Arabic Digits Recognition by Using Unified Binary Templates in The Digital Images

Sundus Khaleel Ebraheem
sunduskhaleel_2019@uomosul.edu.iq
College of Computer Sciences and Mathematics
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 18/02/2013 **Accepted on: 16/09/2013**

ABSTRACT

The process of classification and recognition of the digits is very important and accurate issue, it should depend on a strong, adequate rule, because there are differences in the representation of the digits for various type of font, rather than to get homogeneous classification for group of digits to show the form or the constant shape for the digit from groups of font , where to be one shape represents each group of the shapes and sizes.

This paper proposed a new method for recognition images of Arabic digits with various types and size of font which captured by various kind of camera and various resolution depending on the characteristics of each digit which extracted from study of ten types of font with various size for each type. The characteristic of all shapes and sizes extracted for each digit. Then made a constant model for each digit to be compare with the digit image in any size or font type to recognize the digit in the image.

A database of ten templates (one for each digit) built, and these templates are basic and general to recognize the Arabic digits with various font and size. The new method applied for recognition of Arabic digits in the images of license plate of the passenger cars. the recognition percentage was 98%.

Keywords: Image processing, Arabic Digits Recognition, Binary Templates, Arabic Digits detection, Digital Images, license plate recognition.

تمييز الأرقام العربية باستخدام القوالب الثنائية الموحدة في الصور الرقمية

سندس خليل إبراهيم
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ استلام البحث: 2013\02\18 **تاريخ قبول البحث: 2013\09\16**

الملخص

إن عملية تصنيف وتمييز الأرقام من الأمور المهمة والدقيقة ويجب أن تعتمد على قاعدة رصينة وصحيحة لوجود الاختلاف في تمثيل الأرقام في نوع الخط المستخدم، ومن اجل الحصول على تصنيفات متجانسة لمجموعة الأرقام لإظهار الهيأة النظامية أو الشكل الثابت للرقم من مجاميع الخطوط بحيث يصبح هنالك شكل واحد يمثل كل مجموعة من أشكال وأحجام كل رقم.

تم في هذا البحث اقتراح طريقة جديدة لتمييز صور الأرقام العربية بأنواع وأحجام مختلفة من الخط ملتقطة بأنواع مختلفة من الكاميرات وبدقات مختلفة بالاعتماد على صفات شكل كل رقم التي تم استخلاصها من دراسة 10 أنواع من الخطوط وبأحجام مختلفة لكل نوع. حيث تم استخلاص صفات تجمع بها كل أشكال الرقم باختلاف أحجامه، وتم عمل نموذج ثابت لكل رقم ليتم مقارنته مع صورة الرقم المراد تمييزه بأي نوع وحجم .

تم بناء قاعدة بيانات تتكون من 10 قوالب (قالب واحد لكل رقم)وتكون هذه القوالب أساسية وعامة لتمييز الأرقام العربية بمختلف أشكالها وأحجامها. وتم تطبيق الطريقة الجديدة في تمييز الأرقام العربية في صورة لوحات تسجيل المركبات الصغيرة وكانت نسبة التمييز 98%.

الكلمات المفتاحية: معالجة الصور، تمييز الأرقام العربية، القوالب الثنائية، اكتشاف الأرقام العربية، الصور الرقمية، تمييز لوحة الترخيص.

1. مقدمة

إن مسائل تمييز الصور تكون عادة صعبة الحل باستخدام البيانات غير المعالجة. لتحسين عملية التمييز غالبا ما يكون هنالك حاجة إلى استخلاص الخواص لتمثيل البيانات في فضاء التمييز[1]. وإن البحوث والتقانات الخاصة بعلم تمييز الأنماط تهدف إلى إيجاد أو التعرف على أنماط أو هياكل محددة في الصور الرقمية (إشارة رقمية ذات بعدين)، أو إشارة الرادار (إشارة رقمية ذات بعد واحد). وللتعرف على نمط أو جسم في صورة يجب أولا الحصول على معلومات أولية وإحصائية مباشرة عن الصورة التي يجب أن تكون رقمية لنتمكن من التعامل معها بالحاسوب. كذلك يجب تصنيف المعلومات الموجودة في الصورة لتسهيل عمليات لاحقة على الصورة مثل استخلاص المعلومات[2].

إن مراحل التعرف على أي نمط تمر بمرحلتين: الأولى مرحلة التعلم Learning، والثانية مرحلة التصنيف أو التمييز .Classification or recognition يوجد طرائق أساسية مستخدمة في تمييز الأنماط منها[2]: طريقة قالب المطابقة [3] والطريقة الإحصائية وطريقة تمييز الأنماط باستخدام الشبكات العصبية[4] وطريقة تمييز الأنماط باستخدام العزوم [5]...الخ

2. الدراسات السابقة

هنالك العديد من الطرائق لتقطيع الصور إلى مناطق والتي يتم تحليلها بالاعتماد على الشكل او الحجم أو موقع أو صفات مميزة أخرى وقد تكون هذه الطرائق ملائمة لأنواع محددة من الصور، ولا توجد تقانة تقطيع عامة ممكن تطبيقها على جميع أنواع الصور بنفس الكفاءة. كما وان طرائق التمييز والتقطيع ملائمة خصوصا للتطبيقات التي تتطلب تحليل الصورة آلياً وتشمل درجة معينة من الذكاء [6].

