

## Adoption of the Co-Occurrence Matrix and Artificial Neural Networks in Fingerprint Recognition

Maysoon Khidr Al-Nuaimi

College of Computer Science and Mathematics  
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 26/09/2012

Accepted on: 30/01/2013

### ABSTRACT

This paper presents a new method for fingerprint recognition depending on various sizes of fingerprint images. The proposed algorithm applied on more than 30 fingerprint samples, the results was good.

The proposed algorithm begins with apply enhancement operations on the fingerprint image to eliminate unwanted noise around the fingerprint by using median filter. Then apply thinning operation on the enhanced image and compute co-occurrence matrices for produced image. Next, the properties of the co-occurrence matrices used as inputs of the neural network for recognition process. To speed the recognition process back propagation network used. The ratio of recognition about 100%.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Fingerprint, Recognition.

اعتماد مصفوفة التواجد والشبكات العصبية الاصطناعية في تمييز بصمة الأصبع

ميسون خضر النعيمي

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2013/01/30

تاريخ استلام البحث: 2012/09/26

### المخلص

تم في هذا البحث استخدام طريقة جديدة لتمييز بصمة الأصبع بالاعتماد على أحجام مختلفة لصورة البصمة وتم تطبيقها على أكثر من 30 عينة لصور بصمات الأصابع وقد تم التوصل إلى نتائج جيدة. يبدأ عمل الخوارزمية المقترحة بإدخال صورة بصمة الأصبع وإجراء بعض التحسينات على الصورة للتخلص من الضوضاء غير المرغوب فيها والتي توجد على حدود البصمة بالاعتماد الفلتر المتوسط (median filter) وقراءتها بوصفها مصفوفة ثنائية رقمية ومن ثم تنحيف الصورة وإيجاد مصفوفة التواجد للصورة المحسنة والتي أجريت عليها عملية التنحيف وإدخال الصفات التابعة لهذه المصفوفة على الشبكة العصبية لغرض التمييز. تم توظيف شبكة الانتشار العكسي (Back propagation) من أجل تسريع عملية التمييز وقد كانت نسبة التمييز 100%.

**الكلمات المفتاحية:** مصفوفة التواجد، الشبكات العصبية الاصطناعية، التمييز، بصمة الأصبع.

### 1- المقدمة:

يعد تمييز الأنماط أحد الفروع المهمة والواسعة في مجال معالجة الصور الرقمية وقد اخذ هذا المجال اهتماماً كبيراً من قبل العديد من الباحثين، وتم اقتراح العديد من الطرائق والتقنيات في هذا المجال.

إن تمييز الأنماط هو أحد فروع علم معالجة الصور إذ يهدف إلى إيجاد أو تطوير تقنيات للتعرف على نمط أو شكل معين. وإن من التطبيقات المهمة والمفيدة في تمييز الأنماط هي تمييز الحروف والتعرف على الأشكال والأشخاص وكذلك يستخدم في المجالات الطبية.

إن تحليل نسيج الصورة واستخلاص أهم الخواص للصورة من الخطوات الرئيسية المتبعة لغرض تمييز الأنماط وعلى الرغم من وجود العديد من الطرائق المستخدمة لتحليل نسيج الصورة مثل استخدام الشبكات العصبية واستخدام تقنيات تحسين ومعالجة الصور الرقمية التقليدية إلا أن التطور الحاصل في مجال معالجة الصور أدى إلى اكتشاف طرائق حديثة يمكن استخدامها في عملية تمييز الأنماط ومنها القيمة المميزة [1].

## 2- تمييز بصمات الأصابع

عرف الإنسان بصمات الأصابع والكف وباطن القدم منذ عصر ما قبل التاريخ، وقد أكد الباحثون والعلماء ذلك من خلال الأثار التي عثروا عليها في مختلف أرجاء العالم وذكر بشكل أو بآخر من خلال الكتب السماوية المقدسة إذ يحكى أن بطرس الرسول قد وقّع كتابه ببصمة إصبع [2][3]، وتعد بصمات الأصابع والكف وباطن القدم ذات أهمية كبيرة في تحقيق شخصية الفرد إذ ثبت علمياً وعملياً انه ليس هناك شخصان لهما طبعتان متطابقتان لإصبعين في الخطوط والمميزات حتى لو كان الشخصان توأمين، ولم يحدث إلى حد الآن أن هناك بصمة أصبع ما انطبقت مع بصمة شخص آخر أو مع بصمة أصبع أخرى من أصابع نفس الشخص [4][5].

