

تمييز الحروف الإنكليزية باستخدام العزوم الثابتة
في استخلاص الخواص للصور

هدية صالح عبد الله البد راني
كلية علوم الحاسبات والرياضيات
جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: ٢٠٠٣/١/١٥

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٢/٩/١٦

ABSTRACT

In this research, a study of printed English characters properties for Optical Character Recognition is done using the invariant moment method to evaluate the character properties due to it's resistance against the rotation, scaling and shifting work. In this, also preprocessing the text and recognized it. The image text is segment often two dissuasion methods are used to measure the distance between the moments of the new characters and the stored moments, this method is the Euclidean distance which gives high recognition factor. Due to the property of independence of the English characters, the evaluation of the seven moment of the printed character is so easy, so we evaluate the moments of English character in a different position and different size for each character by rotating the character from 45° to 360° . As a result, the invariant moment method has high ability for the recognition use, if its adopted in English Optical Character Recognition the recognition rate equals 85%.

الملخص

تم في هذا البحث دراسة خصائص الحروف الإنكليزية المطبوعة لغرض تمييزها بصريا، واعتمدت على طريقة العزوم الثابتة لغرض استخلاص الخواص التي تمتاز بمقاومتها العالية للدوران والتقييس و التزحيف. إذ تم اخذ نص بالإنكليزي وإجراء تقطيع له وإجراء معالجة أولية للنص ثم تم تمييزه.

اعتمدت على دالة القرار لقياس البعد بين عزوم حرف جديد مع عزوم الأحرف السابقة التي تم خزنها مسبقا، ثم اتخاذا مبدأ البعد الأقليدي دالة قرار وكانت نتائج التمييز بهذه الطريقة عالية، مما يعطي إمكانية للتمييز بشكل سهل وبسيط، وعليه تكون عزوم الحروف الإنكليزية

المطبوعة الأخرى ذات استقلالية كبيرة عن بعضها البعض، إذ تم حساب عدد كبير من عزوم الحروف الإنكليزية في مواقع مختلفة للحرف الواحد، وكذلك في أشكال مختلفة، وذلك بتدوير الحرف الواحد ٤٥ درجة ولغاية ٣٦٠ درجة. هكذا تكون طريقة العزوم السبعة الثابتة ذات إمكانية عالية للتمييز في حالة اعتمادها على تمييز الحروف المطبوعة بصريا وكانت نسبة التمييز ٨٥% .

١. نبذة تاريخية عن تمييز الحروف

في الحقيقة أن تمييز الحروف قديم له جذوره قبل أن تبرز شمس الحاسوب، ففي عام ١٩٢٩ تم الحصول على أول براءة اختراع لتمييز الحروف البصرية من قبل الألماني تاوجك Tauscheck. إذ استخدم تاوجك مبدأ المطابقة القالبية Template matching، القوائم على استخدام وتوظيف التقنيات البصرية والميكانيكية المتيسرة في ذلك الوقت (Sinha, 1999).

لقد ظهرت النسخة الحديثة لـ OCR (Optical Character Recognition) في أواسط الأربعينات مع تطور الحاسوب الرقمي، ولأول مرة تم الاعتراف بـ OCR كمدخل لمعاملة البيانات بتطبيق خاص لعالم التجارة، ومن هذا المنظار، يعد ديفيد شيبارد David Shepard مؤسس شركة البحوث الذكية رائداً في تطوير وبناء معدات OCR التجارية (Mantas, 1986).