وقد كان هذا الحقل موضع دراسة من قبل الكثير من الباحثين، وتوجد عدة طرائق لاستخلاص صفات الأشكال وتمييزها. وبما أن تمييز الأرقام العربية هو جزء من تمييز الكتابة العربية، ففي حقل تمييز الكتابة العربية فقد قام البدراني في عام (2001) بتمييز الحروف والأرقام العربية باستخدام العزوم والتي أعطت نتائج جيدة في التمييز[7] كما ذكر الباحث. وفي عام(2002) ميز الباحث إبراهيم الحروف العربية المطبوعة والمكتوبة بخط اليد باستخدام الشبكات العصبية[8]. اما في عام (2004) فقد قام الباحث ذنون بتمييز الحروف المطبوعة باستخدام البعد ألكسري[9]. وكذلك قام الباحث Hamdey في (2009) بتمييز لوحة تسجيل المركبات الصغيرة وذلك بالاعتماد على صفات شكل الرقم [10]. وفي العام ذاته قام الباحث الاهدل بتطبيق شبكة الانتشار العكسي لتمييز الأرقام العربية المكتوبة يدويا[11]. وكذلك في العام نفسه قام كل من الزبيدي والدليمي باستخدام شبكة

النيوكوكنترون نظاماً صورياً لتمييز الصور الداخلة التي تمثل صور الأرقام العربية المكتوبة يدويا من خلال محاكاة الخلية البايولوجية العاملة في عين الإنسان[12]. وفي عام (2010) قدم Gohil طريقة لقطع لوحة تسجيل المركبة بالاعتماد على المدرج التكراري[13]. وقدم الباحث طليع وآخرون عام (2011) طريقة جديدة لتمييز الحروف العربية باختلاف أحجامها والمتحركة منها (التي تحتوي على الحركات مثل الفتحة والضمة و...الخ) وتم استخلاص صفات الحروف باستخدام مصفوفة حدوث المشاركة لكل صورة والذي يمكن تطبيقه أيضا على الأرقام العربية والانكليزية وتمت عملية التمييز باستخدام شبكة الانتشار العكسي(back propagation) وشبكة المدرك (perceptron) [4]. كما قام كل من الطائي وعتاب في العام نفسه ببناء منظومة تمييز آلية لتمييز الأرقام العربية المكتوبة يدويا باستخدام الدالة المميزة التربيعية والمعتمدة على الأسلوب الإحصائي في عملية التمييز[14].

وتعد طريقة الترميز التسلسلي من الطرائق الخاصة بتمييز حدود الأشكال الخارجية والتي يمكن استخدامها في تمييز الأرقام أيضا. ففي عام (2012) تمت دراسة مشاكل هذه الطريقة كإحدى طرائق التمييز واقترح كل من العبيدي والعطيوي طريقة لحل مشكلة تغيير الحجم[15].

إن مشاكل تمييز الأرقام العربية باستخدام بعض الطرائق السابقة يمكن أن تلخص كما يأتي:

1- إن الطرائق السابقة كانت تعمل على نوع معين من الخط ولا تعمل على نوع آخر.

2- إن استخدام طريقة استخلاص صفات شكل الرقم تحتاج إلى خوارزمية لتمييز مواصفات كل شكل على حدى، حيث تحتاج الخوارزمية إلى تحديد نقطة بداية تتبع الشكل وتحديد اتجاه الحركة بالنسبة لتمييز الرقم 2 عن الرقم 6 وكذلك التمييز بين الرقم 7 والرقم 8. وكذلك تحتاج إلى إيجاد اتجاه الزوايا للتمييز بين الرقم 3 و4 فضلا عن تحديد الفراغات المستديرة للتمييز بين الرقم 5 والرقم 9.

3- من خلال التجارب التي تم القيام بها لتمييز صور الأرقام باستخدام الشبكات العصبية (شبكة الانتشار العكسي وشبكة المدرك) تبين وكما ذكر الباحثون في هذا المجال أن استخدام الشبكات العصبية تحتاج إلى وقت لتدريب الشبكة العصبية على الصور المراد تمييزها، أو اختيار مجموعة من الصفات التي تميز صورة الرقم لتدريب الشبكة عليها وبذلك تحتاج هذه الطريقة إلى استخدام خوارزمية لتمييز الصفات المعتمدة في التصنيف والتي سيتم إدخالها فيما بعد إلى الشبكة العصبية الاصطناعية للتدريب، فضلا عن أن الشبكات العصبية تميز الصور التي تم تدريب الشبكة عليها فقط أو تميز الصفات التي تم انتخابها لعملية التمييز وبنسبة خطأ محددة، أي أن استخدام الشبكات العصبية لتمييز صور جديدة تم التقاطها بكاميرا أخرى أو بنفس الكاميرا مع تغيير الدقة (resolution) لنفس المشاهد للصور التي تم تدريب الشبكة عليها سابقا لم تكن صحيحة. لذا لا يعد استخدام الشبكات العصبية في تمييز الأرقام بأنواع مختلفة من الخط أو تمييز صور الأرقام الملتقطة بكاميرات مختلفة او بدقة مختلفة ولنفس المشهد أمرا دقيقا يمكن الاعتماد عليه، إلا إذا تم تدريب الشبكة على جميع الاحتمالات بكافة الأحجام واللقطات.

4- اثبت الباحثون أن استخدام العزوم الثابتة في تمييز الصور الرقمية يكون مقاوم للتشوهات والتغير بالحجم والدوران. وقد أثبتت التجارب التي تم القيام بها بان هذا الكلام صحيح في حالة اخذ صورة ثم حساب العزوم لها ثم تدويرها او تغيير حجمها أو إضافة التشوهات لها باستخدام الحاسوب ثم حساب العزوم مرة أخرى. ولكن عند اخذ صورة جديدة للمشهد بعد الاقتراب منه أو الابتعاد عنه أو إضافة تشوهات للمشهد ثم التقاط الصورة ثم حساب العزوم من جديد للصورة الملتقطة. فقد كانت العزوم غير متشابهة (غير دقيقة) حيث كانت العزوم حساسة لهذه التغيرات، لذا كان من غير الممكن اعتمادها في عملية تمييز الأرقام بكل إحجامها وأشكالها.