## 3- شكل بصمة الإصبع العام

يلاحظ الشكل العام لبصمة الإصبع إن سطحه مكسو بخطوط دقيقة متوازية ترتفع عن سطح جلد البشرة وتسمى الخطوط البارزة أو الحافات (Ridges) ويفصل بين خط وآخر خط منخفض دقيق وهذه الخطوط تسمى الخطوط المنخفضة أو الشقوق (Furrows) أو الوديان (Valleys) وهي لا تسير في مجراها باستقامة واحدة إنما تكون أشكالاً متنوعة عديدة غريبة في ترتيبها فمنها تكون على شكل دوائر متعددة حول نقطة الوسط بينما غيرها تكون على هيئة خطوط منحدرية إلى اليمين أو اليسار، وهكذا تتكون منها خطوط مقوسة تبدأ من جهة وتنتهي من الجهة الثانية وغير ذلك من الأشكال [4] [6] [7].

أن كل شخص يمتلك خصائص فسلجية وسلوكية معينة خاصة به، وتعد بصمة الأصبع واحدة من أكثر أنواع المعايير الحيوية Biometric المستعملة بشكل واسع [8]، ويعد استخدام المعايير الحيوية Biometric من احد أهم المقاييس المستخدمة في الكشف عن هوية الأشخاص. وقد استخدم البابليون الأوائل بصمة اليد في الطين لإثبات الملكية (بوصفها توقيعاً) [9]. والشكل (1) يوضح الشكل العام لبصمة الأصبع.



الشكل (1). الشكل العام لبصمة الإصبع

ولغرض استخدام أجزاء من الخواص الجزئية معايير حيوية لأبد من توفر الشروط الأربعة الآتية:

أ- الشمولية Universality

ب- الوضوح Distinctiveness

ت- الدوام permanence

ج- التجميع Collectability

وهناك أنواع للبصمات تكون على نوعين:

❖ ظاهرة ومدونة بواسطة الأحبار مثل بصمة الأصبع على قائمة الرواتب.

❖ مخفية لا ترى بالعين المجردة إلا بعد إظهارها بواسطة مادة كيميائية [3].

وتقسم أشكال البصمات إلى أقسام رئيسية والتي بموجبها يتم تصنيف البصمات وحفظها حسب القواعد

الفنية التي وضعها (A. R. Henry) وتعد هذه الطريقة عالمية وتستعمل في أكثر دول العالم، وبموجب هذه

الطريقة تقسم بصمة الإصبع إلى الأشكال والفروع الآتية [3] [4]:

• المقوسات Arches

• المنحدرات Loops

• المستديرات Whorl

• المركبات

• المتنوعات

#### 4- مصفوفات حدوث المشاركة Co-occurrence Matrices [10][11]

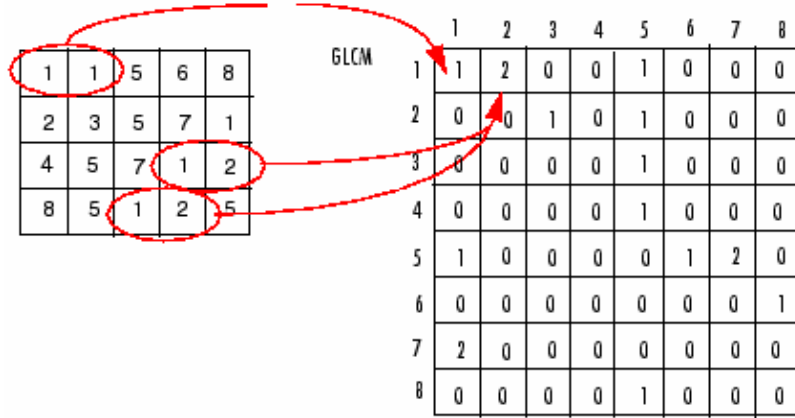
إن هذه المصفوفات اقترحها العالم haralick في عام 1973، وهي مصفوفة ثنائية الأبعاد (معتمدة على

