تطبيقات الصفات الحيوية باعتماد تمييز الأذن

د. إسراء محمد خضر **يحيى إسماعيل إبراهيم**

قسم علوم الحاسوب / كلية التربية

جامعة الموصل

الاستلام **القبول**

2013 / 04 / 23 **2013 / 06 / 05**

Abstract

Biometrics has received considerable attention in recent years to its importance in the life process that starts from security systems at airports and criminal investigations to electronic banking. The use of (biometrics) is the most important parameters used in the disclosure of the identity of persons. The fingerprint, ear print recognition and automatically signature are important in the area of biometrics technology. So ear research recognition is improved broadly during the past decades and current years of other biometric research because their features are fixed and their change is expected. Biometrics are defined in many definitions as one of them "as any part of the body properties and that can be used to identify persons". And also know as "as a measure of physical properties or character traits".

The aim of the proposed work is to build an efficient system of person identification based on ear biometrics through the use of (Geometrical Feature Extraction of Ear). Images are collected from a database of ear color images from (Zsged) database. The completed initial processing of these images, by changing the size of these images using the method (Bilinear). Then, the image has shifted to the grayscale and define the edges of the gray image using filter (Canny). An Eleven features are extracted from the right ear of a person. The right ear has been chosen after reviewing the researches and analysis the area that related to the ear that the right ear is more efficient to distinguish sounds instead of the left one, which distinguish the music. These attributes are stored in the feature database to be beyond the testing phase and compared ear to be identified after extraction characteristics in the same proposed algorithm with recipes pictures prayer in the database.

Correlation coefficient is dependent as a similarity measure between the input images entered to the system with image database. The results of the proposed work represented by FAR (False Accepted Rate) and FRR (False Rejected Rate) a great performance compared with other works in the same field. The system programs are applied by the use of (MATLAB Version R2009a) system.

الخلاصة

لاقت الصفات الحيوية اهتماماً كبيرا في السنوات الحالية لأهميتها في الحياة العملية التي تبدأ من الأنظمة الأمنية في المطارات و التحقيقات الإجرامية إلى البنوك الالكترونية. يعد استخدام المقاييس الحيوية (Biometrics) من أهم المقاييس المستخدمة في الكشف عن هوية الأشخاص. ويعد تمييز بصمة الأصبع وتمييز بصمة الأذن والتوقيع بصورة أوتوماتيكية الأهم في مجال تكنولوجيا الصفات الحيوية. لذا تطورت بحوث تمييز الأذن بشكل واسع خلال العقود الماضية والسنوات الحالية من غيرها من بحوث الصفات الحيوية لكون الصفات هي ثابتة والتغيير فيها متوقع. تعرف الصفات الحيوية بتعريفات كثيرة منها "بأنها أي جزء من الخواص الجسمية والتي يمكن أن تستخدم للتعريف بالأشخاص". وكذلك تعرف "بأنها مقياس لخصائص فيزيائية أو سمات شخصية".

يهدف العمل المقترح إلى بناء نظام كفء لتمييز الشخص بالاعتماد على الصفات الحيوية للإذن من خلال استخراج الصفات الهندسية للأذن (Geometrical Feature Extraction of Ear). جمعت الصور من قاعدة بيانات صور ملونة للأذن من قاعدة بيانات (Zsged). أنجزت عمليات معالجة أولية لهذه الصور من خلال تغيير حجم هذه الصور باستخدام أسلوب (Bilinear). من ثم تحول الصورة إلى التدرج الرمادي وتحدد الحواف للصورة الرمادية باستخدام مرشح (Canny). إذ استخرجت 11 صفة من الأذن اليمنى للشخص وقد اختيرت الأذن اليمنى بعد الاطلاع على بحوث في مجال تحليل الأذن والتي تؤكد بان الأذن اليمنى أكثر كفاءة لتمييز الأصوات بدلا من الأذن اليسرى التي تميز الموسيقى. تخزن هذه الصفات في قاعدة البيانات للصفات لتتم بعدها مرحلة الاختبار إذ تقارن الأذن المطلوب التعرف عليها بعد استخلاص صفاتها بنفس الخوارزمية المقترحة مع صفات صور الأذان الموجودة في قاعدة البيانات. اعتمد معامل الارتباط كمقياس للتشابه بين الصورة المدخلة إلى النظام مع صور قاعدة البيانات. أظهرت نتائج العمل المقترح وهي نسب FRR (False Rejected Rate) و FAR(False Accepted Rate) تحسينات كبيرة بالمقارنة مع أعمال أخرى طرحت في نفس المجال. طبقت برامج النظام باستخدام نظام ماتلاب (MATLAB R2009a).

1- تكنولوجيا الصفات الحيوية استخداماتها وتصنيفها

تعرف الصفات الحيوية بأنها علم تحليل تقنيات لقياس الصفات البيولوجية أو الحيوية biometrics. وكلمة biometrics والتي تتكون من مقطعين إغريقيين الأول (bio) ويعني "حياة" والمقطع الثاني (metrics) ويعني "مقاييس"[1]. ولقد ترجمت إلى العربية بكلمات مختلفة منها: الهوية الجسمية، التحقق البيولوجي، البيانات الحيوية، القياسات البيولوجية، الصفات الحيوية ولم تستخدم الصفات الحيوية في تحقيقات الجرائم وأمنية السجون بل في العديد من التطبيقات المدنية. إذ منعت المتطفلين من الدخول إلى أجهزة ATM (Automatic Teller Machine) المسيطر عليها بشبكات الحاسوب، أجهزة التلفون الخلوي فضلا عن قنوات التلفزيون. كذلك استخدمت الصفات الحيوية في أنظمة البنوك الالكترونية والتجارة والتسوق عبر الانترنيت إضافة إلى السيارات التي تفتح ببصمة الأصبع [2]. صنفت الصفات الحيوية إلى نموذجين وهما:

1-1 الصفات الحيوية السلوكية: إن هذه الصفات تمثل أنماطا سلوكية متوافقة مع حركات الفرد مثل تمييز التوقيع، بصمة الصوت وضربة مفتاح (Keystroke) في لوحة المفاتيح وطرائق المشي وكما يوضحها الشكل (1) [2][3][4][5].

