



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة المدنية

قسم الطبوغرافيا

# استخلاص السمات الجغرافية ذات الطبيعة الخاصة من الصور الفضائية بطريقة التجزئة

رسالة أعدت استكمالاً لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية (قسم الهندسة الطبوغرافية)

إعداد المهندس

طارق اسماعيل اسماعيل

المشرف المشارك

الدكتور المهندس أنور الصيفي

الأستاذ المساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية

بكلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق

العام الدراسي 2014

المشرف

الدكتور المهندس محمد العبدالله

المدرس في قسم الهندسة الطبوغرافية

بكلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق





الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة المدنية

قسم الطبوغرافيا

## استخلاص السمات الجغرافية ذات الطبيعة الخاصة من الصور الفضائية بطريقة التجزئة

رسالة أعدت استكمالاً لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية (قسم الهندسة الطبوغرافية)

إعداد المهندس

طارق اسماعيل اسماعيل

المشرف المشارك

الدكتور المهندس أنور الصيفي

الأستاذ المساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية

بكلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق

المشرف

الدكتور المهندس محمد العبدالله

المدرس في قسم الهندسة الطبوغرافية

بكلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق

أعضاء لجنة الحكم

الدكتور المهندس : عبد الرزاق عجاج

الدكتور المهندس : محمد العبدالله

الدكتور المهندس : مجد الشوا

## شكراً

إلى أستاذي الكريمه : د. أنور صيفي و د. محمد العبدلله عربون محبة و تقدير

إلى أحبتي : الادي و والدتي ..حبيبيتي . أخي و أختي الذين كانوا معي دائما"

إلى أصدقائي : الذين أحبوني و أحببتهم و تمنوا لي الخير وساعدوني .....

# **الفصل الأول**

## 1-1 أهداف البحث

في موضوع معالجة الصور ونظرا لاختلاف الطرق وتفاوت نسب نجاحها حسب نوعية الصورة وجودتها والهدف من الدراسة، فإن هذا البحث يهدف إلى شرح العديد من الطرق المختلفة والخوارزميات في موضوع تجزئة الصور Image Segmentation وكذلك تحري الأهداف واستخلاص العناصر والسمات المطلوب دراستها في الصور الرقمية.

وهكذا يستطيع الباحث اختيار طرق المعالجة المناسبة للصورة التي يريد استخلاص المعلومات منها وتوضيحها وفهمها بشكل صحيح.

## 2-1 أهمية البحث

إن بحوث الرؤية الحاسوبية Computer Vision والمعالجة الصورية Image Processing تستخدم أفضل الأساليب للحصول على مشاهدات مختلفة لنفس الصورة لتساعدنا على تجاوز محتوياتها إلى معناها فبدلاً من اعتمادنا على العناصر الصورية فقط أصبحنا نعتمد على عمليات تحليل عالية المستوى تمثلت باستخدام أساليب الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligent ودراسة العلاقة بين العناصر الأصلية للصورة وبيئتها المحيطة بها ، ومن هنا تبرز أهمية دراسة الصورة التي تلتقط لعدة أغراض كأن تستخدم في الدراسات الجيولوجية والاستكشافات الفلكية والفحوص الطبية والبحوث الزراعية والصناعية والاستكشافات العسكرية، والبت تلفزيوني بوساطة القمر الاصطناعي...إلخ .

حيث إن معالجة الصور تساعدنا على تحويل بيانات الصورة إلى عمليات رياضية بغرض الحصول على أكبر قدر من المعلومات داخل الصورة.

وتبرز أهمية هذا البحث في مساعدة الباحثين في هذا المجال في توضيح أكبر قدر ممكن من الطرق وأساليب التجزئة والتصنيف ، والمساهمة في إغناء المكتبة العربية وذلك لقلّة المراجع العربية الإختصاصية في هذا الموضوع وقلّة المستفيدين في مجال الهندسة المدنية الصرفة .

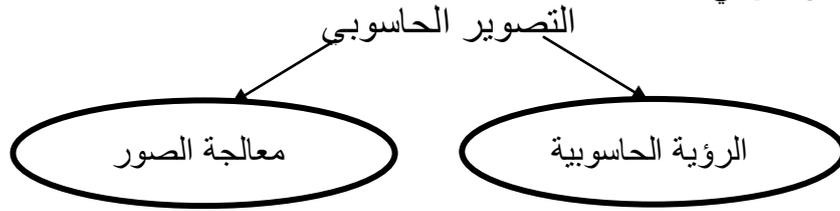
### 1-3 تعريفات ومصطلحات

**التصوير الحاسوبي (Computer Imaging) :** التصوير الحاسوبي هو عملية نقل الصور والمعلومات على شكل صور رقمية بحيث يتمكن المُستَقِيل لها من رؤيتها وفهم مضامينها ، وأن التعامل بالصور الرقمية يعني التعامل بكم كبير وهائل من المعلومات .

وبشكل بسيط التصوير الحاسوبي ينقسم إلى :

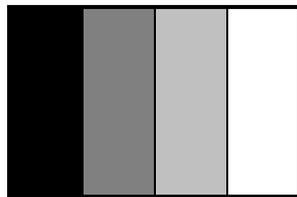
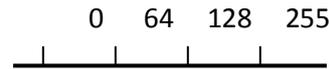
1- الرؤية الحاسوبية Computer Vision 2- معالجة الصور Image Processing

وكما هو مبين في المخطط



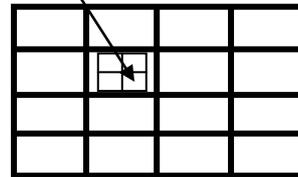
الشكل (1-1)

**الصور الرقمية (Digital Images) :** الصورة الرقمية عبارة عن مصفوفة نقاط مرتبة بشكل أعمدة وأسطر وكل نقطة من نقاط الصورة الرقمية تسمى بـ (Pixel)، وهي تعد أصغر جزء في الصورة الرقمية، ويمكن تحديد هذه النقطة ضمن الصورة الرقمية بواسطة نظام الإحداثيات  $X, Y$  كما هو مبين في الشكل الأول . كما أن لكل نقطة من نقاط الصورة قيمة عددية تمثل الدرجة اللونية لهذه النقطة وتتراوح الدرجة اللونية بين الصفر الذي يمثل اللون الأسود وبين قيمة عظمى تمثل اللون الأبيض يمثل التدرج الرمادي الذي يتراوح بين الصفر للون الأسود وبين 255 للون الأبيض كما هو موضح بالشكل (2-1) الثاني



ابيض رمادي رمادي اسود

العنصر الصوري (2,2)



التدرج الرمادي للصورة

الشكل (2-1) إحداثيات نقطة ضمن الصورة

**الصورة ( Image ) :** هي تسجيل وتمثيل المعلومات مرئياً، حيث يتم تسجيل المعلومات في المشاهد الصورية عن طريق الاختلافات في شدة الإضاءة واللون، وعلى الرغم من أن المشاهد هي ثلاثية الأبعاد فإن صورة المشاهد ثنائية الأبعاد.

ترمز الصورة إلى دالة شدة الإضاءة الثنائية الأبعاد  $f(x, y)$  حيث  $(x, y)$  يمثلان الإحداثيات الحيزية (Spatial Coordinates) وقيمة  $f$  عند أي نقطة  $(x, y)$  تعطي كثافة (معان) الصورة عند تلك النقطة، يمكن أن تعد الصورة الرقمية كمصفوفة يحدد دليلي صفها وعمودها مكان النقطة في الصورة، كما مبين في المعادلة التالية حيث إن كل عنصر من المصفوفة هو كمية منفصلة .

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & . & . & . & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & . & . & . & f(1, N-1) \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & . & . & . & f(N-1, N-1) \end{bmatrix} \quad \text{المعادلة (1-1)}$$

الجانب الأيمن من المعادلة يمثل الصورة الرقمية (Digital Image) في حين كل عنصر في المصفوفة يرمز إليه بـ (عنصر الصورة) Image Pixel.

**قيم الإضاءة ( Brightness-Value ) :** مجموعة شدة الإضاءة الخاصة بالصورة المخزونة والتي تمثل كل منها كمية الضوء المنعكس والمسجل لوحدة صورية معينة.

**الكثافة ( Density ) :** كمية الضوء الساقط على جسم معين ( موقع معين ) في الصورة المدروسة .

**الكثافة النقطية ( Resolution Point ) :** الكثافة النقطية تمثل الميزة الأهم في الكاميرا الرقمية ، و عدد العناصر الصورية Pixels على الرقائق الضوئية تشكل ما يعرف بالكثافة النقطية وتعطى ببعدين (طول×

عرض) مثل 1200x1800 عنصر صوري أو المجموع العام للعناصر الصورية على الرقاقة . فعلى سبيل المثال 3.3 مليون عنصر صوري Mega Pixles ، وهذا الرقم يعني أن الرقاقة قادرة على تمييز مجموعة من 3.3 مليون نقطة مختلفة في الموضوع المصور ، وأن هذه الكثافة النقطية التي نتحدث عنها هي الكثافة الحقيقية للرقاقة الضوئية ، والكثافة النقطية الناتجة عن المعالجة البرمجية لبيانات الرقاقة تدعى كثافة التسجيل Recording Resolution

**الترشيح أو التنقية ( Filtering )** : مجموعة الأساليب والطرق التي يمكن بواسطتها القيام بعمليات تحسين الصورة والخاصة بإجراء عمليات الفصل الكامل للحدود الممتلئة للأشكال الصورية في داخل الصورة المدروسة.

**النقطة الصورية ( Image pixel )** : كل نقطة صغيرة في الصورة تمثل رقماً في مصفوفة الصورة الرقمية يطلق عليها Image element أو Picture element أو Pixels إلا أن الاصطلاح الأخير هو الأكثر شيوعاً.

ولكل نقطة صورية قيمة وموقع في الصورة يحدد بالإحداثيات الحيزية  $(x, y)$  ، حيث إن  $x$  تمثل محور الصفوف و  $y$  يمثل محور الأعمدة، أن أقل رقم يمكن أن يأخذه العنصر الصوري هو الصفر، وأعلى رقم يعتمد على كيفية خزن ذلك الرقم اعتماداً على النظام اللوني، إذ إن الصياغات المختلفة تعطي أرقاماً مختلفة يعتمد على نوعية الصورة.

**القرميدة ( Tile )** : عند تقسيم صورة ما إلى مجموعة من القراميد المربعة والمتداخلة فإن المستوى الأول في التجزئة يسمى بـ AI-Tile

**المنطقة ( Region )** : وهي الناشئة من الحالة التي نجد فيها القراميد غير متماثلة فنقوم بتقسيمها إلى أربع مناطق مربعة متساوية الحجم.

**الربيع ( Quadrant )** : الأساسيات التي تؤلف أي منطقة ، أي أن كل منطقة نجدها غير متماثلة تقسم إلى أربع مناطق مربعة تربيعية.

**الجزء ( Segment )** : إن ناتج عملية تجميع الربيعات هو الجزء .

**تمثيل الصور ( Image Representation )** : الصورة الرقمية يتم تمثيلها بمصفوفة ثنائية البعدين ، كما أن قيمة العناصر الصورية للمصفوفة تمثل شدة إضاءة الصورة عند تلك النقطة.

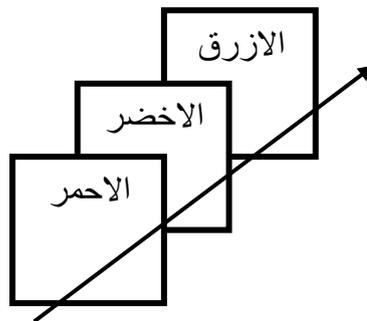
**الصور الثنائية ( Binary Image )** : وهي أبسط أنواع الصور تأخذ قيمتين فقط (1,0) أي إما (أسود أو أبيض) يتم تمثيل الصور الثنائية بـ (1 bit/pixel) أي وحدة تخزينية واحدة فقط لكل نقطة صورية، بشكل عام يستخدم هذا النوع من الصور في تطبيقات التصوير الحاسوبي (Computer Vision) عندما تكون المعلومات المطلوبة لاسيما بالشكل العام General Shap للجسم أو بالحدود فقط Out Line .

**الصورة الرمادية ( Gray-Scale Image )** : يشار للصورة الرمادية بصورة أحادية اللون فهي تحتوي معلومات عن شدة الإضاءة فقط (من دون أي معلومة حول اللون)، وعدد الوحدات التخزينية المستخدمة لتمثيل كل نقطة صورية تختلف حسب اختلاف شدة الإضاءة المتوفرة، ويمكن أن تمثل النقطة الصورية لغاية 8 وحدات تخزينية لكل عنصر صوري وذلك يعني أن للصورة 256 درجة إضاءة تتراوح بين (0-255) .

فالمصور الطبيعية تتكون من مزيج من الألوان الأحمر Red ويرمز له بـ R والأخضر Green ويرمز له بـ G والأزرق Blue ويرمز له بـ B فعندما تتساوى هذه الألوان بمزيج واحد يتكون اللون الرمادي .

و عندما يكون  $R = G = B = 0$  نحصل على اللون الأسود القاتم وعندما  $G = B = 255$  نحصل على اللون الأبيض النقي وما بينهما يكون اللون الرمادي بدرجاته المختلفة .