المستويات الرمادية)، تستخدم بشكل أساسي في تحليل النسجة بسبب قدرتها العالية على تحديد الترابط المكاني لقيم

المستويات الرمادية في الصورة، إذ تعمل مصفوفة حدوث المشاركة (P) بوصفها جامعاً تراكمياً (accumulator)

وكل خلية فيها (P[i,j]) تمثل عدداً لعدد أزواج النقط الصورية التي تملك الكثافة (i) و (j) ويعرف كل زوج للنقطة

الصورية بالبعد والاتجاه الذي يمكن أن يمثل بمتجه الإزاحة  $(d=(dx,dy))$ ، حيث أن  $(dx)$  يمثل إزاحة النقطة الصورية من المحور السيني  $(x-axis)$ . و  $(dy)$  يمثل إزاحة النقطة الصورية من المحور الصادي  $(y-axis)$ ، وكما موضح في الشكل (2).



الشكل(2). مثال توضيحي لمصفوفة حدوث المشاركة

ومن اجل تحديد الاعتماد المكاني لقيم المستوى المكاني تم حساب عدد من خواص النسجة وأهمها ما

يأتي:-

**1- الطاقة Energy** تحدد بعدد أزواج النقاط الصورية المكررة ويتوقع بان تكون الطاقة مرتفعة إذا كان هناك عدد كبير من الأزواج للنقاط الصورية (pixels pair) ، وتحسب كما في المعادلة الآتية:-

$$\text{Energy} = \sum_{m} \sum_{n} p^2[i,j] \quad \dots(1)$$

حيث:

P: مصفوفة حدوث المشاركة.

n&m: أبعاد مصفوفة حدوث المشاركة.

**2- التباين contrast** يتوقع بان يكون التباين في الصورة منخفضا إذا كانت المستويات الرمادية لكل زوج من

النقاط الصورية متساوية فهي مقياس التباين المحلي للصورة، والمعادلة الآتية تبين كيفية حساب التباين:-

$$\text{Contrast} = (i-j)^2 p[i,j] \quad \dots(2)$$

**3- التجانس homogeneity** يتوقع بان يكون التجانس في الصورة مرتفعا إذا كانت المستويات الرمادية لكل

زوج من النقاط الصورية متساوية فهي مقياس التجانس المحلي للصورة، والمعادلة الآتية تبين كيفية حساب

التجانس:-

$$\text{Homogeneity} = \sum_{m} \sum_{n} \frac{p[i,j]}{1+|i-j|} \quad \dots(3)$$

**4- الارتباط correlation** يمثل قيمة ارتباط ما بين نقطتين صورتين في كل زوج، وتكون قيمته اكبر كلما

كانت المستويات الرمادية في زوج النقط الصورية متقاربة، ويحسب معامل الارتباط بالمعادلة الآتية:-

$$\text{Correlation} = \sum_{m} \sum_{n} \frac{i-\mu(j-\mu)p[i,j]}{\delta} \quad \dots(4)$$

## 5- الشبكات العصبية الاصطناعية وتمييز الأنماط [12]

طورت الشبكات العصبية الاصطناعية ANN لتحقيق أداء يشبه أداء الإنسان في حل بعض المشاكل من خلال محاولة محاكاة فعاليات الدماغ إذ تتميز الخلايا العصبية بسرعتها في معالجة البيانات وقدرتها على التعلم والتعامل مع أنماط بيانات خاطئة مما جعلها مناسبة لكثير من المجالات التطبيقية مثل تنفيذ بعض المسائل المعقدة كتمييز الأنماط وتميز الصوت ومعالجة الصور... الخ.