ولازالت البحوث مستمرة في هذا الموضوع وخاصة تمييز الأرقام العربية لاستخدامها مثلا في تمييز لوحة تسجيل المركبات في أنظمة امن وحماية المنشآت من دخول المركبات غير المخول لها. فكانت فكرة هذا البحث في اقتراح طريقة تمييز جديدة تشمل كل أنواع وأحجام كتابة الأرقام العربية.

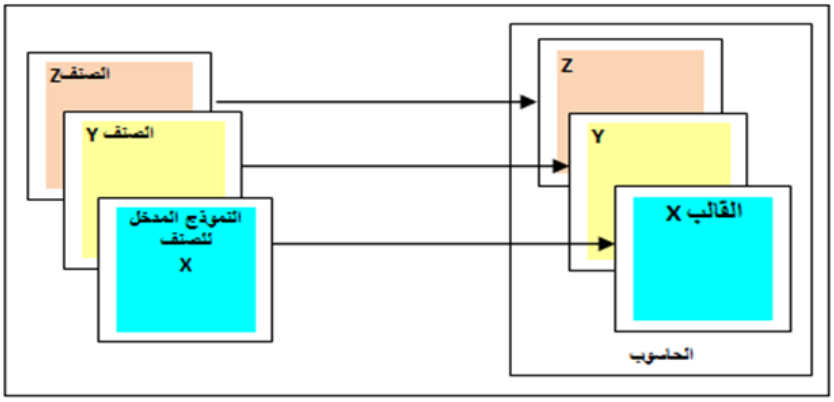
3. الهدف من البحث

إن الهدف من البحث هو إيجاد طريقة تكون مناسبة لتمييز الأرقام العربية في الصور الرقمية بكافة أحجامها وأشكالها، وذلك بدراسة أشكال الأرقام العربية وبأحجام مختلفة وإبراز أهم نقاط الالتقاء بين هذه الأشكال لكل رقم وذلك بتحويلها إلى مصفوفة بيانات تعتمد تعريف الصفوف والأعمدة للوصول إلى صيغة تضم خواص (features) أو صفات مميزة (attributes) تصبح قاعدة أساسية عامة تسهم مساهمة فعالة لتكون إحدى طرائق تمييز الأرقام. وهذه الطريقة تكون قادرة على التمييز بين الصور الرقمية الخاصة بالأرقام العربية حتى لو ظهرت تلك الصور بظروف صورية مختلفة عن الصور أو النماذج المرجعية.

4. طريقة قالب المطابقة

إن مرحلة التعليم في هذه الطريقة تقوم على تخزين مجموعة من القوالب Templates أو النماذج Prototypes،(قالب من كل صنف) في الحاسوب كما موضح في الشكل(1)[4,2].

وفي مرحلة التصنيف تقارن الصورة الداخلة Input pattern مع كل صنفtemplate ، وتتم عملية المطابقة بخزن الصورة الداخلة على شكل مصفوفة وتقارن مع القوالب الموجودة في الجهاز pixel by pixel وتعطي قيمة للمقارنة.



الشكل(١): مجموعة من القوالب

تعد هذه الطريقة طريقة سهلة، والصعوبة الوحيدة في هذه الطريقة هي الاختيار الجيد للقوالب من كل صنف بالإضافة إلى تحديد معايير المقارنة وخصوصاً لو كانت الصورة الداخلة تحمل تشوهات .[2].

5. الآلية المستخدمة في التطبيق

إن آلية العمل المستخدمة في هذا البحث تتمثل بعدة خطوات أساسية وهي كما يأتي:

1.5 المعالجة الأولية

إن المعالجة التي تمت على صورة الأرقام هي عملية تحويل الصورة الملونة إلى الصورة الثنائية اللون، وذلك باختيار قيمة حد العتبة باستخدام الأمر (graythresh) ثم تنفيذ الأمر(im2bw) في لغة MATLAB . ثم عمل

تمديد(dilate) مرة واحدة للصورة وذلك لتحسين الصورة بملء الفراغات في الصورة وتحديد حافات الرقم بربط الخطوط المكسورة ثم عمل تنحيف (thin) ثلاثين مرة للأرقام في الصورة باستخدام الأمر (bwmorph) وذلك لإزالة المعلومات الزائدة والحصول على المعلومات المهمة الخاصة بشكل كل رقم، انظر المقطع البرمجي الاتي:

```
a = imread(filename);
level = graythresh(a);
BW = im2bw(a,level);
figure;imshow(BW)
BW=imcomplement(BW); % to inverse color
BW=bwmorph(BW,'dilate',1);
I= bwmorph(BW,'thin',30);
```

2.5 تقطيع الأرقام من الصورة

إن الآلية المستخدمة في عملية القطع التي ستوضح لاحقا بالتفصيل في فقرة " الخوارزمية المقترحة في عملية قطع لوحة التسجيل " تكون على مرحلتين: الأولى عملية قطع لوحة تسجيل المركبة من صورة المركبة الأصلية بالاعتماد على الإطار المحيط بلوحة التسجيل ثم فصل جزء الرقم عن الجزء الخاص باسم البلد والمحافظة باستخدام المدرج التكراري. والمرحلة الثانية عملية فصل كل رقم من الصورة بالاعتماد على الفراغات، حيث تم فصل الأعمدة التي لا تحتوي نقاط مضيئة عن بعضها باعتبارها الفاصل بين الأرقام في الصورة (أي نهاية صورة و بداية صورة أخرى على التوالي لكل رقم). وبذلك تم الحصول على كل رقم بشكل منفصل في كل صورة.