استمرت برامجيات OCR تستخدم مبدأ المطابقة القالبية وشاع استخدامها بشكل واسع في تطبيقات تمييز الرموز والحروف المطبوعة بالماكنة الى الوقت الحاضر، أي بعد (٧٠) سنة تقريباً على اعتمادها تقنيةً لتمييز الأنماط (Sinha, 1999) (Hadia, 2001). تكمن فائدة البحث في فإنه على الرغم وجود أنظمة OCR جاهزة فإنه يمكن عمل أنظمة OCR تؤدي عمل هذه الأنظمة. من هذه الأنظمة :-

١. text bridge

٢. OCR

٣. القارئ الآلي

٢. استخلاص الخواص

فيما يأتي عدد من طرائق استخلاص الخواص فضلاً عن طريقة المطابقة القالبية لتمييز الحروف البصرية بأسلوب خارج الخط (off-line)، وقد ذكروا (Trier et al, 1996) من خلال عملية المسح لأساليب استخلاص الخواص لطرائق تمييز الحروف طرائق عديدة ذات شمولية في التطبيق، وهذه بعض طرائق استخلاص الخواص لعملية تمييز الحروف بأسلوب خارج الخط (off-line):

١. طريقة إسقاط المدرج التكراري (Projection histograms).

٢. طريقة الخواص المتقطعة (discrete features).

٣. طريقة العزوم الثابتة (Moment invariant).

إن هذه الطرائق قديمة وتوجد طرائق حديثة، مثل :- استخدام الشبكات العصبية، واستخدام المنطق المضبب.

تم في هذا البحث استخدام طريقة العزوم لتمييز الحروف، إذ أصبحت العزوم وسيلة لتصنيف الأشياء خلال الثلاثين سنة المنصرمة (Flusser, 2000)، وقد تمت الاستفادة من العزوم ووظائف العزوم بوصفها نمطاً في عدد من التطبيقات لتحقيق تمييز ثابت للصورة ذات البعدين. ومنذ عام ١٩٦٢ تم الاعتماد على إدخال ثوابت عزمية بالاستناد إلى طرائق الثوابت الجبرية باستخدام ربط غير خطي من العزوم المنتظمة يشار إليها على أنها عزوم هندسية، وقد تم اشتقاق مجموعة من العزوم الثابتة التي لها خاصية مرغوب في كونها ثابتة تحت التزحيف للصورة والتقييس والدوران، وان هذا النوع من العزوم يلائم بشكل أفضل مختلف أنواع الكتابة بسبب خاصيتها الثابتة ضد التزحيف والتقييس والدوران، بحيث إذا كانت هناك دالة مستمرة ثنائية الأبعاد $f(x,y)$ ، يعرف العزم على أنه من المرتبة $(p+q)$ بالعلاقة :

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x,y) dx dy \quad (1)$$

$$p, q = 0, 1, 2, \dots$$

حيث

X, Y يمثلان الإحداثيات السيني والصادي للوحدة الصورية على التوالي .

p, q يمثلان مرتبة العزم المنتظم .

$f(x,y)$ تمثل قيمة دالة شدة إضاءة الصورة وتكون قيمتها صفرأ أو واحداً .

x و y يمثلان المراكز القياسية للصورة باتجاه محور x و y .

اعتمد (Papoulis, 1965) على نص النظرية الأحادية uniqueness, المتضمنة انه إذا كانت $f(x,y)$ مستمرة كقطع Piecewise continuos ولها قيم غير الصفر فقط في جزء محدد في المستوى $x-y$ ، تكون العزوم من جميع الدرجات موجودة، عندئذ يتحدد تتابع العزوم (m_{pq}) بـ $f(x,y)$ بشكل فريد. ويمكن إن يعبر عن العزوم المركزية كما يأتي:

$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) dx dy \quad (2)$$

حيث

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

ومن اجل صورة رقمية تصبح المعادلة (٢) كما يأتي:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (3)$$

عند حساب العزوم المركزية للمرتبة الثالثة تكون كما يأتي:

$$\mu_{10} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^1 (y - \bar{y})^0 f(x, y) = m_{10} - \frac{m_{10}}{m_{00}} (m_{00}) = 0,$$

$$\mu_{11} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^1 (y - \bar{y})^1 f(x, y) = m_{11} - \frac{m_{10} m_{01}}{m_{00}},$$

$$\mu_{20} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^2 (y - \bar{y})^0 f(x, y) = m_{20} - \frac{2m_{10}^2}{m_{00}} + \frac{m_{10}^2}{m_{00}} = m_{20} - \frac{m_{10}^2}{m_{00}},$$

$$\mu_{02} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^0 (y - \bar{y})^2 f(x, y) = m_{02} - \frac{m_{01}^2}{m_{00}},$$

$$\mu_{12} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^1 (y - \bar{y})^2 f(x, y) = m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2 m_{10},$$

$$\mu_{03} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^0 (y - \bar{y})^3 f(x, y) = m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + 2\bar{y}^2 m_{01}.$$