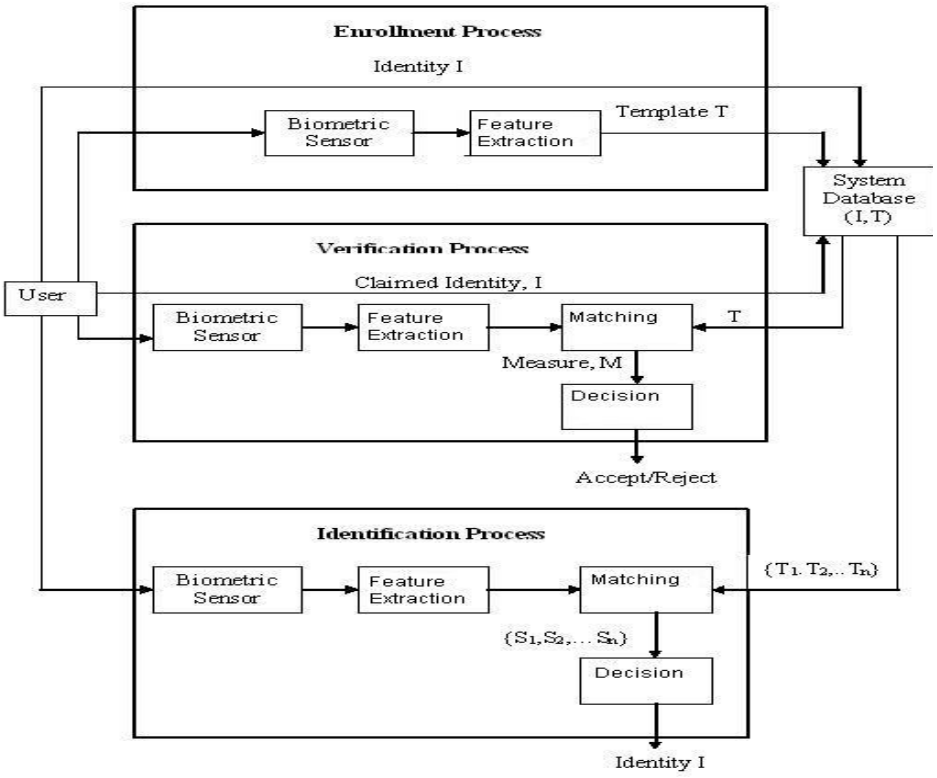
الشكل (1): الصفات الحيوية السلوكية.

1-2 الصفات الحيوية الوظائفية: تعتمد هذه المقاييس على بيانات مشتقة من أجزاء الجسم مثل تمييز الوجه، بصمة الأصبع، بصمة الأظافر، بصمة الأذن، تمييز القزحية،الصفات الهندسية للكف، خارطة الأوردة والشرايين في اليد فضلا عن الأحماض الامينية DNA (Deoxyribonucleic Acid) والشكل (2) يوضح هذا النوع من المقاييس [2][3] [5][4].

الشكل (2): الصفات الحيوية الوظائفية.

2- كيف تعمل أنظمة الصفات الحيوية

تتكون أنظمة الصفات الحيوية من مرحلتين هي مرحلة جمع البيانات(الصفات) (Enrollment) والمرحلة الثانية هي مرحلة الوثوقية (identification/verification) والتي يوضحها الشكل (3) [2][4]. إذ تتم في المرحلة الأولى عملية جمع الصفات من حساس الصفات الحيوية وتعالج في مستخرج الصفات وتخزن بشكل مؤقت (Template) في قاعدة البيانات. أما المرحلة الثانية فتتضمن عمليات المقارنة والتطابق بين المستخدم وقاعدة البيانات للصفات الحيوية. إن أنظمة المقاييس الحيوية هي أنظمة أوتوماتيكية للتحقق من هوية شخص ما (Verification) وهي تتلخص بالإجابة عن السؤال (هل أنت فلان؟). أو تحديد هوية شخص ما (identification) وهي تتلخص بالإجابة عن السؤال (من أنت؟). إن مصطلح أوتوماتيكية وصف أنظمة الصفات الحيوية بصفات هي دقتها وقدرتها على التمييز بسهولة بين الشخصية الحقيقية للمستخدم ومنتحلي الشخصية لاعتمادها على سمات شخصية في التعرف على المستخدم. فضلا عن السرعة، الموضوعية، اختصار النفقات و سهولة التعامل مع هذه الأنظمة [6][2]. ولمعرفة هوية الشخص تجري مقارنة المقاييس الحيوية الفريدة بشخص بمقاييس حيوية مخزنة عنك سلفاً أي علاقة (واحد- واحد). أما في حالة تحديد الهوية فتجري المقارنة بين المقاييس الحيوية لشخص مع الأشخاص الموجودين في قاعدة بيانات مبنية مقدَّماً أي علاقة (واحد-متعدد) [2] [7][8] .



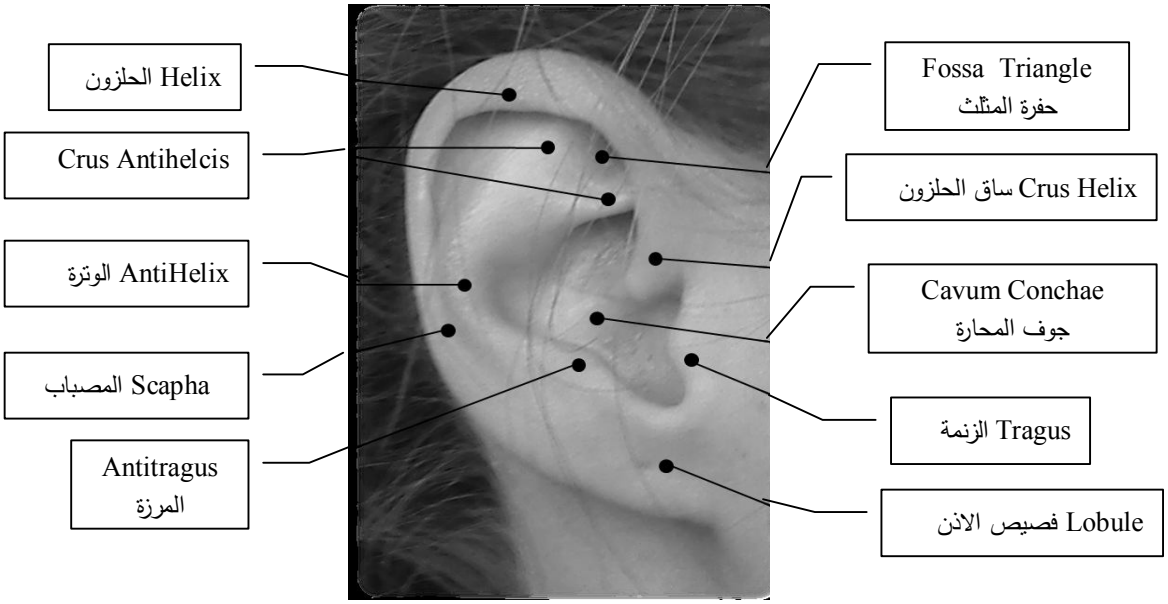
الشكل (3): هيكلية أنظمة الصفات الحيوية.

