بحوث مستقبلية (٢١) ٢٠٠٨
ص ص [١٢٩-١٥٠]

التعديل الذاتي لصور الوثائق المائلة (*)

د. خليل ابراهيم السيف(١)
رنا زهير جرجيس(٢)

الملخص

الكثير من الباحثين والعاملين المتخصصين في مجال الحاسبات تتولد لديهم مشاكل ذات علاقة صورية ترتبط بميلان الوثائق الممسوحة ضوئياً مما قد يظهرها بشكل سلبي وغير مألوف ومختلف عن النص الأصلي، وهذا ما وجه اهتمامنا إلى محاولة معالجة هذه المشكلة من خلال اكتشاف زاوية الميلان التي يعاني منها النص ومحاولة تقويمها للحصول على الصورة الصحيحة وذلك بالاعتماد على استخدام خوارزميات لاكتشاف تلك الزاوية في صورة النص المطبوع. وقد اعتمد البحث على نص عربي مطبوع تم إدخاله إلى الحاسبة من خلال أجهزة الماسح الضوئي بصيغة تجعل صورة النص مائلة عن مستوى الأفق إذ يكون الميلان شاملاً ، ويتم قياسه من خلال استئصال الأسطر الفارغة العليا والسفلى منها والفراغات التي تقع على يمين ويسار النص المطبوع، ومن ثم يتم استخلاص أول فقرة من الصورة المقتطعة بعد حساب المدرج التكراري لها، بعدها يتم نقل المقطع الذي تم الحصول عليه الى تحويل رادون للحصول على زاوية الميلان عن الافق والتي يعتمد على قيمتها لتدوير الصورة واسترجاع النص بشكل صحيح، وقد أعطت الخوارزمية المطبقة على صور لنصوص وثائق احتوت على درجة ميل متباينة النتائج ذات الدقة الجيدة عند استرجاع الوثيقة.

Abstract

A considerable number of computer researchers and users experience image related problems pertaining the skews of the scanned documents which result in irregular and improper document images compairing to the original text images. Hence, the researcher attempts in the present study to overcome this kind of problems through detecting and adjusting the skew angle of the

(*) بحث مستل من رسالة الماجستير الموسومة "التعديل الذاتي لصور الوثائق المنحرفة"

(١) أستاذ مساعد، كلية علوم الحاسبات والرياضيات/ جامعة الموصل.

(٢) مدرس مساعد، كلية الادارة والاقتصاد /جامعة الموصل.

تاريخ الاستلام: ٢٠٠٧/٠٦/٠٧
تاريخ قبول النشر: ٢٠٠٨/٠٤/١٧

text image to have the proper image. A number of algorithms are used to calculate the skew angle in the printed text images. In the present study, an Arabic printed text is used and introduced into the computer through scanners in a form that makes the introduced text images deviaut of the horizon. The skew angle is calculated by cutting the upper and lower empty lines together with the right and left ones of the printed text. Then, the first paragraph of the image taken is extracted after calculating its histogram scale. The following step involves introducing the resultant part into Radon Transform to produce an angle upon the value of which the rotation of the image is based to have the proper text image. The algorithm applied to the image of document texts having varying skew degrees yields good results as far as accuracy is concerned reaching when the document is restored.

١- المقدمة:

هنالك العديد من الوثائق الورقية في العالم قد تزيد على 10^{12} وهذا المقدار قد يتضاعف من حين لآخر ، وعليه فإنّ الصناعة الحالية قد اتجهت نحو إعادة إنتاج الرقائق الورقية وتقديمها عن طريق تصوير الوثيقة وترقيمها باستخدام أجهزة الماسح الضوئي (Scanner)، عليه فان صور الوثيقة هذه تهدف إلى التوقف أو (على الأقل السيطرة) على نمو الكم الهائل من الأوراق واعتماد بدائل تحفظ آلياً يمكن الوصول اليها بسهولة.

ان أجهزة الماسح المذكور آنفاً غالباً ما تستخدم وبشكل مألوف لغرض أرشفة كثير من البيانات والمعلومات المخزونة بالأسلوب التقليدي (ورقياً)، إذ إن عملية خزن هذه البيانات والمعلومات آلياً تتطلب عمليات تحليل للبيانات والنصوص وهناك نوعان رئيسان من عمليات التحليل هذه، الأول: هو التمييز البصري للحروف (Optical OCR Character Recognition) وذلك لاشتقاق معنى الرموز والكلمات من مواقع النقاط الضوئية داخل صورة النص، أما النوع الثاني: فهو تحليل شكل الصفحة (Page- Layout Analysis) وذلك لكي تتحدد صورة النص بهدف اشتقاق المعنى المرتبط بمواقع ووظائف المقاطع (العناوين الرئيسة، العناوين الفرعية، جسم النص، الملاحظات). [Thoms K. etal, 1999]

فضلاً عن ما تقدم فان عملية التصوير توفر الكثير من المنافع الإدارية في مجال سرعة الأداء وغيرها التي تتضمن: [David D., 1998]

١. توثيق السجلات Document of Record: ان المراكز الإدارية هي عبارة عن مستودعات للعديد من الوثائق المهمة وبوجود تقانة التصوير وإدارة الوثائق فان هذه الوثائق سيمّكن من خزنها بشكل مضمون واسترجاعها بسرعة.
٢. السرية Security: يمكن فصل الوثائق بعضها عن البعض بحسب درجة سريتها لكل مستخدم وهذا الأمر يصعب تحققه فيما يخص الوثائق الورقية العادية.
٣. الخزن طويل الأجل للوثائق: على الرغم من الفوائد التي قدمتها أجهزة الماسح الضوئي، إلا أن هناك العديد من السلبيات أبرزها الضوضاء التي تعاني منها الوثائق الصورية والسبب في ذلك هو عدم وضوح الوثيقة الورقية الأصلية أو وجود خلل في جهاز الماسح الضوئي أو قد يكون سبب المشكلة هو ظهور زاوية ميلان في الوثيقة الصورية مما يؤدي إلى مشاكل في قراءة النص أو صعوبة في التمييز البصري له. [Oleg O., etal, 1999]

مما تقدم تظهر الحاجة الى المعالجة الأولية للوثائق النصية، ولكي تتم عملية المعالجة هذه بنجاح لابد من مراعاة مجموعة من العوامل والمتغيرات المختلفة التي من خلالها يتحقق ذلك وعلى النحو الآتي:

١. حجم الوثيقة: لكي تتم معالجة الوثيقة بشكل كفوء لابد من توافر مساحة خزنية ملائمة، إذ قد تصل هذه المساحة إلى 500 KB أو أكثر عند استخدام الماسح الضوئي وهي أضعاف المساحة عند الخزن بواسطة التمثيل ASCII التي تخزن في 3 KB – 2.
٢. صلاحية الوثيقة للقراءة: في بعض الأحيان يكون هناك فقدان للمعلومات عن طريق النقل أو الكبس مما يؤدي إلى التقليل من وضوح الوثيقة وعدم إمكانية قراءتها بشكل عام وهذا يمكن معالجته من خلال النقل المتتابع للأجزاء.
٣. وصول الوثيقة: لم تتمكن أساليب الكبس التقليدية من ايصال البيانات بكفاءة وسهولة وبساطة مما استوجب اعتماد أسلوب الكبس باستخدام التمثيل المهيكل للبيانات والذي يمتاز بالسرعة ومرونة المعالجة من دون الحاجة إلى إعادة فك الكبس.

