقاً في عملية تعرف الأشخاص باستخدام الأذن. تتضمن هذه الطريقة مرحلتين أساسيتين، حيث يتم ضمن المرحلة الأولى تصنيف بكسلات الصورة على أنها من منطقة الجلد أو منطقة اللجلد باستخدام كاشف الجلد المعتمد على الأرجحية، ثم يتم استخدام العمليات المورفولوجية لاستكمال عملية تحديد منطقة الأذن، بينما يتم في المرحلة الثانية اقتطاع صورة الأذن اعتماداً على ناتج المرحلة السابقة، حيث تم اقتراح طريقتين لتحقيق ذلك تعتمد الأولى منهما على التجريب بينما تعتمد الثانية على القياس. تتضمن الدراسة أيضاً مقارنة نتائج الطريقة المقترحة مع الطرق السابقة في هذا المجال، وقد تم تطبيق الطريقة المقترحة على قاعدة بيانات مكونة من 146 صورة تعود إلى 20 شخصاً، حيث تم الأخذ بعين الاعتبار تغيرات الإضاءة والموقع، واختلاف أيام التصوير ومواقعه، وتغطية الأذن جزئياً بالشعر أو الأقراط، ونتيجة لذلك تم اقتطاع صورة الأذن بنجاح بنسبة 95.8%.

الكلمات المفتاحية: معالجة الصورة، تعرف النماذج، صورة الأذن، كشف الأذن، اقتطاع منطقة الأذن، تعرف الأشخاص باستخدام الأذن، كشف الجلد، العمليات المورفولوجية، الأرجحية.

* مدرس - قسم الحاسبات والتحكم الآلي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Ear segmentation using likelihood skin detector and morphological operations

Dr. Mariam Saii*
Ali Mia**

(Received 27 / 8 / 2012. Accepted 18 / 11 / 2012)

▽ ABSTRACT ▽

This paper proposes a new approach for the segmentation of the side face images to obtain the ear region. The proposed approach is divided into two basic steps: The first step classifies the image pixels into skin and non-skin pixels using likelihood skin detector. This likelihood image is processed by using morphological operations to detect the ear region. In the second step, image containing ear region is isolated from side face image by using one of two methods; the first is based on experiment, while the second is based measurements. The study includes a comparison of the results between the proposed study and previous ones to identify the differences. The proposed approach is applied on a database containing 146 images of 20 persons. These images were taken under different illumination, pose, day, and location variations. The partial occlusion by hair or earring was also taken in account. The results showed that the system achieved a correct segmentation with rate 95.8%.

Keywords: Image processing, Pattern recognition, Ear image, Ear shape, Ear detection, Ear segmentation, Ear recognition, Skin detection, Morphological operations, Likelihood.

*Assistant Professor, Department of computer and automatic control Engineering, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

**Postgraduate student, Department of computer and automatic control Engineering, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

مقدمة:

تعد عملية الحصول على صورة الأذن من الصورة الجانبية للوجه المرحلة التي تسبق عملية تعرف الأشخاص باستخدام شكل الأذن، وتختلف طرائق الحصول على صورة الأذن من بحث إلى آخر، حيث يمكن أن تكون يدوية مثلما هي الحالة في الدراسة المقدمة من قبل M.Ali [2]، أو يمكن أن تعد صورة الدخل هي صورة الأذن فقط كما فعل كل من الباحثين saleh [3] و S.A.Daramola وآخرون معهما [4] والذين تجاهلوا مرحلة تحديد الأذن، واعتبروا أن دخل نظام التعرف هو صورة الأذن فقط. أما الطريقة الثالثة للحصول على صورة الأذن فهي الطريقة الآلية، حيث قام بعض الباحثين باستخدام تقنيات معالجة الصورة لاقتطاع صورة الأذن آلياً. استخدم Bir Bhanu و Hui Chen [5] تقنية معتمدة على شكل النموذج. وتم في هذه الطريقة تمثيل نموذج الأذن بنوعين من القمم ثلاثية البعد (3D vertices) تمثل إحداها منطقة الحلزون للأذن (helix)، بينما تمثل الأخرى المنطقة غير المهمة التي لا تحتوي الحلزون (anti-helix)، ثم جرى بعد ذلك استخلاص الحواف من منطقة الحلزون وتطبيق بعض العمليات المورفولوجية عليها، وأخيراً تم تجميعها ضمن عناقيد Clusters يمثل أحدها منطقة الأذن.

استخدم Li Yuan و Mu [6] خوارزمية CAMSHIFT لتحديد صورة الوجه الجانبية ضمن الصورة وعزلها عن الخلفية، ثم تم لاحقاً تطبيق تقنية Contour fitting لتحديد منطقة الأذن في هذه الصورة.

واعتمد كل من Ajay Kumar و Chenye Wu [7] على العمليات المورفولوجية وواصفات فوريير لتجزئ الصورة الجانبية للوجه للحصول على صورة الأذن، حيث تم بداية تحسين الصورة، ثم تطبيق بعض العمليات المورفولوجية لتوليد القناع المناسب الذي طبق بعدها على الصورة الجانبية للوجه للحصول على صورة الأذن.

يقدم البحث الحالي طريقة جديدة لتجزئ الصور الجانبية للوجه باستخدام تقنية كشف الجلد المعتمد على الأرجحية likelihood، والعمليات المورفولوجية للحصول على منطقة الأذن، ومقارنة هذه الطريقة مع الطرائق المقترحة سابقاً.

الفقرات الآتية ستقدم توصيفاً للطريقة المقترحة لتحديد منطقة الأذن في الصور الجانبية للوجه، حيث تتضمن الفقرة (2) أهمية البحث وأهدافه، وتوضح الفقرة (3) طرق البحث ومواده، بينما تبين الفقرة (4) الاختبار العملي والنتائج، وتتضمن الفقرة (5) الاستنتاجات والتوصيات.