إن نماذج الشبكات العصبية تُولف أو تشكل عدة ارتباطات لعناصر الحساب nodes، التي تعمل بشكل متوازي وترتبط مع الأوزان weights النموذجية المكافئة لها خلال استخدامها لبرهنة الأداء أو العمل وتعرف هذه النماذج بعدة أسماء مثل نماذج الترابط، التوزيع المتوازي، نماذج المعالجة وأنظمة الأعصاب وإن وظيفة أنظمة الأعصاب الاصطناعية هي التقسيم المتوازي لحسابات الشبكة ومعظم الخصائص الأساسية هي لمعمارية الشبكة العصبية.

بعض الشبكات تجهز إجابات فورية وبعضها تحتاج إلى وقت للإجابة حسب ما تمتلك من صفات وسلوك ويشار لها بالمتغيرة غير الثابتة dynamics، هنالك قوانين تعلم متنوعة تثبت عند تغير الوزن weight بالإضافة إلى أن الشبكات العصبية تظهر سرع مختلفة وكفاءة في التعلم ونتيجة لذلك فأنها تشير إلى قابليتها للإجابة الدقيقة أي تعرف ماذا سيكون الإخراج لهذا الإدخال وتكون نماذج الشبكات العصبية التي تكشف عدة منافسات متزامنة تستخدم شبكة التوازي الكبيرة التي تتألف من عناصر حسابات nodes مرتبطة بواسطة خط توصيل مع أوزان مختلفة وهناك أنواع متعددة من الشبكات العصبية لكن كلها تحتوي ثلاث أشياء:-

1- الخلية node.

2- وحدة المعالجة processing unit وصفقتها أنها يوجد ارتباطات فيما بينها (أي ترتبط خلية مع أخرى عن طريق الأوزان weights).

3- قانون التعلم learning rule.

هذه الثلاث هيئات تشكل مع بعضها نموذج الشبكة العصبية. [13]

## 6- طور تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks Training

هو طور في الشبكات العصبية عندما تنتج بيانات جديدة في الشبكة نتيجة تغير الوزن weight للشبكة وإن الشبكة تدرّب على التطبيق المعطى أي على مجموعة الإدخالات لإنتاج الإخراج المطلوب والتدريب ينجز بشكل متسلسل على متجه الإدخال عندما تتغير الأوزان للشبكة وفقاً لقوانين محددة خلال التدريب أوزان الشبكة، تقترب تدريجياً إلى القيم المثالية وكذلك الإدخال ينتج الإخراج المطلوب. [12] [14]

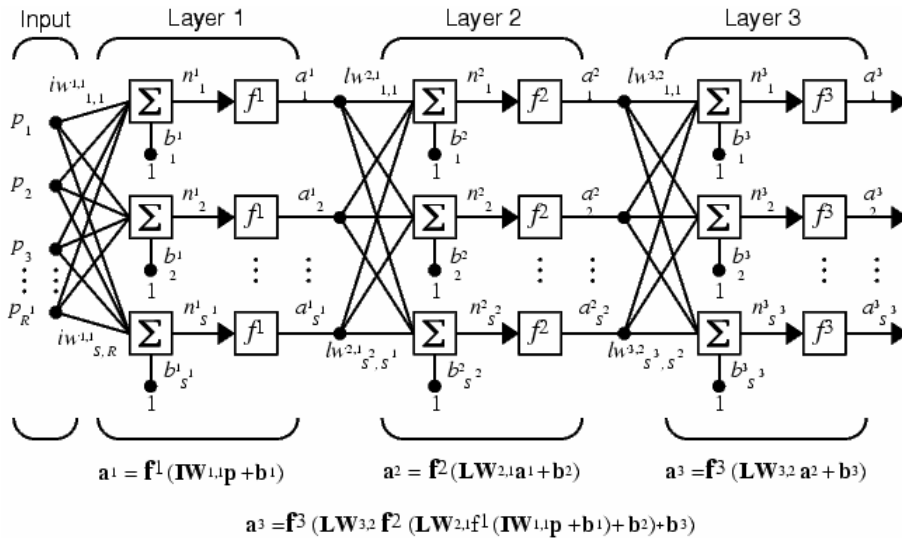
## 7- الشبكة العصبية ذات الانتشار العكسي BPNN:

كل شبكة عصبية قد تم تدريبها باستخدام خوارزمية الانتشار العكسي تدعى بالشبكة العصبية ذات الانتشار العكسي. وتعد الشبكة العصبية ذات الانتشار العكسي أنموذجاً مألوفاً جداً في الشبكات العصبية. وهي الأكثر استخداماً في معمارية الشبكات العصبية، والسبب الرئيسي لهذا هو: أنها سهلة التنفيذ، إذ أن الشبكات المستخدمة لخوارزمية الانتشار العكسي تتعلم المخططات المعقدة المتعددة الأبعاد بسهولة أكثر من استخدامها للخوارزميات الأخرى. والعديد من التطبيقات يمكن أن تُصاغ باستخدام شبكة الانتشار العكسي حيث يكون لديها

نموذج لأغلب الشبكات العصبية المتعددة الطبقات. ومن ثم يمكننا القول إن أكثر طريقة تدريب شائعة الاستخدام في الشبكات العصبية المتعددة الطبقات هي خوارزمية الانتشار العكسي، وقد تم اختبارها بنجاح لأنواع مختلفة من المهام. وبالرغم من أن الشبكة لا تضم ارتباطات للتغذية العكسية، لكن الأخطاء تنتشر عكسياً للخلف خلال عملية التدريب. والأخطاء في طبقة الإخراج تحدد قياسات الأخطاء في الطبقة المخفية، والتي تستخدم كانهياز لتعديل أوزان الربط بين طبقة الإدخال والطبقة المخفية. كل معالجة تكرر تضم تعديل مجموعتين من الأوزان على الأقل بين زوج من الطبقات وتدوير الإخراجات، وتستمر هذه المعالجة إلى أن تقع الأخطاء تحت مستوى تفاوت مسموح به [15] [16].

### 8- معمارية الشبكات العصبية ذات الانتشار العكسي BPNN:

تعد الشبكة العصبية ذات الانتشار العكسي نظام شبكة بتغذية أمامية وبصورة تدريجية، وتتألف من طبقتين أو أكثر من الطبقات لوحدة المعالجة المترابطة كلياً مع بعضها (طبقة الإدخال ليست من ضمنها). الخلايا العصبية لا ترتبط مع خلايا عصبية أخرى في نفس الطبقة (شبكة ذات ارتباط طبقي). بكلمات أخرى، كل خلية عصبية في طبقة الإدخال سوف ترسل إخراجها إلى كل خلية في الطبقة الوسطى، وكل خلية في الطبقة الوسطى سوف ترسل إخراجها إلى كل خلية في طبقة الإخراج [16] [17] [18]. عدد الخلايا العصبية في الطبقة المخفية ربما يكون مختلف طبقاً إلى تعقيد المسألة، وحجم معلومات الإدخال. على أي حال، لعدد معطى من الإدخالات، إذا كانت الطبقة المخفية كبيرة جداً، ربما لا يكون من الممكن تطوير النمط القابل للاستخدام. من جهة أخرى، الطبقة الوسطى التي تكون صغيرة جداً سوف يكون تأثيرها قوياً في زيادة عدد التكرارات iterations المطلوبة لتدريب الشبكة [17] والشكل (3) يوضح الشكل العام للشبكة العصبية المتعددة الطبقات.



الشكل (3). يوضح شبكة عصبية متعددة الطبقات

### 9- مراحل العمل المعتمدة في البحث:

تم اقتراح خوارزمية لأجل اعتماد مصفوفة التواجد لمصفوفة ثنائية حاوية على عناصر صورة بصمة الأصبع التي يتم إدخالها بأسلوب معين مثلاً بواسطة الماسح الضوئي أو صورة مخزونة مسبقاً على شكل ملف من نوع (bmp) بعد أن يتم إجراء بعض التحسينات على الصورة للتخلص من الضوضاء غير المرغوب فيها والتي