٢- الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة الوثائق النصية المخزونة على هيئة صورية التي اكتسبت في الحاسبة الإلكترونية من خلال إحدى الطرق المعروفة. عليه هدف هذا البحث الى معالجة الميلان الذي يطرأ على تلك الوثائق المكتسبة وذلك من خلال تحديد زاوية ميلها ثم إعادة تدوير صورة الوثيقة بزاوية معاكسة لزاوية الميلان ، إذ يتم العمل على إزالة الفضاءات

غير المستغلة من الوثيقة كافة واقتطاع مقطع من صورة الوثيقة النصية ليصار الى معالجته بتحويل رادون لغرض اكتشاف زاوية الميل للوثيقة عن الأفق ليجري بعدها تدوير الصورة بالاتجاه المعاكس.

٣- الاستعراض المرجعي:

لايعد موضوع تعديل ميلان الوثائق النصية من المواضيع الحديثة، فقد تناول العديد من الباحثين هذا الموضوع وبمداخل مختلفة وبما ينسجم والهدف المتوخى من البحث، حيث عادةً ما تفترض أساليب تقدير الميلان في الوقت الحاضر بأن صورة الإدخال تكون ذات إظهار عالٍ كما تفترض بأن مدى الزاوية المحولة يكون محدوداً، ومن هذا المنطلق تناول الباحث (G. Thoma) موضوع معالجة ميلان الوثائق من خلال تطوير نظام حسابي (خوارزمية) لمعرفة درجة الميلان من الصورة الثنائية الممسوحة وقد كانت العناصر الأساسية لهذه الخوارزمية هي تصنيف العنصر الأساس وإجراء تخفيض لمقدار البيانات المطلوب معالجتها فضلاً عن تقليل تأثير البيانات غير النصية (الأشكال التصويرية والتخطيطية والأشكال الصورية والصورة الاهتزازية غير الثابتة) في قياس زاوية الميلان ثم استخدم تحويل هوف حيث تم تقييم مستوى أداء هذه الخوارزمية عن طريق استخدام عينة ذات حجم معين لعدة مئات من الصور المأخوذة من صفحات المجلات الطبية وتبين بأنه من الممكن تقدير زاوية الميلان وتعيينها بدقة تصل إلى ما يقارب (٠,٠٥) درجة [G. Thoma,& D. Le., 1993].

أما الباحث (Matti P.) وزملاؤه فقد قدموا طريقة فاعلة وسريعة لكشف وتحديد الميلان في الوثائق النصية وتتضمن الطريقة المقترحة من قبل الباحثين المذكورين آنفاً على تقليل دقة إظهار الصورة وكشف العناصر الأساسية المرتبطة وتصنيفها في فئات مختلفة ومن ثم تجميع السطر النصي باستخدام متجه القيمة الذاتية الثابتة لمصفوفة البيانات ويتم تجميع حالات ميل السطور والمعرفة بصيغة زوايا المحور السيني وكذلك اتجاه هذا المتجه في الرسم البياني للزاوية والذي يتطابق قمته مع ميلان الوثيقة المرغوبة، ان هذه الطريقة تعمل بشكل جيد على الصور التي تكون ذات دقة إظهار واطئة، كما أن هذه الطريقة ليس لها أي قيود لدى تطبيقها على المدى الزاويّ إذ جرى فحص هذه الطريقة واختبارها المعتمدة على تحويل هوف باستخدام قاعدة بيانات صورية كبيرة جداً وكانت النتائج تشير إلى جودة أداء هذه الطريقة وفاعليتها مقارنة بغيرها من الطرائق الأخرى [Matti P. etal., 1997].

كما قدم الباحثان (Bin Yu & Anil K.) خوارزمية سريعة وفاعلة لكشف الميلان وتحديده التي تقوم على تحويل هوف، إذ إن لهذه الخوارزمية القدرة على كشف زاوية الميلان وتعيينها في مختلف صور الوثائق بما في ذلك المقالات الفنية والتقانية والرسومات والنصوص المكتوبة يدوياً والملصقات والطوابع البريدية، إذ إن هذه الخوارزمية المقترحة فعالة ونشيطة حتى في حالة وجود الحاشية السوداء الناتجة عن عملية استنساخ الصورة. هذه الخوارزمية ليست على درجة عالية من الحساسية تجاه المعاملات الخوارزمية، أما بالنسبة لصورة وثيقة بحجم A4 جرى مسحها بمقدار٥٠ dpi كانت الخوارزمية المطروحة قادرة على كشف زاوية الميلان وتعيينها بدقة تصل إلى ٠,١ درجة في ٠,٤ ثانية من وقت وحدة المعالجة المركزية [Bin Yu & Anil K.,2003]

وطرح الباحث (Jaakko Sauvola) وزملاؤه نموذجاً يعمل على تحديد القيمة الذاتية وتعيينها لمصفوفة البيانات من خلال تقليل دقة إظهار الصورة أو تقليصها [Jaakko S. etal., 1999] .