1) تشريح الأذن وكيفية استخدامها كصفات حيوية

ظهرت القياسات الحيوية حقلا نشطا للبحث على مدى العقود الماضية بالنظر للحاجة المتزايدة للتحقق من وثوقية الأفراد أوتوماتيكيا. إن الوسائل التقليدية للتعرف التلقائي، مثل كلمات السر أو رقم بطاقات الهوية Personal Identification Number) PIN) ويمكن أن تكون مسروقة أو مزيفة أو عرضة للنسيان [2] [7] من جهة أخرى تعد الخصائص البيولوجية فريدة من نوعها، عالمية، دائمة وقابلة للقياس. حازت بصمة الأذن المتمثلة بصورة ثنائية الإبعاد على اهتمام أكثر من غيرها من أعضاء الجسم البشري تعبيرا عن الشخصية وذلك للأسباب التالية [9]:

1- تحتوي الأذن على معلومات وفيرة وثبات في الشكل لا تتغير مدى العمر، وتؤكد التقارير الطبية أن النمو النسبي للأذن يتم بعد الأشهر الأربعة الأولى من الولادة. وان القياسات تبين أن معدل التغيير ما يقرب خمسة أضعاف من المعدل الطبيعي خلال الفترة التي تبدأ من أربعة أشهر إلى سن الثامنة، وبعد ذلك هو ثابت حتى حوالي 70 سنة عندها تزداد مرة أخرى[10] [11].
2- لا تتغير الأذن مع تعابير وانفعالات الإنسان التي تظهر في الوجه مثل الحزن والفرح والدهشة والارتباك كما في صورة الوجه وتغير العمر [12] [13] [14].
3- لا تعاني الاذن من مشاكل تعانيها أنواع أخرى من المقاييس الحيوية مثل المشاكل الصحية الخصوصية والقلق النفسي [8][12][15].

تتكون الأذن من ثلاث أجزاء هي الأذن الخارجية (الصيوان)، الأذن الوسطى والأذن الداخلية. تميز أذن الإنسان الصوت بترددات من (16-20) هرتز وفي حيز الشدة (0-130). DB [16] إن لكل فرد صوان سمعي خاص به، وهي تستند على أسس علمية ثابتة تتصل بعلم المقاييس الحيوية. تتكون الأذن الخارجية أو الصيوان الخارجي من الحلزون، الوترة، فصيص الاذن، الزنمة، المرزة، المصباب وعلى جوف المحارة كما موضح في الشكل (4) [13][17].



شكل (4): تشريح الأذن الخارجية (الصيوان).

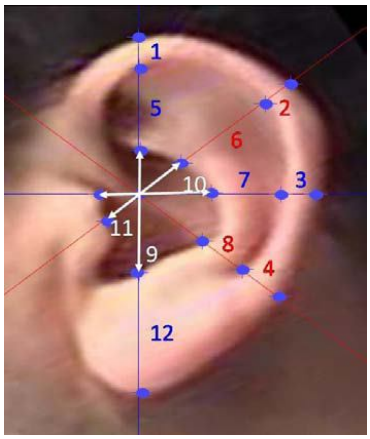
تتكون الأذن من غضروف يحتوي على أشكال مختلفة من الثنيات والتجاويف، وهذه الأشكال تختلف في نسبة المقاييس من شخص لآخر، وهذه تكون بمثابة مرنانات الصوتية. إذ يعكس الصيوان الترددات المنخفضة (إشارة صوتية) باتجاه قناة الأذن بينما تضمحل الموجات الصوتية والترددات العالية أي إن الأذن الخارجية تتمكن من تحديد منشأ الصوت. تتشابه الأذن اليسرى والأذن اليمنى للشخص نفسه إلا إنها ليست متماثلة وكل أذن تتسم بخصائص مميزة وصفات فريدة لا تتكرر مع غيرها [13].

2) مقارنة بين الصفات الحيوية للأذن وأنواع الصفات الحيوية الأخرى [18]

تعاني صورة الأذن ما تعانيه صورة الوجه من مشاكل الإضاءة وتدوير الرأس والاختفاء Occlusion. فعندما تكون الإضاءة غير ملائمة قد يختفي جزء من صورة الأذن أو يظهر ظل من أجزاء أخرى وهذا يدعى الاختفاء. كذلك ممكن أن يغطى الرأس بغطاء و كذلك الأذن إذ تغطى بالشعر أو الأقراط وبما أن الأذن تأخذ حيز صغير من الرأس فعند تدوير الرأس تختفي صورة الأذن. ولكن لحجم الأذن الصغير فضلا في اختزال الحسابات وثبات في توزيع الألوان عن صورة الوجه. أما عند مقارنة صورة الأذن بصورة القزحية تكون الثانية أفضل لصغر حجمها إلا أن التمييز يفشل عند استخدام النظارات. وعند المقارنة مع الصفات الحيوية للصوت تفوق الأذن على الصوت لأنه يعاني من التشويش وكذلك يتغير الصوت عند المشاكل الصحية. وفي حال المقارنة مع بصمة الأصبع فعند جمع قاعدة بيانات للصور فنحتاج إلى كاميرا (Charged Coupled Device) CCD لالتقاط صورة الأذن بينما تحتاج البصمة إلى جهاز حساس وقد يكون غالي الثمن عند استخدامه في تطبيقات مهمة. فضلا عن أن صورة البصمة تكون ذات بعدين فقط رغم وجود أخاديد وتفاصيل إلا إن صورة الأذن ممكن أن تكون ثلاثية الإبعاد وتحول إلى ثنائية الإبعاد.

3) الدراسات السابقة

أشار (راما بركات 2007) [2] بان استخدام الصفات الحيوية كمحاولة لتحديد هوية الأفراد لم تظهر بصورة واضحة وشائعة إلا بعد أن قدم العالم الفرنسي (الفونس بيرلتون عام1890) طريقة لتطوير التمييز باعتماد أجزاء الجسم وطور نظام للصفات الحيوية بتمييز بصمة الإصبع. وفي عام 1906 قام العالم امهوفر باستخدام 4 صفات لتمييز 500 شخص باعتماد صور الأذن. وان أبرز من استخدم الأذن كصفات حيوية هو العالم لانرلي (Iannarelli)، الذي فحص أكثر من 10000 أذن ووجد بأن لها صفات مميزة إذ استخدام 12 مقياس اعتمدها كصفات لتمييز الأفراد والشكل (5) يوضح تجارب لانرلي[12][17] [10].



الشكل (5): الصفات 12 التي استخدمت في نظام لانرلي.

حدد (مديندروف 2009) [15] أنظمة الصفات الحيوية للأذن بأربع نماذج هي: المقاييس الهندسية، الإحصائية، المعتمدة على الذكاء الاصطناعي وتحويلات الصور وهي بالشكل التالي:

1-5 الطرق الهندسية

تستخدم الأساليب الهندسية الزوايا والمسافات بين النقاط كصفات تمييز. قدم (تشورا 2006)[19] خمس طرق هندسية لاستخراج القياسات الحيوية للأذن. وقد وصف طريقتين هما طريقة الدوائر المتحدة المركز CCM (Concentric Circle Method) [تشورا 2005] [20] إذ يقسم الصورة، ويستخرج الحافات وذلك بالاستناد إلى نقاط التقاطع بين الدوائر المختلفة ذات أنصاف أقطار مختلفة مع احتساب النقطة الوسطى كمركز والمنحنيات المستخلصة من صورة الأذن و أنصاف الأقطار، وعدد التقاطعات، والمسافة الإجمالية بين نقاط التقاطع تكون متجه الصفات.