بإيجاز

$$\mu_{00} = m_{00},$$

$$\mu_{10} = 0,$$

$$\mu_{01} = 0,$$

$$\mu_{20} = m_{20} - \bar{x}m_{10},$$

$$\mu_{02} = m_{02} - \bar{y}m_{01},$$

$$\mu_{11} = m_{11} - \bar{y}m_{10},$$

$$\begin{aligned}\mu_{30} &= m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + 2m_{10}\bar{x}^2, \\ \mu_{12} &= m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - 2\bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{10}, \\ \mu_{21} &= m_{21} - 2\bar{x}m_{11} - \bar{y}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{01}, \\ \mu_{03} &= m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{01},\end{aligned}$$

وتعرف العزمين المركزية المقيسة مشاراً إليها بـ η_{pq} كما يأتي:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma} \quad (4)$$

حيث

$$\begin{aligned}\gamma &= 1/2(p + q) + 1 \\ p + q &= 2, 3, \dots\end{aligned} \quad (5)$$

من العزم الثاني والثالث تعطى ما invariant moment يمكن اشتقاق سبعة عزوم غير متغيرة

يأتي:

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}, \quad (6)$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \quad (7)$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2, \quad (8)$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2, \quad (9)$$

$$\begin{aligned}\phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2], \\ &+ (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2],\end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned}\phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2], \\ &+ 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}),\end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned}\phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2], \\ &+ (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03}) [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]\end{aligned} \quad (12)$$

لقد برهن (Hu 1962) أن هذه العزوم غير متغيرة بالنسبة إلى الترحيف translation والدوران Rotation وتغير المقياس Scaling (Gonzales and) (Hadia, 2001)(Flusser, 2000)(Wintz, 1987)

٣. تقنية قياس المسافة للتمييز بين الأنماط

تعد تقنية التمييز بين الأنماط بالاعتماد على قياس الفرق في المسافة (البعد الاقليدي)، من التقنيات الشائعة الاستخدام في مجال تمييز الأنماط، وتعتمد هذه التقنية على مبدأ حساب المسافة الاقليدية (Euclidean distance) بين متجهين من خلال مجموع البعد بين نقاطهما

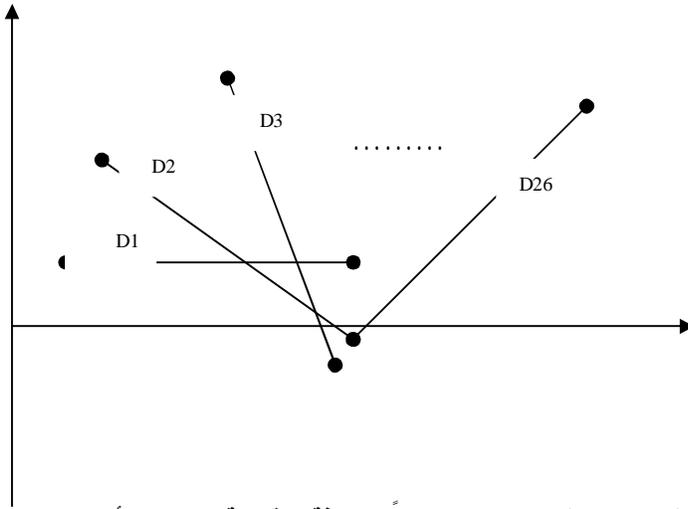
ويمكن تلخيصها بإيجاد الجذر التربيعي لمجموع مربع الفرق بين نقاط المتجهين كما في الصيغة الآتية :

$$D = \| x - z_i \|$$

$$\| x - z_i \| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x - z_i)^2} \quad (13)$$

$$I=1,2,3,\dots,7$$

X_i : تمثل متجه العزوم للحرف الذي نريد ان نميزه .
 Z_i : تمثل متجه العزوم للحروف المخزونة في الجدول (الملف) .
 وقد تم اعتماد هذه الطريقة دالة قرار خلال هذا البحث للتمييز .
 وفيما يأتي شكل توضيحي للبعد بين المتجهات:



الشكل (١) يمثل الفضاء ثنائي البعد موضحاً المسافة الاقليدية ومراكز الأصناف

إذ أن X هو الحرف المراد تمييزه والنقاط من (١.....٢٦) هي الحروف الإنكليزية جميعها، فهنا يتم اخذ اقصر مسافة بين X وواحد فقط من هذه الحروف، والمسافة الأقصر تمثل المسافة بين الحرف المراد تمييزه والحرف المقابل .
 فمثلاً نريد ان نميز الحرف A من بقية الحروف فتعطي عزوم الحرف A الى هذه الدالة التي سوف تقوم بعملية المقارنة مع عزوم جميع الحروف (٢٦ حرفاً) وعندما تصل في المقارنة الى عزوم الحرف A فمنطقياً هي تعد المسافة الأقل .

٤. عزوم الحروف

تعد طريقة العزوم الثابتة من أوائل الطرائق التي اعتمدت في تمييز الحروف البصرية ومازالت تعتمد عليها برمجيات تمييز الحروف البصرية اللاتينية خاصة المجهزة منها مع أجهزة الماسح الضوئي والتي تعتمد مبدأً خارج الخط (off- Line) ويعزى سبب استخدامها إلى ثباتها ضد التدوير خاصة عندما يقوم جهاز الماسح الضوئي بعملية المسح لصورة (تحتوي على الكتابة) مائلة عن الأفق بالنسبة إلى كاميرا جهاز الماسح ، إذ تكون الكتابة في هذه الحالة مائلة. وتعد طريقة العزوم الثابتة من العزوم السبعة وهي عوامل ثابتة لأيئة صورة لا تتغير و لا تتأثر عند الدوران و التزحيف وتغير المقياس (Rotating / translating and scaling). وقد تم إجراء معالجة أولية للحروف وذلك باستخدام فلتر لإزالة الضوضاء الناجمة من جهاز الماسح الضوئي أي إزالة النقاط المعزولة.

تم في هذا البحث دراسة عزوم بعض الحروف الإنكليزية عند التأثيرات المذكورة لبيان منتهى الدقة الناتجة من تطبيقها على أنواع الكتابة، تحتوي الحروف الإنكليزية على تقارب كبير جداً بين أشكال كثيرة من الحروف وكما في الجدول (١) الذي يحوي بعض الحروف الإنكليزية إلى مجاميع حسب تشابه بعضها مع بعض. ملاحظة ان الحروف الإنكليزية المستخدمة في هذا البحث هي الحروف الكبيرة فقط وكما مذكورة في الجدول (٢) .

الجدول (١) مجاميع الحروف الإنكليزية المتقاربة

S	V	M	E	D	B	A
Z	U	N	H	O	E	B
		W				

إن الدراسة بطريقة العزوم اعتمدت على كل الحروف الإنكليزية وتم اخذ نموذج لحرفين متقاربين جداً هما: [M W] ثم طباعا من خلال برمجيات Word 7 حجم 20 فقط ، وخط Arial وبأوضاع مختلفة على طابعة ليزيرية ذات وضوحية (600 dpi)، بعد ذلك تم خزن صورها وبزوايا مختلفة على هيئة ملف نوع Bmp files من خلال جهاز الماسح الضوئي و بوضوحية (300 dpi) وكما مبين في الشكل (١). وقد تم إيجاد العزوم لهما فتمت ان العزوم للحرفين مختلفة على الرغم من تشابه الحرفين وكما موضح في الجدولين (٤) و(٥) لعزوم الحرفين .