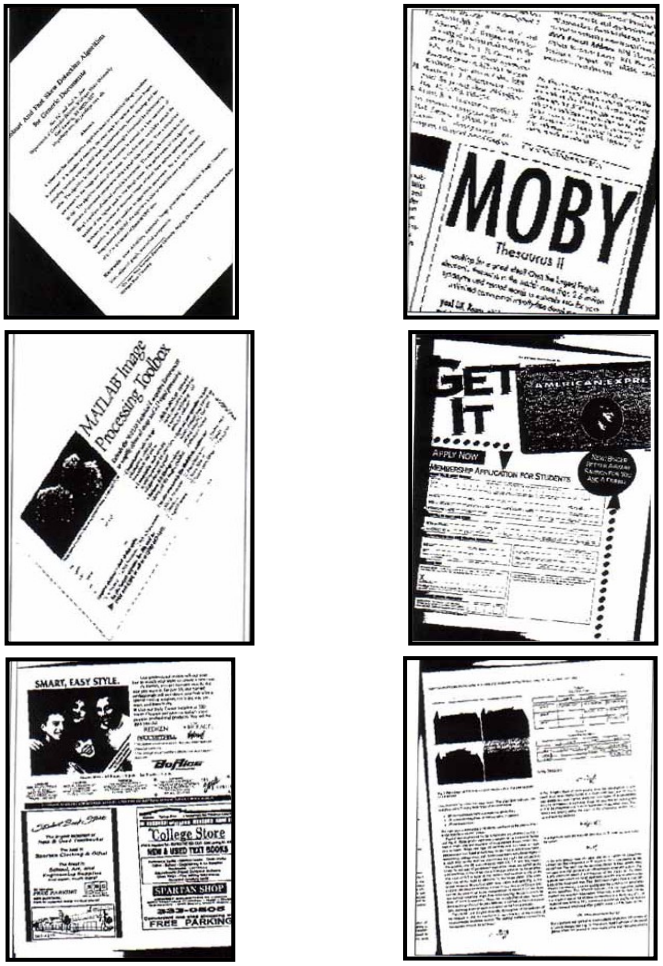
أما الباحث (Olegokun) فقد قدم أساليب عدة لكشف الميلان في هذا المجال إذ قام بدراسة طريقتين من الطرائق التي تستند الى تحويل هوف وطريقة واحدة لتجميع الصف النصي [Oleg okun etal., 1999].

وأخيراً فقد قدم الباحث (E. Kavallieratou) وزملاؤه خوارزمية لتقدير الميلان للوثائق المكتوبة يدوياً أو مطبوعة إذ تمتلك هذه الخوارزمية القدرة على تصحيح زوايا الميلان التي تتقارب من (– ٨٩ درجة لغاية + ٨٩ درجة) ليكشف بذلك الموقع الموجه الصحيح للصفحة وذلك من خلال إجراء بعض التعديلات والتغيرات، فضلاً عن ذلك فان هذه الخوارزمية قادرة أيضاً على معالجة الوثائق المكتوبة يدوياً بشكل ناجح حتى وان كانت تحوي على سطور نصية غير متوازية، [E. Kavallieratou etal., 2002].

٤– الوثائق النصية:

يتألف النص بشكل عام من مجموعة من خطوط وان كل خط من هذه الخطوط هو عبارة عن مجموعة من الخصائص والرموز والكلمات المتجاورة التي تكون وثيقة الصلة بعضها بالبعض، إذ إن التوجيه الثابت لخطوط النص في صفحة الوثيقة هو الذي يحدد زاوية الميلان لتلك الصفحة. [Peake G. & Tan T., 1997]

عادةً ما يكون الميلان في الوثيقة الأصلية مساوياً للصفر إذ إن خطوط النص المطبوعة أفقياً أو عمودياً هي خطوط موازية للحواف الخاصة بالورقة، ولكن عندما يتم إجراء مسح يدوي للصفحة أو استنساخها يدوياً فانه قد يحدث ميلاناً على مستوى الوثيقة مما يؤثر في برامجيات OCR تحليل النصوص وخوارزمياتها إذ تكون حافات النص غير متناسقة مع حافات الورقة وبذلك تصبح الورقة غير منظمة. [Rangacher K. etal, 2002] وكما في الشكل (١).



الشكل (١)

صور وأشكال لوثائق نصية متنوعة

٤-١ صور الوثائق النصية:

تتناول الكتابات الخاصة بهذا الموضوع كيفية تنظيم الوثائق الورقية بوساطة إدخالها آلياً عن طريق أجهزة الحاسبات ثم ترقيمها وحفظها واسترجاعها وهذا ما يدعى بمفهوم (تصوير الوثيقة)، إذ يتم في هذا الجانب تحويل صور الوثيقة الأصلية إلى شكل رقمي ذي دقة عالية وبشكل أكثر ملائمة من الوثائق الورقية وذلك لامتلاكه صفات عدة يتميز بها منها إمكانية إرساله بسهولة ومباشر عبر وسائل الاتصالات وإمكانية البحث عنه بشكل كفوء فضلاً عن ذلك وجود إمكانية لإعادة استنساخه من دون فقدان نوعيته أو تأثيره [النعيمي، ميسون، ٢٠٠٣].

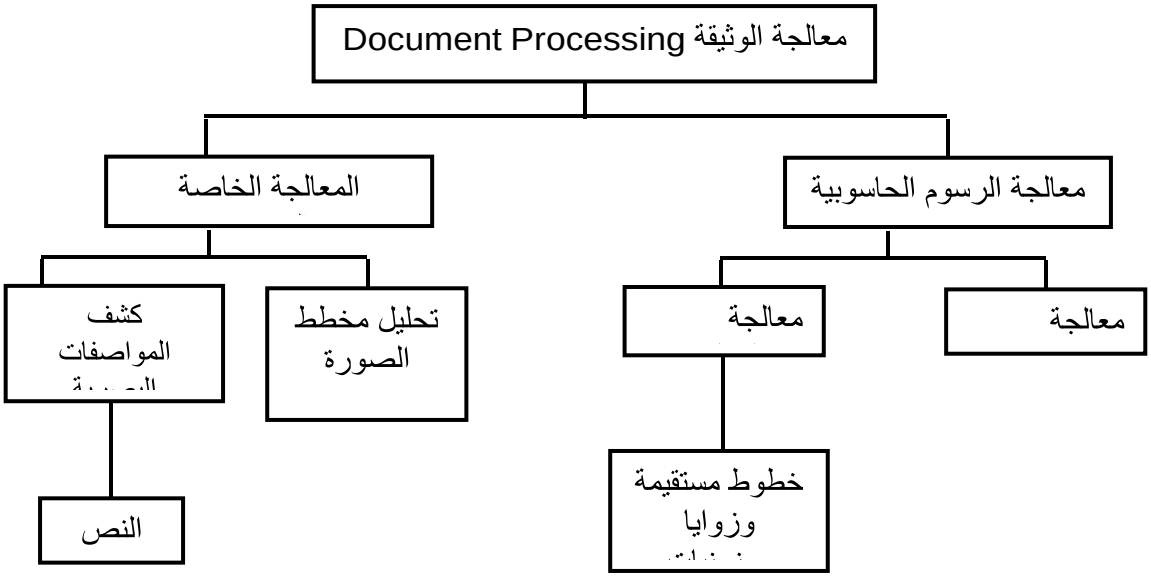
فالصورة الرقمية هي عبارة عن ترتيب مستطيل (في أغلب الأحيان) لعناصر الصورة (Pixels) إذ يتم تمييز تلك الصورة جزئياً بواسطة ارتفاعها (أي عدد الصفوف) وعرضها (عدد الأعمدة) وأن كل نقطة صورية (Pixel) في هذا الترتيب أو المصفوفة (Array) يمكن الحصول عليها من القيم المحددة أصلاً بنوع الصورة، غالباً ما تستخدم عندما يتم عرض الصور الوثائقية على شاشة الحاسوب أو على جهاز آخر قادر على إظهار اللون الرمادي، أو عندما تحتوي الصورة الوثائقية على أشكال وهي في واقع الحال صور ذات درجة لونية مستمرة خصوصاً إذا كانت الوثيقة قد جاءت أصلاً بوصفها صورة فوتوغرافية. [Bloomberg D. & Popat k., 2002]