توجد على حدود البصمة باعتماد الفلتر المتوسط (median filter) وقرائها كمصفوفة ثنائية رقمية والبرنامج يحدد حجم وأبعاد الصورة وهي 64 سطر و64 عمود مهما كانت أبعادها الأصلية. ومن ثم تحيف الصورة وذلك من خلال التخلص من الفراغات الموجودة في أعلى وأسفل الصورة و إيجاد مصفوفة التواجد للصورة المحسنة والمختزلة التي أجريت عليها عملية التحيف وادخلها على الشبكة العصبية لغرض التمييز ويمكن تلخيصها بمرحلتين:

#### المرحلة الأولى:

تم العمل على تدريب شبكة عصبية لأجل التمييز بين مجموعة من عينات بصمات الأصابع حيث تم اعتماد الشبكة العصبية ذات الانتشار العكسي BPNN لغرض التمييز من خلال تهيئة مدخلات الشبكة المتضمنة ملف من نوع bmp والحاوي على خصائص مصفوفة حدوث المشاركة (الطاقة، التباين، التجانس، الارتباط)، أي أن الإدخال يتكون من ملف يحتوي على مصفوفة تتكون من 30 سطر و4 أعمدة كإدخال للشبكة والإخراج يتكون من (node) واحدة حيث البرنامج يعطي نتيجة (not found) إذا كانت البصمة ليست من ضمن قاعدة البيانات المدربة عليها الشبكة ويعطي تسلسل البصمة إذا كانت ضمن قاعدة البيانات المدربة، أما دالة الفعالية المستخدمة في البرنامج هي الدالة السجماوية (Sigmoid Function) لغرض التمييز بين تلك العينات.

#### المرحلة الثانية:

1- اكتساب صورة بصمة الأصبع من خلال إحدى وسائل الإدخال المتوفرة (مثلا بواسطة الماسح الضوئي أو صورة مخزونة مسبقا على شكل ملف من نوع (bmp)).

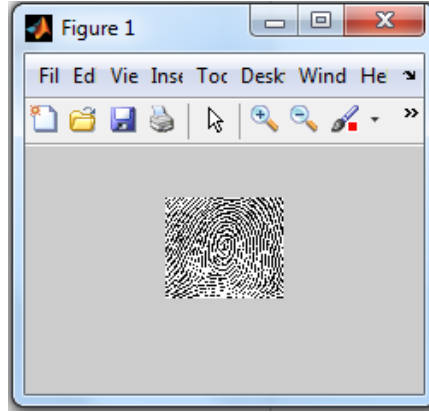
2- يتم إجراء بعض التحسينات على الصورة للتخلص من الضوضاء غير المرغوب فيها والتي توجد على حدود البصمة باعتماد الفلتر المتوسط (median filter) وقرائها بوصفها مصفوفة ثنائية رقمية ومن ثم تحيف الصورة.

3- حساب مصفوفة التواجد للصورة المحسنة والتي أجريت عليها عملية التحيف وإدخال صفاتها الأربعة (الطاقة، التباين، التجانس، الارتباط) على شبكة الانتشار العكسي المدربة مسبقا لأجل التمييز، حيث البرنامج يعطي نتيجة (not found) إذا كانت البصمة ليست من ضمن قاعدة البيانات المدربة عليها الشبكة ويعطي تسلسل البصمة إذا كانت ضمن قاعدة البيانات المدربة كما ذكر سابقا.

#### 10- مناقشة النتائج:

من خلال التطبيق العملي للخوارزمية المقترحة تم تدريب الشبكة على عينة تتكون من 30 بصمة أصبع وأثبتت تجارب التدريب للشبكة التوصل إلى استقرار عالية في التدريب مما دعم مرحلة التمييز عند اختبار صورة بصمة مجهولة. وفيما يلي تطبيق مبسط للخوارزمية:-

يتم إدخال صورة بصمة أصبع كما في الشكل (4) ومن ثم إجراء بعض التحسينات على الصورة للتخلص من الضوضاء غير المرغوب فيها والتي توجد على حدود البصمة باعتماد الفلتر المتوسط (median filter) وقرائها بوصفها مصفوفة ثنائية رقمية ومن ثم تحيف الصورة .