أهمية البحث وأهدافه:

تختلف صور الأذن بين البشر حتى في حالة التوائم المتطابقة، وهي تعد من أقل الأجزاء في جسم الإنسان تعرضاً للتشوه؛ إذ أثبتت الدراسات أن الأذن هي أقل هذه الأجزاء تأثراً بالحوادث والحرائق بعكس بصمة اليد أو الإصبع، يضاف إلى ذلك أن شكل الأذن لا يتغير كثيراً بمرور الزمن. ومن الميزات الأخرى التي تتمتع بها الأذن هي سهولة الحصول على عيناتها، على عكس تحليل الـ DNA. وتوضح هذه الميزات أهمية استخدام الأذن بكونها واصفة بيومترية للتمييز بين البشر؛ لذا تهدف هذه الدراسة إلى اقتطاع منطقة الأذن من الصور الجانبية للوجه تمهيداً لاستخدامها لاحقاً في عملية تعرف الأشخاص باستخدام الأذن.

طرائق البحث ومواده:

تصنف طرق كشف الجلد إلى طريقتين أساسيتين هما: الطريقة المعتمدة على المنطقة Region-Based method، والطريقة المعتمدة على البكسل Pixel-Based method. تأخذ الطريقة الأولى بعين الاعتبار الترتيب المكاني لبكسلات الجلد خلال مرحلة كشف الجلد، بينما تعتمد الطريقة الثانية على دراسة كل بكسل على حدى وبشكل مستقل عن جيرانه؛ ليتم تصنيفه إلى أحد صنفين إما صنف الجلد Skin أو اللاجلد Non-Skin، وتدرج الطريقة المتبعة من قبلنا ضمن الصنف الثاني.

بالنسبة إلى مواد البحث، تم الاعتماد على قاعدة بيانات لأشخاص من الساحل السوري، تتضمن 146 صورة جانبية لـ 20 شخصاً تتراوح أعمارهم بين 12 و60 سنة، وتم التقاط هذه الصور خلال ثلاثة أشهر ضمن ظروف إضاءة مختلفة وبزوايا مختلفة عن الكاميرا، كذلك تم الأخذ بعين الاعتبار تغطية أجزاء من الأذن بالشعر أو الأفرط، واختلاف ظروف التصوير بين الليل والنهار.

3-1 كاشف الجلد المعتمد على الأرجحية Likelihood Skin Detector:

تعتمد عملية تحديد أرجحية انتماء البكسلات في صورة ما على دراسة كل بكسل في تلك الصورة على حدى، حيث يتم نسب هذا البكسل إما إلى منطقة الجلد أو إلى منطقة اللاجلد بالاعتماد على نسبة الأرجحية، ولإنجاز تلك العملية يتم الاستعانة بكاشف جلد Skin Detector الذي يلعب دور المصنف الذي سيصنف بكسلات الصورة. تصنف البكسلات باستخدام كاشف الجلد تبعاً للمقدار $P(\text{Skin}|C)$ الذي يمثل احتمالية أن يكون البكسل ذو اللون C هو بكسل من منطقة الجلد Skin ، حيث يصنف البكسل على أنه ينتمي إلى منطقة الجلد إذا كان هذا المقدار أكبر من عتبة معينة θ ، وخلافاً لذلك يصنف البكسل في منطقة اللاجلد non-skin . من الجدير بالذكر أنه لا يمكننا حساب مثل هكذا احتماليات لكل لون ممكن (مثلاً في نظام الألوان RGB ذي 24 لوناً مختلفاً يوجد 256^3 لوناً مختلفاً؛ أي 256^3 احتمالاً مختلفاً)، لكن يمكن باستخدام قانون بايس أن نحسب هذه الاحتمالات كما يلي [11]:

$$P(\text{Skin}|C) = \frac{P(C|\text{Skin}) P(\text{Skin})}{P(C|\text{Skin}) P(\text{Skin}) + P(C|N - \text{Skin}) P(N - \text{Skin})} \quad (1)$$

حيث تمثل كل من $P(\text{Skin})$ و $P(N - \text{Skin})$ احتمالية أن يكون الصنف ممثلاً لمنطقة الجلد، واحتمالية أن يمثل الصنف منطقة اللاجلد (المنطقة المغايرة للجلد) على التوالي.

و تمثل $P(C|\text{Skin})$ أرجحية ملاحظة وجود اللون C ضمن الصنف Skin (أي ضمن منطقة الجلد). بينما تمثل $P(C|N - \text{Skin})$ أرجحية ملاحظة وجود اللون C ضمن الصنف $N - \text{Skin}$ (أي خارج منطقة الجلد). ويمثل المقام في قانون بايس الاحتمالية الكلية لمراقبة اللون C .

حيث تحدد قاعدة بايس السابقة الاحتمالية النهائية Posterior لكون البكسل من الجلد شرط وجود لون البكسل (C) ؛ أي $P(\text{Skin}|C)$ في ضوء أرجحية ظهور مثل ذلك اللون بوجود الصنف Skin أي $P(C|\text{Skin})$.

بينما تقيس الاحتمالية المسبقة تقديرنا حول بكسل ما لأن يكون بكسلاً من الجلد أو لا بدون معرفة لون ذلك البكسل، وهذا ما يعبر عنه المقدار $P(\text{Skin})$ [11].

وبعد أن يتم حساب قيمة الاحتمالية النهائية $P(\text{Skin}|C)$ ، تتم مقارنة هذه القيمة مع عتبة θ حيث $0 \leq \theta \leq 1$ فإذا كانت $P(\text{Skin}|C) \geq \theta$ ، نقول إن البكسل ذا اللون C ينتمي إلى منطقة الجلد.