٤-٢ خصائص الوثائق النصية:

تعرف صورة الوثيقة عادةً على أنها صورة تحتوي على عناصر تمثل رموز اللغة، إذ إن صور الوثائق المكتسبة عن طريق الماسح الضوئي في كثير من الحالات هي Binary التي تكون عادةً غنية بالمعلومات النصية. [Sargur, N. etal, 2001]

ويشير تحليل الصورة الوثائقية إلى الخوارزميات (Algorithms) والتقانات التي تطبق على الوثيقة للحصول على صيغ يمكن قراءتها حاسوبياً ، إن طريقة تحليل الصورة الوثائقية هي عبارة عن برامجيات كشف المواصفات البصرية OCR التي تكون قادرة على ملاحظة أو كشف المواصفات أو الخصائص في الوثيقة التي تم مسحها ضوئياً بواسطة Scanner، كما وأن هذه البرامجيات تجعل المستخدم لديه الإمكانية أن يحرر ويبحث في محتويات الوثيقة وأن الغاية أو الهدف من تحليل الصورة الوثائقية هي الكشف عن النص

وكذلك الرسوم الحاسوبية في صور الوثائق فضلاً عن استخلاص المعلومات المقصودة من قبل المستخدم، ويمكن تشخيص مجموعتين من تحليل الصور الوثائقية (كما في الشكل ٢) على وفق هرمية الحقول الثانوية لمعالجة الوثيقة.[Rangacher K. etal, 2002]



الشكل (٢)

أساليب (طرق) معالجة الوثائق

٤-٣ الميلان في الوثائق النصية:

لقد أصبحت مسألة معالجة صور الوثائق النصية ذات تقانة متزايدة الأهمية في تنظيم الأعمال المكتبية، إذ أصبحت أجهزة المسح الصوري (Scanners) للوثائق مثل أجهزة قراءة النصوص (Text Readers) ونظم التمييز البصري للحروف (OCR) من المكونات الرئيسة والضرورية لأي نظام مطلوب فيه انجاز هذه المهمات. [Pal U. & B. Chudhuri, 1996] وان إحدى المشكلات الجوهرية والمتكررة في هذا المجال هي عدم وضع الوثيقة النصية المراد قراءتها بشكل صحيح على أرضية جهاز الماسح الصوري مما

يؤدي إلى حصول بعض الميلان عندما يتم إجراء مسح وتظهر الصورة مائلة، وقد يحصل الميلان في زوايا الورق الذي يتم إدخاله إلى (جهاز تغذية الوثائق الأوتوماتيكي) وهذا الميلان عادةً ما لايتم إدراكه أو تحسسه، في حين نجد في حالة الماسح الذي يتم التعامل معه يدوياً حصول ميلان بمقدار درجة واحدة أو درجتين وهو أمر طبيعي ودائم الحدوث. [Avanindra & Subhasisc, 1997]

ويرى الباحثون أنّ هذه الميلان له تأثيره الضار على تحليل الوثائق النصية وعلى فهمها، لذلك فان الكشف عن ميلان الوثيقة والعمل على إزالة هذا الميلان (التعديل) يعد من الجوانب المهمة وذلك للأسباب الآتية: [Bloomberg D.& Popat K.,2002]

١. العمل على الحفاظ على المظهر الخاص بالوثيقة وأن أي ميلان يزيد على 0.25 درجة هو ميلان من الصعب جداً ملاحظته.
٢. من المهم إزالة الميلان إذا أردنا إجراء أي تحليل على الورقة، فاذا وجد ميلان وبشكل ملحوظ سيؤدي إلى تعقيد تحليل عناصر الورقة.
٣. ان وجود الميلان في الوثيقة قد يؤدي إلى سوء الاختصار وذلك لأن بعض المواصفات سيتم وضعها في فئات غير متجانسة وذلك بسبب الميلان .

٤-٤ تهيئة صور الوثائق:

غالباً ما تبدأ عملية تهيئة الصورة بادخالها إلى الحاسبة وذلك باستخدام إحدى وسائل إدخال الصورة كالكاميرات الرقمية التي تعمل على إدخال الوثائق بشكل صوري وأجهزة الماسح الضوئي إذ تعاني هذه الصور في بعض الأحيان من ظاهرة عدم الوضوح بسبب احتوائها على كمية من الضوضاء مما يستدعي إجراءات علاجية معينة لإزالة هذه التشوهات من الصورة بحيث تكون النتيجة أفضل وأكثر ملاءَمة من الصورة الأصلية على وفق الهدف المعين.[Gonzales, R.& Paulw, 1997]

أو إجراء المعالجات المطلوبة على الصورة لزيادة الفائدة منها [Ekstrom M., 1984] إذ تبرز هذه المعالجات من خلال الاعتماد على عدد من الأنظمة التي تستخدم لبعض أنواع المرشحات لتقليل الضوضاء من الصورة وذلك بتغيير شدة الكثافة اللونية (Intensity) في كل وحدة صورية (Pixel) من الصورة، أو قد تجري عمليات معالجة للصور باستخدام بعض العمليات الرياضية في بيانات الصورة التي تعتمد على تدويرها بزاوية معينة

أو إجراء عملية تصغير للصورة أو تكبيرها، فالهدف من هذه العمليات هو الحصول على صيغة أخرى ذات وضوحية أعلى للصورة. [Fischl & Schwartz, E., 1999]

٤-٥ إزالة الضوضاء من الوثائق النصية:

يمكن القول إنّ الضوضاء هي المعلومات التي لا تتناسب مع وجود النص المطلوب أو طبيعته [Umbaugh S., 1998] إذ يرى أكثر الباحثين أن النصوص المكتسبة من خلال الماسح الضوئي قد تتضمن معلومات غير مرغوب فيها (ضوضاء) مما يدفع الباحث إلى محاولة التخلص منها وتجاوز تأثيراتها السلبية قبل البدء بالمعالجة الصورية [السيف، خليل، ٢٠٠٢].