W	M
---	---

الشكل (١) الصور للحرفين

الجدول (٢) يحوي الحروف الإنكليزية

S	J	A
T	K	B
U	L	C
V	M	D
W	N	E
X	O	F
Y	P	G
Z	Q	H
	R	I

يبين الجدول (٣) مدى تأثير تدوير حرف A في عزومه السبعة إذ تبين انه ذو تأثير طفيف جداً.

الجدول (٣) تأثير تدوير حرف الA على عزومه السبعة

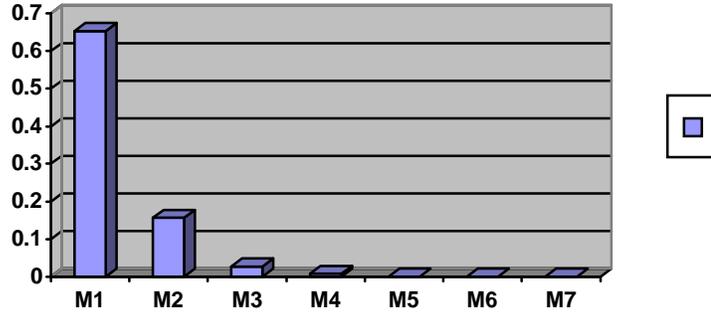
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Normal	0.774215	0.532218	0.003485	0.000010	0.000000	-0.000006	0.000000
Rotate135	0.774927	0.530882	0.002468	0.000023	0.000000	0.000009	-0.000000
Rotate180	0.774215	0.532219	0.003485	0.000010	0.000000	-0.000006	0.000000
Rotate215	0.774927	0.530882	0.002468	0.000023	0.000000	0.000009	-0.000000
Rotate225	0.774927	0.530882	0.003187	0.000023	0.000000	0.000009	-0.000000
Rotate270	0.774211	0.532211	0.000984	0.000010	0.000000	-0.000006	0.000000
Rotate45	0.774928	0.530882	0.003187	0.000023	0.000000	0.000009	-0.000000
Rotate90	0.774211	0.532212	0.000984	0.000010	0.000000	-0.000006	0.000000

الجدولان (٤) و (٥) يبينان قيم حرفي W و M.

الجدول (٤) يمثل قيم حرف W

M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
0.000048	0.000261	0.000094	0.008203	0.027357	0.156678	0.653001

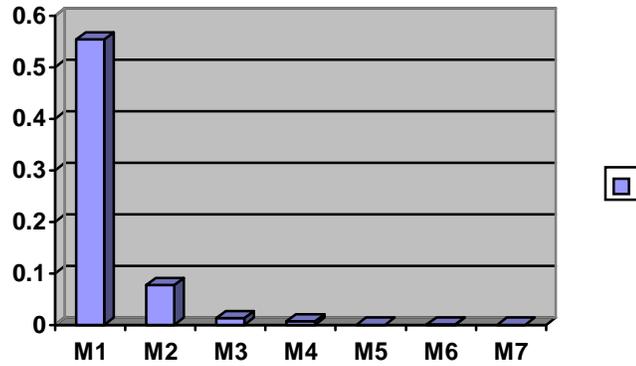
المخطط البياني لعزوم حرف الـ W



الجدول (٥) يمثل قيم حرف M

M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
0.000020	0.000635	0.000045	0.006162	0.013400	0.077283	0.553586