الشكل (4). صورة بصمة أصبع

حساب مصفوفة التواجد للصورة المحسنة والتي أجريت عليها عملية التثيف وإدخال صفاتها الأربعة (الطاقة، التباين، التجانس، الارتباط) على شبكة الانتشار العكسي المدربة مسبقاً لأجل التمييز ويتم ذلك عن طريق (graycoprops) وكما يلي.

Stats=graycoprops (صورة بصمة الأصبع بعد إجراء بعض التحسين و التثيف عليها)

Stats =

Contrast :207.7400

Correlation:0.0322

Energy:0.0016

Homogeneity:0.1647

نلاحظ نتيجة التدريب إذا كانت الصورة ليست من ضمن قاعدة البيانات الموجودة في الجدول (1) لم يتم التعرف على الصورة وقد تم طباعة عبارة (not found) أما إذا كانت الصورة من ضمن قاعدة البيانات الموجودة في الجدول (1) فيتم البرنامج بإعطاء تسلسل الصورة ضمن قاعدة البيانات.

جدول رقم (1). يمثل قاعدة البيانات الحاوية على تسلسل صور بصمات الأصابع مع قيم الصفات الأربعة لمصفوفة حدوث المشاركة لهذه الصور.

التجانس Homogeneity	الطاقة Energy	الارتباط correlation	التباين Contrast	تسلسل البصمة
0.0999	3.6483e-004	0.0042	729.1510	Xc1
0.0944	3.3602e-004	0.0233	800.3683	Xc2
0.0905	3.7979e-004	0.0198	874.3388	Xc3
0.0242	1.0023e-005	0.0032	3.1934e+004	Xc4
0.0240	9.4943e-006	0.0020	3.2004e+004	Xc5
0.0826	4.7192e-004	0.0012	1.1612e+003	Xc6
0.1110	6.4433e-004	0.0181	480.9497	xc7
0.0779	2.1915e-004	0.0033	1.4840e+003	Xc8
0.0745	3.1447e-004	0.0288	1.6094e+003	Xc9
0.0715	1.4440e-004	4.3454e-004	1.8235e+003	Xc10
0.0740	1.8936e-004	0.0059	1.5942e+003	Xc11
0.0959	4.7574e-004	0.0035	849.2207	Xc12
0.0790	2.6969e-004	0.0108	1.3204e+003	Xc13
0.0666	1.5337e-004	0.0059	2.1283e+003	Xc14
0.0848	2.1820e-004	0.0039	1.2649e+003	Xc15



0.0846	3.1878e-004	0.0037	1.1379e+003	Xc16
0.0767	3.2227e-004	0.0774	1.4154e+003	Xc17
0.0765	2.8313e-004	0.0109	1.5564e+003	Xc18
0.0637	1.5916e-004	0.0099	2.5032e+003	Xc19
0.0755	2.5310e-004	4.7271e-004	1.8030e+003	Xc20
0.0705	2.6781e-004	0.0090	1.8876e+003	Xc21
0.0706	1.8529e-004	0.0210	1.7886e+003	Xc22
0.0994	7.3099e-004	0.0446	771.8692	Xc23
0.0701	3.0618e-004	9.2734e-004	1.7034e+003	Xc24
0.0831	2.1911e-004	0.0020	1.1891e+003	Xc25
0.1110	6.4433e-004	0.0181	480.9497	Xc26
0.0834	4.1894e-004	0.0167	1.2420e+003	Xc27
0.0800	3.6298e-004	0.0382	1.3316e+003	Xc28
0.0747	2.1598e-004	0.0048	1.6662e+003	Xc29
0.0754	2.5947e-004	0.0098	1.5251e+003	Xc30

### 11- الاستنتاجات:

من خلال دراستنا لتمييز صور بصمات الأصابع تم الاستنتاج بأن طريقة حساب مصفوفة التواجد من الأساليب الجيدة في حل مشكلة تمييز بصمات الأصابع وان استخدام الشبكات العصبية وربطها مع قيمة الصفات الأربعة لمصفوفة التواجد أضاف قوة أكبر لعملية التمييز، إذ تم تمييز صور بصمة الأصبع وبأحجام مختلفة كذلك أعطت الخوارزمية المقترحة للبحث نتائج جيدة عند التمييز على عده بصمات. كما إن البرنامج له إمكانية إضافة بصمات جديدة على قاعدة البيانات التي سبق تدريب الشبكة عليها وأن الاعتماد على تحسين الصورة وتثقيفها ضمن عملية المعالجة الأولية يؤدي إلى اختزال في وقت التنفيذ لحساب مصفوفة التواجد.