٤-٦ تجزئة الوثائق النصية:

تعد علمية تجزئة الصور من التقانات المهمة في العديد من تطبيقات المعالجات الصورية وفي مجال الحاسبات الإلكترونية لغرض تحويل الصورة الممسوحة اعتباطياً مثل الصحف والمجلات أو المقالات ... الخ إلى صيغة إلكترونية (Electronic Format) [Fisher R. et al, 2000] [Bloomberg D. & Popat K., 2002]، إذ تتضمن هذه العملية تجزئة الصور الثنائية أو تقطيعها إلى مجموعة من الأجزاء أو المقاطع التي تحمل صفات متشابهة والتي تكون متجانسة مع نفسها أو متباينة مع الأجزاء أو المقاطع الأخرى المجاورة لها، إذ تعتمد معظم خوارزميات تقطيع الصور على مفهومي التجانس والتباين للمعالم التي تحتويها الصور استناداً إلى القوام لتلك المعالم. وتعد عملية التقطيع أحد أكثر العناصر أهميةً في التحليل الآلي للصورة، إذ إن الأشكال أو المكونات الأخرى موضع الاهتمام سوف يتم استخلاصها من الصورة في هذه المرحلة[Gonzalez R. & Paul W., 1997].

إن الهدف الأساس من عملية التقطيع هو ايجاد مناطق تمثل مقاطع أو أجزاء ذات معنى يدل على تلك المقاطع [Patrick C. etal, 2000] كما يمكن أن يحدث التقسيم عند مستويين أساسين:

- **المستوى الأول:** عندما تضم الوثيقة على كل من النص والرسوم الحاسوبية فانه يتم فصل هذه عن بعضها بمعالجتها لاحقاً وبعدة طرق.
- **المستوى الثاني:** يحدث فيه إجراء التقسيم على كل من النص (Text) والرسوم الحاسوبية، فعملية تقسيم النص تحدث بتحديد مواقع الفقرات والكلمات

والخصائص. أما عند إجراء التقسيم على الرسوم الحاسوبية فانه سيتضمن عادةً فصل بعض مكونات الرموز والخطوط عن البعض الآخر.

فضلاً عما تقدم من مشاكل فان مشكلة التشويش في الصورة بسبب الماسح الضوئي هي أيضاً من المشاكل المهمة في هذا المجال والذي يمكن السيطرة عليه من خلال المعالجات الأولية وأخيراً مشكلة نوعية الارتباط بين الأجزاء التي تحل بتعريف الارتباط بدقة. [Scott E., 1998]

ومن الجدير بالذكر بأنه لا توجد عملية تقطيع ثابتة تطبق على الصور جميعها إذ يتم اختيار نوع التقطيع بالاعتماد على مجال التطبيق، وأن نجاح هذه التقانة يعتمد أساساً على المواصفات المتوافرة في الصورة وحسب ما حدده الباحث. [العبيدي، سندس، ٢٠٠١].

٥ – تحويل رادون

لاشك في أنه يمكن القول إن تحويل رادون هو أحد الأساليب المهمة في تشخيص الخطوط المستقيمة والمنحنيات أو اكتشافها ، إذ طرحت فكرته لأول مرة في عام ١٩١٧ من الباحث (J. Radon) ومن خلال المعادلات الرياضية التالية والتي جعلت من تحويل رادون عنصراً أساسياً في إعادة تكوين الصور والخرائط والتي يمكن تعريفها رياضياً كما يأتي:

$$R(p,t)[f(x,y)] = \int_{-\infty}^{\infty} f(x,t+px)dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(x,y)\delta\,[y-(t+px)]dy\;dx$$

$$\equiv U\;(p,t)$$

p = ميل الخط

t = متجه الخط

وازداد اهتمام بعض الباحثين به لقابليته على تحويل الصورة الثنائية الأبعاد الحاوية على المعالم ذات الأجزاء الخطية إلى فضاء من الخطوط المحتملة إذ يمكن الحصول

على نقطة لامعة (Peak) أو قيمة عظمى مقابل كل خط مستقيم تحويه هذا الصورة وهذا أدى إلى إمكانية إجراء تطبيقات واسعة لاستخلاص معالم الخطوط المستقيمة في المعالجات الصورية.[Koen D. etal, 1998]

وتؤكد الدراسات في هذا المجال أن الصيغة الرياضية العامة لوصف خواص الخطوط المستقيمة تتمثل بالمعادلة الآتية:

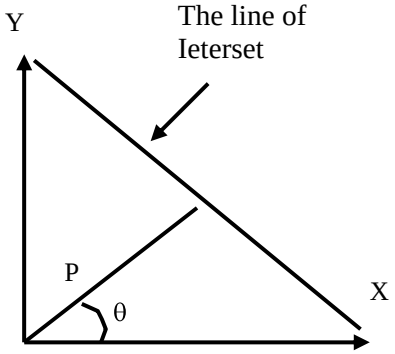
$$P = X * Cos(\theta) + Y * sin(\theta)$$

إذ إن:

P: هي البعد العمودي للخط المستقيم عن مركز الصورة (نقطة الأصل).

θ: هي زاوية ميل الخط المتعامد مع الخط المستقيم المار بنقطة الأصل.

X,Y: تمثل إحداثيات نقاط الخط المستقيم.



الشكل (3)

وصف لإحداثيات قيم خط مستقيم في فضاء رادون

من خلال تحليل المعادلة اعلاه تبين أن تحليل رادون لمجموعة من الحدود (P, θ) هو عبارة عن الخط المتمم للصورة $g(X,Y)$ ، إذ إن موقع هذا الخط يقابل قيمة (P, θ)، وكما يتضح بالمعادلة الآتية: [Toft P., 1996]

$$\hat{g}(p,\theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x,y)\delta(p - xCos\theta - y\sin\theta)dxdy$$

أو من خلال التعبير الآتي:

$$\hat{g}(p,\theta) = \int_{-\infty}^{\infty} g(p\cos\theta - s \sin\theta, p\sin\theta + s \cos\theta)ds$$

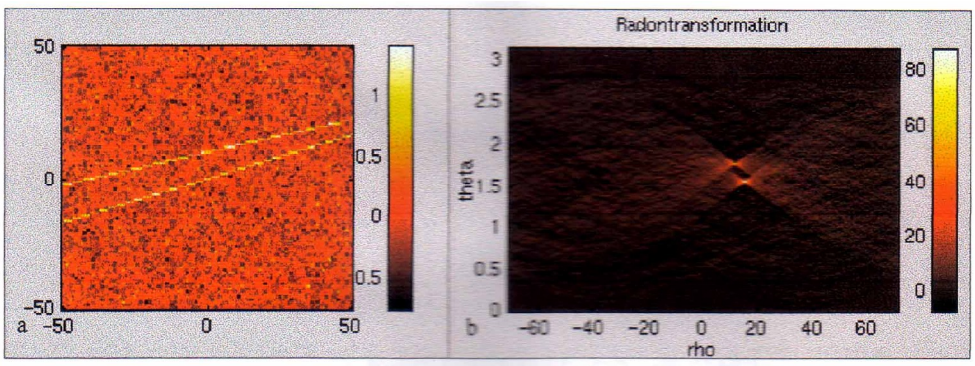
إذ أن:

X: يمثل الاحداثي السيني للنقطة الصورية.