أشار (مديندروف 2009) [15] بان تشورا أضاف طريقتين أخرى عن الطريقتين السابقتين، الأولى هي طريقة توزيع المثلث TRM (Triangle Ration Method) إذ تقطع صورة الأذن إلى مثلثين وتستخرج منها 13 صفة تمثل متجه الصفات. الطريقة الثانية هي طريقة نسبة الشكل SRM (Shape Ratio Method)، والذي يستخدم النسبة بين طول منحني الشكل إلى بعد المسافة بين نقاط النهاية للمنحني. الأسلوب الثالث هو تمثيل المنحني باعتماد الزاوية ABR (Angle- Based contour Representation) وكانت نسبة التمييز في هذه الطريقة تربو على 90,4٪.

استخدام كل من (شايلاجا و غوبتا 2007) [21] أساليب هندسية أيضا إذ تم تحديد اكبر خط مستقيم ويدعى MAX-LINE. يتم تقطيع الخط MAX إلى (n+1) من الخطوط

وبمسافات متساوية عليه. شكلت نقاط تقاطع المستقيمات مع الخط MAX زوايا اعتبرت صفات للتمييز وقد أعطى هذا الأسلوب معدل قبول حقيقي77 ٪.

5-2 الأساليب الإحصائية

استخدم هذه الطرق باحثين كثيرين منهم (كامار و سرينيفاسان 2012) [10] إذ استخدموا التمييز بطريقة PCA (Principle Component Analysis) مع بعدين و ICP (Independent Component Analysis) مع ثلاثي الأبعاد وحصلوا على نسبة تمييز 97%. عرض (الدسوقي وآخرون 2012) [3] استخدام طريقة LDA (Linear Discriminate Analysis) لتصنيف متجهات الصفات لتمييز الأذن. كذلك استخدم (جانغ وآخرون) PCA والتي تدعى Egine vector إذ يتم اختزال متجهات الصفات من أبعاد كبيرة إلى أبعاد صغيرة ومقارنة نسب التمييز بين صورة الوجه والأذن [2][3][15].

5-3 الأساليب المعتمدة على الذكاء الاصطناعي

تستخدم طرق غير شائعة، ولكنها توفر منظور آخر إلى مشكلة التمييز. إذ يمكن تدريب الشبكة العصبية أو الخوارزميات الجينية لمطابقة متجه الصفات بدلا من استخدام مسافة مترية بسيطة لمقارنة ميزات الصورة. ومن الذين عملوا في مجال الذكاء الاصطناعي الباحث (مكفادين 1998) الذي استخدم التقطيع اليدوي لصور الأذان ودرب الشبكات العصبية لتحديد صور الأذن وحقق نسبة تمييز تراوحت بين 58٪ -77٪ [13][15].

5-4 تحويل الصور

يتم في هذا النوع من الأساليب تعديل تمثيل الصورة أولا كمحاولة لزيادة قوتها ضد الضوضاء والتدوير ثم تستخرج الصفات منها [13]. من الباحثين الذين عملوا في هذا المجال (عبد المطلب و زهاو 2005) إذ حددوا منطقة الجلد على صورة الأذن والحواف أيضا واستخدمت نماذج لعملية تحديد الأذن. طبق عبد المطلب وزها حقل تحويل القوة الكامنة لهذه المنطقة لتحديد القنوات واستخدموا مسافة هاوسدورف مقياسا للتشابه في عملية المقارنة وحصلوا على نسبة تمييز 87,9% [15] .

4) العمل المقترح

ظهرت اعمال عديدة لتمييز الاذن وباستخدام خوارزميات مختلفة. ان أي عمل من هذه الاعمال ينقسم الى خطوات اربع هي مرحلة جمع البيانات، المعالجة الاولية وتهيئة الصور واستخلاص الصفات وأخيرا تطبيق خوارزمية العمل.

1-6 مرحلة جمع البيانات

تم بناء قاعدة بيانات النظام بمرحلتين هما:

1- المرحلة الأولى هي مرحلة جمع قاعدة بيانات صور الأذان Ear Image Database إذ جمعت هذه الصور من قاعدة بيانات (Zsged). لتقليل الظل والضوضاء والحصول على صور مناسبة للتطبيق وأخذت بنظر الاعتبار النقاط التالية:

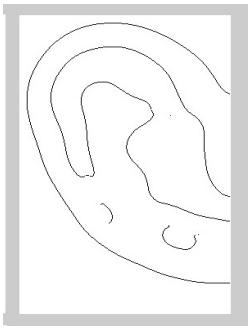
- أن تكون الأذن بصورة عمودية قدر الإمكان.
- وجوب إظهار الأذن فقط ومن دون وجود للشعر أو النظارات والأقراط.
- يجب أن يكون الأشخاص المسجلين في النظام قد تجاوزوا سن النمو (لا يصح تطبيق النظام على الأطفال).

2- المرحلة الثانية هي تكوين قاعدة بيانات الصفات Features Database إذ تستخرج الصفات وتهيئ للمقارنة بين الصورة المدخلة وقاعدة بيانات الصور.

2-6 مرحلة المعالجة الأولية

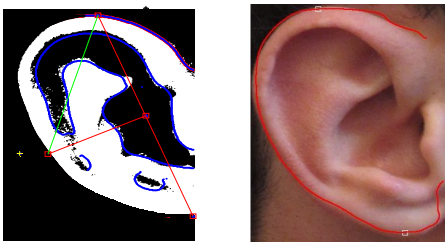
يتم تحويل الصور في مرحلة المعالجة الأولية من الصور الملونة إلى صور ذات تدرجات رمادية يلي ذلك تحويلها إلى صورة ثنائية باللونين الأبيض والأسود وتدعى هذه العملية بعملية Binarization. لا تخلو الصور الناتجة من الخطوتين السابقتين من الضوضاء، لذا تزال تلك الضوضاء وتحسن الصورة عن طريق تطبيق بعض مرشحات التحسين. أن الحصول على خواص الأبعاد الهندسية للإذن هو الهدف الرئيس لذا يجب أولا السعي لتحديد شكل الأذن والحصول على شكل ملائم للنظام المقترح وذلك من خلال تحيد الحواف.

تحدد الحواف باستخدام إحدى خوارزميات تحديد الحواف التي يجب أن تضمن كون حدود أو حواف الصورة بأقل سمك ممكن. ومن ثم تم استخدام خوارزمية كاني لتحديد الحواف وهي من الخوارزميات الكفوءه لذا تم استخدامها بهدف إبراز حواف الأذن وكما هو موضح في الشكل (6).



الشكل (6): مرشح كاني.

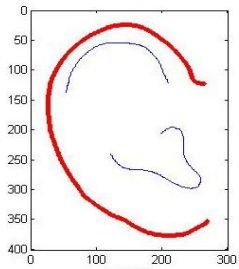
إن من أهم الخطوات في النظام المقترح هو العمل على إيجاد أطول حافة و تمثل صيوان الأذن والتي من خلالها تستخدم حسابات الإبعاد الهندسية وهذه بدورها تمثل الصفات المميزة للاذن وإهمال الحافات الأخرى وكما موضح في الشكل (7).



ب أ

الشكل (7): أ-الصورة الأصلية ب-الصورة والصفات الهندسية.