3-2 التعتيب Thresholding:

تستخدم عمليات التعتيب لتسهيل مراحل المعالجة اللاحقة، ويتم عادة اختبار عتبة معينة تسمى مستوى التعتيب Level. ويتم وفقاً لمستوى التعتيب استبدال كل بكسلات الصورة التي تمتلك مستوىً رمادياً أعلى من مستوى التعتيب بالقيمة (1) أو اللون الأبيض، بينما تستبدل باقي البكسلات باللون الأسود (0). ويمكن اختيار أية قيمة لمستوى التعتيب في المجال [0-1]، وفي حال لم تحدد يتم استخدام القيمة 0.5. من الجدير بالذكر أنه يمكن استخدام تابع الماتلاب الجاهز $im2bw(i,level)$ ؛ لتحويل صورة الدخل i إلى صورة ثنائية بالاعتماد على المستوى $level$ ؛ كذلك يمكن أن تكون صورة الدخل ملونة أو رمادية، ويمكن اختيار العتبة بطريقة حسابية اعتماداً على قيم بكسلات صورة الدخل i باستخدام تابع الماتلاب الجاهز $graythresh(i)$.

3-3 العمليات المورفولوجية Morphological operation:

تشير كلمة مورفولوجيا أو ما تسمى بالهندسة الصورية بشكل عام إلى فرع من علوم الأحياء يعنى بدراسة شكل الحيوانات والنباتات، وينيتهما .

وفي مجال معالجة الصورة الرقمية، تستخدم عمليات المورفولوجيا الرياضية بوصفها وسيلة لاستخراج عناصر الصورة الرقمية، حيث نشأت هذه الدراسة عام 1964، وكان لها فائدة كبيرة في تقديم منطقة ما ووصف شكلها، مثل انتزاع الحدود في الصور، وتمييز الهياكل العظمية في المجالات الطبية، وتمييز الأجسام المحدبة وغيرها؛ لذا تستخدم لغة المورفولوجيا الصورية مجموعة من العمليات والنظريات لإعادة تشكيل الأجسام في الصورة.

تعد العمليات المورفولوجية من بين عمليات المعالجة المسبقة Preprocessing المستخدمة بشكل واسع لمعالجة الصور الرقمية بهدف الحصول على منطقة الأهمية (ROI) Region Of Interest في الصورة، حيث يتم تطبيق أقنعة معينة Masks على الصورة الأصلية بهدف تقليص المساحات البيضاء بعملية التآكل Erosion أو زيادتها بعملية التوسيع Dilation، إضافة إلى إمكانية دمج العمليتين السابقتين للحصول على عمليات أخرى مثل الفتح Opening الذي يستخدم لفصل منطقتين ملتصقتين بنتوء أو الإغلاق Closing لإغلاق الثقوب داخل صورة.

وتتحدد درجة التوسيع أو التآكل (أو غيرها من العمليات) باستخدام العنصر البنيوي أو القناع، وهو -حسابياً- عبارة عن مصفوفة من الواحدات والأصفار الذي يطبق على صورة الدخل؛ ولهذا القناع أشكال وحجوم مختلفة حيث ترتبط صورة الخرج الناتجة بحجم القناع المستخدم ونوعه. ويمكن لنوع القناع أن يأخذ أحد الأشكال الآتية 'diamond', 'disk', 'line', 'square', 'rectangle' التي تعبر عن شكل القناع، كذلك يمكن أن يختلف حجم القناع من 3 إلى 5 إلى 7 وهكذا.

فمثلاً تعطي التعليمات الآتية في برنامج الماتلاب $Strel('diamond',3)$ قناعاً بشكل ماسي من الواحدات، ويمتد لـ 3 بكسلات في المحاور الأفقية والعمودية كما يلي:

0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0

أما صورة الخرج فهي تختلف من عملية إلى أخرى، فمثلاً في عملية التوسيع، تكون صورة الخرج عبارة عن المصفوفة المتكونة من النقاط التي يحصل فيها تقاطع لصورة الدخل مع انعكاس القناع عند دوران مركز القناع على جميع الحواف الخارجية للصورة الأصلية. تعرف المعادلة (2) عملية التوسيع رياضياً:

$$A \oplus B = \{z | (\widehat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

حيث \emptyset : هي المجموعة الخالية.

A : هي الصورة الثنائية الأساسية التي سنجري لها عملية التمدد.

\hat{B} : هي انعكاس القناع وفق العنصر الأصلي المكون له (مركز القناع).

وبالنتيجة فإن صورة الدخل ستتوسع؛ أي سيزداد حجم المساحات البيضاء فيها (اللون الأبيض يمثل القيمة 1، والأسود يمثل 0) بينما تعرف المعادلة (3) عملية التآكل رياضياً:

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (3)$$

وبذلك فإن صورة الدخل ستتآكل.

ويمكن استخدام عمليات أخرى مثل عملية ملء الثقوب holes filling، وترشيح الحدود Clear Border التي تهدف لإزالة المناطق غير المرغوبة ضمن الصورة تمهيداً لعمليات المعالجة اللاحقة.

النتائج والمناقشة:

سنقوم في هذه الدراسة باقتراح طريقة لتحديد منطقة الأذن واقتطاعها من الصور الجانبية للوجه بالاعتماد على كاشف الأرجحية والعمليات المورفولوجية، ثم سنقوم بتقييم أداء الطريقة المقترحة، ومقارنة النتائج مع الدراسات السابقة.

يبين الشكل (1) المخطط الصندوقي للطريقة المقترحة وتتضمن المراحل الآتية:

1- مرحلة تحديد منطقة الأذن.

2- مرحلة اقتطاع صورة الأذن.



الشكل(1) مخطط صندوقي لمراحل العمل

1-4 تحديد منطقة الأذن:

تتضمن هذه المرحلة المراحل الجزئية الآتية:

1- تحديد أرجحية انتماء البكسلات.