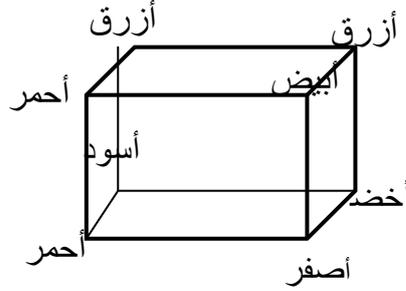
**الصور الملونة ( Color Image )** : نموذج الصور الملونة يتكون من ثلاثة حزم Bands ضوئية لبيانات صور أحادية اللون Monochrome والحزمة عبارة عن الصورة الإنفرادية للمشاهد إذ إن مجموع الصور الإنفرادية Bands تكون الصورة ( The Image ) وإن كل حزمة من البيانات تناظر لونا "مختلفا"، والمعلومات الحقيقية المخزونة في البيانات الرقمية هي معلومات الإضاءة Brightness لكل حزمة عندما تعرض الصورة . وإن معلومات الإضاءة المناظرة تعرض في الكاشف الضوئي Scannar بواسطة عناصر الصورة التي تناظر إنبعاث الطاقة الضوئية للون الخاص بها عمليا . كما أن الصور الملونة تتمثل بالألوان الأحمر و الأخضر والأزرق أو تسمى النموذج R G B تستخدم 8-bit أحادية اللون القياسية للنموذج، والصورة الملونة المناظرة يكون لها 24-bit لكل ثلاثة حزم ملونة (أحمر-أخضر-أزرق) موجة العنصر الصوري الملون يتكون من مجموع قيم العناصر الصورية الأحمر والأخضر والأزرق (R، G، B) عند إحداثيات صف/عمود العنصر (x,y) والمعروضة في الشكل.



موجه العنصر الصوري الملون (R، G، B)

الشكل (3-1) يمثل إحداثيات موجه العنصر الصوري الملون

كما أن نموذج مجال اللون يمكن اشتقاقه من فكرة أن الألوان تشكل بإضافة كمية مختلفة من اللون الأحمر والأخضر والأزرق والشكل التالي يمثل التمثيل الهندسي لمكعب نموذج R G B.



الشكل (4-1) يمثل التمثيل الهندسي لمكعب اللون الأحمر-الأخضر-الأزرق

حيث نلاحظ من الشكل أعلاه أن نقطة الأصل هي التقاطع الرأسي للمكعب ، ( ويؤشر اللون الأسود) في حين المحاور هي أحمر وأصفر وأخضر وأزرق وأسود . إن اللون هو للتحديد المعطى للإحداثيات على طول هذه المحاور الثلاثة ، وهذه الإحداثيات هي الحدود الثلاثية R.G.B.

وفيما يلي جمع الألوان في مركبات لون عنصر الصورة وما ينتج عنه وعلى سبيل المثال جمع  $R = 225$  ،  $G = 0$  ،  $B = 255$  فإنه يعطي اللون الأحمر المزرق Magenta كما نرى في الجدول:

التسلسل	اللون	الأحمر	الأخضر	الأزرق
1	الأسود	0	0	0
2	الأبيض	255	255	255
3	الأحمر الفاتح	0	0	255
4	الأحمر الغامق	0	0	128
5	الأحمر المزرق الفاتح	255	0	255
6	الرمادي المعتدل	128	128	128

جدول يمثل نموذجاً "لنتائج جمع الألوان الأولية"

**الصورة المتعددة الأطياف ( Multispectral Image )** : وهي تلك الصور التي تكون خارج مدى استقبال عين الإنسان للصورة، فقد تحتوي الصورة على ألوان تحت الحمراء أو فوق البنفسجية أو أشعة X أو إشعاعات الرادار وغيرها. وإن معلومات الصور المتعددة الأطياف تمثل مرئياً عن طريق توافق الحزم الطبيعية المختلفة للحزمة الضوئية الأساسية (RGB). وإذا كانت المعلومات تتطلب أكثر من هذه الحزم الثلاثية فإن أبعاد الصور المتعددة الأطياف تخفض عن طريق تطبيق تحويل المركبات الأساسية (Principal Component (PCT) transform الذي يعمل على إيجاد تحويل خطي للإحداثيات إذ نحصل على إحداثي رئيس يحوي أغلب المعلومات المتوفرة .

**المدج التكراري للصورة ( Image Histogram )** : وهو عبارة عن رسم بياني لقيم المستوى الرمادي للصورة مقابل عدد البكسلات المقابلة لكل قيمة، ومن خلاله يمكن معرفة الوصف الإجمالي للصورة من حيث دالة الكثافة للسوية الرمادية أو وجود جسم معين بالصورة. أحد استخدامات الرسم البياني للصورة هو مجال تحسين الصور وذلك عن طريق تعديل الرسم بالتحكم بدالة كثافة احتمال المستوى الرمادي باستخدام دالة تحويل معينة .

**الضوضاء ( Noise )** : عبارة عن أي معلومات غير مرغوب فيها تؤثر بشكل واضح في طبيعة بيانات الصور، وبذلك تؤدي إلى نقص في فهم طبيعة الصورة ومحتوياتها. كما أن وجود الضوضاء في الصور يرجع إلى عدة أسباب فقد يتعلق بعملية التصوير والآلات المستخدمة أو بعملية تحويل معلومات الصورة المرئية إلى رقمية لغرض التعامل مع الحاسوب. أما نوع الضوضاء فيتحدد تبعاً إلى توزيعه الاحتمالي فقد يتخذ شكل التوزيع الطبيعي Gaussian distribution أو التوزيع المنتظم Uniform distribution أو التوزيع الآسي Exponential distribution أو أي توزيع آخر .

توجد العديد من المرشحات الإحصائية التي يمكن أن تعمل على إزالة تأثير الضوضاء بمختلف أنواعها من الصور الرقمية والتي تعتمد في تطبيقها على تقسيم الصورة الملونة إلى عدد من النوافذ (Windows)، أو ما يعرف بالصورة الجزئية (Sub-Image) ومن ثم الاعتماد على فكرة معالجة التجاور ( Neighborhood processing) لتمثل مرشحات الإحصاءات المرتبة (Order statistics filters) ومرشحات الأوساط (المعدلات) (Based on the mean filter).

والتي تعتمد على الأنموذج الآتي :

$$d(x, y) = f(x, y) + n(x, y) \quad \text{المعادلة (2-1)}$$

حيث إن  $d(x, y)$  : الصورة الملوثة.

$f(x, y)$  : الصورة الأصلية.

$n(x, y)$  : دالة الضوضاء.

هذه المرشحات على الرغم من فعاليتها في إزالة الضوضاء إلا أنها في نفس الوقت تفقد بعض المعلومات من الصورة، لذا أفضل المرشحات تلك التي تقوم بترشيح الضوضاء في الصورة بشكل موضعي (Locally Smoothing) حيث تتغير خصائص الترشيح تبعاً إلى خصائص متجاورات العناصر الصورية في النافذة والتي تطلق عليها بالمرشحات المتكفية Adaptivefilter ومن هذه المرشحات

مرشح أدنى متوسط لمربعات الخطأ Minimum Mean Square Error والتي يعتمد في حسابه على

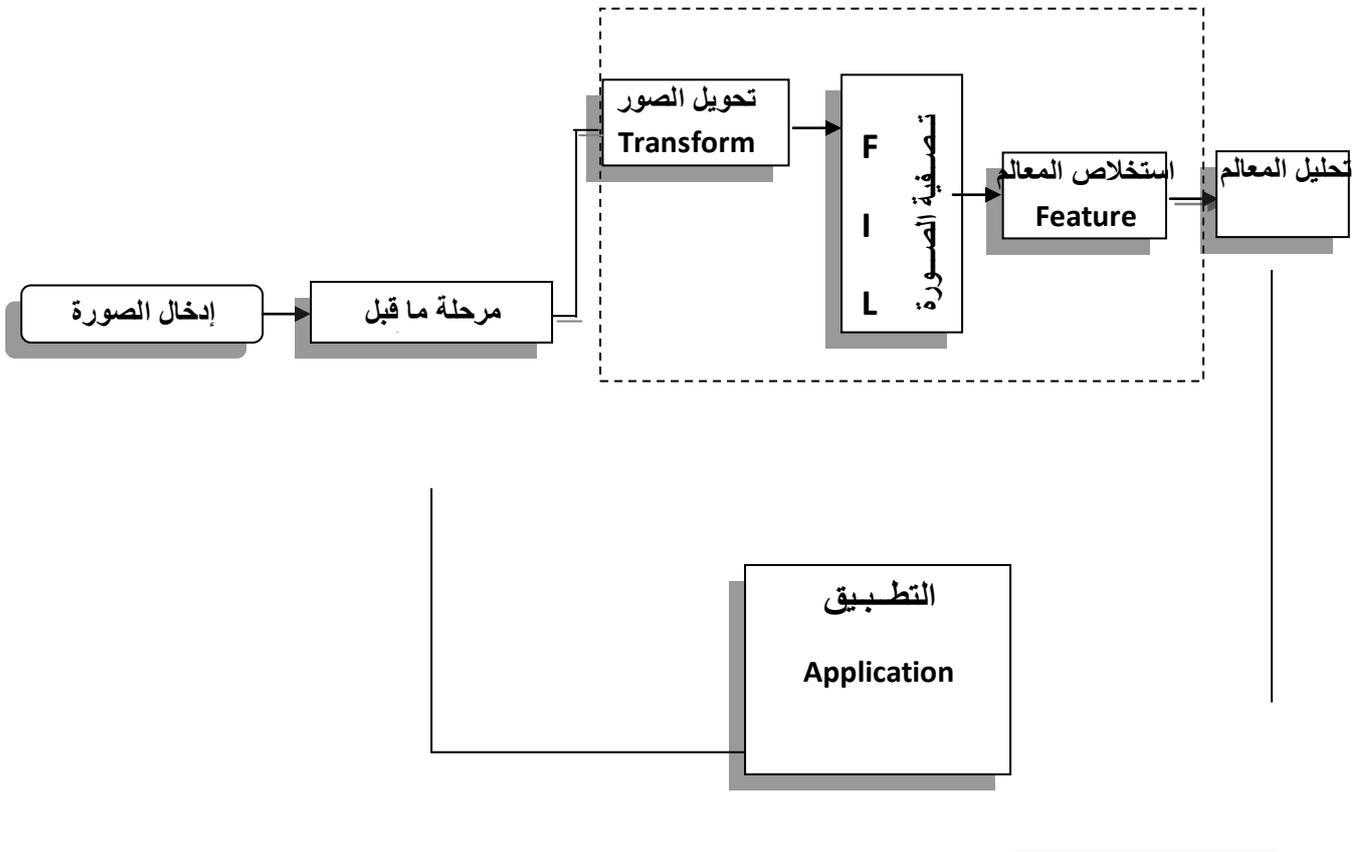
تغاير النسبة بين تباين ضوضاء الصورة إلى تباين النافذة.

**تحليل الصور ( Image Analysis )** : وهو استخلاص البيانات والمعلومات من الصورة، لذا فإن من أهم مهام تحليل الصور هو تحديد المعلومات الضرورية، وتحدد عمليات تحليل الصور بمفهومين أساسيين الأول استخلاص شكل المعالم (Feature Extraction) والذي يحقق معلومات ذات مستوى عالي للصورة مثل معلومات تخص اللون أو الشكل، والثاني تصنيف الانماط Pattern Classification والذي يتعامل مع المعلومات المستخلصة من الأول لغرض تحليل البيانات وبيبين الشكل في الأسفل أهم المراحل الأساسية لتحليل الصورة والذي يمثل :

أولاً: مرحلة ما قبل المعالجة (past Preprocessing) : أي إزالة كل البيانات غير المرغوب فيها ومعالجة الصور .

ثانياً : تقليص البيانات (Data Reduction) : والتي تشمل تقليل حجم البيانات في كل من المجال الحيزي والترددي.

ثالثاً : تحليل المعالم Feature Analysis : وتمثل تقسيم وتحليل الأشكال المستخلصة لغرض استخدامها في التطبيق.



الشكل(1-5) يوضح مراحل عملية تحليل الصور

معالجة الصور ( Image Processing ) : هي تلك العمليات والفعاليات التي تستخدم لتوفير فرص الحصول على اكبر قدر من المعلومات الدقيقة التي يمكن أن تتضمنها الصور المدروسة، فالغرض الأساسي من معالجة الصور الرقمية تحقيق الأهداف الآتية :

1. تحسين وضوح معالم الصور لغرض التمهيد من أجل القيام بعمليات التحليل.

2. تجزئة الصورة لتحديد مكوناتها من الأجسام وأشياء أخرى.

3. تكبير وتصغير وتدوير الصورة.

4. إزالة الزيج أو التشويه من الصورة.

5. ترميز الصورة أي تحديد أفضل تمثيل رقمي لها لتسهيل عملية الخزن.

**استرجاع الصورة ( Image Restoration )** : مجموعة الأساليب التي تهدف إلى إيجاد عملية التشويه

التقريبية الحاصلة بالصورة المشوهة (degraded Image) وإيجاد معكوس تلك العملية لتقدير الصورة الأصلية

(Original Image).