Y: يمثل الاحداثي الصادي للنقطة الصورية.

g (X, Y): تمثل دالة ثنائية البعد تمثل شدة إضاءة النقاط الصورية.

ومن خلال المعادلات أعلاه يمكن تحويل أية صورة تتضمن خطوطاً مستقيمة إلى تحويل رادون، وهذا ما يتضح في الشكل (٤) إذ إن النقطتين اللامعتين البارزتين في الشكل يمثلان مواقع الخطوط المستقيمة في الصورة الأصلية إذ إن كل نقطة لامعة تمثل خطاً مستقيماً واحداً في الصورة الأصلية.



الشكل (٤)

تحويل رادون في صورة ذات خطين مستقيمين

a: صورة تتضمن خطين مستقيمين

b: طيف تلك الخطوط بعد تطبيق تحويل رادون عليها

٦- الخوارزمية المعتمدة :

٦-١ خطوات تنفيذ الخوارزمية :

الخطوة الأولى: في هذه المرحلة يتم اكتساب الصورة ومن ثم خزنها في ملف صوري على هيئة (BMP) وذلك لكونها خالية من الكبس وتعطي وصفاً كاملاً لمحتويات الصورة.

الخطوة الثانية: يتم من خلال هذه المرحلة عملية المعالجة الأولى للصورة إذ تجري عليها بعض المعالجات الأولية كإزالة قسم من الضوضاء الذي يعترض الوثيقة النصية وكذلك معالجة حجم تلك الوثيقة التي قد تكون ذات قياس عالٍ جداً مما يؤثر في سرعة الخوارزمية وكذلك إطالة في خطوات تنفيذها ومن ثم يتم عكس للصورة بأخذ الـInverse لها.

الخطوة الثالثة: في هذه المرحلة تتم عملية إزالة الإطار غير المكتوب من الصورة (عملية إزالة الحافات) وهذا يميل على تقليص حجم الصورة وإزالة ما يزيد عن (٢٠٪) من حجمها مما يساعد على تسريع أداء الخوارزمية وكذلك التقليل من نسبة الخطأ الذي قد يرافق عملية التنفيذ.

الخطوة الرابعة: في هذه المرحلة تعمل الخوارزمية على استخلاص مقطع واحد من الصورة النصية وذلك لكون أي مقطع يقع تحت زاوية الانحراف نفسها الذي تتعرض له الوثيقة بشكل كامل إذ تتم عملية استخلاص المقطع على وفق الخطوات الآتية:-

١- اعتماد المدرج التكراري (Histogram) الجانبي للصورة.

٢- البحث عن فترات الانقطاع.

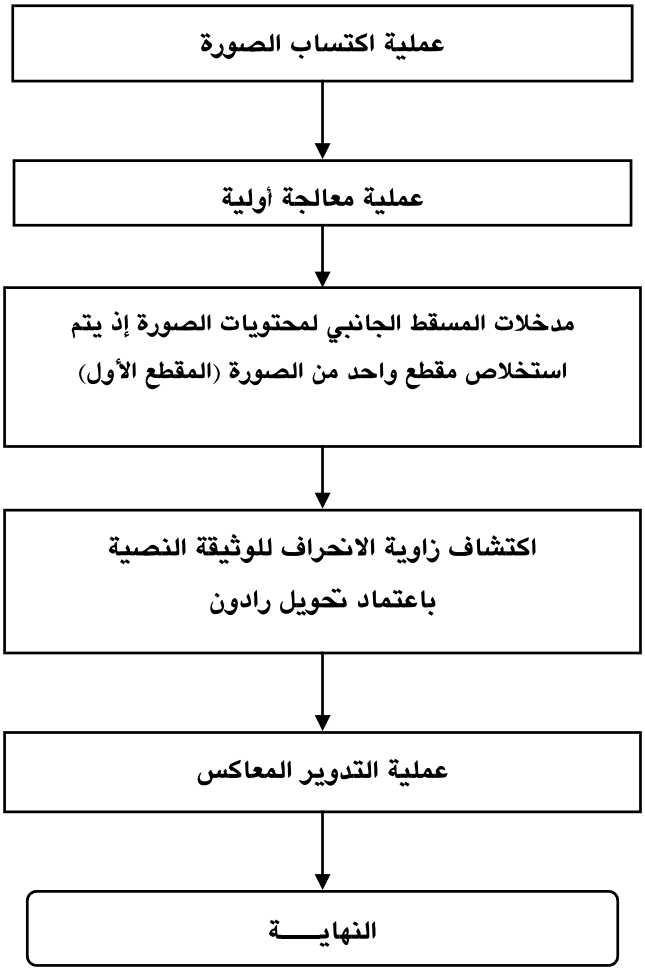
٣- تحديد بداية المقطع المطلوب ونهايته.

الخطوة الخامسة: في هذه الخطوة تعمل الخوارزمية على تحويل المقطع الذي تم استخلاصه من الخطوة السابقة إلى تحويل (Radon) الذي يستنتج منه كون المقطع الذي اعتمد يتكون من مجموعة كبيرة من الخطوط المستقيمة المتوازية التي تميل بزاوية انحراف الوثيقة، إذ يتم الحصول على زاوية تقريبية عن مقدار زاوية الانحراف.

الخطوة السادسة: عند هذه المرحلة يتم تدوير الصورة باتجاه معاكس لزاوية الانحراف التي تم الحصول عليها من الخطوات السابقة لينتج من التدوير وثيقة نصية قد تحتوي على جزء يسير من الانحراف.