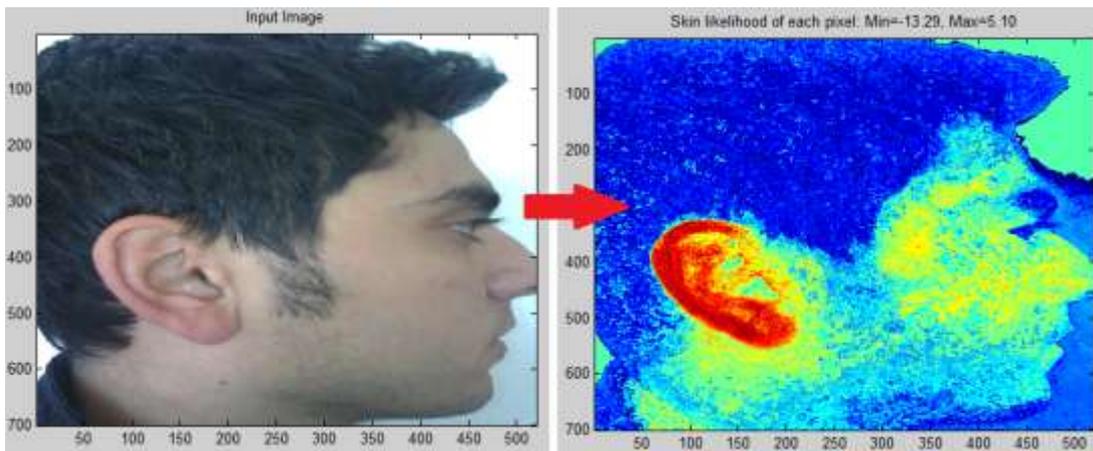
2- التعتيب.

3- عمليات التحسين المورفولوجية.

4- تحديد منطقة الأذن في الصورة.

4-1-1 تحديد أرجحية انتماء بكسلات:

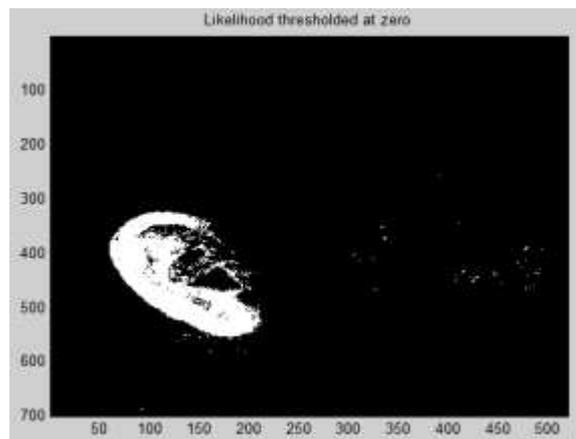
سنعتمد لإنجاز عملية تصنيف بكسلات الصورة على كاشف الجلد المصمم من قبل Ciarán Ó Conaire [1] الذي اعتمد على نموذج هستوغرام لابارامتري non parametric histogram model، تم تدريبه باستخدام 14,985,845 بكسلًا من منطقة الجلد skin pixels، و 304,844,751 من منطقة اللاجلد non-skin pixels حيث إن عينات التدريب المستخدمة تعود لـ Ciarán. أما عينات الاختبار فستكون خاصة بالنظام المقترح من قبلنا ومختلفة عن عينات تدريب Ciarán، حيث قمنا باستخدام هذا الكاشف لتحديد أرجحية انتماء بكسلات الصورة الجانبية للوجه إما لمنطقة الجلد أو لمنطقة اللاجلد. يبين الشكل (2) ناتج تطبيق كاشف الجلد الموصوف على صورة ملونة.



الشكل(2) تطبيق كاشف الجلد على الصورة الأصلية للحصول على صورة الأرجحية

4-1-2 التعتيب Thresholding:

يتم في هذه المرحلة تحويل الصورة الناتجة من المرحلة السابقة إلى صورة ثنائية؛ أي بقيم 0 أو 1 تمهيداً لمعالجتها في المراحل اللاحقة. يمثل الشكل (3) الصورة الثنائية لصورة الأرجحية.

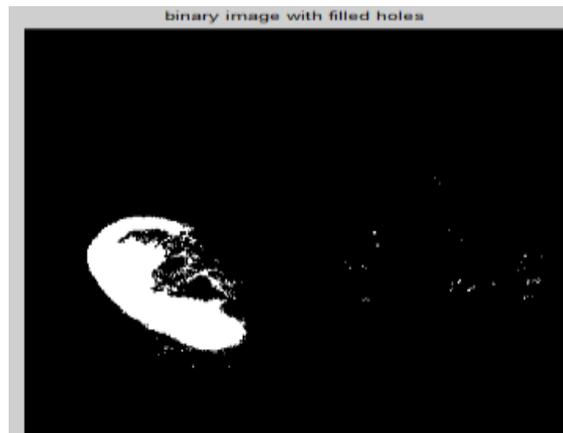


الشكل(3) صورة الأرجحية بعد التعتيب

3-1-4 التحسين باستخدام العمليات المورفولوجية:

تعتمد هذه المرحلة على العمليات المورفولوجية بغية الحصول على مستوى تحسين أفضل، حيث تحتوي الصورة الناتجة من المرحلة السابقة في الغالب على نقاط بيضاء وسوداء غير مرغوب بها ويجب إزالتها، ولتحقيق ذلك نطبق عدداً من العمليات المورفولوجية.