وتتألف عمليات الاسترجاع الخاصة بالصورة من مجموعة الفعاليات التي تهدف إلى إزالة التشوهات

الحاصلة لعدة أسباب، وعلى سبيل المثال التغبيش ( Blur ) المتسبب عن طريق الاضطرابات الجوية أو التشويه

الحاصل نتيجة الالكترونيات المستخدمة وغيرها من الاسباب. ويعتمد استرجاع الصورة على نمذجة تأثيرات

التشويه ثم عكس الأنموذج للحصول على الصورة الأصلية. كما أن عملية الاسترجاع تعتمد على الخبرة

الشخصية لنمذجة عملية التشويه بصورة ناجحة، فإذا كانت لدينا الصورة المشوهة  $g(x, y)$  والمتأثرة بعامل

التشويه  $H$  ودالة الضوضاء  $n(x, y)$  فالنموذج العام لعملية التشويه يكون بالشكل الآتي :

$$g(x, y) = H f(x, y) + n(x, y) \quad \text{المعادلة (3-1)}$$

كما هو مبين في النموذج أعلاه إننا بحاجة إلى معرفة دالة الضوضاء  $n(x, y)$  ودالة التشويه  $H$

لعكس العملية لاسترجاع الصورة الأصلية، عملياً نمذجة عملية التشويه غالباً ما تكون غير معروفة، ويجب أن

تحدد بالتجربة أو بالتقدير، فأبي معلومات متوفرة تتعلق بالصور أو بنظام الحصول عليها تجمع مع الخبرة

التجريبية يمكن أن تطبق للحصول على أفضل تقدير (أكثر دقة) للصورة الأصلية، وبعد هذه العملية فإن أي

معلومة نحصل عليها عن طريق تحليل الصورة تستخدم كمدخلات إضافية لتحسين نموذج التشويه، وتستمر

العملية إلى أن نحصل على النتيجة المطلوبة.

**تحسين الصور ( Image Enhancement ) :** معالجة صورة معينة حيث تكون النتيجة أكثر ملاءمة من الصورة الأصلية لتطبيق محدد، فقد يكون أسلوباً مفيداً لتحسين صور الأشعة السينية ليس بالضرورة أفضل أسلوب لتحسين الصور المرسله بواسطة مجس فضائي.

إن أساليب تحسين الصور تتضمن ثلاثة أصناف رئيسية فقد تعتمد على تحويل نقطة صورية طبقاً إلى معادلة خاصة لا تعتمد على قيم العناصر الصورية الأخرى وهذا ما يسمى بعملية النقطة (Point Operator) أو عملية القناع (Mask Operator)، وفيه تحور كل نقطة صورية طبقاً إلى قيم متجاورات النقاط الصورية، أو عملية التجميع "Global Operator" عندما تؤخذ جميع النقاط الصورية بعين الاعتبار.

**ضغط الصورة ( Image Compression ) :** عبارة عن تخفيض حجم ملف بيانات الصورة مع الاحتفاظ بالمعلومات الضرورية، وإن الملف المضغوط يستخدم من جديد لإعادة بناء الصورة، وتكمن أهمية ضغط الصور في تسهيل عملية خزن ونقل الصورة والتعامل معها. الجزء الأساسي في ضغط الصور هو تحديد مفهوم المعلومات الضرورية والفرق بين البيانات والمعلومات في الصور الرقمية هي أن البيانات تشير إلى قيم المستوى الرمادي للنقاط الصورية حسب شدة الإضاءة عند تلك النقطة أما المعلومات فنفسر البيانات بطريقة مفهومة . وعلى سبيل المثال فإن الصفوف المقروءة فقط لصورة رقمية تعد المعلومات الضرورية بينما الصور الطبية أي جزء من الصورة الأصلية معلومة مهمة، وبالتالي توجد نوعين لطرق ضغط الصور النوع الذي يحتفظ بجميع البيانات ويتم استرجاع الصور الأصلية بشكل كامل من البيانات المضغوطة والآخر الذي يسمح بفقدان جزء من بيانات الصورة، وهنا الصورة المسترجعة لن تكون مماثلة تماماً للصورة الأصلية عندها لابد من تحديد الحد الأدنى من البيانات المطلوبة لغرض استرجاع المعلومات الضرورية.

**مجال تحديد المصادر الطبيعية (Determination of Surface composition) :** إن عمليات تحديد أنواع

ونسب الثروات والمصادر الطبيعية لسطح الأرض تعد من التطبيقات المهمة لعمليات معالجة الصورة ، فيمكن تحديد موقع المعادن من خلال تحليل تراكيب ووضعية سطح الأرض باستخدام تقنيات معالجة الصور الرقمية مثل التطبيق الطيفي وارتباط البيانات الصورية. كما يمكن استخدام عدة صور ملتقطة بأوقات مختلفة من السنة

للمساحات الزراعية للحصول على مؤشرات أو تنبؤات عن حجم الغلة الزراعية وبذلك يتم تحديد السياسة التجارية للمحاصيل، ويمكن الاستفادة من عمليات المعالجة الصورية في تحديد محتوى المياه وتجمعات الثلوج والذي يمكن أن تعطي مؤشرات مهمة حول مصادر المياه.

#### 1-4 العمليات المورفولوجية و معالجة الصور

تطبق العمليات المورفولوجية (**morphological**) عادة على الصورة الثنائية وذلك باستخدام عنصر بناء يسمى kernel، ويطبق هذا العنصر على الصورة باستخدام أحد العمليات المعروفة على المجموعات (تقاطع، اجتماع، احتواء، إتمام).

وتختلف نتيجة تطبيق العملية المورفولوجية على الصورة باختلاف شكل العنصر البناء حيث يمكن أن يضمن العنصر البناء بعض الخصائص التي تميز غرضاً ما.

وعادة ما يكون حجم العنصر البناء هو  $3*3$  ويكون مركز إحداثياته هو مركز البكسل، ثم يمرر هذا العنصر البناء على كل الصورة بكسل بكسل وعند كل بكسل تتم عملية مقارنة بكسلات الصورة المطبق عليها العنصر البناء معه، فإذا كانت مجموعة خصائص و تعاريف العنصر البناء تطابق بعض بكسلات الصورة حسب العملية الثنائية المختارة يعدل بكسل الصورة المطابق لمركز العنصر البناء ليحوي قيمة معرفة مسبقاً (0 أو 1 في الصور الثنائية).

لذلك لتطبيق عملية مورفولوجية على صورة ما نحن بحاجة لتحديد العنصر البناء، بالإضافة إلى تحديد العملية الثنائية الواجب تطبيقها وذلك يختلف حسب الدراسة والمطلوب.

عادة تستخدم العمليات المورفولوجية الأساسية عناصر بناء مكونة من مواقع تحوي الواحد أو مواقع فارغة (حيث تمثل المواقع الفارغة صفراً أو واحداً، أي أن القيمة الموجودة فيها غير مهمة).

هذه العمليات التي هي عبارة عن تركيب من الحت (Erosion) والتمديد (Dilation) تستخدم عادة لاختيار أو إخماد بعض السمات لشكل محدد، ومثال ذلك إزالة الضجيج من الصورة أو اختيار الأغراض ذات الاتجاه المحدد.

## 1. التمديد (Dilation)

يعتبر التمديد Dilation إحدى العمليتين الأساسيتين المستخدمتين في مجال المورفولوجيا الرياضية، وهما الحت Erosion والتمديد Dilation، إذ يطبق التمديد عادةً على الصور الثنائية، ولكن يمكن تطبيقه أيضاً على الصور المتدرجة الرمادي. يتلخص التأثير الأساسي لعملية التمديد في التوسيع التدريجي لحدود مناطق وجود الأغراض (العينات البيضاء غالباً) في الصورة، وكنتيجة عملية لذلك تتوسع مساحة أغراض وعناصر في الصورة على حساب مساحات أخرى وتتقلص مساحات على حساب توسع أخرى. تأخذ عملية التمديد عادةً كمدخل كل من الصورة المراد تطبيق التمديد عليها، بالإضافة إلى مجموعة (عادة تكون صغيرة) من النقاط التي تمثل العنصر البناء الذي يسمى كذلك النواة (kernel)، وهذا العنصر البناء هو الذي يحدد الأثر الفعلي الذي ستحدثه عملية التمديد على الصورة. تعرف عملية التمديد Dilation على صورة ثنائية كما يلي: لتكن  $X$  هي مجموعة الإحداثيات الإقليدية المتعلقة بالصورة الثنائية التي سيتم تطبيق التمديد عليها. ولتكن  $K$  هي مجموعة الإحداثيات المتعلقة بالعنصر البناء.

وليكن  $(Kx.gif)$  هو التحويل المطبق على  $K$  بحيث ينطبق مركز إحداثياته على النقطة  $x$ . عندها يكون التمديد المطبق على  $X$  باستخدام  $K$  هو مجموعة كل النقاط  $x$  بحيث تكون المجموعة الناتجة هي الناتج عن تطبيق التقاطع بين  $(Kx.gif)$  و  $X$ .

أما التعريف الرياضي لعملية التمديد على الصور المتدرجة فهو مطابق للتعريف السابق عدا الطريقة التي تشتق بها مجموعة الإحداثيات المرتبطة بالصورة الدخول. علماً أن هذه الإحداثيات هي ثلاثية البعد وليست ثنائية البعد. إذا بشكل مختصر عملية ال : Dilation تجعل الكائن الذي تطبق عليه أكبر بإضافة بكسلات إلى حوافه.

## 2. الحت (Erosion)

يعتبر الحت (Erosion) إحدى العمليتين الأساسيتين المستخدمتين في مجال المورفولوجيا الرياضية (morphological)، وهما الحت والتمديد، ويطبق الحت عادةً على الصور الثنائية، ولكن يمكن تطبيقه أيضاً على الصور المتدرجة الرمادي. يتلخص التأثير الأساسي لعملية الحت في التآكل (Erosion) التدريجي لحدود مناطق وجود الأغراض والعناصر في الصورة (العينات البيضاء غالباً) كنتيجة لذلك تحتل الأغراض في الصورة مساحة أضيق بينما تكبر الثقوب (العينات السوداء) الموجودة ضمن هذه الأغراض.

تعتبر عملية الحت عادةً كدخل كل من الصورة المراد تطبيق الحت عليها، بالإضافة إلى مجموعة (عادة تكون صغيرة) من النقاط التي تمثل العنصر البناء الذي يسمى كذلك النواة (kernel) ، وهذا العنصر البناء هو الذي يحدد الأثر الفعلي الذي ستحدثه عملية الحت على الصورة.

تعرف عملية الحت على صورة ثنائية كما يلي: لنكن  $X$  هي مجموعة الأحداثيات الإقليدية المتعلقة بالصورة الثنائية التي سيتم تطبيق الحت عليها .

ولنكن  $K$  هي مجموعة الأحداثيات المتعلقة بالعنصر البناء .

وليكن  $(Kx.gif)$  هو التحويل المطبق على  $K$  بحيث ينطبق مركز أحداثياته على النقطة  $x$ . عندها يكون الحت المطبق على  $X$  باستخدام  $K$  هو مجموعة كل النقاط  $x$  بحيث تكون المجموعة الناتجة عن تطبيق التقاطع بين  $(Kx.gif)$  و  $X$ .

كمثال على عملية الحت، لنفترض وجود عنصر بناء مربع بحجم  $3*3$  بحيث ينطبق مركز أحداثياته على مركز البكسل .

ولحساب ناتج حت صورة ثنائية باستخدام العنصر البناء السابق، سيتم تمرير العنصر البناء على الصورة من خلال تركيبه أي توضع مركزه على كل بكسل أبيض من بكسلات الصورة ، إذا تطابق العنصر البناء مع بكسل من بكسلات الصورة عندها يقلب البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء ليصبح بكسلًا من الخلفية (من أبيض إلى أسود). أما في حال كانت كل العينات تحت العنصر البناء منتمية إلى أغراض، عندها لا يجرى أي تعديل على قيمة البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء.

وكننتيجة عملية لذلك تتوسع مساحة الأغراض على حساب مساحات أخرى ، وتقلص وتتآكل مساحات على حساب توسع أخرى .

إذا" بشكل مختصر عملية ال **Erosion** : تجعل الكائن الذي تطبق عليه أصغر بحذف بكسلات من حوافه  
الخلاصة :

إن عمليتي (Erosion &Dilation) هي عبارة عن عمليات مورفولوجية (morphological) تستخدم في معالجة الصورة حيث تجعل الكائنات الموجودة في الصورة أكبر أو أصغر وهي أساس لعمليتي ال opening & Closing .

طريقة ال (masking) تعتمد هذه الطريقة على مصفوفة مربعة  $(n*n)$  من الواحدات والأصفار وتسمى بالـ

Mask بواسطة هذه المصفوفة نتحكم باتجاه الـ Dilation أو الـ Erosion لأنها قد تكون أفقية أو عمودية أو باتجاهين وبذلك يتم تعديل الصورة المراد معالجتها وفقاً لعمليتي الـ Erosion أو Dilation بشكل أفقي أو عمودي أو بالاتجاهين.

عمليتنا (Opening & Closing) هي العمليات المستخدمة لربط الكائنات في الصورة و فصلها ، وهي دمج بين Erosion & Dilation .