في نهاية مرحلة المعالجة الأولية تم تمييز الحافة الخارجية للأذن والتي تعد الحافة الأطول والأبرز في تلك الصورة وهي الحافة التي تمثل حدود شكل الأذن وتكون بشكل منحني وكما موضح في الشكل (8). وقد تحتوي الصورة أيضا على حواف أخرى تمثل حواف الضوضاء الناتجة عن بقع الظل في الصورة الأصلية أو أي نوع آخر من أنواع الضوضاء التي لم تنجح مرحلة المعالجة الأولية في إزالتها لذا سيتم في بداية هذه المرحلة إزالة الحواف الغير مرغوب فيها من الصورة، عندها يتم تحديد الاحداثي السيني والاحداثي الصادي للنقاط المطلوب التعامل معها.

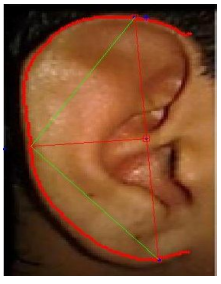


الشكل (8): الحافة المطلوب التعامل معها.

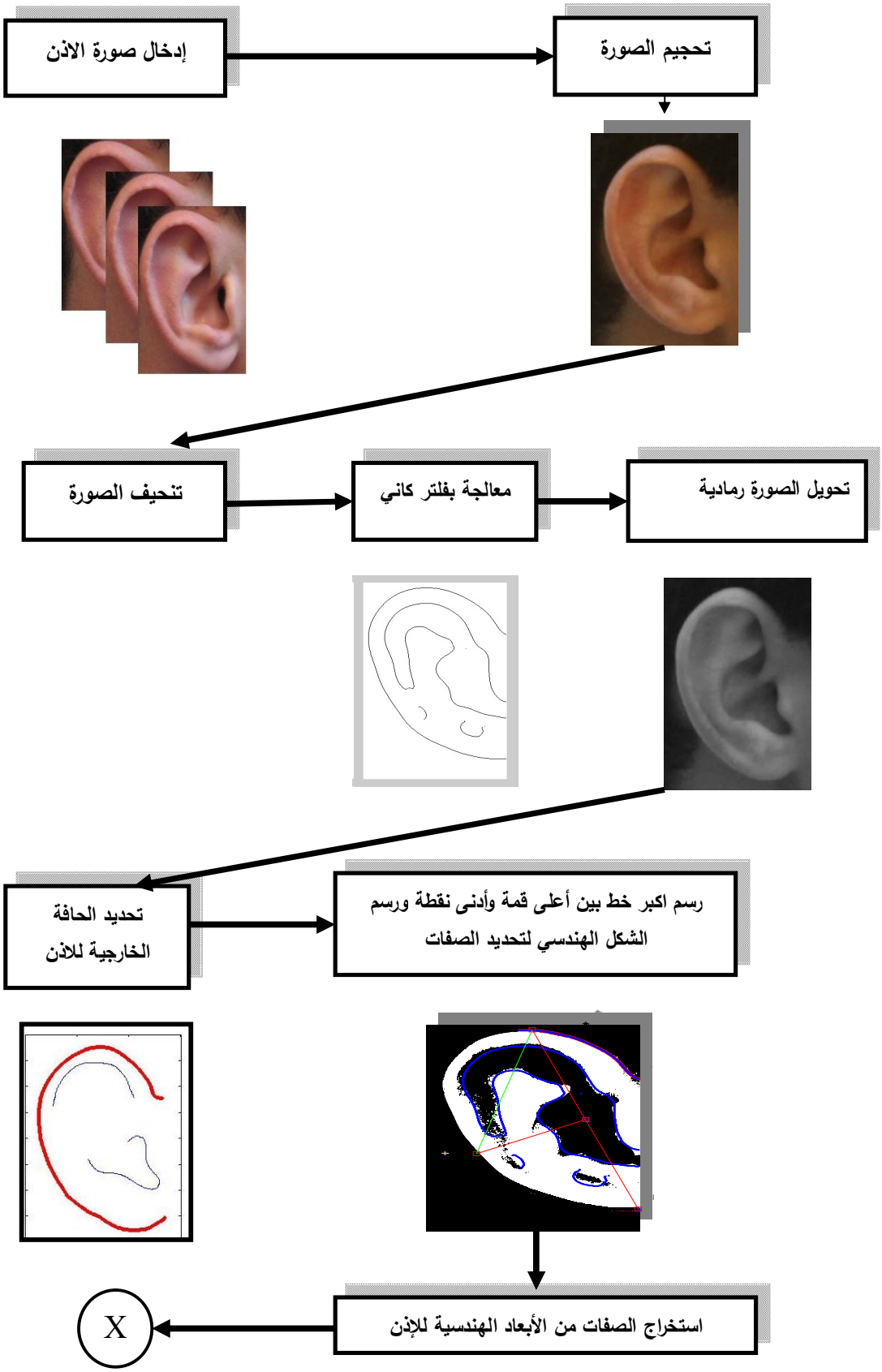
3-6 استخلاص الصفات

بعد تحديد الإحداثيات السينية والصادية للمنحني يتم في هذه الخطوة تحديد صفات الاذن متمثلة بالشكل الهندسي لإيجاد الابعاد الهندسية لكل صورة إذن وهي:

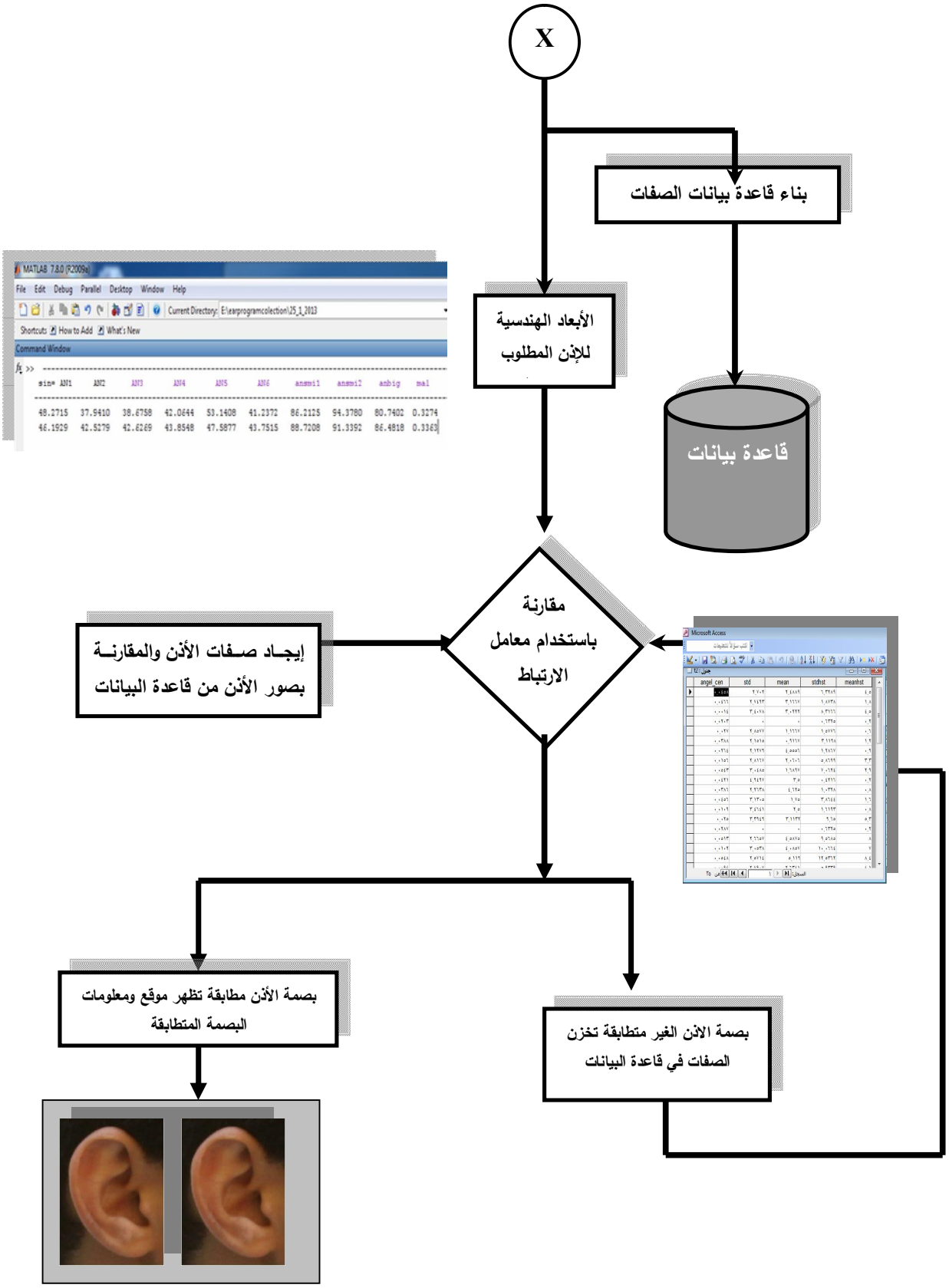
1. إيجاد اطول مسافة ترسم بين نهايتين على حافة الاذن ويقاس هذا الخط باستخدام قانون المسافة.
2. تعيين نقطتين في وسط الخط اعلاه مع الحافة الخارجية فيتكون مثلثين استخرجت منها 11 صفة هي أبعاد المثلثات، زوايا المثلث، وطول الخط الوارد في النقطة (1) وكما موضح في الشكل (9)، أما الشكل (10) فيوضح خوارزمية العمل المقترح.



الشكل (9): تحديد الصفات الهندسية.



الشكل (10): الخوارزمية المقترحة



الشكل (10): تابع

هدف البحث هو تحديد هوية شخص من صور قاعدة البيانات. اختيرت صور ملونة للإذن اليمنى من نوع TIF (Tagged Image File) من قاعدة بيانات.(Sezgd) وهذا النوع من الصور الذي خزن في قاعدة البيانات أعلاه إذ يتم إدخال الصورة إلى النظام ثم تقارن مع صور قاعدة البيانات بحسب الصفات المخزونة واستخدم معامل الارتباط كمقياس للتطابق كما يوضح في المعادلة (1) [22]:

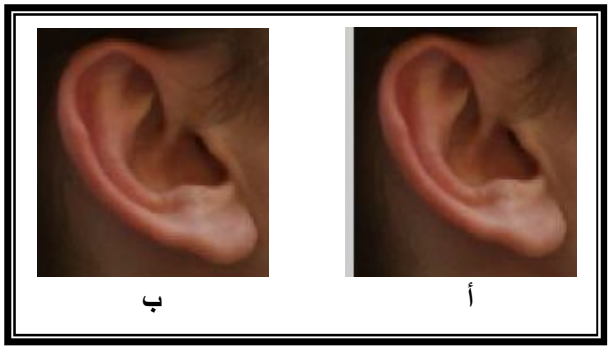
$$C(x,y)=\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(xi-\bar{x}\right)\left(yi-\bar{y}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(xi-\bar{x}\right)^2\sum_{i=1}^{N}\left(yi-\bar{y}\right)^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث $\bar{x}$ ، $\bar{y}$ هي المعدل لكل متجه صفات و N هي عدد الصفات لكل متجه وتتراوح قيمة C(x,y) بين −1 و+1. اذ اعتبرت هذه القيم حد للعتبة أي ان كلما اقتربت القيمة من 1 كانت نتيجة التطابق افضل وبالعكس. اختيرت مجموعة من القيم بالتجربة تمثل حد العتبة وبالاختبار كانت القيمة 0,9998 لقربها من الرقم +1 كحد أفضل لمعامل الارتباط و الجدول (1) يعرض بعض من هذه النتائج.

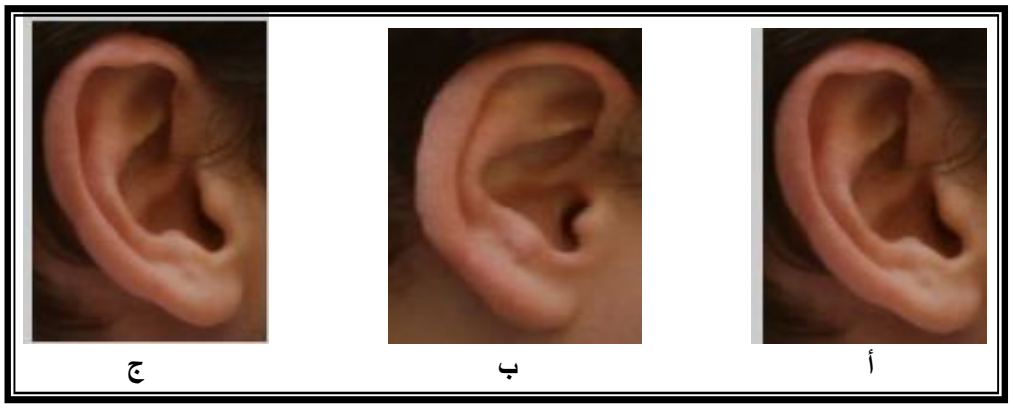
الجدول (1): جدول النتائج وحد العتبة =0,9998

الصورة الحقيقية	عدد الصور المطابقة	الصورة 1	الصورة 2	الصورة 3	الصورة 4
1	1	1	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
2	1	2	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
3	1	3	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
4	1	4	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
5	1	5	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
6	1	6	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
7	1	7	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
8	1	8	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
13	4	13	24	35	46
14	1	14	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
17	2	17	39	لا يوجد	لا يوجد
20	2	20	52	لا يوجد	لا يوجد
25	1	25	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
26	1	26	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
27	1	27	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
28	1	28	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد

يعرض الجدول أعلاه في العمود الأول الصورة الداخلة إلى النظام للتعرف على الصور المطابقة لها وفي العمود الثاني عدد الصور المطابقة للصورة الحقيقية والأعمدة الباقية تحمل أسماء الصور المطابقة للصورة من قاعدة بيانات الصور والشكل (11) يوضح نتائج تطابق صورة الاذن مع نفسها، والشكل (12) توضح نتائج تطابق واختلاف بين الصور.



الشكل (11): صور النتائج المتطابقة أ- الصورة المدخلة للنظام ب- الصورة الناتجة.