يتم بداية تطبيق عملية ملء الثقوب التي تقوم بملء الفجوات السوداء اعتماداً على تابع الماتلاب `imfill`، وتأتي أهمية هذه العملية من كونها تتخلص من النقاط السوداء داخل المناطق البيضاء بهدف الحصول على منطقة بيضاء مجمعة ستمثل لاحقاً منطقة الأذن، حيث يبين الشكل (4) الصورة بعد تطبيق عملية ملء الثقوب.



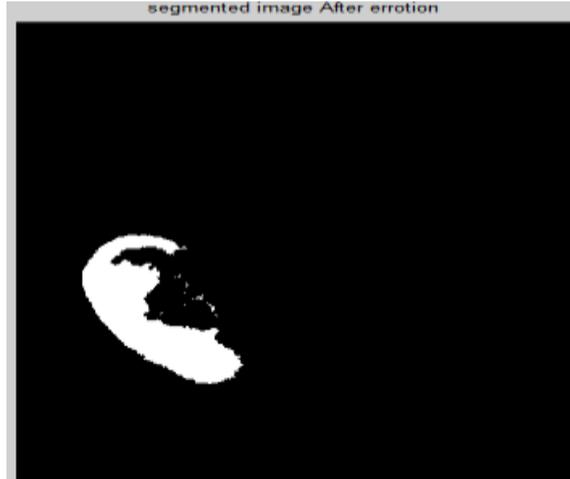
الشكل (4) الصورة الثنائية بعد عملية ملء الثقوب

وفي حالة وجود ضجيج على حواف الصورة، وهو عبارة عن بكسلات بيضاء اللون غير مرغوب بها، تتم إزالته من خلال عملية ترشيح الحدود المورفولوجية `Clear Border` باستخدام تابع الماتلاب `imclearborder`. في المرحلة الأخيرة يتم استخدام عملية التآكل المورفولوجية `erosion`، حيث تقوم هذه العملية بعملية تقليص للمناطق البيضاء في الصورة بالاعتماد على قناع `SE` خاص، حيث يختلف حجم التآكل وتأثيره في الصورة باختلاف هذا القناع.

والقناع المستخدم له الشكل الآتي:

$$se = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

يبين الشكل (5) الصورة بعد تطبيق عملية التآكل المورفولوجية:



الشكل (5) الصورة الثنائية بعد ملء الثقوب وعملية التآكل المورفولوجية

4-1-4 تحديد منطقة الأذن في الصورة:

يتم في المرحلة الأخيرة تحديد منطقة الأذن في الصورة بالاعتماد على المنطقة البيضاء التي تم الحصول عليها من المرحلة السابقة، والتي تمثل منطقة الأذن، وتستخدم هذه المنطقة لتحديد مكان الأذن في الصورة الأصلية. يظهر في الشكل (6) صورة الخرج الناتجة من مرحلة تحديد صورة الأذن:



الشكل (6) صورة الخرج الناتجة من مرحلة تحديد منطقة الأذن وفيها تظهر منطقة الأذن باللون الأحمر

4-2 مرحلة اقتطاع صورة الأذن:

تعتمد هذه المرحلة على اقتطاع صورة الأذن من الصورة الأصلية التي تمثل الصورة الجانبية للوجه بالاعتماد على ناتج مرحلة تحديد منطقة الأذن في الصورة، ويستخدم لذلك تابع اقتطاع الصورة imcrop، ويحتاج هذا التابع إلى تحديد إحداثيات نقطة البداية، وطول المستطيل وعرضه اللذين سنقتطعهما من الصورة الأصلية. ويتم الحصول على هذه الإحداثيات من خلال إحدى الطريقتين الآتيتين: الأولى وهي الطريقة التجريبية، تتضمن البحث ضمن الصورة عن أول بكسل ذي لون أبيض؛ أي ذي قيمة 1، حيث يتم البحث من أعلى الصورة إلى أسفلها، ثم يتم تحديد الطول والعرض بالتجريب باعتبار أن بعد الكاميرا عن الوجه الجانبي لن يتجاوز 25 سم، وأن الأذن ستوضع غالباً في الجزء

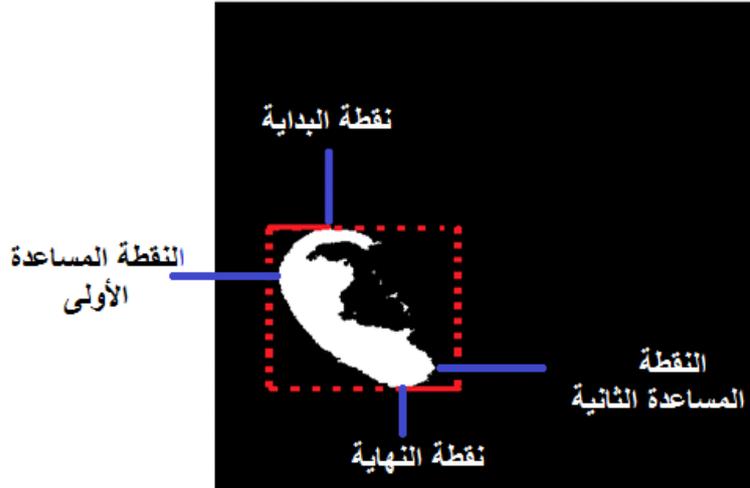
الأيسر من الصورة، أما الطريقة الثانية فتعتمد على القياس. ويشتمل البحث على أربع نقاط موضحة في الشكل (7) وهي : نقطة البداية (قمة الأذن)، والنقطة المساعدة الأولى، والنقطة المساعدة الثانية، ونقطة النهاية (أسفل الأذن). وللحصول على هذه النقاط يتم أولاً مسح الصورة من الأعلى إلى الأسفل لتحديد نقطة البداية (أول بكسل ذي لون أبيض)، ونقطة النهاية (آخر بكسل ذي لون أبيض)، يتم بعدها مسح الصورة من اليسار إلى اليمين لتحديد النقطة المساعدة الأولى (أول بكسل ذو لون أبيض)، والنقطة المساعدة الثانية (آخر بكسل ذو لون أبيض). ثم يتم تحديد الطول والعرض حسابياً من خلال طرح إحداثيات النقاط كما يلي:

بفرض أن إحداثيات نقطة البداية هي: $s(m1,n1)$ ، والنقطة المساعدة الأولى $a1(m2,n2)$ ، والنقطة المساعدة الثانية $a2(m3,n3)$ ، ونقطة النهاية $e(m4,n4)$ فإن تعليمة اقتطاع الصورة ستكون كما يلي:

`imcrop(Image,[n2 m1 n3-n2 m4-m1]);`

حيث تمثل $n2,m1$ إحداثيات النقطة التي سيبدأ عندها الاقتطاع، وتمثل القيمة $n3-n2$ العرض، والقيمة $m2-m1$ الطول.

ويوضح الشكل (7) إحداثيات المنطقة التي سيتم اقتطاعها.



الشكل (7) كيفية تحديد منطقة الأذن باستخدام طريقة القياس

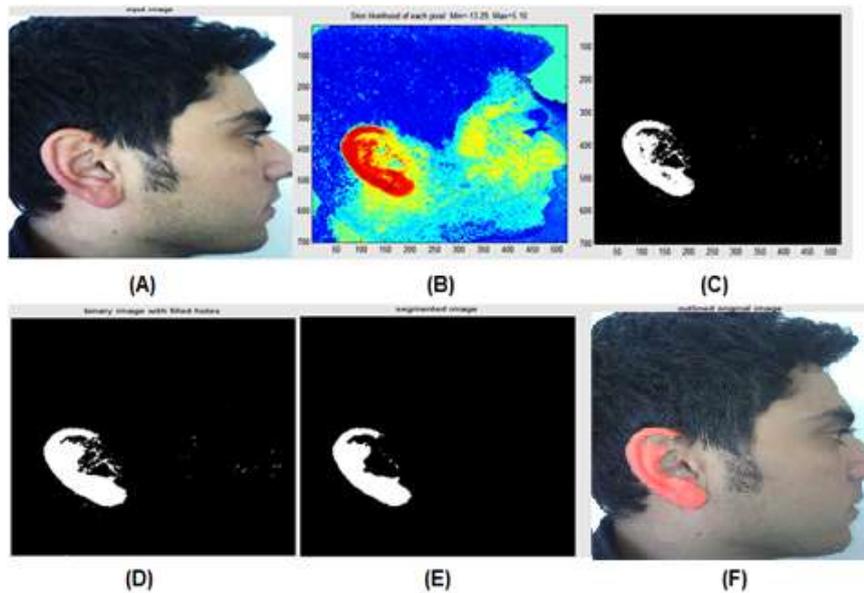
يتم بعد ذلك حفظ الصورة المقتطعة ضمن المجلد الحالي بامتداد JPG. يوضح الشكل (8) الخرج النهائي للنظام المقترح الذي يمثل الصورة المقتطعة.



الشكل (8) خرج مرحلة اقتطاع صورة الأذن

3-4 تقييم أداء الطريقة المقترحة:

تم اختبار النظام على مجموعة مكونة من 146 صورة، تعود لـ 20 شخصاً تتراوح أعمارهم بين 12 و60 عاماً، حيث تم التقاط هذه الصور باستخدام كاميرا موبايل، وبدقتين مختلفتين 7 ميغابكسل و8 ميغابكسل وبأبعاد 2176x3264 و2448x3264 على التوالي، والتقطت هذه الصور بطرق إضاءة مختلفة وبوضعية مختلفة بالنسبة إلى الكاميرا، وأخذ بعين الاعتبار اختلاف الصور بين الليل والنهار، واختلاف أيام التصوير، ووجود الشعر والأقراط التي تغطي الأذن جزئياً، واختلاف موقع التصوير. وبالنتيجة نجحت الخوارزمية باقتطاع منطقة الأذن من 134 صورة جانبية من أصل 146 صورة، وفشلت في 12 صورة، وتوصلنا نتيجة ذلك إلى معدل تعرف 91.78%. فيما يلي مثال على كيفية عمل الخوارزمية المقترحة لكشف منطقة الأذن وتحديدتها من الصورة الجانبية للوجه، حيث يتم توضيح تأثير المراحل المختلفة في الصورة الأصلية حتى الوصول إلى مرحلة تحديد منطقة الأذن. يبين الشكل (9) مراحل عملية تحديد منطقة الأذن في الصور اعتماداً على الأرجحية والعمليات المورفولوجية:



الشكل (9) مراحل تحديد منطقة الأذن

(A): الصورة الأصلية (صورة الدخل) (B): صورة الأرجحية Likelihood. (C): الصورة (B) بعد التعريب
(D): الصورة (C) بعد ملء الثقوب (E): الصورة (D) بعد عملية التآكل المورفولوجية (F): الصورة الأصلية مع تحديد منطقة الأذن باللون الأحمر

بعد تحديد منطقة الأذن، يتم اقتطاع المستطيل (الصورة) الذي يحتويها باستخدام إحدى الطريقتين الموضحتين في الفقرة 4-2. وسنقوم فيما يلي باختبار النظام باستخدام الطريقة الأولى (طريقة التجريب)، ثم سنوازن بين الطريقتين في الفقرة 4-4.

ولإنجاز عملية الاختبار لابد من تقييم أداء النظام بوجود تغيرات مختلفة مثل تغيرات الإضاءة، والموقع، وتغطية الأذن جزئياً.