عملية الـ Opening : هي عملية تتطلب مرة أو أكثر من عملية Erosion ومرة واحدة فقط من عملية الـ Dilation وبالتالي تقوم بتمديد الفراغات ما بين الكائنات أي فصل هذه الكائنات.

عملية الـ Closing : هي عملية تتطلب مرة أو أكثر من عملية Dilation ومرة واحدة فقط من عملية الـ Erosion ، وبالتالي تقوم بإغلاق الفراغات ما بين الكائنات أي ربط هذه الكائنات .

## الفصل الثانی

## 1-2 تحسين الصورة Image Enhancemen

إن الهدف الرئيسي من تقنيات التحسين هو معالجة صورة معينة بحيث تكون النتيجة أكثر ملاءمة من الصورة الأصلية و إن تطبيق هذه التقنيات تعتمد إلى حد كبير على المسألة التي تعالج الصورة من أجلها، وهكذا فإن الطريقة المفيدة لتحسين صورة ما ليست بالضرورة أفضل أسلوب لتحسين صورة أخرى

أي أن الهدف من خلق صور جديدة من معطيات الصورة الأصلية هي زيادة كمية المعلومات التي يمكن تفسيرها بصرياً من المعطيات وبالتالي يمكننا اعتبار عملية التحسين علماً وفناً يتجلى فيهما دور العنصر البشري من حيث اختيار نوع التحسين وطريقته .

يمكن تقسيم الأساليب المستخدمة في مجال تحسين الصور Image Enhancement إلى صنفين رئيسيين:

1- طرق التحسين في المجال الترددي ( Frequency Domain Enhancement )

2- طرق التحسين في المجال الحيزي ( Spatial Domain Enhancement )

إن طرق تحسين الصورة المعروضة إن كانت مبنية على تقنيات المجال الحيزي أو على تقنيات المجال الترددي فإن الغرض هو تطوير أفكار أولية ضمن هذين الأسلوبين .

إن الأساليب التي يتضمنها الصنف الأول مبنية على تعديل تحويل فورييه للصورة المطلوبة معالجتها ، أما طرق المجال الحيزي من جهة أخرى تعود إلى مستوى الصورة نفسه ، وأساليب هذا الصنف تعتمد على معالجة مباشرة لعناصر الصورة وسنشرح كلاهما كما سنوضح كيفية تحسين الصورة الرقمية باستخدام تقنيات الهيستوغرام والتحسين الجزئي الموضوعي .

### 1.1-2 طرق التحسين في المجال الحيزي ( Spatial Domain Enhancement ):

إن مصطلح " المجال الحيزي " يرجع إلى تجمعات العناصر التي تشكل صورة ما ، وطرق المجال الحيزي هي إجراءات تعمل مباشرة على هذه العناصر ، يمكن التعبير عن توابع معالجة الصورة في المجال الحيزي بالصيغة التالية

$$g(x,y)=T[A(x,y)] \quad \text{المعادلة(1-2)}$$

حيث  $A(x,y)$  هي صورة الدخل و  $g(x,y)$  هي الصورة الخرج المعالجة ، و  $T$  هو عامل مؤثر على  $A$  ومعرف في جوار ال  $(x,y)$

ومن الممكن ايضا "أن نجعل ( $T$ ) تؤثر على مجموعة من صور الدخل كما في حال التطبيق على جمع العناصر ( $K$  بيكسل)

إن الأسلوب الرئيسي المستخدم لتعريف جوار ما حول عنصر  $(x,y)$  هو استعمال نافذة فرعية مربعة أو مستطيلة مركزها  $(x,y)$  .

يحرك مركز الصورة الفرعية من عنصر إلى آخر من الزاوية العليا اليسرى على سبيل المثال، ويطبق المؤشر على ذلك الموضع ل  $(x,y)$  لإعطاء النتيجة  $(g)$  عند ذلك الموضع.

بالرغم من وجود أشكال جوار أخرى (مثل دائرة) تستعمل أحيانا" فإن المصفوفة المربعة هي الأكثر استعمالا" بسبب سهولة تنفيذها.

إن أبسط شكل ل  $(T)$  هو عندما تكون أبعاد الجوار  $(1*1)$  ، وفي هذه الحالة تعتمد  $(g)$  على قيمة  $(A)$  فقط ويصبح  $(T)$  تابع تحويل سوية رمادية gray level transformation function ،(وتدعى بتابع النقل mapping function ) من الشكل التالي :

$$S=T(r) \quad \text{المعادلة(2-2)}$$

حيث نستعمل للتبسيط الرموز  $(r)$  و  $(s)$  كمتواليين يشيران الى السوية الرمادية ل  $A(x,y)$  ول  $g(x,y)$  عند النقطة  $(x,y)$

إذا كانت النقطة المعزولة في موقع غير مركز النافذة سيكون المجموع مختلفا عن الصفر أيضا" ، ولكن مطال الاستجابة سيكون أضعف ، وهذه الاستجابات الأضعف يمكن حذفها بمقارنة المجموع مع عتبة محددة، و إذا جعلنا  $(w_1, w_2, \dots, w_9)$  تمثل معاملات النافذة وأخذنا بعين الإعتبار الجيران الثمانية ل  $(x,y)$  يمكن أن نعمم المناقشة السابقة بإنجاز العملية التالية على جوار ل  $(x,y)$  أبعاده  $3*3$  .

إن النوافذ الأكبر تشكل بطريقة مشابهة يلاحظ في المعادلة  $1/$  أن تغيير المعاملات يغير وظيفة النافذة، فمثلا" إذا اخترنا  $W_i=1/9 ; i=1,2,\dots,9$  وجعلنا  $g(x,y)=T[A(x,y)]$  ستكون قيم  $g$  عند  $(x,y)$  هي متوسط السويات الرمادية للعنصر الواقع في النقطة  $(x,y)$  وجيرانه الثمانية .

وهكذا نجد أن التحسين بطرق المجال الحيزي يؤثر في جميع الوحدات الصورية المكونة للصورة وحدة بعد وحدة، وتتم صياغة المعالجة في الجوار (neighborhood) في سياق مايسمى بعمليات النوافذ كاستخدام الأفتحة والمرشحات وباختيار معاملات النوافذ بالشكل الصحيح وبتطبيق النافذة عند موقع كل وحدة صورية وبالتالي فإنه يمكن على سبيل المثال تخفيف التشويش (noise)، وكشف الحدود/الحواف (Edge Detection) معا" .

ويمكن أن ينفذ أيضا" استعادة الصورة وتجزئة الأشكال وحساب هيكل منطقة ثنائية .

## 2-1-2 طرق التحسين في المجال الترددي ( Frequency Domain Enhancement )

إن أساس تقنيات المجال الترددي هو نظرية الطي، لتكن  $g(x,y)$  صورة شكلت بطي  $A(m,y)$  ومؤثرة  $h(x,y)$  غير تابع للموضع أي :

$$g(x,y) = h(x,y). A(x,y) \quad \text{المعادلة(3-2)}$$

عندئذٍ ومن نظرية الطي فإن علاقة المجال الترددي التالية صحيحة

$$G(u,v) = H(u,v). A(u,v) \quad \text{المعادلة(4-2)}$$

حيث إن  $G$  و  $H$  و  $A$  هي تحويلات فورييه لـ  $g$  ,  $h$  ,  $A$  على التوالي .

إن التحويل  $H(u,v)$  يدعى عادة بتابع التحويل للعملية  $\text{Transfer Function}$ .

إننا عندما نعالج صورة ما من أجل التفسير البصري ، فإن الناظر هو الحكم النهائي على مقدار جودة أداء طريقة المعالجة.

إن التقويم البصري لنوعية الصورة عملية شخصية إلى حد كبير، وهذا ما يجعل التعريف "صورة جيدة" معيار محير لتقويم أداء خوارزمية ما، عندئذٍ تكون المسألة مسألة معالجة صور من أجل الإدراك بواسطة الآلة، تكون مهمة التقويم أسهل نوعاً ما.

إذا كان أحدنا على سبيل المثال يتعامل مع تطبيق التعرف على الأحرف الأبجدية، فإن أفضل طريقة لمعالجة الصورة هي تلك التي تعطى أفضل نتائج تعريف من قبل الآلة، ولكن تجدر الملاحظة أنه في الحالات التي يمكن فيها فرض معيار واضح للأداء في المسألة، فإن المرء يبقى عادة مواجهاً بقدر معين من التجربة والخطأ قبل أن يكون قادراً على الاستقرار على أسلوب معالجة صورة محدد. وسنشرح فيمايلي تحسين الصورة الرقمية باستخدام تقنيات تعديل الهيستوغرام .

### 2-2 تحسين الصورة الرقمية باستخدام تقنيات تعديل المدرج التكراري (الهيستوغرام Histogram )

في البداية لنشرح بعض من إحصاءات الصورة (Image Statistics) 1 - الهيستوغرام (Histogram) : ويعبر عن احتمال ورود قيمة كثافة ضوئية في الصورة، ويحسب كما يلي :

$$hist(n) = \frac{k}{N} \quad \text{المعادلة(5-2)}$$

حيث  $hist(n)$  هي قيمة احتمال القيمة اللونية  $n$

$K$  عدد البكسلات ذات القيمة اللونية  $n$

$N$  عدد الكسلات الكلي للصورة

2 - المتوسط Mean : وهو القيمة المتوسطة لقيم البكسلات في الصورة، فمن أجل صورة رمادية يكون

$$E(f) = \frac{\sum v}{N} \quad \text{المعادلة (6-2)}$$

حيث إن  $\sum v$  هي مجموع قيم البكسلات

$N$  عدد البكسلات الكلي

يزودنا المدرج التكراري (هستوغرام histogram) لمحتوى المستويات الرمادية بوصف إجمالي لصورة ما ويعرف بأنه رسم بياني يوضح الإضاءة الموجودة في الصورة و قوتها .

وهنا ننجز التحسين بتعديل المدرج التكراري لصورة معينة بطريقة محددة، وإن نوع التحسين و درجته اللذين نحصل عليها يعتمدان على طبيعة الهستوغرام الذي نتعامل معه.

### مناقشة :

ليكن المتحول  $r$  يمثل السوية الرمادية للعناصر الموجودة في الصورة والتي نريد تحسينها. و للتبسيط ، سنفترض في المناقشة التالية أن قيم العناصر التي قيست بحيث تقع جميعها في المدى.

$$0 \leq r \leq 1$$

حيث إن  $r = 0$  تمثل الأسود و  $r = 1$  تمثل الأبيض على السلم الرمادي.

من أجل أية  $r$  في  $[0,1]$  ، سنركز اهتمامنا على التحويلات التي لها الشكل التالي:

$$S = T(r)$$

والتي تنتج سوية  $S$  لكل قيمة عنصر  $r$  في الصورة الأصلية. بفرض أن معادلة تابع التحويل المعطى بالمعادلة السابقة تحقيق الشرطين التاليين :

$$(a) \quad T(r) \text{ وحيدة القيمة و تتزايد على وتيرة واحدة في الحزمة } 0 \leq r \leq 1 .$$

$$(b) \quad 0 \leq T(r) \leq 1 \text{ for } 0 \leq r \leq 1 .$$

يحفظ الشرط (a) الترتيب من الأسود إلى الأبيض على السلم الرمادي ، في حين يضمن الشرط (b) رسماً mapping منسجماً مع المدى المسموح به القيم عناصر الصورة.

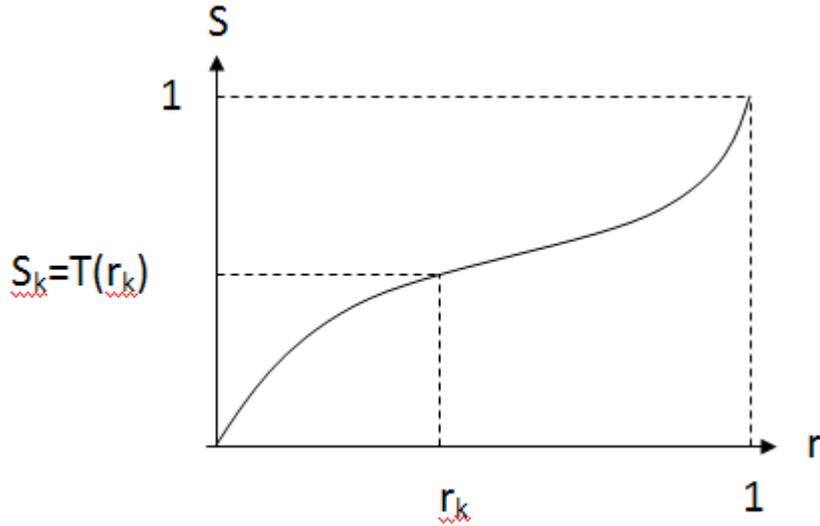
سنعبر عن التحويل العكسي من  $s$  رجوعاً إلى  $r$  بالشكل التالي :

$$r = T^{-1}(s) \quad 0 \leq s \leq 1$$

حيث نفترض أن  $T^{-1}(s)$  يحقق الشرطين (a) و (b) بالنسبة للمتحول  $s$ .

إن السويات الرمادية في صورة ما هي كميات عشوائية في الحزمة  $[0,1]$  .