3.5 تحليل صفات الأرقام العربية

إن لكل كائن في الصورة صفات معينة يمكن اكتشافه من خلالها وذلك بتحديد حواف الكائن ثم تتبع حدوده الخارجية ثم تمييز هذه الصفات التي تخص كل كائن بشكل مستقل عن الأخر.

تم التطرق في هذا البحث إلى الصفات الخاصة بكل رقم من الأرقام العربية حيث تم دراسة 10 أنواع من خطوط الأرقام وبأحجام مختلفة (28،36،72) اعتيادية وغامقة وتبين أن هذه الأرقام بمختلف أشكالها وأحجامها تميزها فيما بينها صفات متشابهة، ولتوضيح العمل تم إدراج أنواع الخطوط التي اختلف فيها رسم كل رقم من الأرقام. انظر الجدول(1) الذي يوضح 3 أنواع من خطوط الأرقام وبحجم 36 التي لوحظ فيها اختلاف رسم كل رقم من الأرقام بشكل واضح فضلا عن خط اليد، والجدول (2) يبين بشكل واضح اختلاف أشكال الأرقام بعد عملية التنحيف.

الجدول (1): صور الأرقام العربية بخطوط مختلفة.

نوع الخط	شكل الارقام
Arial	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Andalus	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Times New Roman	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Hand write	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠

الجدول (2): صور الأرقام بعد عملية التنحيف.

نوع الخط	شكل الارقام
Arial	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Andalus	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Times New Roman	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠
Hand write	٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١ ٠

تم عمل بيئة ثابتة لكل الأرقام في اللوحة الواحدة تمثلت هذه البيئة كما يأتي:

1- تم توحيد حجم صورة الرقم 0 والرقم 1 إن وجدت في لوحة الأرقام مع اكبر حجم لصورة رقم في اللوحة الواحدة وذلك لخلق بيئة واحدة لكل الأرقام يمكن أن تعتمد في عملية استخلاص صفات الشكل بعد قطعها من لوحة الأرقام. وذلك بالاعتماد على الحجم العام للخط والذي يتم الحصول عليه من حساب اكبر عدد من الأعمدة واكبر عدد من الصفوف ليتم على أساسه إضافة الأعمدة أو الصفوف أو الاثنين معا للصورة الأقل عدد من الأعمدة والصفوف، للحصول على الحجم الصحيح لهذه الصورة.

2- تقسيم الصورة إلى ستة عشر جزء (4×4)، انظر الجدول (3).

الجدول (3): يبين تقسيم كل صورة إلى 16 جزء.

نوع الخط	شكل الارقام
Arial	
Andalus	
Times New Roman	
Hand wrire	

3- تحويل الصورة إلى صيغة الأرقام الثنائية بطول 16 عنصر أي 4×4. ويتم ذلك بتحويل كل جزء من الأجزاء الستة عشر إلى الرمز '1' إذا احتوى الجزء الواحد على نقطة ضوئية واحدة أو أكثر، أما إذا لم يحتوي على أية نقطة ضوئية فان هذا الجزء سيرمز له بالرمز '0'. وبذلك تم تحويل صورة كل رقم إلى صيغة الأرقام الثنائية. انظر الجدول(4). وحسب الخوارزمية الآتية :

الجدول (4): يبين الصيغة الثنائية لصور الأرقام.

نوع الخط	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
Arial	0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0	1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0	1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1	0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0	0 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1	1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1
Andalus	0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0	1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1	0 0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1	1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1	1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0	0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1
Times New Roman	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0	1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0	1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0	1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1	1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 0	0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1
Hand wrire	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0	1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0	1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1	1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1	1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0	0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1	1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1

أ- تجزئة الصورة الثنائية لكل رقم إلى 16 جزء وذلك بتحديد أرقام السطور و أرقام الأعمدة التي سيتم قطعها لكل جزء من صورة الرقم. وحسب الإيعاز الأتي:

```
Part = image(r1:r2 , c1:c2);
```

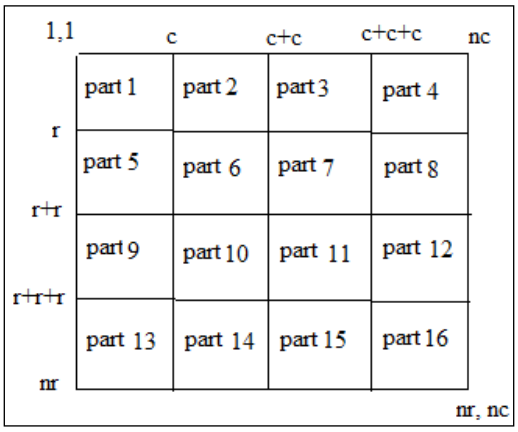
حيث تمثل image صورة الرقم المراد تجزئته و r1 رقم السطر الذي يمثل بداية مقطع الصورة و r2 رقم السطر الذي يمثل نهاية مقطع الصورة و c1 هو رقم العامود الذي يمثل بداية مقطع الصورة و c2 رقم العامود الذي يمثل نهاية مقطع الصورة.