تعد تغيرات الإضاءة من العوامل التي تؤثر في جودة تحديد صور الأذن واقتطاعها نتيجة تأثر مراحل تحديد صورة الأذن بها، بيد أن النظام المقترح أبدى مقاومة لهذه التغيرات؛ إذ لم يتم التقيد بمستوى معين من الإضاءة في

أثناء التقاط صور قاعدة البيانات. ويوضح الشكل (10) أداء النظام المقترح بوجود تغيرات الإضاءة، حيث توجد صورتان مختلفتا الإضاءة لكل شخص، وقد تم التقاط إحدى الصورتين في إضاءة خافتة، أما الصورة الثانية فتم التقاطها ضمن إضاءة ساطعة، ولدى اختبار النظام على هذه الصور تمكن من تحديد صورة الأذن واقتطاعها بنجاح.



الشكل(10) اختبار النظام على تغيرات الإضاءة

من جهة أخرى، يعد اتجاه الوجه الجانبي بالنسبة إلى الكاميرا مؤثراً في أداء النظم البيومترية المعتمدة على الأذن بكونها واصفة بيومترية، بيد أن النظام المقترح تمكن من اقتطاع صور الأذن من صور جانبية بوضعيات مختلفة بالنسبة إلى الكاميرا، الأمر الذي لم يؤخذ بعين الاعتبار من قبل الكثير من الدراسات السابقة، يبين الشكل (11) اختبار النظام على صور لعدة أشخاص لكن بوضعيات مختلفة لموقع الوجه بالنسبة إلى الكاميرا:



الشكل(11) اختبار النظام على تغيرات الموقع

كذلك تم الأخذ بعين الاعتبار أن يتم التقاط الصور خلال ثلاثة أشهر، تم خلالها مراعاة الفاصل الزمني بين النقاط هذه الصور مع الأخذ بعين الاعتبار أيضاً تغيرات الإضاءة المختلفة بين الليل والنهار، يبين الشكل (12) اختبار النظام على صور التقطت خلال النهار والليل مع مقارنة النتائج:



الشكل(12) اختبار النظام على تغيرات ضوء الليل والنهار

في بعض الحالات، يمكن أن تغطي أجزاء من الأذن بالشعر أو الأقراط، ونتيجة لذلك يمكن أن تتأثر عمليات كشف الأذن واقتطاعها. ولتقييم قدرة النظام المقترح على العمل بوجود الشعر أو الأقراط، تم اختبار النظام على عينات من قاعدة البيانات تكون فيها الأذن مغطاة بأجزاء من الشعر أو الأقراط. يتضمن الشكل (13) اختبار النظام على ثماني صور تمت تغطية أجزاء من الأذن فيها بالشعر وبدرجات مختلفة.



الشكل(13) اختبار النظام على الصور المغطاة جزئياً بالشعر

أما الشكل (14) فيبين اختبار النظام على صور تمت تغطية أجزاء من الأذن فيها بالأقراط :



الشكل(14) اختبار النظام على الصور المغطاة جزئياً بالأقراط

تضمنت المرحلة السابقة اختبار الخوارزمية المقترحة باستخدام مجموعة الصور مع الأخذ بعين الاعتبار أن طريقة التجريب هي الطريقة المتبعة لتحديد طول الجزء المقطوع وعرضه، فيما يلي سنقوم بمقارنة هذه الطريقة مع طريقة البحث لاقتطاع صورة الأذن.

4-4 مقارنة طريقتي التجريب والقياس:

بمقارنة نتائج طريقة التجريب المعتمدة على الموقع، وطريقة البحث المعتمدة على القياس والموضحين في الفقرة 2-4، لوحظ أن الطريقة الأولى كانت الأفضل مع تغيرات الإضاءة والموقع، لكن الطريقة الثانية تفوقت في الصور التي يكون فيها الوجه بعيداً عن الكاميرا؛ أي أنها أقل تأثراً بالبعد عن الكاميرا، والشكل (15) يوضح مقارنة بين أداء الطريقتين:



الشكل (15) الفرق بين ناتج طريقة التجريب وطريقة القياس: (A) الصورة الأصلية (B) ناتج طريقة التجريب (C) ناتج طريقة القياس

4-5 اختبار طريقة القياس على تغيرات المسافة:

من الملاحظ أن معظم الصور التي اختبرنا النظام عليها كانت قريبة من الكاميرا، ولدى اختبار النظام باستخدام طريقة القياس على صور تبعد مسافات مختلفة عن عدسة الكاميرا، وجدنا أن النظام أبدى مقاومة جيدة لتغيرات البعد عن الكاميرا. ويوضح الشكل (16) نتائج هذا الاختبار، مع ملاحظة أن القيم المعبرة عن البعد عن الكاميرا تقريبية.



الشكل (16) اختبار طريقة القياس على اختلاف البعد عن الكاميرا

4-6 مشاكل النظام والحلول المقترحة:

أخفق النظام في اقتطاع منطقة الأذن من 12 صورة من قاعدة البيانات، حيث يظهر الشكل (17) أمثلة منها، ونلاحظ في الشكل (17) أن صورة الخرج إما أنها تحتوي صورة الأذن ومناطق إضافية، أو أنها اقتطعت جزءاً من منطقة الأذن، أو أنها لا تحتوي أي جزء من منطقة الأذن.



الشكل (17) نماذج من الصور التي فشل النظام في اقتطاع صور الأذن منها

بالنسبة إلى الصورة الأولى: إن السبب الحقيقي وراء فشل النظام في كشف منطقة الأذن هو الإضاءة الشديدة في منطقة الأذن، ولتخفيف هذه الإضاءة يمكن إنقاص القيم الرمادية لكل بكسلات الصورة بمقدار 30 مثلاً (قيمة تجريبية). وسمح كما يبين الشكل (18) على منطقة الأذن الصحيحة.