الشكل (12): صور النتائج أ- الصورة المدخلة للنظام ب- الصورة الناتجة الخطأ ج- الصورة الناتجة الصحيحة.

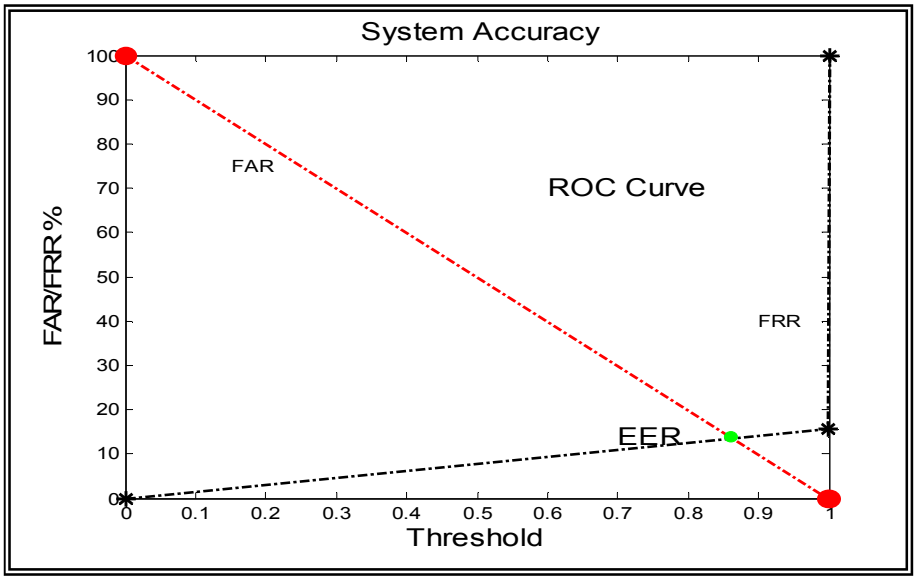
تم اختيار عدة قيم كحد للعتبة لتتم المقارنة به وبطريقة التجربة بعد ذلك اختيرت القيمة 1 كحد للعتبة والجدول (2) يعرض هذه النتائج حيث يظهر مطابقة الصورة مع نفسها.

الجدول (2): عينة نتائج عند حد العتبة = 1

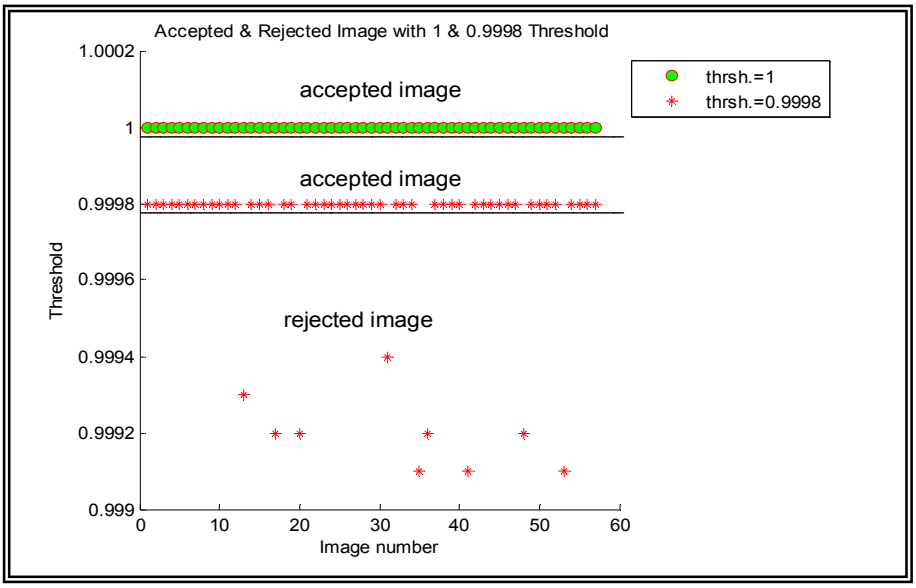
الصورة الحقيقية	عدد الصور المطابقة	الصورة 1	الصورة الحقيقية	عدد الصور المطابقة	الصورة 2
1	1	1	7	1	7
2	1	2	8	1	8
3	1	3	9	1	9
4	1	4	10	1	10
5	1	5	11	1	11
6	1	6	12	1	12

5) مناقشة النتائج

تقارن أنظمة الصفات الحيوية بحسب المقياسين FAR (False Accept Rate) والذي يمثل النسبة المئوية لاستقبال النظام إدخال خطآ بينما FRR (False Reject Rate) فتمثل النسبة المئوية لرفض النظام إدخال صحيح. إن نسبة التقاطع بين هذين المقياسين هي EER (Equal Error Rate). تم اختيار 57 صورة كقاعدة لبيانات الصور لوضوحها ولأنها تحمل تفاصيل دقيقة لصور الإذن، استخدمت جميع هذه الصور لاختبار النظام وللتأكد من صلابة هذا العمل. اذ يتم اختيار صورة وتقارن مع جميع صور قاعدة بيانات الصور. يلاحظ من الجدول الاول عند اختيار حد العتبة لمعامل الارتباط بقيمة 0,9998 يكون عدد الصور التي استقبلها النظام خطأ هي 9 صور من اصل 57 صورة. لذا تكون نسبةFAR هي 15,7% وعدد الصور التي رفضها النظام خطا هي (0) صورة FRR فتكون نسبة التمييز الصحيحة 100%. أما عند اختيار حد العتبة لمعامل الارتباط بقيمة (1) يكون عدد الصور التي استقبلها النظام خطأ هي (0) صورة من أصل 57 صورة. لذا تكون نسبة FAR هي (0) % وعدد الصور التي رفضها النظام خطأ هي (0) صورة فتكون عدد الصور الصحيحة هي نفس عدد الصور الداخلة للنظام لذا تكون FRR 100% وهذه النتائج يوضحها الشكل (13) والشكل (14) يوضح نسب استرجاع الصور مع حد العتبة اذ تسترجع الصور نفسها عندما يكون حد العتبة 1 وبدون صور خطأ، أما عندما يكون حد العتبة 0,9998 فقد تسترجع صور غير مرغوب فيها فيكون حد العتبة 1 افضل في النتائج من غيره من القيم التي اجريت عليها الاختبارات لهذا العمل.



الشكل (13): كفاءة النظام.



الشكل (14): حد العتبة مع الصور المسترجعة.

تـم مقارنـة نتـائج العمـل المقتـرح مـع مجموعـة مـن نتـائج بحـوث عالميـة واسـتخدامها الخوارزميات المعروضة في الجدول (3) والتي طرحت في مجال الصفات الهندسية لصورة الاذن فكانت نتائج العمل المقترح من أفضل النتائج الموجودة وهي الحصول على نسبة تمييز 100% عند استخدام المقياس ERR.