فبافتراض أنها متحولات مستمرة، يمكن أن توصف السويات الرمادية الأصلية والمحولة بتتابع كثافة احتمالها  $P_r(r)$  و  $P_s(s)$  على التوالي يمكن أن يقال الكثير حول الخصائص العامة لصورة ما، بالاعتماد على تابع الكثافة لسوياتها الرمادية.



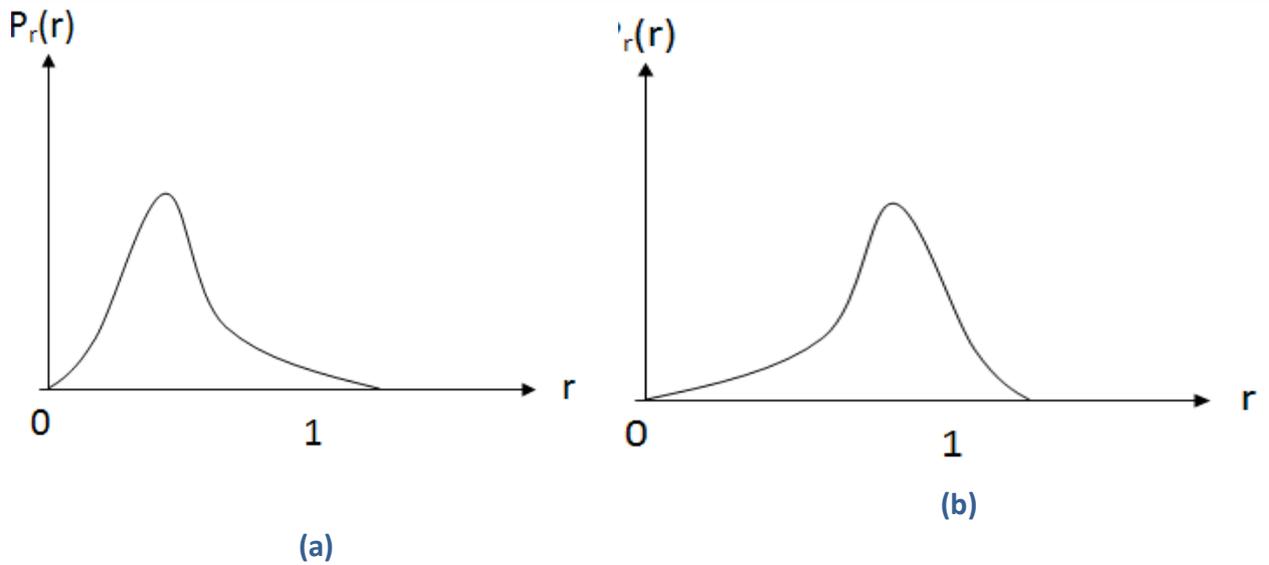
الشكل (1-2) يوضح تابع تحويل سويات رمادية

على سبيل المثال ، إن تابع الكثافة للسويات الرمادية للصورة كتلك المبينة في (2)(a) ، لها خصائص معتمدة نوعاً ما، لأن معظم سوياتها تتركز في المنطقة العاتمة من السلم الرمادي. ومن جهة أخرى فإن تابع الكثافة للسويات الرمادية لصورة أخرى كتلك المبينة في الشكل (2)(b) ، ستسود فيها مناطق مضيئة (فاتحة) لأن غالبية عناصرها رمادية فاتحة.

وحسب نظرية الاحتمالات الأولية، إذا كانت  $P_r(r)$ ،  $T(r)$  معروفتان  $1$  (s)  $T^{-1}$  تحقق الشرط (a)، فإن تابع كثافة الاحتمال. للسويات الرمادية المحولة تعطى بالعلاقة التالية :

$$P_s(s) = \left[ p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_r = T^{-1}(s) \quad \text{المعادلة (7-2)}$$

إن تقنيات التحسين التالية تقوم على تعديل مظهر صورة ما بالتحكم بتتابع كثافة احتمال سوياتها الرمادية عن طريق تابع التحويل  $T(r)$ .



الشكل (2-2) تابع كثافة احتمال السويات الرمادية لـ (a) صورة عاتمة و (b) صورة فاتحة .

وبالتالي نعرف أن الصورة إضائتها قوية إذا ظهرت قمة الـ Histogram في الجهة اليمنى ،و تكون الصورة ضعيفة الإضاءة إذا ظهرت القمة في الجهة اليسرى ،و متعادلة إذا كان الشكل البياني منتشرا" في الجهة اليمنى و اليسرى مع وجود القمة في المنتصف .

من أجل تعديل الهيستوغرام ( histogram modification )

لنأخذ تابع التحويل التالي :

$$S = T(r) = \int_0^r p_r(w) dw \quad 0 \leq r \leq 1 \quad \text{المعادلة (8-2)}$$

حيث إن  $w$  تكامل عقدي. إن أقصى الطرف الأيمن من المعادلة /4/ يعرف بتابع التوزيع التراكمي Cumulative Distribution function (CDF) لـ  $r$  .

إن الشرطين اللذين بينهما في القسم السابق محققان بتابع التحويل هذا ، لأن الـ CDF يتزايد على وتيرة واحدة من 0 إلى 1 كتابع لـ  $r$  .

إن مشتق  $S$  بالنسبة لـ  $r$  يعطى بالشكل التالي :

$$\frac{d_s}{d_r} = p_r(r) \quad \text{المعادلة (9-2)}$$

إن تعويض  $d_r/d_s$  في المعادلة (7-2) يعطي:

$$\begin{aligned} p_s(s) &= \left[ p_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r(s)} = T^{-1}(s) \\ &= [1]_{r=T^{-1}(s)} \\ &= 1 \quad 0 \leq s \leq 1 \end{aligned} \quad \text{المعادلة (10-2)}$$

الذي هو كثافة منتظمة في حزمة تعريف المتحول المحول  $S$ . يلاحظ أن هذه النتيجة مستقلة عن تابع التحويل العكسي، إن هذا مهم لأنه ليس من السهل دائماً الحصول على  $T^{-1}(s)$  تحليلياً.

إن الاشتقاق الرياضي السابقة تشير إلى أن استعمال تابع تحويل يساوي التوزيع التراكمي  $F$  ينتج صورة ذات سويات رمادية منتظمة الكثافة، وبمفهوم التحسين، فإن هذا يعني زيادة في المدى الديناميكي لعناصر الصورة والذي كما سيظهر أدناه، يمكن أن يكون له أثر مهم على مظهر الصورة.

وهكذا نلاحظ من أجل تطبيقات تحسين الصور التفاعلي لدينا نتيجة واحدة فقط هي جعل الهستوغرام منتظماً.

لكن يجب أن نكون قادرين على تحديد هستوغرامات خاصة قادرة على تسليط الضوء على أجزاء سويات رمادية معينة في صورة ما.

لكي نرى كيف يمكن أن نحقق هذا، لنرجع للحظة إلى السويات الرمادية، ولتكن  $P_r(r)$  و  $P_z(z)$  تابعي كثافة الاحتمال الأصلي والمرغوب.

ولنفترض أن صورة معينة قد سوي هستوغرامها أولاً باستعمال المعادلة (8-2) أي:

$$S = T(r) = \int_0^r p_r(w) dw \quad \text{المعادلة (11-2)}$$

إذا كانت الصورة المرغوبة متوفرة، فإن سوياتها الرمادية يمكن أن تسوى باستعمال تابع التحويل التالي :

$$v = G(z) = \int_0^z p_z(w) dw \quad \text{المعادلة (12-2)}$$

إن العملية العكسية،  $z = G^{-1}(r)$ ، ستعيد عندئذ السويات المرغوبة، وهذا طبعاً تشكيل افتراضي لأن سويات  $z$  هي بالضبط ما نجرب الحصول عليه، ولكن يلاحظ أن  $P_s(s)$  و  $P_v(v)$  ستكونان كثافتين منتظمتين لأن النتيجة النهائية للمعادلة السابقة مستقلة عن الكثافة داخل التكمال، وهكذا إذا استعملنا السويات  $S$  المنتظمة التي حصلنا عليها من الصورة الأصلية، بدلاً من  $v$  في العملية العكسية سيكون للسويات الناتجة  $z = G^{-1}(S)$ ، تابع الكثافة المرغوب.

بافتراض أن  $G^{-1}(S)$  وحيد القيمة، يمكن تلخيص الإجراء كما يلي :

- 1- نحدد سويات الصورة الأصلية
- 2- نحدد تابع الكثافة المرغوب، ونحصل على تابع التحويل  $G(z)$  باستعمال المعادلة السابقة

3- نطبق تابع التحويل العكسي  $z = G^{-1}(s)$  ، على السويات التي حصلنا عليها في الخطوة الأولى . هذا الإجراء يعطي النسخة المعالجة للصورة الأصلية، حيث إن السويات الرمادية الجديدة مميزة بالكثافة المحددة  $P_z(z)$  .

مع أن طريقة تحديد الهستوغرام تستخدم تابعي تحويل  $T(r)$  متبوعاً بـ  $G^{-1}(s)$  فهي مسألة بسيطة أن ندمج كلاً من خطوتي التحسين في واحدة تعطي السويات المرغوبة بدءاً من عناصر الصورة الأصلية لدينا من المناقشة المذكورة أعلاه أن:

$$Z=G^{-1}(s) \quad \text{المعادلة(13-2)}$$

$$s = T(r) = \int_0^r r(w)dw \quad \text{المعادلة(8-2):}$$

في المعادلة(13-2) يعطي تابع التحويل المدموج:

$$Z=G^{-1}[T(r)] \quad \text{المعادلة (14-2)}$$

الذي يربط  $r$  بـ  $z$ ، يلاحظ أنه عندما تكون  $G^{-1}[T(r)]=T(r)$ ، تختصر هذه الصيغة إلى سوية الهستوغرام.

إن المعنى المتضمن في المعادلة(14-2) هو، ببساطة، لا حاجة لأن تكون الصورة قد سوي هستوغرامها صراحةً، كل ما هو مطلوب أن تحدد  $T(r)$  وتدمج مع تابع التحويل العكسي  $G^{-1}$ .

إن المشكلة الحقيقية في استعمال الطريقة السابقة من أجل المتحولات المستمرة تكمن في الحصول التابع العكسي تحليلياً، في الحالة المنقطعة، يمكن التغلب على هذه المشكلة مستفيدين من حقيقة أن عدد السويات الرمادية المميزة صغير نسبياً عادةً، ويصبح بالتالي حساب تحويل الرسم mapping و تخزينه لكل قيمة عنصر ممكنة أمراً معقولاً.

### 3-2 طريقة التحسين الموضوعي:

إن الطرائق التي نوقشت هي طرائق إجمالية global بمعنى أن عناصر الصورة تعدل بواسطة توابع تحويل مبنية على توزيع السويات الرمادية في الصورة بأكملها، في حين أن هذا الأسلوب الإجمالي ملائم من أجل تحسين إجمالي. و من الضرورة غالباً" تحسين التفاصيل ضمن مناطق صغيرة، ولأن عدد العناصر في هذه المناطق يمكن أن يكون مهماً" على حساب تحويل شامل، فإن استعمال هذا النوع من التحويل لا يضمن بالضرورة التحسين الموضوعي المرغوب والحل هو أن نستنبط توابع تحويل مبنية على توزيع السويات الرمادية أو خصائص أخرى، في جوار كل عنصر صورة (بكسل) في الصورة المعطاة.

إن تقنيات معالجة الهستوغرام التي طورت في القسمين السابقين قابلة للتكيف مع التحسين الموضوعي والإجراء هو أن نعرف جواراً أبعاده  $n \times m$  ونحرك مركز هذه المساحة من عنصر صورة لآخر في كل موضع، نحسب الهستوغرام لك  $n \times m$  نقطة في الجوار، ونحصل إما على تابع تحويل تسوية الهستوغرام أو على تابع تحويل

توصيف الهيستوغرام. وهذا التابع يستعمل في النهاية لتحويل رسم map سوية عنصر الصورة الواقع في مركز الجوار. يحرك مركز المنطقة عندئذٍ إلى موقع مجاور ويعاد الإجراء. ونظراً "لأن عموداً" واحداً" أو صفاً" واحداً" فقط في الجوار يتغير خلال نقل المنطقة من عنصر لآخر، يمكن أن يحدث update الهيستوغرام الذي حصلنا عليه من الموقع السابق بالمعطيات الجديدة التي تظهر عند كل خطوة (حركة).

إن لهذا الأسلوب مزايا واضحة على طريقة الحساب المتكرر للهيستوغرام لجميع الـ nxm عنصر كل مرة تحرك فيها المنطقة بمقدار عنصر واحد.

## 4-2 المرشحات (filtering)

والآن سوف نقوم بدراسة كاملة للمرشحات من حيث بنيتها وتكوينها وسوف نبين قدرة كل نوع من هذه المرشحات على التغيير الذي يحدثه في الصورة نتيجة إدخال الصورة عليه ، وكذلك التوابع والعوامل الرياضية المرافقة.