٦-٢ المخطط الصندوقي لخطوات تنفيذ الخوارزمية:-

الشكل(٥) يقدم توضيحا للمخطط الصندوقي لخطوات الخوارزمية التي تم تطبيقها في البحث



الشكل (٥)

المخطط الصندوقي للخوارزمية المقترحة

٧- الاستنتاجات:

استناداً إلى النتائج التي تم الحصول عليها ومن خلال تطبيق الخوارزمية المقترحة على أمثلة واقعية حقيقية وكما هو واضح في ملحق البحث تبين:

١. أن تحويل رادون لغرض اكتشاف زاوية الميلان يعطي نتائج قريبة من زاوية الميلان الحقيقية للصورة.

٢. ان اقتطاع مقطع من أجزاء الوثيقة يؤدي إلى اختزال كبير في الوقت المستغرق لتنفيذ الخوارزمية.

٣. ان احتواء صورة الوثيقة على أجزاء غير نصية (صور وأشكال) لا تؤثر على دقة حساب زاوية الميلان .

٤. ان حجم المقطع المعتمد يتناسب طردياً مع الوقت المستغرق لتنفيذ الخوارزمية المقترحة، إذ تبين أن سرعة تنفيذ الخوارزمية يكون عالياً جداً مع المقاطع الصغيرة والعكس صحيح.

٥. ان خطوة إزالة الحافات من صورة الوثيقة النصية كان لها تأثير ايجابي في حجم الصورة، إذ أدت هذه الخطوة إلى اختزال كبير في الحجم مما سهل وسرع عملية التنفيذ.

٨- العمل المستقبلي:

ان الخوارزمية المعتمدة في البحث يمكن الاعتماد عليها مستقبلاً مع الخطوات المقترحة الآتية:

١. ان اعتماد الخوارزمية المقترحة والتي تضمنت استخدام تحويل رادون لاكتشاف زاوية الميلان يمكن إضافته بوصفه أسلوباً آخر من أساليب تمييز الحروف بصرياً لأجل قراءة صور النصوص.

٢. بالإمكان الاعتماد على الأفكار نفسها والتي تم تطبيقها في الخوارزمية المطبقة على الأجهزة والمعدات المستخدمة في أجهزة (Roberts) عند استخدام كاميرات فيدوية لأجل الحصول على صور قريبة من واقع الحال التي هي عليه وذلك لأجل تمييز الأشياء.

المصادر

اولا: العربية

١. العبيدي، سندس خليل إبراهيم، (٢٠٠١)، "**خوارزمية اكتشاف الخط المستقيم في الصور الثنائية**"، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل/ العراق.

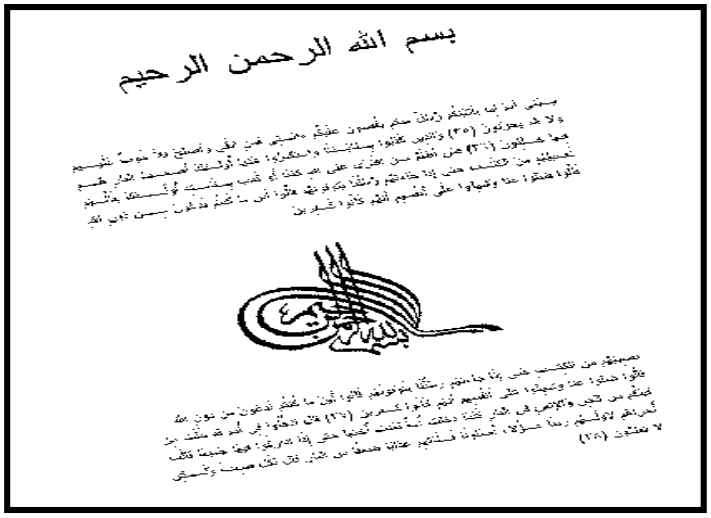
٢. النعيمي، ميسون خضر ياسين، (٢٠٠٣)، "كبس صور الوثائق النصية العربية"، رسالة ماجستير (غير منشورة)/ قسم علوم الحاسبات/ كلية علوم الحاسبات والرياضيات/ جامعة الموصل/العراق

ثانيا: الاجنبية

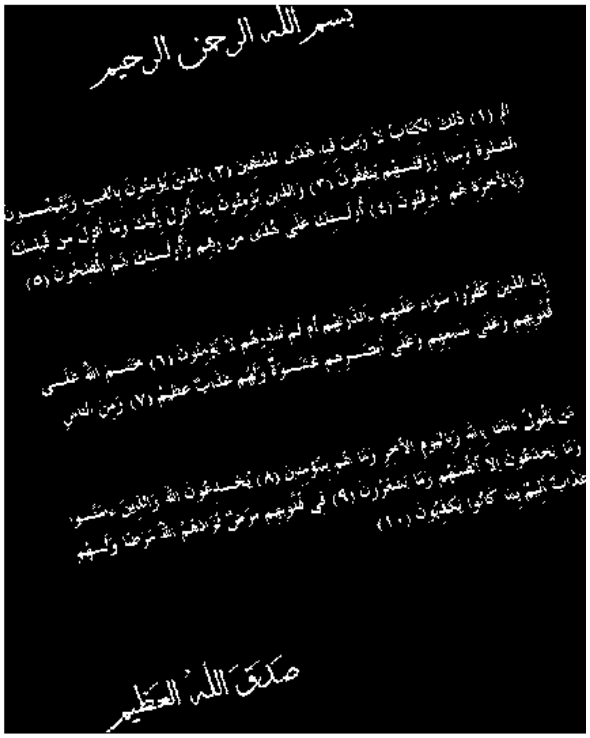
1) Avanindra and Subhasis C., (1997), *Robust Detection of skew in Document Images*, Transactions on Image processing Vol.6, No.2, February, PP.75-82.
2) Bin Yu and Anil k. Jain, (2003), *A Robust and Fast Skew Detection Algorithm for Generic Documents*, Email: binyu@cps.msu.edu.
3) Bloomberg, D. & Popat, K., (2002), *EE292B Supplementary Notes: Document Image Analysis*, IJDAR (**I**nternational **J**ournal on **D**ocument **A**nalysis and **R**ecognition), No.1, September, PP.117-124.
4) David Doermann, (1998), *The Indexing and Retrieval of Document Images: A survey*, center for automation research, February, University of Maryland.
5) E. Kavallieratou etal, (2002), *Skew angle estimation for printed and hand written documents using the wigner-ville distribution Image and Vision computing*, Vol. 20, No. 11, PP.813-824.
6) Fischl, B. & Schwartz, E., (1999), *Adaptive Nonlocal Filtering A Fast Alternative to Anisotropic Diffusion for Image Enhancement*, IEEE Transactions on pattern Analysis and Maching Intelligence, Vol.21, No.1 PP. 42-48.
7) Fisher R. et al, (2000), *Image Processing Learning Resource*, $HIPR_2$, Explore with JAVA. http: //www. dai.ed.uk/HIPR/ copyrght.htm.
8) G. Thoma and D.X.Le, (1993), *Document Skew Angle Detection Algorithm*, Visual Information Processing, Vol. 19, No. 4, April, PP.251-262.
9) Gonzales, R. & Paul W., (1997), *Digital Image Processing*, Addition-Wesley publishing company, Inc., U.S.A.
10) Jaakko Sauvola etal, (1999), *Document Skew estimation without angle range restriction*, IJDAR (**I**nternational **J**ournal on **D**ocument **A**nalysis and **R**ecognition), Springer, No.2, PP.132-144.
11) Matti Pietikainen et al, (1997), *Robust Document skew Detection Based on Line Extraction*, E-mail: {oleg,mkp,jjs}@ee.oulu.fi