ب- استخدام الأمر (sum) لإيجاد مجموع عناصر كل جزء من الأجزاء الستة عشر، كما في الإيعاز الأتي:

```
S= sum(sum(part));
```

ج- توضع نتيجة جمع كل جزء من الصورة في الحقل المقابل له في مصفوفة ثنائية تم تكوينها بحجم (4×4). حيث توضع قيمة '1' في الحقل إذا كانت نتيجة الجمع اكبر من صفر، وإلا ستكون قيمة الحقل '0'. انظر الشكل (2) الذي يوضح أجزاء الصورة .

الشكل(2) الأجزاء الستة عشر للصورة



6. القوالب الثنائية الموحدة المقترحة

بما أن عملية تصنيف وتمييز الأرقام يجب أن تعتمد على قاعدة لابد أن تكون رصينة وصحيحة لوجود الاختلاف في تمثيل الأرقام، ومن اجل الحصول على تصنيفات متجانسة لمجموعة من العناصر لإظهار الهيأة النظامية أو الشكل الثابت للمجاميع النهائية بحيث يصبح هنالك شكل واحد يمثل كل مجموعة من أشكال وأحجام كل رقم ومن ملاحظة الجدول (4) يمكن استخلاص صفات موحدة لكل رقم والمبينة في الجدول (5) التي تمثل قاعدة البيانات الأساسية العامة التي سيتم المقارنة معها لتمييز الأرقام بكل أشكالها وأحجامها.

الجدول (5): قوالب الأرقام العربية المستخدمة في قاعدة البيانات(الرمز "-" يشير إلى أن القيمة مهملة).

قالب الـ٠	قالب الـ١	قالب الـ٢	قالب الـ٣	قالب الـ٤
0 0 0 0	0 - - 0	1 - - 1	- - 1 1	- 1 - -
0 - - 0	0 - - 0	- - - 0	- 1 - -	- 1 - 0
0 - - 0	0 0 1 0	- - - 0	- - 0 0	- 1 - 0
0 0 0 0	0 - - 0	- - - -	- - - 0	- 1 1 -

قالب الـ٥	قالب الـ٦	قالب الـ٧	قالب الـ٨	قالب الـ٩
- - - -	1 - - -	1 0 - 1	0 1 - 0	- 1 1 -
1 - - -	0 - - -	1 - - -	- - 1 0	- 1 1 -
1 - - 1	0 - - -	- - - 1	- - 1	0 0 - -
- - - -	0 0 0 -	0 - - 0	1 0 0 1	0 0 - -

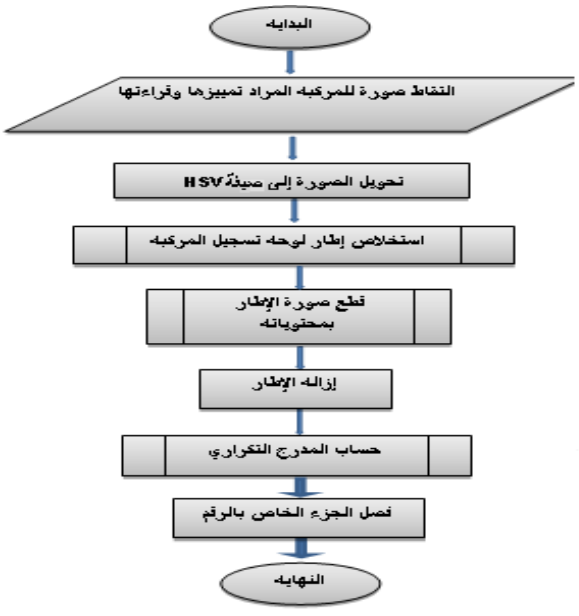
7. تطبيق الخوارزمية المقترحة

إن الخوارزمية المقترحة تنقسم إلى جزأين:

1.7 الخوارزمية المقترحة في عملية قطع لوحة التسجيل

تم تطبيق الخوارزمية المقترحة على صور لوحة تسجيل المركبات، لذا كان هنالك حاجة لعمل برنامج لقطع صورة لوحة تسجيل المركبة عن صورة المركبة.

إن لوحة تسجيل المركبة التي سيتم تمييزها باستخدام الخوارزمية المقترحة يجب أن تحدد بإطار ذات لون معين وليكن اخضر مثلا، حيث تم تمييز موقع الإطار الأخضر باستخدام حد العتبة، وذلك بتحويل الصورة إلى صيغة HSV (Hue, Saturation, Value) وكانت قيمة حد العتبة بين القيمتين (-0.50 0.20) في المستوي Hue والقيمة بين (0.45-0.90) في المستوي Saturation والقيمة بين (0.40-1.00) في المستوي Value، هذه القيم تعطي تدرجات اللون الأخضر كلها تقريبا مع اختلاف نسبة الإضاءة في الصورة. وكما في الخطوات الآتية، انظر المخطط في الشكل(3).