في البداية يمكن تعريف الفلتر (المرشح) ، وهو مصفوفة ذات بعدين تطبق على كل جميع بكسلات الصورة ، كما يمكن تقسيم المرشحات إلى الأقسام التالية :

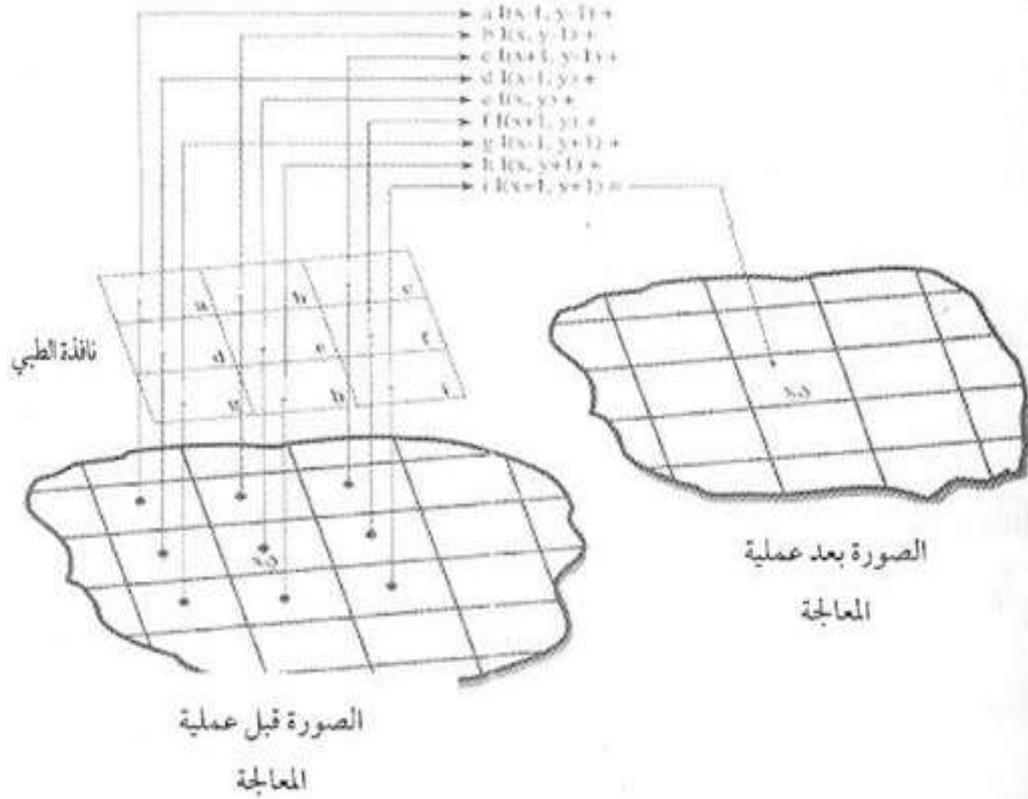
- 1- **مرشحات التمرير المنخفض** تقوم بإمرار مركبة التردد المنخفض ، وبإخماد (Attenuate) مدى معين من مركبة التردد العالي ، وينتج من ذلك تلطيح (Blurring) في الصورة.
- 2- **مرشحات التمرير العالي** تقوم بإمرار مركبة التردد العالي ، وإخماد مركبة التردد المنخفض ، ومن ثم نحصل على صورة ذات تغيرات حادة في المستويات الرمادية ، وظهور الحواف (Edges) بشكل واضح .
- 3- **"مرشح تمرير النطاق" (Band Pass Filters)** ويقوم بإزالة الترددات التي في المنطقة بين التردد العالي والتردد المنخفض ، وهو يستخدم عادة في إعادة الصور (Image Restoration) . إن التردد العالي مسؤول عن إظهار الحواف في الصورة ، وإظهار التفاصيل بصورة جيدة، وذلك من خلال التغيرات الحادة في المستويات الرمادية بينما الترددات المنخفضة تجعل الصورة ناعمة (Smoothing)، ويظهر التلطيح على الصورة ، وهذه الترددات تحدث تغيرات مكانية بطيئة وهي مسؤولة عن درجة التباين (Contrast Value) . كما أن الترشيح المكاني هو عملية إحداث تغيير في قيمة المستوى الرمادي للوحدات الصورية ، وتستخدم لذلك الأقنعة المكانية (Spatial Masks) يوضح الشكل قناع (3x3).

W1	W2	W3
W4	W5	W6
W7	W8	W9

شكل يوضح قناع (3\*3) mask

إن القناع أو ما يسمى بالنافذة (window) هو عبارة عن مصفوفة ثنائية الأبعاد  $(n \times m)$ ، يتم اختيار معاملات النافذة لكشف خاصية محددة في الصورة كإظهار الحواف الرأسية والأفقية ، على سبيل المثال.

إن الترشيح الحيزي(المكاني) ما هو إلا أحد التطبيقات الخاصة بعملية الطي (Convolution) المعروفة . والشكل يوضح هذه العملية.



الشكل (2-3) كيفية حساب قيمة الوحدة الصورية الواقعة في منتصف القناع بواسطة عملية الطي

/فرضاً إذا كان لدينا عينة من مصفوفة الصورة تحتوي على  $(3 \times 3)$  وحدة صورية ، وكانت كل وحدة صورية ممثلة بمستوى رمادي معين ، كما يظهر في الشكل التالي :

67	76	72
70	68	71
72	71	72

وبفرض لدينا قناع (Mask) ذات مقاس (3x3) ومعاملاتها كما تظهر في الشكل التالي:

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

وعند إجراء عملية الطي، وعندما يكون مركز القناع منطبقاً تماماً على المصفوفة فإن قيمة المستوى الرمادي للوحدات الصورية الواقعة في منتصف المصفوفة يمكن حسابه كالتالي :

$$\text{Convolution: } (1/9)(67) + (1/9)(76) + (1/9)(72) + (1/9)(70) + (1/9)(68) + (1/9)(71) + (1/9)(72) + (1/9)(71) + (1/9)(72) = 70$$

	70	

#### 1-4-2 مرشح التمرير المنخفض Low pass filtering:

إن الحواف وانتقالات الحادة الأخرى (مثل الضجيج) في السويات الرمادية لصورة ما تشارك بشكل كبير في محتوى التردد العالي لتحويل فورييه لها، وينتج بالتالي أن التغبيش يمكن الحصول عليه عن طريق المجال الترددي بتخميد مدى محدد مركبات التردد العالي في تحويل صورة ما . كما أن هذا النوع من المرشحات يتطلب أن تكون جميع معاملاته (coefficients) موجبة .

لدينا العلاقة:

$$G(u,v) = H(u,v) \cdot F(u,v) \quad \text{المعادلة (15-2)}$$

حيث إن  $F(u,v)$  هو تحويل الصورة التي نريد تنعيمها، والمشكلة هي اختيار تابع  $H(u,v)$  يعطي  $G(u,v)$  بتخميد مركبات التردد العالي لـ  $F(u,v)$  . كما أن التحويل العكسي لـ  $G(u,v)$  سيعطي عندئذ الصورة المنعمة

المرغوبة  $g(x,y)$ ، ولأن مركبات الترددات العالية رشححت ، و المعلومات في مدى التردد المنخفض مررت من دون تخميد فإن هذه الطريقة تعرف بشكل شائع بترشيح التمرير المنخفض .

يشار إلى التابع  $H(u,v)$  في هذا السياق بتابع تحويل المرشح Filter Transfer Function.

في جميع الحالات إن المرشحات هي توابع تؤثر على المركبات الحقيقية والتخيلية لتحويل فورييه للصورة بنفس الطريقة تماماً، ويشار إلى هذا النوع من المرشحات بالمرشحات عديمة انزياح الطور Zero phase shift filters لأنها لا تغير طور التحويل.

سنناقش عدة أساليب لترشيح التمرير المنخفض أ- مرشح الترددات المنخفضة المثالي .

ب- مرشح الترددات المنخفضة نوع بتروورث .

ج- مرشح التنعيم .

أ - مرشح الترددات المنخفضة المثالي ideal filter !

إن مرشح التمرير المنخفض المثالي ثنائي الأبعاد (ILPF) هو مرشح يحقق تابع تحويله العلاقة:

المعادلة (16-2)

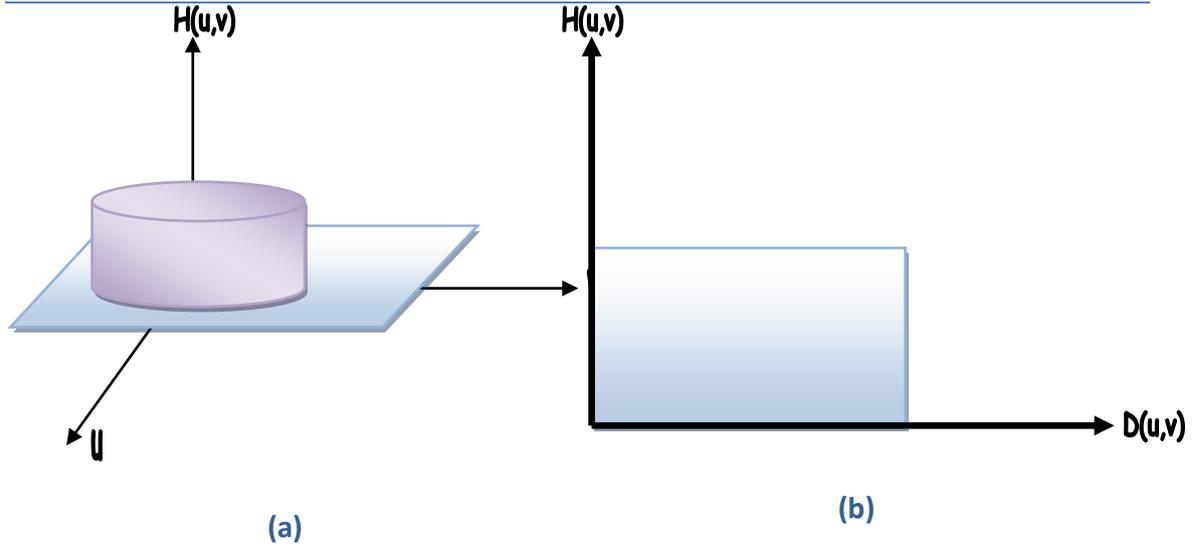
$$H(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(u,v) \leq D_0 \\ 0 & \text{if } D(u,v) > D_0 \end{cases}$$

حيث إن  $D_0$  كمية محددة غير سالبة و  $D(u,v)$  هي المسافة من النقطة  $(u,v)$  إلى مبدأ المستوى الترددي أي:

$$D(u,v) = \{u^2 + v^2\}^{1/2} \quad \text{المعادلة (17-2)}$$

الشكل التالي يبين رسم منظوري ثلاثي الأبعاد لـ  $H(u,v)$  مقابل  $u,v$ .

إن الاسم "مثالي" يأتي من حقيقة أن جميع الترددات داخل دائرة نصف قطرها  $D_0$  تمرر من دون تخميد، في حين أن جميع الترددات خارج هذه الدائرة تخمد تماماً.



(a) رسم منظوري لتابع تحويل مرشح الترددات المنخفضة المثالي.

الشكل (4-2)

(b) مقطع عرضي للمرشح.

إن مرشحات التمرير المنخفض متناظرة نصف قطرياً حول المبدأ، و يكفي لهذا النوع من المرشحات تحديد مقطع عرضي يمتد كتابع للمسافة حول المبدأ على طول خط نصف قطري، كما هو مبين في الشكل السابق (b)، وبعندئذ يمكن توليد تابع التحويل للمرشح بتدوير المقطع العرضي 360 درجة حول المبدأ. ويجب أن يلاحظ أيضاً أن مواصفات المرشحات المتناظرة نصف قطرياً المركزة على مربع تردد أبعاده  $N \times N$  مبنية على افتراض أن مبدأ تحويل فورييه قد مُرَكِّز على المربع من أجل مرشح التمرير منخفض المثالي.