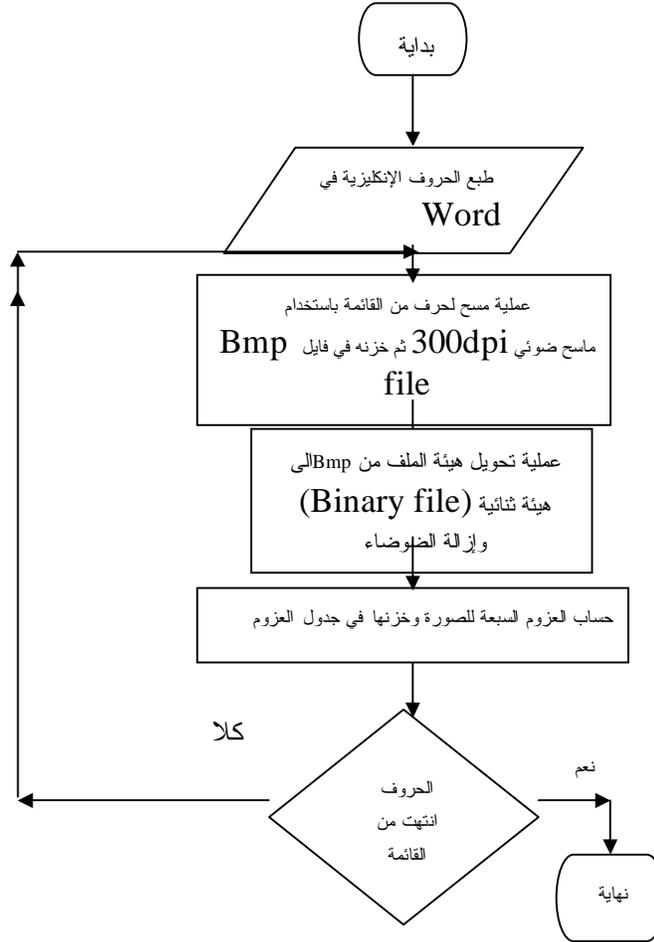
المخطط البياني لعزوم حرف الـ M



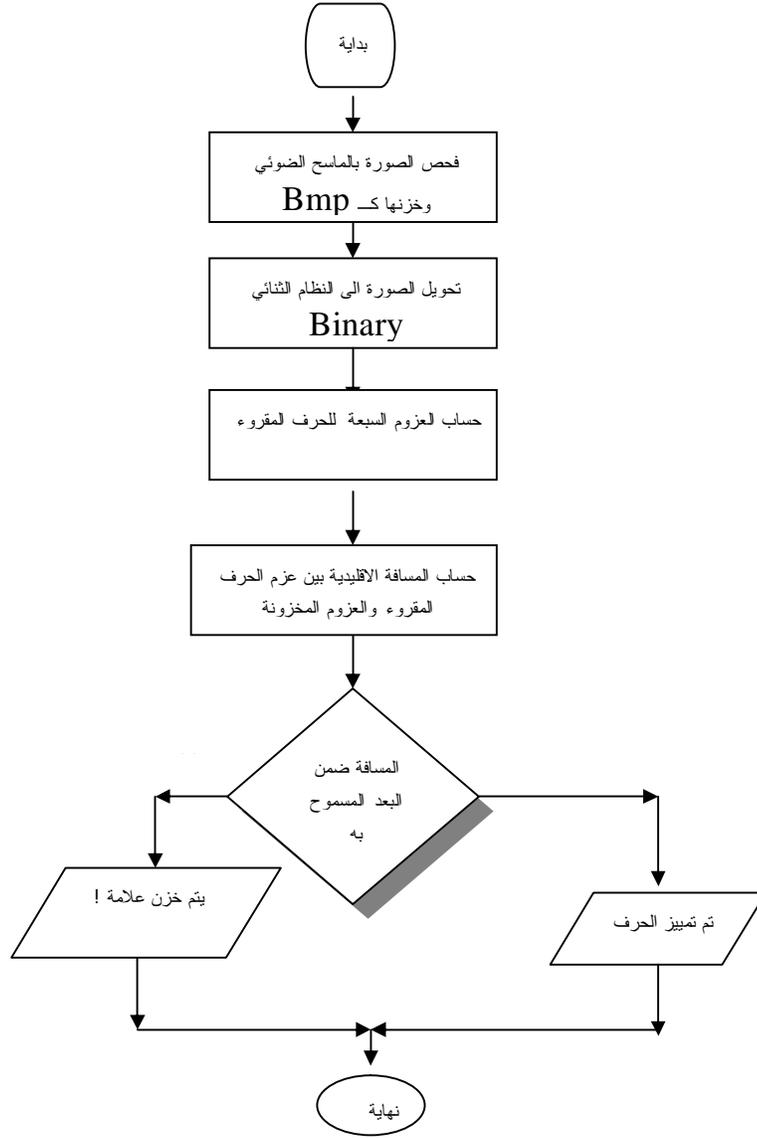
يتضح من قيم جداول العزوم للحرفين ومن أشكال المخططات الفرق الكبير بين عزوم الحرفين رغم درجة التشابه فيما بينهم، وان هذا يدل على كفاءة العزوم في عملية تمييز الحروف .