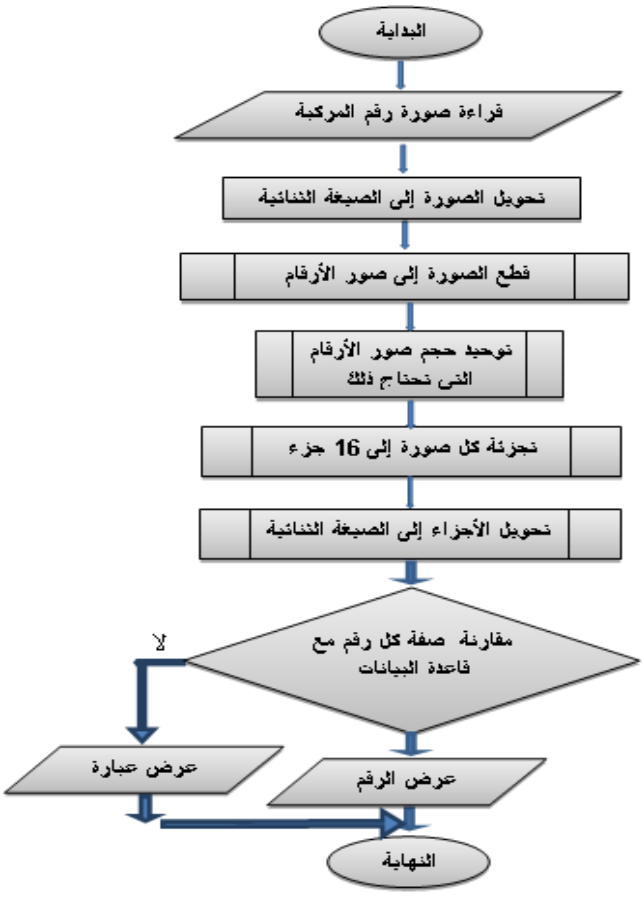
الشكل(3) المخطط الانسيابي لعملية قطع لوحة التسجيل

1- التقاط صورة المركبة المراد تمييزها.
2- قراءة الصورة التي يمكن أن تكون من نوع BMP او JPG.
3- تحويل الصورة إلى نظام HSV.
4- استخدام حدود العتبة لاستخلاص الإطار الأخضر.
5- قطع صورة الإطار بمحتوياته.
6- إزالة الإطار من الصورة للحصول على صورة رقم المركبة فقط.
7- حساب ورسم المدرج التكراري (histogram) لتمثيل النقاط المضيئة في كل عامود.
8- فصل جزء الأرقام عن جزء البلد والمحافظة، وذلك بحساب اكبر مسافة بين القيم في المدرج التكراري تقسم اللوحة إلى جزأين. حيث يعد الجزء إلى اليمين هو رقم المركبة والجزء إلى اليسار هو اسم البلد والمحافظة. وبذلك تم الحصول على رقم لوحة المركبة بشكل منفصل عن اسم البلد والمحافظة.
9- النهاية

2.7 الخوارزمية المقترحة في تمييز الأرقام

فيما يأتي خطوات الخوارزمية المقترحة لتمييز الأرقام العربية والموضحة في المخطط الانسيابي في الشكل(4):

1- قراءة صورة الأرقام.
2- تحويل الصورة الملونة إلى الصورة الثنائية.
3- عمل تمديد للصورة الناتجة.
4- عمل تنحيف للصورة الناتجة من الخطوة السابقة.
5- تقطيع الصورة إلى صور الأرقام .
6- توحيد أحجام صور الأرقام التي تحتاج إلى توحيد (الرقم 0 والرقم 1 إن وجد).
7- تقسيم كل صورة ناتجة من الخطوة السابقة إلى 16 جزء (4×4).
8- تحويل أقسام الصور إلى صيغة الأرقام الثنائية لتثبيت صفات صورة الرقم.
9- مقارنة كل صيغة ثنائية ناتجة من الخطوة السابقة مع القوالب في قاعدة البيانات العامة لإيجاد الرقم الصحيح.
10- طباعة الرقم أو عرض عبارة خطأ في حالة عدم المطابقة.
11- النهاية.



الشكل(4) المخطط الانسيابي لعملية تمييز الأرقام

8. مثال تطبيقي

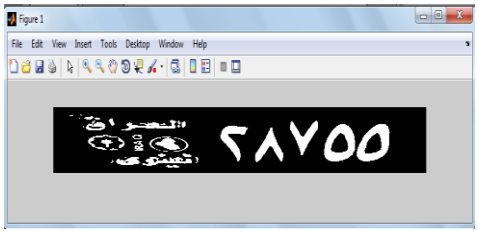
تم تطبيق الخوارزمية المقترحة على صور لوحة تسجيل المركبات الصغيرة وكما في المثال الأتي:

الشكل(5) يبين صورة المركبة المراد تمييزها، والشكل(6) يبين لوحة تسجيل المركبة المقتطعة من صورة المركبة بالاعتماد على الإطار الأخضر، الشكل(7) يوضح الصورة بعد تحويلها إلى الصورة الثنائية، ثم يتم إزالة الإطار، والشكل (8) يوضح الصورة بعد إزالة الإطار واخذ متمم الصورة الذي يستفاد منه في حساب المدرج التكراري المبين في الشكل(9) حيث تكون النقاط المضيئة مساوية لـ1 والخلفية تساوي صفر.

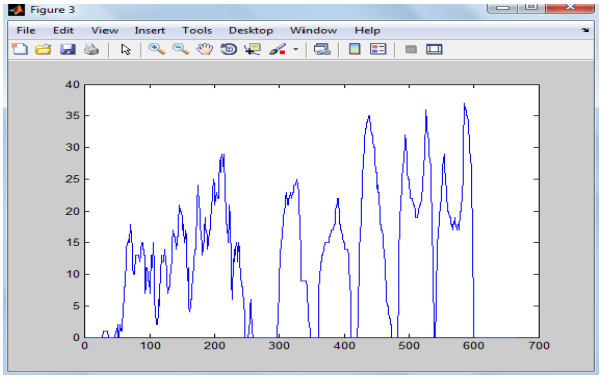
الشكل(5) صورة المركبة المراد تمييزها

الشكل(6) لوحة تسجيل المركبة المقتطعة

الشكل(7) الصورة بعد تحويلها إلى الصورة الثنائية



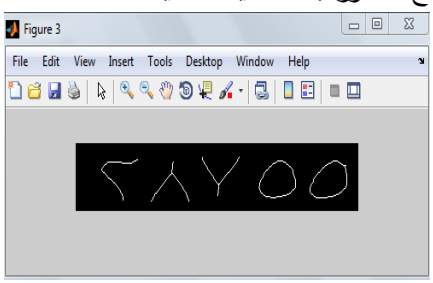
الشكل (8) الصورة بعد إزالة الإطار واخذ المتمم



الشكل(9) المدرج التكراري لصورة لوحة التسجيل المقتطعة

من المدرج التكراري يتم فصل الجزء الأيمن الذي يمثل الأرقام عن الجزء الخاص باسم البلد والمدينة، انظر الشكل (10) الذي يوضح جزء الأرقام المقتطع، بينما الشكل (11) يوضح الصورة بعد عملية التنحيف.