#### ب - مرشح الترددات المنخفضة نوع بترورث: Butterworth filter:

يعرف تابع التحويل مرشح الترددات المنخفضة نوع بترورث (BLPF) في الدرجة  $n$ ، وبمحل هندسي لترددات القطع على مسافة  $D_0$  من المبدأ بالعلاقة التالية:

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{D(u,v)}{D_0} \right]^{2n}} \quad \text{المعادلة (18-2)} \quad /6/$$

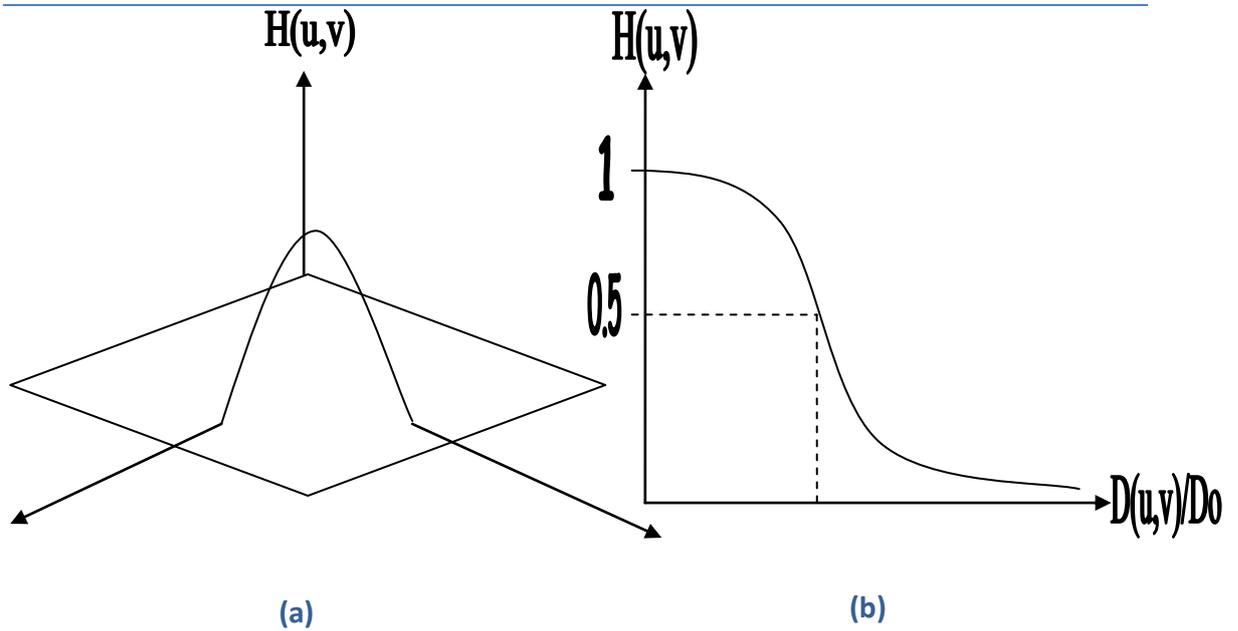
حيث إن  $D(u,v)$  تعطى بالمعادلة (17-2) بين الشكل (3) رسماً منظورياً ومقطعاً عرضياً لتابع (BLPF).

على خلاف ILPF، ليس لتابع تحويل مرشح الترددات المنخفضة نوع بترورث BLPF انقطاع حاد يشكل حداً فاصلاً بين ترددات التمرير والقطع . و من المعتاد من أجل مرشحات ذات توابع تحويل تدريجية أن نعرف محلاً هندسياً لترددات القطع عند نقاط ينخفض عندها التابع  $|H(u,v)|$  إلى جزء من قيمته العظمى

كما نجد في حالة المعادلة (18-2) أن  $H(u,v)=0.5$  (منخفضاً 50% من قيمته العظمى) عندها تكون  $H(u,v) = D_0$ . وهناك نقطة أخرى تستعمل بشكل شائع وهي  $1/\sqrt{2}$  من القيمة العظمى لـ  $H(u,v)$  يعطي التعديل البسيط التالي للمعادلة (18-2) القيمة المرغوبة عندما تكون  $D(u,v) = D_0$ .

المعادلة (19-2)

$$= \frac{1}{1+0.414[D(u,v)/D_0]^{2n}}$$



الشكل (5-2) يوضح مرشح ترددات منخفضة نوع بترورث

### ج - مرشح التنعيم (smoothing filter) :

إن مرشحات التنعيم تستخدم لتلطيف الصورة وتقليل التشويش (Noise)، وذلك بعدم إظهار التفاصيل للصورة وعدم إظهار الحواف، وهذا ناتج من تخميد مركبة التردد العالي، وكذلك نستعمل عمليات التنعيم لإضعاف الآثار الزائفة التي يمكن أن تكون موجودة في الصورة الرقمية كنتيجة لنظام ترقيم رديء أو قناة اتصال رديئة، نهتم في هذا القسم بتقنيات التنعيم في كلا المجالين الحيزي والترددية وندرس طريقة توسيط الجوار للتنعيم .

طريقة توسيط الجوار للتنعيم Neighborhood Averaging:

إن توسيط الجوار تقنية في المجال الحيزي (المكاني) تستخدم مباشرة لتنعيم الصورة، فإذا كان لدينا صورة  $f(x,y)$  أبعادها  $N \times N$ ، فإن إجراء التوسيط هو توليد صورة منعمة  $g(x,y)$  يتم الحصول على سوياتها الرمادية عند كل نقطة  $(x,y)$  يأخذ متوسط قيم السويات الرمادية لعناصر  $f$  المتحوة في جوار  $(x,y)$  محدد مسبقاً بكلمات أخرى، يتم الحصول على الصورة المنعمة باستعمال العلاقة:

المعادلة (20-2)

$$g(x,y) = \frac{1}{M} \sum_{(n,m) \in S} f(n,m)$$

من أجل  $x, y = 0, 1, 2, \dots, N-1$  .

إن  $S$  هي مجموعة إحداثيات النقاط الموجودة في جوار النقطة  $(x,y)$ ، بما فيها  $(x,y)$  نفسها و  $M$  هي العدد الإجمالي للنقاط في الجوار، إذا استعمل جوار أبعاده  $3 \times 3$ . و نلاحظ بمقارنة المعادلتين 1 و 2/ أن المعادلة الأولى حالة خاصة من المعادلة الثانية فيها  $w_1 = 1/9$  طبعاً، لسنا مقيدين بالجوارات المربعة في المعادلة السابقة، ولكن حتى الآن هذه الجوارات الأكثر استعمالاً بسبب سهولة تنفيذها.

من أجل جوار معين، يمكن تخفيض أثر التغبيش الناتج عن توسيط الجوار، وذلك بإجراء تعريب thresholding أي بدلاً من استعمال المعادلة (1) نشكل  $g(x,y)$  وفق المعيار التالي:

المعادلة (21-2)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{M} \sum_{(m,n) \in S} f(m,n) \quad \text{if } \left| f(x,y) - \frac{1}{M} \sum_{(m,n) \in S} f(m,n) \right| > T \\ \end{array} \right.$$

g

$$f(x,y) \quad \text{otherwise}$$

حيث إن  $T$  هي عتبة محددة غير سالبة

إن الدافع لهذا الأسلوب هو تخفيض التغيّش بترك مناطق الصورة ذات الإختلافات الكبيرة (مقارنة مع T) في السوية الرمادية بدون تغيير، وعموماً نتوقع أن تقابل هذه الاختلافات الحواف، ولذلك فإن استعمال المعادلة  $/2$  سيخفض درجة تغيّش الحواف، أما المناطق الأخرى من الصورة فتعالج كما شرحنا سابقاً".

## 2-4-2 مرشحات التمرير العالي :

بما أن الصورة يمكن أن تغبش بتخميد مركبات التردد العالي في تحويل فورييه لها، ونظراً لأن الحواف والتغيّرات الحادة في السويات الرمادية تكون مصاحبة لمركبات التردد العالي يمكن الحصول على زيادة حدة تفاصيل الصورة في المجال الترددي بعملية ترشيح التمرير العالي التي تخدم مركبات التردد المنخفض دون إرباك معلومات التردد العالي في تحويل فورييه، إذاً لتحسين صورة ما ولزيادة حدة التفاصيل نستعمل مرشح حيز التمرير العالي.

وسنناقش من مرشحات تمرير التردد العالي :

أ- مرشح الترددات العالية المثالي (HPF) .

ب- مرشح الترددات العالية نوع بترورث (BHPF) .

ج- مرشح التمرير الحيزي العالي .

د- ومرشح زيادة حدة التفاصيل .

### أ - مرشح الترددات العالية المثالي (HPF):

إن مرشح الترددات العالية ثنائية الأبعاد المثالي (HPF) هو مرشح يحقق تابع تحويله العلاقة التالية:

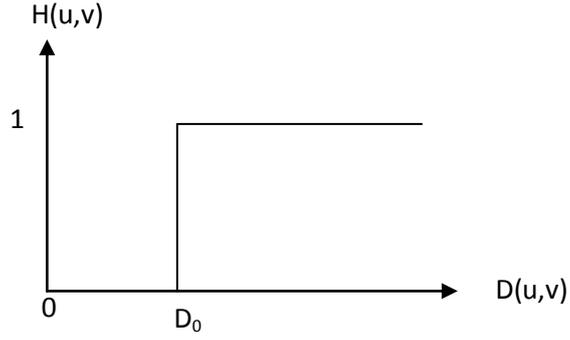
المعادلة (22-2)

$$H(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(u,v) \leq D_0 \\ 0 & \text{if } D(u,v) > D_0 \end{cases}$$

حيث إن  $D_0$  هي مسافة القطع مقيسة من مبدأ مستوى التردد،  $D(u,v)$  تعطى

$$D(u, v) = \{u^2 + v^2\}^{1/2} \quad \text{المعادلة (23-2)}$$

ويبين الشكل التالي تابع تحويل المرشح



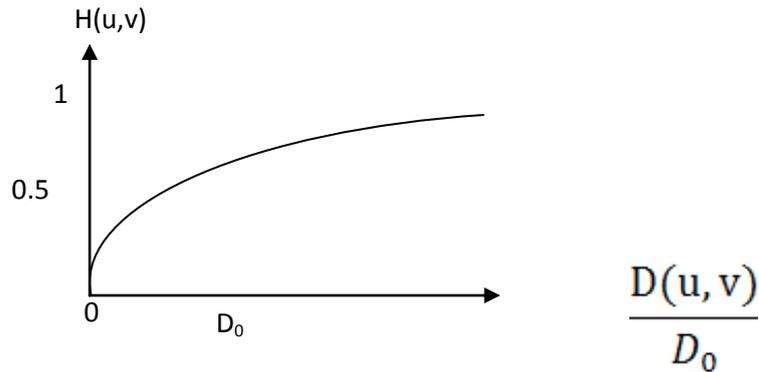
الشكل (6-2) تابع تحويل مرشح التمرير العالي

**ب - مرشح الترددات العالية نوع بترورث:**

يعرف تابع تحويل المرشح الترددات العالية نوع بترورث (BHPF) من الدرجة  $h$  والمحل هندسي لترددات القطع على مسافة  $D_0$  من المبدأ بالعلاقة:

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u, v)}{D_0}\right]^{2n}} \quad \text{المعادلة (24-2)}$$

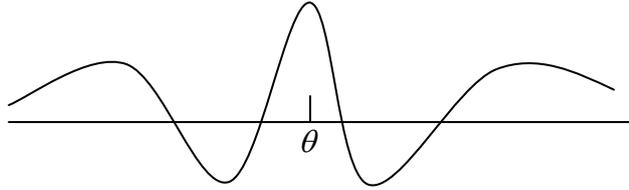
حيث إن  $D(u, v)$  تعطى بالعلاقة (23-2) وبالتالي بين الشكل تابع تحويل مرشح الترددات العالية نوع بترورث (BHPF).



الشكل (7-2) تابع تحويل مرشح الترددات العالية نوع بترورث (BHPF).

### ج- مرشح التمرير الحيزي العالي (High pass spatial filtering)

من خلال الشكل العام لمرشح التمرير العالي الموضح في الشكل نستطيع القول: إن معاملات النوافذ في هذا المرشح ربما تكون سالبة او موجبة حسب المرغوب فيه، ولكن معامل النافذة في المركز تكون موجبة دائماً، وإن مجموع المعاملات يكون مساوياً للصفر [2].



شكل (8-2) يمثل مرشح التمرير العالي في البعد الحيزي.

### د- مرشحات زيادة حدة التفاصيل ( sharpening filter ) :

إن الهدف من عمل هذا المرشح هو إبراز الحواف (Edge) والتفاصيل في صورة ما ، علماً بأن المعلومات التي توضح حدة التفاصيل تكون في مركبة التردد العالي.

بما أن توسيط عناصر الصورة ضمن منطقة ما يؤدي إلى تغييب التفاصيل في الصورة المعالجة، ولأن التوسيط شبيه بالتكامل، فمن الطبيعي أن نتوقع أن يكون للتفاضل الأثر المعاكس ، وبالتالي ستزداد حدة تفاصيل الصورة المعالجة.

إن أكثر طرق التفاضل شيوعاً في تطبيقات معالجة الصورة هي التدرج gradient ، فإذا كان لدينا تابع  $f(x,y)$  يعرف تدرج  $f$  عند الأحداثيين  $(x,y)$  بالمتجه.

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad \text{المعادلة (25-2)}$$

توجد خاصتان هامتان للتدرج هما:

يشير المتجه  $G[f(x,y)]$  باتجاه المعدل الأعظمي لتزايد التابع  $f(x,y)$ .

إن مطال  $G[f(x,y)]$  مشار إليه بـ  $G[f(x,y)]$  ومعطى بالعلاقة التالية:

$$G[f(x,y)] = mag[g] = \left[ \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \text{المعادلة (26-2)} \quad //$$

ومن أجل الصورة الرقمية، تقرب المشتقات في المعادلة (26-2) إلى الفروق ، ويعطى أحد التقريبات النموذجية بالعلاقة.

المعادلة (27-2)

$$G[f(x,y)] \cong \left[ [f(x,y) - f(x+1,y)]^2 + [f(x,y) - f(x,y+1)]^2 \right]^{1/2}$$

يتم الحصول على نتائج مشابهة بإستعمال القيم المطلقة كما يلي:

المعادلة (28-2)

$$G[f(x,y)] \cong |f(x,y) - f(x+1,y)| + |f(x,y) - f(x,y+1)|$$

إن هذا التشكيل مرغوب أكثر من أجل تنفيذ حساب التدرج بواسطة الحاسوب كما يوجد تطبيقات كثيرة لهذا المرشح، فعلى سبيل المثال: يستخدم في الصور الطبية وفي اكتشاف الأهداف .