12) Oleg Okun etal, (1999), *Large-scale Experiments with skew Detection Techniques* , IJDAR (**I**nternational **J**ournal on **D**ocument **A**nalysis and **R**ecognition), No.2, PP.166-172.
13) Pal.u and B.B chudhuri, (1996), *An improved document skew angle estimation technique: pattern Recognition Letters 17*, Indian Statistical Institute, Kolkatta, India, PP.899-904.
14) Patrick c. etal, (2000), *Genetic Segmentation Algorithm for Image Data steams and videos proceedings of GECCO*. Email: lastmame@pal.yerox.com
15) Peake, G & Tan, T., (1997), *A General Algorithm for Document Skew Angle Estimation*, IEEE International Conference on Image Processing, Vol.2, PP. 230-233.
16) Sargur, N.S., etal, (2001), *Document Image Understanding*, http://www. cedar.buffalo.edu /publications/techrobs/survy/survey.htm.
17) Scott E., (1998), *Computer Vision & Image Processing*, Ph.D. Thesis, Computer Department, Michigan, State University, PP.77-85.
18) Thomas k. et al, (1999), *Independent Components in Text*, International Conference on Image Processing, Vol.3, PP.115-123.

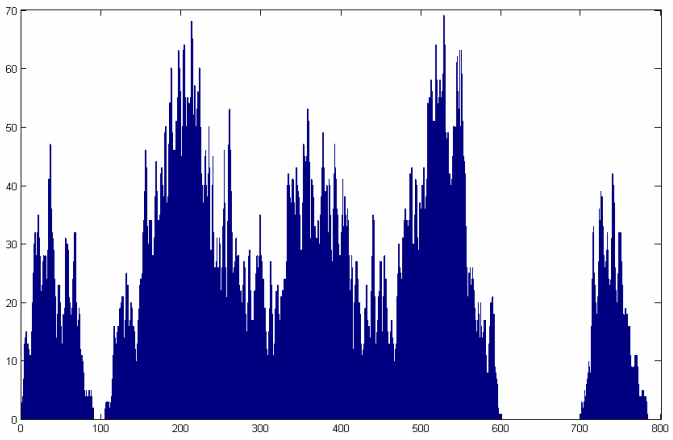
(ملحق البحث)



الصورة الثانية بعد أخذ معكوسها

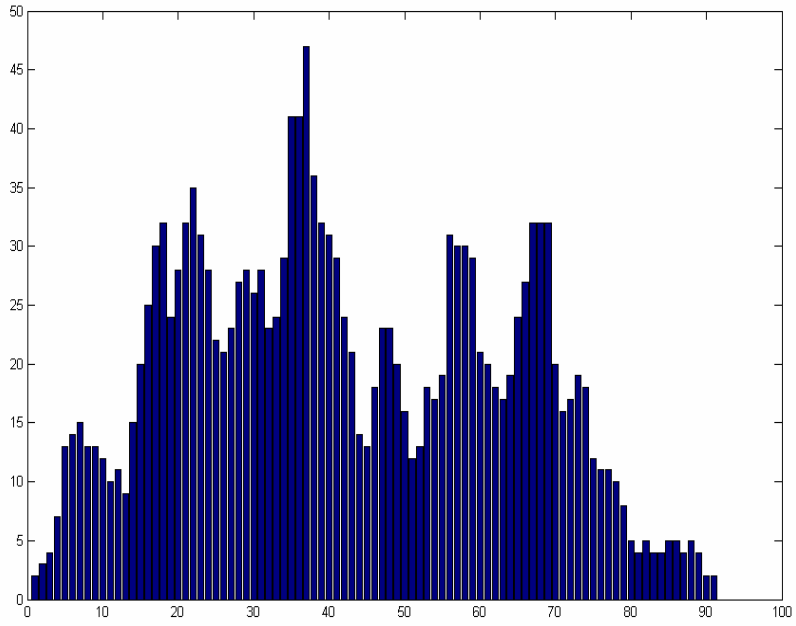


الصورة الثانية بعد اختزال الأسطر الفارغة منها

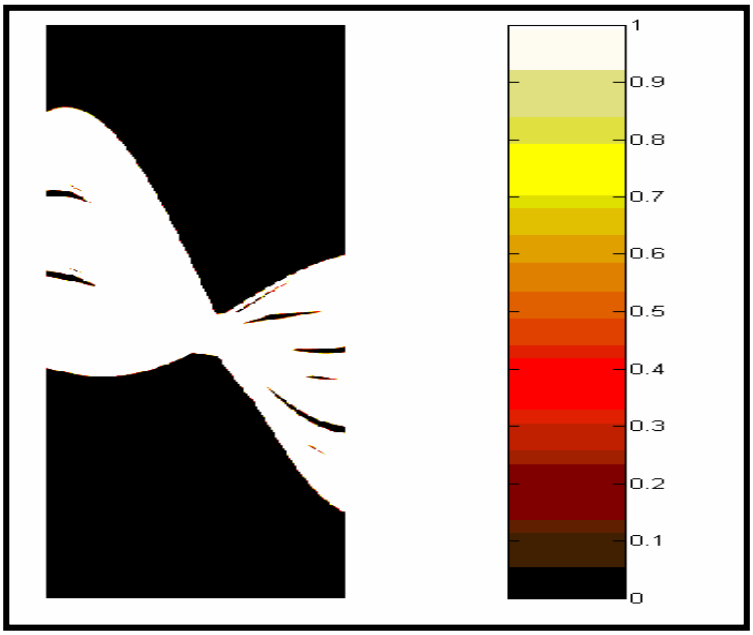


المدرج التكراري للصورة المختزلة الثانية

اقتطاع المقطع الأول من الصورة الثانية



المدرج التكراري للمقطع الأول من الصورة الثانية



تحويل رادون للمقطع الذي تم الحصول عليه من الصورة الثانية

الصورة الثانية بعد تعديل الزاوية

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.