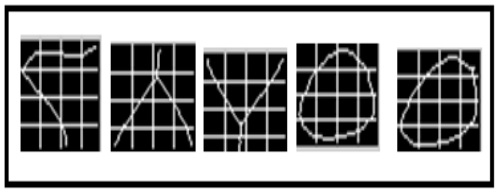
الشكل (10) مقطع صورة لوحة التسجيل الخاص بالأرقام



الشكل (11) الصورة بعد عملية التنحيف

أما الشكل(12) صور الأرقام بعد قطعها من صورة لوحة الأرقام، ونلاحظ في الشكل(13) الأقسام الستة عشر (4×4) لكل صورة رقم. والجدول (6) يبين الصيغة الثنائية لصورة كل رقم الذي سيتم مقارنتها مع قاعدة البيانات العامة وبعد تمييز هذه الأرقام سيتم الحصول على الرقم الواضح في الشكل(14).

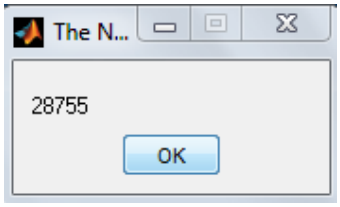
الشكل(12) صور الأرقام بعد قطعها



الشكل(13) تقسيم كل صورة إلى 16 جزء

الجدول (6):الصيغة الثنائية لصورة كل رقم.

٢	٨	٧	٥	٥
1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0	0 0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1	1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0	0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1	0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1



الشكل(14) الرقم بعد تمييزه

9. مناقشة النتائج

1- من الجدول(1) و الجدول(2) نلاحظ أن الرقم (0) ظهر بعدة أشكال وكذلك الرقم (1) والرقم (2) وهكذا حتى الرقم (9) وان سبب ظهور أشكال مختلفة من شكل الرقم هو اختلاف نوع وحجم الخط المستخدم بالكتابة.

2- إن طريقة مطابقة القوالب تعد من طرائق تمييز الأنماط التي تتأثر بتشوهات الصورة في عملية المطابقة، وقد تم الاستفادة من هذه الفكرة وإزالة تأثير التشوهات في الصورة من خلال تجزئة الصورة إلى 16 جزء ثم تحويل كل جزء إلى القيمة واحد أو صفر بغض النظر عن حجم الصورة، وبذلك فان كل قيمة واحد في المصفوفة الناتجة (التي سيتم مطابقتها مع القوالب المخزونة) قد نابت عن مجموعة قيم قد تكون هذه القيم مختلفة (أي قيمها 0 أو 1) نتيجة التشوهات إلا انه سيعوض عنها بالقيمة واحد. وللتقليل أكثر من تأثير التشوهات يمكن أن يكون مقارنة مجموع قيم كل جزء في الصورة مع قيمة اكبر من الصفر (فكلما كبرت هذه القيمة سيتم الاقتراب أكثر من التعميم أي التقليل من تأثير التشوهات) .

3- إن عملية التمديد التي سبقت عملية التنحيف أدت إلى تحسين شكل الرقم بعد عملية التنحيف إذ عالجت بعض التشوهات مثل الفراغات وأعادت بعض الحواف المتآكلة للرقم مما أدى إلى تثبيت المعالم العامة لشكل الرقم.

4- في عملية تحليل صفات الشكل لكل رقم، لوحظ انه يوجد صعوبة في بناء نموذج يعتبر كقاعدة قرار رصينة لتمييز كل رقم جديد يتم إدخاله وذلك لوجود بعض التشوهات المتمثلة بوجود خلايا(نقاط) ضوئية في صورة الرقم لا تنطبق بشكل كامل مع صورة في قاعدة البيانات. لذا تم تجزئة الصورة إلى ستة عشر جزءاً بحجم 4×4 وتم اخذ مجموع عناصر الخلايا الضوئية ومقارنتها، فإذا كانت تحتوي أي نقطة مضيئة سيعطى هذا الجزء القيمة '1' وإلا سيعطى القيمة '0' وبذلك تم التخلص من مشكلة تشوه الشكل.

5- لوحظ من تطبيق الخوارزمية المقترحة على لوحة تسجيل المركبات انه من المحتمل أن تكون عملية التمييز غير دقيقة وذلك لاحتمال وجود بعض التشوهات في الرقم الناتجة من الصورة الملتقطة بالكاميرا بسبب وجود بعض الضوضاء الناتجة من الظروف التي تتعرض لها لوحة تسجيل المركبة من تقادم الزمن أو الأوساخ التي يمكن أن تلتصق على لوحة تسجيل المركبة وكذلك يمكن أن يكون وميض الضوء الناتج من الكاميرا أن يشوه الصورة الملتقطة والذي اثر على شكل الأرقام في الصورة. لذا يجب أن تكون الأرقام واضحة ونظيفة.