الشكل (18) حل مشكلة الإضاءة للصورة الأولى

بالنسبة إلى الصورة الثانية: نلاحظ أن صورة الأذن الناتجة مقطوعة قليلاً من الأعلى؛ وذلك لأن الشعر يغطي قمة الأذن. وكون أن الخوارزمية المقترحة تتأثر بغياب قمة الأذن، فإن النظام لن يتمكن من اقتطاع كامل منطقة الأذن إذا غاب جزء كبير من المنطقة العلوية من الأذن.

بالنسبة إلى الصورة الثالثة والرابعة والخامسة: هناك سببان لعدم نجاح النظام في عملية اقتطاع منطقة الأذن، الأول أن الصورة بحاجة إلى عملية تحسين لكون أن القيم الرمادية لها غير موزعة بشكل منتظم، أما الثاني فيمكن في أن هناك نقاطاً شاذة غير مرغوب بها لم تتمكن عمليات المورفولوجيا أو التحسين التي قمنا بها من إزالتها. وبإجراء عملية ترشيح لهذه البكسلات بعد عملية التحسين سينجح النظام في كشف منطقة الأذن واقتطاعها كما يوضح الشكل (19).



الشكل(19) حل مشكلة النقاط الشاذة والتوزيع غير المنتظم للقيم الرمادية

بحل المشكلات السابقة يرتفع أداء النظام إلى 95.8%.

الاستنتاجات والتوصيات:

تم في هذه الدراسة تصميم نظام لكشف منطقة الأذن واقتطاعها من الصور الجانبية للوجه باستخدام كاشف الجلد المعتمد على الأرجحية، وبالاستعانة بالعمليات المورفولوجية. اقترحت طريقتان لاقتطاع منطقة الأذن من الصور الجانبية تعتمد إحداها على التجريب، وتعتمد الأخرى على القياس، كذلك تم الأخذ بعين الاعتبار تغيرات الإضاءة والموقع بالنسبة إلى الكاميرا، وتغطية الشعر جزئياً بالشعر أو بالأقراط، وتغيرات ظروف التصوير بين الليل والنهار، واختلاف أيام التصوير، وقد نجح النظام في عملية اقتطاع منطقة الأذن بوجود هذه الحالات. يتضمن الجدول (1) مقارنة مع بعض الأبحاث المندرجة ضمن مجال الحصول على صورة الأذن.

جدول (1) مقارنة بين الأبحاث المنشورة بين عامي 2004 و 2011 مع الطريقة المقترحة من ناحية طريقة حصولها على صور الأذن:

معدل نجاح النظام	المجال العمري (سنة)	المحددات المأخوذة بعين الاعتبار	الخوارزمية المستخدمة	طريقة الحصول على صورة الأذن	الباحث-تاريخ النشر
-	-	-	-	يدوية	Mu et al., 2004, [8]
-	-	-	-	يدوية	Saleh et al., 2006, [3]
حوالي %95	58-14	- تغطية الأذن جزئياً بالأقراط أو الشعر، الضجيج، أبعاد مختلفة للصور.	سمات هار، مصنف أداوبوس	آلية	Ayman Abaza et al., 2010, [9]
80-83%	18-25	تغيرات الإضاءة (30) صورة من قاعدة البيانات التقطت ضمن إضاءة ديناميكية متغيرة)	كشف الحواف	آلية	K. V. Joshi and N. C. Chauhan, 2011, [10]
70-78%			مطابقة القوالب		
-%91.78 %95.8	60-10	تغيرات الإضاءة (ساطعة، خافتة) - تغيرات الموقع - تغيرات أيام ومواقع التصوير - تغطية الأذن جزئياً بالأقراط أو الشعر.	كاشف الجلد المعتمد على الأرجحية، العمليات المورفولوجية	آلية	هذه الدراسة

المراجع:

- 1- CIARAN O' CONAIRE, NOEL E. O'CONNOR, and ALAN F. SMEATON. *Detector adaptation by maximising agreement between independent data sources*, In CVPR. IEEE Computer Society, 2007.
- 2- ALI, M., JAVED, M. Y., and BASIT, A., *Ear Recognition Using Wavelets*, *Proceedings of Image and Vision Computing New Zealand*, 2007, 83-86.
- 3- SALEH, M., FADEL, S. and ABBOTT, L., *Ears as a Biometric for Human Recognition*, ICCTA, September 2006, 5-7.
- 4- DARAMOLA, S. A., OLUWANINYO, O. D., *Automatic Ear Recognition System using Back Propagation Neural Network*, *International Journal of Video & Image Processing and Network Security IJVIPNS-IJENS*, Vol: 11 No: 01, February 2011, 28-32.
- 5- CHEN, H. and BHANU, B., *Shape Model-Based 3D Ear Detection from Side Face Range Images*, *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, 2005.
- 6- YUAN L., and MU Z.C., *Ear detection based on skin-color and contour information*, In *Proc. of the Int'l Conf. on Machine Learning and Cybernetics*, Vol. 4, Aug 2007, 2213 - 2217.

- 7- AJAY KUMAR N, CHENYEWU, *Automated human identification using ear imaging*, Pattern Recognition journal, 2011.
- 8- Z. MU, L. YUAN, Z. XU, D. XI, S. QI, *Shape and structural feature based ear recognition*, in Sinobiometrics 2004, LNCS, vol. 3338, 2004, pp. 663–670.
- 9- AYMAN ABAZA ET AL., *Fast Learning Ear Detection for Real-time Surveillance*, IEEE, 2010.
- 10- K. V. JOSHI and N. C. CHAUHAN, *Edge Detection and Template Matching Approaches for Human Ear Detection*, in the International Journal of Computer Applications ® (IJCA, 2011), 50-55.
- 11- AHMED ELGAMMAL, CRYSTAL MUANG and DUNXU HU, *Skin Detection – a Short Tutorial*, Encyclopedia of Biometrics by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.