الجدول (3): مقارنة كفاءة أنظمة التمييز باعتماد الصفات الهندسية

اسم الباحث– البحث– تاريخه	الخوارزمية المستخدمة	حجم قاعدة البيانات	نسبة التميز
Chora`s, Ear biometrics based on geometrical feature extraction, 2005 [15]	(Concentric Circle Method)CCM	240	% 90
	(Contour Tracing Method) CTM	240	%97,5
Chora`s, Further developments in geometrical algorithms for ear biometrics, 2006 [15]	(Triangle Ratio Method) TRM + (Shape Ratio Method) SRM	800	%100
	(Angle- Based contour Representation) ABR	800	%90,4
Shailaja, Multi-Biometric Approaches to Ear Biometrics and Soft Biometrics, 2007 [15]	max-line	80	%77
Jitendra B, The Human Identification System Using Multiple Geometrical Feature Extraction of Ear –An Innovative Approach. 2012 [23]	(triangle ratio method) TRM	40	%90

8- الاستنتاجات والأعمال المستقبلية

تم بناء نظام للصفات الحيوية من خلال تمييز صورة ذات بعدين للأذن اليمنى باعتماد الصفات الهندسية، استخدمت 57 صورة من قاعدة بيانات عالمية. اختلف عمل البحث عن أعمال أخرى بالصفات المستخرجة وذلك بتجزئة شكل الأذن إلى مثلثات واستخرجت منها أطوال الأضلاع فضلا عن الزوايا. اعتمدت الخوارزمية المستخدمة على متجه صفات مكون من إحدى عشر صفة للصور الداخلة في قاعدة البيانات. قورنت الصورة الداخلة للنظام مع صور قاعدة البيانات من خلال قاعدة بيانات الصفات واستخدم معامل الارتباط كمقياس للتشابه إذ تم اختيار عدة قيم كحد للعتبة وكانت أفضل قيمة هي (1) والتي رفعت نسبة FRR وهذه النسبة بدورها ترفع كفاءة تمييز النظام 100% وعرض العمل المقترح بالمقارنة مع أعمال أخرى معتمدة على الصفات الهندسية فضلا عن أساليب أخرى في استخراج الصفات وبكفاءة عالية جدا وبوقت قصير.

أما بالنسبة للأعمال المستقبلية فمن المؤمل تطبيق النظام لتمييز الأذن اليسرى، تطوير النظام لالتقاط صور حية للأذن باستخدام كاميرات دقيقة جدا والتمييز Online، استخدام المنطق المضبب Fuzzy Logic لإجراء المقارنة بديلا عن معامل الارتباط. أخيرا إضافة خوارزميات الأمنية والتشفير لزيادة سرية المعلومات والبيانات مع المحافظة على الاسترجاع دقيقا.

- المصادر

1) The Use of Technology to Combat Identity Theft, Report on the Study Conducted Pursuant to Section 157 of the Fair and Accurate Credit Transactions Act of 2003. The Department of the Treasury, USA. (2005).

2) Ruma Purkait, "Ear Biometric: An Aid to Personal Identification", Anthropologist Special volume no. 3, pp. 215-218, 2007.

3) B. S. El-Desoky, M. El-Kady, M. Z. Rashad, Mahmoud M. Eid,and Alaa Tharwat, Ear Recognition and Occlusion, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol. 4, No 6, (2012).

4) Mansour M. Alghamedi, "Biometrics: VoicePrint", Collage of training, Naif Arab University for Security Science, (2005) (In Arabic)

5) Umut Uldag, secure Biometric systems, Ph.D., thesis submitted to Michigan state University, (2006).

6) Dasari Naga Shailaja, A simple geometric approach for ear biometrics, A thesis Submitted In Partial Fulfillment for the requirements for the degree of Master Technology to the department of computer Science and Engineering, Indiana Institute of Technology, (2006).

7) Alaa Hussain Alhamami and Mohammad Alaa Alhamami, "Hiding: Steganography and Watermarking", Ithraa publishing, Jordan, (2008). (In Arabic)

8) Sulochana Sonkamble, dr. Ravindra Thool, Balwant Sonkamble, Survey of Biometric Recognition Systems and Their Applications, Journal of Theoretical and Applied Information Technology JATIT,(2005-2010).

9) Ajay Kumar and Wu Chenye, Automated human identification using ear imaging, Pattern Recognition 45: 956–968,(2012).

10) V.K. Narendira Kumar and B. Srinivasan, Ear Biometrics in Human Identification System, I.J. Information Technology and Computer Science, (2012).

11) Ayman Abaza and Arun Ross, Christina Hebert, Mary Ann F. Harrison, Marks S. Nixon, A Survey on Ear Biometrics, Proceedings of ACM Transactions on Embedded Computing Systems, Vol. 9, No. 4, Article 39, (2010).

12) Surya Prakash, Umarani Jayaraman and Phalguni Gupta, "Ear Localization from Side Face Images using Distance Transform and Template Matching", Proceedings of IEEE Int'l Workshop on Image Processing Theory, Tools and Applications, IPTA, Sousse, Tunisia, pp 1-8, (2008).

13) Anika Pflug, Cristoph Busch, Ear Biometrics: A Survey of Detection Feature Extraction and Recognition Method, (2012).

14) K. V. Joshi and N. C. Chauhan, Edge Detection and Template Matching Approaches for Human Ear Detection, Proceedings of International Conference on Intelligent Systems and Data Processing (ICISD) 2011, Special Issue published by International Journal of Computer Applications (IJCA), (2011).

15) Christopher Middendorff, Multi-Biometric Approaches to Ear Biometrics and Soft Biometrics, A Dissertation Submitted to the Graduate School of the University of Notre Dame in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Indiana, USA, (2009).

16) Elisa Maria Lamego Barroso, Computational Processing and Analysis of Ear Images, Dissertation submitted to obtain the Master's degree in Biomedical Engineering, BSc in Biomedical Engineering by the School of Industrial Studies and Management, Polytechnic Institute of Porto, Argentina, (2011).

17) Ayman Abaza and Arun Ross, Towards Understanding the Symmetry of Human Ears: A Biometric Perspective, Appeared in Proc. of 4th IEEE International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS), (USA), (2010).

18) K.H. Pun, Y.S. Moon, Recent Advances in Ear Biometrics, Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR'04), 2004.

19) Michal Chora`s. Ear biometrics based on geometrical feature extraction. Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, 5(3):84–95, 2005.

20) Michał Chora´s and Ryszard Chora´s S., Geometrical Algorithms of Ear Contour Shape Representation and Feature Extraction, In Proc. of the 6th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications ISDA. Jinan, China, (2006).

21) Dasari Shailaja and Phalguni Gupta, A simple geometric approach for ear recognition. In Proceedings-9th International Conference on Information Technology, pages 164-167, (2007).

22) Henning Muller, Wolfgang Muller, David McG. Squire and Thierry Pun, Performance evaluation in content-based image retrieval: overview and proposals. A Technical Report Vision Submitted to The Computing Science Center, University of Geneva, Geneva, Switzerland, (1999).

23) Jitendra B. Jawale, Dr. SMT. Anjali S. Bhalchandra،The Human Identification System Using Multiple Geometrical Feature Extraction of Ear –An Innovative Approach, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (IJETAE), Vol. 2, Issue 3, (2012).