6- في شكل الخط الأندلسي يكون شكل رقم 2و3 متشابهان في التمثيل الثنائي، انظر الجدول(4) الصف الثاني مما يؤدي إلى عدم دقة التمييز. ولا يعد ذلك مؤثراً في الخوارزمية المقترحة إذ يمكن التخلص من هذه المشكلة بتقسيم صورة الرقم إلى 25 جزء (5×5). فكلما زاد عدد الأجزاء كانت نتيجة التمييز أدق.

7- تم تطبيق الخوارزمية المقترحة على 40 صورة للأرقام العربية من ضمنها 10 صور للوحات أرقام مركبات مختلفة تم التقاطها بكاميرات مختلفة وبدقات مختلفة. وباقي الصور هي لعشرة أنواع مختلفة لخطوط الأرقام من برنامج معالجة النصوص(Microsoft Word) وكل نوع بثلاثة أحجام من الخط هي (28و36و72) منها الغامقة والاعتيادية. وكانت نتيجة التمييز 98% حسب المعادلة (1)، إذ كانت عدد الصور المميزة 39 والصورة التي لم يتم تمييز بعض الأرقام فيها كانت لنوع الخط الأندلسي المائل.

$$\text{نسبة التمييز} = \frac{\text{عدد الصور المميزة بنجاح}}{\text{العدد الكلي للصور المطبقة}} \times 100 \quad \text{---------} \quad (1)$$

10. الاستنتاجات

بما انه تم الاعتماد في عملية التمييز على إدخال المعطيات المتمثلة بالصفات المميزة لصورة كل رقم وتم تصنيف البيانات حسب تشابهها مع المعطيات أو النماذج في قاعدة البيانات العامة لذا تعد هذه الطريقة هي إحدى طرائق التمييز المرشد(supervised recognition).

إن الهدف الأساسي من اختيار الخصائص هو إيجاد دلالات يمكن من خلالها وصف الصورة التي يمكن أن تكون مرجعا لتصنيف مجموعة من الصور. وهذه الخطوة تعد بمثابة آلية تشفير للصورة يمكن من خلالها وصف الصورة بعدد محدد من الدلالات غير المرتبطة.

يمكن الاستفادة من الخوارزمية المقترحة في الأنظمة الأمنية الخاصة بحماية المنشات للسماح مثلا بإدخال المركبات المخولة التي تم تمييز رقمها إلى المناطق المحمية.

المصادر

[1] Cardoso , Angelo and Wichert, Andreas " Handwritten digit recognition using biologically inspired features", Neurocomputing, Vol. 99, pp 575–580, 1 January (2013).

[2] صلاح الدين، جمال و طه، طارق حازم و علي، اسيل وليد ، "تمييز حروف المسند باستخدام الخوارزميات الجينية"، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 11، العدد 20، (2011).

[3] عبدالله، هدية صالح، "تمييز الصور باستخدام المطابقة القالبية المعتمدة على معامل الارتباط"، مجلة التربية والعلم ، المجلد 23، العدد2، (2010).

[4] طليع، غادة ذنون و بدران، عامرة استقلال و خضر، ميسون، "تمييز الحروف العربية باستخلاص خواصها اعتمادا على شبكتي الانتشار العكسي والمدرك والمقارنة بين اداء الشبكتين" ، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 11، العدد 20، (2011) .

[5] مصطفى، فدوى صبحي والنعمة، رائد رافع ، "تمييز الوجوه بالاعتماد على خصائص العزوم الثابتة"، مجلة تكريت للعلوم ،جامعة تكريت،، المجلد 2، العدد 14، ص 253–259، (2009).

[6] لمى اكرم عبدالله، "تمييز اللهب في الصور الرقمية الملونة"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، قسم علوم الحاسوب، (2002).

[7] البدراني، هدية صالح عبد الله، "تمييز الحروف العربية المكتوبة بنظام word 7 "، بحث ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، (2001) .

[8] Ibrahim, Laheeb M., "Arabic Printed _Hand Written Character Recognition Using ANN", Ph.D thesis , Mosul University Computer Sciences And Mathematics, (2002).

[9] ذنون، كرم حاتم،"تمييز الحرف العربي المطبوع باستخدام البعد الكسري" ، بحث ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، (2004) .

[10] Hamdey Hanan Zeki, "License Plate Recognition For Security Places", Journal Of Education And Science, Vol.22, No.3, Pp 92-108,(2009).

[11] الاهدل، طارق عبدالله احمد، "تمييز انماط الارقام العربية والمستخدمة على نموذج الامر–المامور باستخدام مفاهيم برمجيات الربط بين الشبكات" ، رسالة ماجستير، جامعة بترا، ماليزيا، (2009).

[12] الزبيدي، لهيب محمد ابراهيم و الدليمي، حنان حامد على، "استخدام الشبكة العصبية الاصطناعية نيوكوكنترون في تمييز الأرقام العربية المكتوبة يدويا". مجلة الرافدين لعلوم الحاسوب والرياضيات، المجلد6 ، العدد 1 ، (2009).

[13] Gohil, Naikur Bharatkumar Gohil, "Car License Plate Detection" M.Sc., California State University, Sacramento, (2010).

[14] الطائي، خالد ضاري عباس والمرحوم عتاب، محمد رمضان، "استخدام الدالة المميزة التربيعية في تمييز أنماط الأرقام العربية "، مجلة جامعة النهرين، المجلد 14، العدد 1، ص58–78،(2011) .

[15] العبيدي، سندس خليل و العطيوي، رهام جاسم، "تمييز العلامات المرورية باستخدام الترميز التسلسلي"، مجلة الرافدين لعلوم الحاسوب والرياضيات، المجلد 9، العدد 2، (2012).