حساب العزوم للأحرف الإنكليزية (Preprocessing)

تم حساب العزوم لجميع الحروف الإنكليزية ، وبناء جدول متكامل ثم خزنه في ملف اعتبر المرجع الرئيس لتميز أي حرف، إن آلية العملية المذكورة والممثلة بالمخطط الانسيابي، لعملية المعالجة الأولية لتميز الحروف الإنكليزية بصريا. كما يوضحه الشكلان (٤) و(٥).



الشكل (٤) يمثل المخطط الانسيابي لعملية المعالجة الأولية للحروف الإنكليزية



الشكل ٥ المخطط الانسيابي لعملية التمييز

إن الشكل (٥) يمثل شكل المخطط الانسيابي الذي يمثل عملية التمييز للحروف الإنكليزية .

ولغرض بناء الجدول تمت طباعة جميع الأحرف الإنكليزية باستخدام الخط Arial بحجم 20 وعلى طباعة ليزيرية ذات وضوحية (600 dpi) وقد أزيلت الضوضاء التي أضافها جهاز الماسح ثم تم إيجاد العزوم السبعة لجميع الحروف ، وكما موضح في الجدول (٢).

جدول (٢) يحتوي على الحروف الإنكليزية مع عز ومها

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
A	0.406759	0.033188	0.024513	0.000476	-0.000001	0.000082	0.000001
B	0.427206	0.050747	0.000687	0.000038	-0.000000	0.000008	-0.000000
C	0.785986	0.362798	0.099974	0.016787	-0.000688	-0.010111	0.000000
D	0.506636	0.057657	0.004488	0.000083	-0.000000	-0.000020	-0.000000
E	0.540992	0.103289	0.004223	0.002624	-0.000003	-0.000421	-0.000008
F	0.516586	0.110229	0.016222	0.002202	0.000002	0.000451	-0.000013
G	0.505935	0.086531	0.013911	0.006517	0.000059	0.001279	0.000020
H	0.471231	0.003244	0.000026	0.000268	0.000000	0.000015	-0.000000
I	0.754630	0.548697	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
J	0.766559	0.526348	0.032111	0.008846	0.000115	0.003780	-0.000095
K	0.448432	0.042893	0.003958	0.001701	-0.000004	-0.000338	-0.000003
L	0.754696	0.375229	0.169498	0.035030	0.001454	0.009799	0.002274
M	0.380833	0.000331	0.000013	0.000911	0.000000	0.000017	0.000000
N	0.392751	0.012199	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000000	0.000000
O	0.515448	0.047697	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P	0.452056	0.056582	0.034481	0.005337	0.000067	0.001202	-0.000027
Q	0.487495	0.068936	0.004723	0.000467	0.000001	0.000038	-0.000000
R	0.439577	0.054560	0.000261	0.001091	0.000000	0.000178	0.000000
S	0.646285	0.231501	0.002177	0.000363	0.000000	-0.000059	0.000000
T	0.685992	0.311402	0.150578	0.042542	0.003405	0.023740	0.000000
U	0.558112	0.022151	0.003292	0.005562	-0.000024	0.000828	0.000000
V	0.509018	0.052619	0.037629	0.003415	-0.000037	0.000777	0.000012
W	0.431602	0.002707	0.007493	0.000367	-0.000001	0.000019	0.000000
X	0.507951	0.106465	0.005451	0.000179	-0.000000	0.000058	0.000000
Y	0.560006	0.153366	0.097227	0.008398	0.000226	0.003118	0.000080
Z	0.761475	0.304820	0.015337	0.001819	0.000006	0.000775	0.000008