### 12- الأعمال المستقبلية:

يمكن توظيف أفكار الخوارزمية المقترحة في إمكانية تمييز الوجه والكف أو قزحية العين، إضافة إلى إمكانية الاستفادة من أفكار الخوارزمية المعتمدة في البحث بعد تطويرها باعتماد الخوارزميات المبنية بدلاً من الشبكة العصبية أو استخدام المنطق المضرب الذي من المتوقع أن يقدم تمييز أفضل بسبب ما يمتلك من إمكانية التوفيق في النتائج المتقاربة. كما أن إمكانية استخدام البرمجة الجينية من المحتمل أن تؤدي إلى الحصول على نتائج أدق واقرب إلى الواقع لتمييز بصمة الأصبع.

المصادر

- [1] Abod L.K., (1998), Classification of satellite image using neural network, Ph.D. Thesis, Department of physics, college of science, university of Baghdad.
- [2] شمس، نصير، خضر، فوزي (1964). علم البصمات، دراسة تطبيقية شاملة، بيروت.
- [3] محمد، أميد (1986). استخدام دالة الانتروبي للمعلومات والمجموعات المشوبة في مجال تشخيص طبقات الأصابع الجزئية. رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق.
- [4] عوصجي، كامل (1960). فن طبقات الأصابع، الطبعة الرابعة، بغداد.
- [5] Chirillo, J. and Blaul, S. (2003), "Implementing Biometric Scurity", April 2003, ISBN:0-7645-2502-6, USA.
- [6] Ganapathi, S.k., (2002), "Fingerprint Authentication:Shifting The Electronic Security Paradigm", SC Magazine, January 29.  
<http://www.scmagazine.com/sconline.htm>
- [7] Drahanský M., (2005), "Biometric Security System Fingerprints Recognition Technology", Brno University of Technology, Faculty of Information Technology, Department of Intelligent Systems.
- [8] Agarwal, M. (2006), "Multi-Impression Enhancement of Fingerprint Images", M.Sc., Thesis, West Virginia University, College of Engineering and Mineral Resources.
- [9] سعيد، نغم ثروت، (2007)، "تمييز بصمة الإصبع باعتماد البعد الكسري"، بحث ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.
- [10] Arati S. Kurani, Dong – HuiXu, Jacob Furst, Daniela Sran Raicu, "Co-occurrence Matrices For Volumetric data", intelligent Multimedia processing Laboratory.
- [11] Kiwon Lee, So Hee Jeon, Bynug-Doo Kwan, 2004, "Urban Feature characterization using high-resolution satellite imagery " texture analysis approach.
- [12] علام عيسى، الشبكات العصبية الاصطناعية، دار المشرق للنشر، 2000.
- [13] Mohammed Zeki Kheder, July /13-14/1999, "use of neural network in Arabic text transliteration", 4th conference on recent trends in computer science, Amman, Jordan.
- [14] نضال الأسدي، مقارنة بين شبكتي كوهين والمدرک، جامعة الموصل، العراق، 2005.
- [15] Rao, V.B. and Rao, H.V., (1993), C++ Neural Networks and Fuzzy Logic, Henry Holt and Company, Ins., New York.
- [16] AL\_Yaseen Sh., 2000 Face Recognition using Neocognitron Neural Network, M.Sc. Thesis, Department of Computer Engineering , College Of Engineering, University of Mosul.
- [17] Wassermann, P.D., (1989), Neural Computing theory and practic van nostrand reinhold: New York.
- [18] Jyoti. R & P.C.Gupta, 2012, "Anew and effective Approach for fingerprint recognition by using feed forward Back propagation Neural network", International Journal of computer Applications (0975\_8887). Volume 52, No.10, August.