وقد جرت عملية نقلها إلى الحاسبة عن طريق جهاز الماسح الضوئي معتمدين على و ضوحية (300 dpi) إذ تم تخزينه على هيئة Bmp file ومن ثم تمت معالجته لتحويله إلى هيئة ثنائية ، تتبعها عملية ترشيح للصورة حيث تزال جميع النقاط الضوئية المعزولة (isolated Pixel) عن الحروف على اعتبارها ضوضاء تم إضافتها إلى الصورة من جهاز الماسح أو في أثناء طبع الأحرف، كذلك تم إجراء تقطيع للنص في حالة إدخاله كنص، وأخذ كل حرف على حدة وأجري تمييز له، ثم تمت عملية حساب العزوم السبعة لصورة ذلك الحرف ثم تخزينه في ملف على هيئة جدول، تستمر هذه العملية على جميع الأحرف الإنكليزية لغرض استكمال الجدول.

الاستنتاجات والعمل المستقبلي الاستنتاجات:

من خلال دراسة تمييز الحروف الإنكليزية باستخدام طريقة العزوم تبين أنها ذات كفاءة في عملية التمييز أي أنها من الحلول الجيدة في حل مشكلة تمييز الخط إذ أدت الدراسة في هذا البحث الى الحصول على دقة عالية عند التمييز باستخدام العزوم الثابتة للحروف المتشابهة مما يعطي رصانة في تطبيقها على الحروف.

كما أظهرت الدراسة إن استخدام العزوم السبعة لتمييز الحروف الإنكليزية ممكن تطبيقها بشكل سهل على جميع أحجام الحروف المطبوعة مما يجعلها غير معتمدة على الحجم [Free size] وذلك من خلال إجراء عملية Normalization على صورة الحرف المطبوع إلى الحجم المعتمد .

العمل المستقبلي

يمكن أن تعد طريقة التمييز باستخدام العزوم الثابتة للصور طريقة ذات كفاءة في تمييز الصور والإشارات والأشكال الهندسية وغيرها .

كما يمكن أن تستخدم الطرائق الذكية لتصميم دالة التمييز بعد تكوين دوال العزوم بدلا من الطرق التقليدية وذلك لكفاءة الطرائق الذكية وسرعتها في التمييز والحصول على نتائج. استخدام التنحيف (thinning) للحروف الإنكليزية و إيجاد العزوم لها، ومن ثم استخدامها في التمييز .

المصادر

- [1] Amin, A., 2000. “**Recognition of printed Arabic text based on global features and decision tree learning techniques**”, *Pattern recognition, Vol .33*, pp.1309-1323.
- [2] Flusser, J., 2000. “**On the independence of rotation moment invariant**”, *Pattern recognition, Vol.33*, pp.1405-1410.
- [3] Gonzales, R. C. and Wintz, 1987. “**Digital Image processing**”, *Addison Wesley publishing company*.
- [4] Mantas, J., 1986. “**An Overview of character recognition methodologies**”, *Pattern recognition, Vol. 19, No .6*, pp. 425-430.
- [5] Sinha A., 1999. “**An Improved recognition module for the identification of handwritten digits**”. Unpublished, M. Sc., Thesis, *Department of Electrical engineering and computer Science, M.I.T.*
- [6] Tou, J.I. and Gonzalez, R.C., 1974. “**Pattern recognition principles**”, *Addison Wesley publishing company, Inc.*
- [7] Trier, I.; Jain A. and Taxt T., 1996. “**Feature extraction methods for character recognition –A survey**”, *Pattern recognition, Vol.29, No.4*, pp.641-662.
- [8] Hadia S. AL-Badrany , 2001. “**An Arabic Optical Character Recognition For (Word 7)**”, Unpublished M.SC. Research, *Department of computer science, University of Mosul .*