#### **3-4-2 المرشح الوسطي (Median Filter)**

يسمى هذا المرشح في بعض المراجع بالمرشح الغير خطي (nonlinear) أو مرشح تمرير النطاق .

ولما كانت إحدى الصعوبات الرئيسية هي تغبش الحواف والتفاصيل الحادة الأخرى أي عدم ظهورها بالشكل المطلوب، على الرغم من أنه يمكن التغلب على هذه المشكلة بإستعمال عتبة، فإن اختيار هذه العتبة يعتمد إلى حد كبير على التجربة والخطأ .

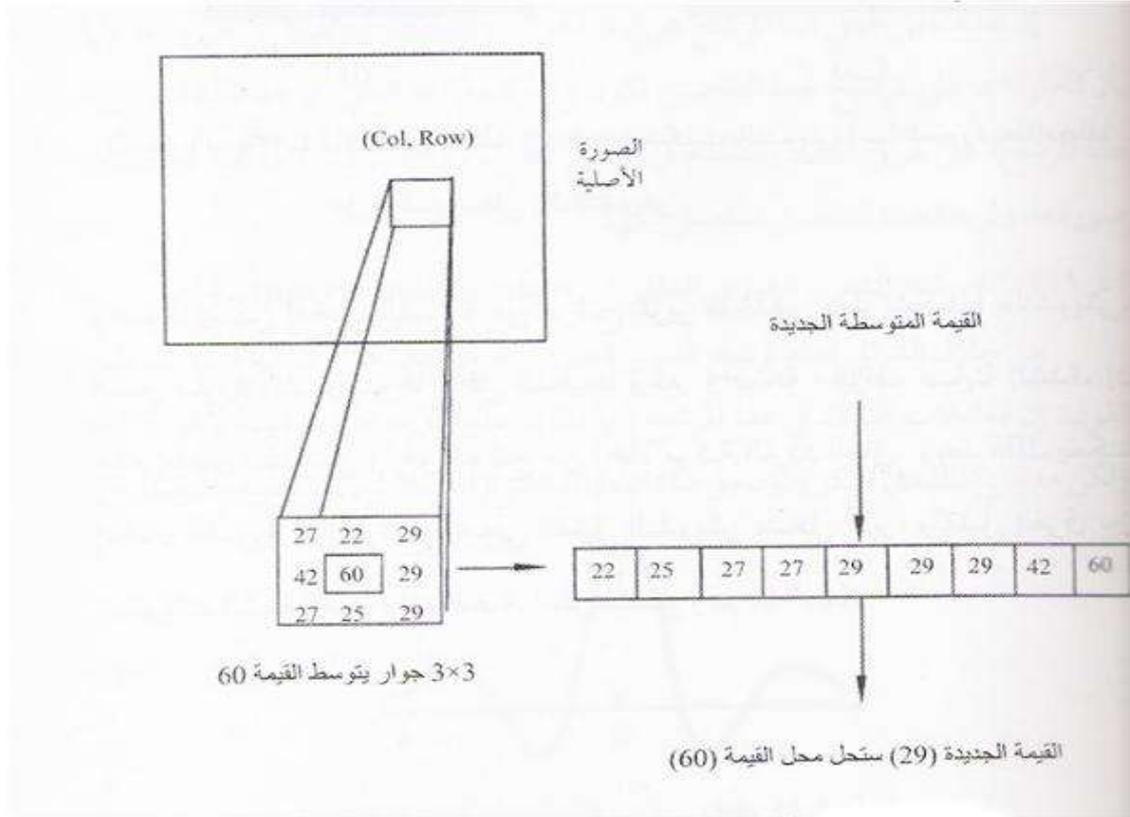
إن استعمال المرشحات الأوسطية median filters هي أحد الأساليب البديلة التي نستبدل فيها السوية الرمادية لكل عنصر صورة (بكسل) بالقيمة الأوسطية للسويات الرمادية المجاورة لذلك العنصر، بدلاً من المتوسط

(Average) ، وإن هذه الطريقة فعالة خصيصاً عندما يتألف نمط الضجيج من مركبات قوية ذات نتوءات مدببة وحيث تكون الخاص التي يجب أن نحافظ عليها هي حدة الحواف.

بما أن أوسطي مجموعة قيم  $m$  يكون في وسطها، أي أن نصف هذه القيم أصغر من  $m$  والنصف الآخر أكبر من  $m$  ولكي نجري الترشيح الأوسطي في جوار عنصر، نقوم أولاً " بفرز قيم العنصر وجيرانه، ونحدد أوسطها وننسب هذه القيمة إلى العنصر، فعلى سبيل المثال، الأوسط في جوار أبعاده  $3 \times 3$  هو خامس أكبر قيمة، وفي جوار أبعاده  $5 \times 5$  وهو القيمة الثالثة عشر الأكبر، وهكذا عندما تتساوى عدة قيم في نفس الجوار نجمع جميع القيم المتساوية كما يلي:

بفرض أن جواراً أبعاده  $3 \times 3$  منه القيم التالية (100,25,20,20,15,20,20,10) تفرز هذه القيم كما يلي:  
(100,25,20,20,20,20,20,15,10)

مما يعطي حداً "أوسطاً" مقداره (20) بالتالي إن يظهر أن الوظيفة الرئيسة للمرشح الأوسطي هي إجبار النقاط التي لها شدات مميزة جداً أن تكون أكثر شبهاً بجيرانها، وهكذا تحذف فعلياً الشدات الحادة (الناتئة) التي تظهر معزولة في منطقة نافذة المرشح.



الشكل(2-9) يوضح كيفية حساب المتوسط في جوار مقياس  $(3 \times 3)$ .

في الشكل (2-9) توضيح كيفية عملية حساب المتوسط إذ إن قيمة المستوى الرمادي للوحدة الصورية كانت تساوي (60) . واستبدلت بالقيمة (29) ، وهذا يمنع وجود تغيرات حادة في المستويات الرمادية ، وظهور التفاصيل بشكل جيد

إذا" إن مهمة الترشيح الوسطي تقليص الفرق في المستويات الرمادية بين وماجاورها ، وبذلك لا يوجد اختلاف في الشدة .

وعموماً يمكن إدخال الصورة على مرشح تمرير منخفض بعد تشكيلها بالتشويش فينتج صورة أكثر وضوحاً وأقل ضجيجاً وغير واضحة الحواف متباينة الشدة . وإنّ عدم إظهار التفاصيل والحواف ينتج من إخماد مركبة التردد العالي ، وبعد ذلك يمكننا إدخال الصورة على مرشح وسطي لتقليل التشويش بشكل أكبر وتقليل الفرق بين مستويات الشدة الحادة والمنخفضة .

## 5-2 توسيط صور متعددة Averaging of multiple Images

لنفرض أنه لدينا صورة مشوبة بالضجيج  $g(x,y)$  ، وهي ناتجة عن إضافة ضجيج  $n(x,y)$  إلى الصورة الأصلية  $f(x,y)$  أي:

$$g(x,y)=f(x,y) + n(x,y) \quad \text{المعادلة (29-2)}$$

حيث يفترض أن الضجيج عند كل زوج من الإحداثيات  $(x,y)$  غير مترابط ، وأن له قيمة متوسطة تساوي الصفر. وإن الهدف من الإجراء التالي هو الحصول على نتيجة منعمة بجمع مجموعة محددة من الصور المشوبة بالضجيج  $\{g(x,y)\}$ .

إذا حقق الضجيج الشرطين اللذين وضعناهما للتو، تكون مسألة بسيطة أن نبين أنه إذا شكلت الصورة  $g(x,y)$  بتوسيط  $M$  صورة مختلفة مشوبة بالضجيج.

$$\text{المعادلة (30-2)}$$

وينتج عندئذ أن

$$E\{\bar{g}(x,y)\} = f(x,y) \quad \text{المعادلة (31-2)}$$

$$v\bar{g}^2(x,y) = \frac{1}{M}v\eta^2(x,y) \quad \text{المعادلة (32-2)}$$

حيث إن  $\{E\{\bar{g}(x, y)\}$  هي القيمة المتوقعة لـ  $\bar{g}$  و  $v\bar{g}^2(x, y)$  ،  $v\eta^2(x, y)$  له هما اختلافات  $g$  ،  $\eta$  والجميع عند الإحداثيات  $(x, y)$  ، كما يعطى الانحراف المعياري عند أية نقطة من الصورة المتوسطة بالعلاقة:

$$v\bar{g}(x, y) = \frac{1}{\sqrt{M}}v\eta(x, y) \quad \text{المعادلة (2-33)}$$

تدل المعادلتان الأخيرتان على أن تغير قيم عنصر الصورة يتناقص مع زيادة  $M$ .

ولأن  $E\{\bar{g}(x, y)\} = f(x, y)$  ستقارب  $\bar{g}(x, y)$  لصورة  $f(x, y)$  مع زيادة عدد الصور المشوبة بالضجيج المستعملة في عملية التوسيط في الواقع العملي تكمن الصعوبة الرئيسية في استعمال هذه الطريقة في المقطرة على تسجيل الصورة بحيث تتوضع عناصر الصور متماثلة فوق بعضها تماماً.

## الفصل الثالث

### 3-1 تجزئة الصورة (Segmentation)

هي العملية التي تقسم صورة ما إلى الأجزاء parts أو العناصر objects المكونة لها، ويمكن وصفها بكونها عمليات يكون دخلها صورة وخرجها الكائنات الهامة في الصورة

إذاً التقطيع يقسم الصورة الى مناطقها المكونة لها ، وهذا التقسيم يعتمد على المشكلة التي يتم حلها ، لذلك ينبغي التوقف عن التقطيع إذا تم عزل الكائنات ذات الاهمية في تطبيق ما ، ويحدد التقطيع بدقة النجاح أو الفشل النهائي لإجراءات عمليات التحليل الذي تقوم به .

وإن التجزئة هي أحد أكثر العناصر أهمية في التحليل الآلي للصورة لأن الأشياء أو المكونات الأخرى التي هي موضع اهتمام تستخلص من الصورة في هذه الخطوة من أجل المعالجات اللاحقة، مثل الوصف والتعرف والتصنيف والمقارنة وتقييم الصورة الناتجة.

تبنى خوارزميات تجزئة الصورة عادة على إحدى خاصيتين أساسيتين لقييم السويات الرمادية وهي الانقطاع والتشابه .

1 - في الفئة الأولى من هذه الخوارزميات ( تجزئة صورة ما بناءً على التغيرات الحادة في السوية الرمادية ) تكون المجالات الرئيسية التي هي موضع اهتمام ضمن هذه الفئة هي كشف النقاط المعزولة isolated points وكشف الخطوط lines والحواف edges في صورة ما ، و بمعنى آخر في هذه الفئة يتم تقسيم الصورة اعتماداً على التغيير المفاجئ في الكثافة .

2 - إن الطرق الرئيسية في الفئة الثانية من هذه الخوارزميات مبنية على التعتیب thresholding وتوسيع (تكبير) المناطق region growing وشطر ودمج المناطق region splitting and merging . كما أن مفهوم تجزئة الصورة بناءً على الانقطاع في قيم السويات الرمادية لعناصرها أو بناءً على تشابه هذه القيم هو مفهوم قابل للتطبيق على كل من الصور الساكنة static images والصور الديناميكية (المتغيرة مع الزمن) .

بمعنى آخر في هذه الفئة الثانية يتم تقسيم الصورة الى مناطق تكون متشابه بحسب مجموعة معايير محددة مسبقاً

وبشكل مبسط يمكننا القول : إن تجزئ الصورة الرقمية الى عدة قطاعات الهدف منه هو تبسيط الصورة أو تغيير تمثيل صورة ما إلى ما هو أكثر فائدة وأسهل للتحليل، وعادة ما تستخدم في تحديد مواقع الأشياء والحدود في الصور .

بعبارة أدق هي اعطاء علامة معينة لكل مجموعة من البكسلات بحيث تتشارك هذه البكسلات في خصائص معينة.

### 3-2 كشف الانقطاعات

سندرس في هذا القسم عدداً من طرق و تقنيات كشف النقاط والخطوط والحواف في صورة ما، و إن هذه الطرق التي تستعمل عادة لكشف تلك الخصائص تبنى على نوافذ مكانية صغيرة .

### 3-2-1 كشف النقاط:

إن مسألة كشف النقاط المعزولة تطبق عملياً في إزالة الضجيج وتحليل الجزئيات ، ويبين الشكل التالي النافذة الأساسية التي تستعمل لكشف النقاط المعزولة في صورة ما ، بحيث تحرك هذه النافذة من عنصر لعنصر في الصورة ، وفي كل موضع نافذة نحسب مجموع الجداءات المعطاة في المعادلة (3) ، مستعملين معاملات الشكل السابق أي نحسب الجداء الاتجاهي التالي :

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

نافذة تستعمل لكشف نقاط معزولة مختلفة عن خلفية ثابتة

$$w'x = -x_1 - x_2 - x_3 - x_4 + 8x_5 - x_6 - w_7 - w_8 - w_9 \quad \text{معادلة (1-3)}$$

في منطقة ذات سوية رمادية ثابتة ستكون نتيجة هذه العملية صفراً '0'. ومن جهة أخرى ، إذا وقع مركز هذه النافذة على نقطة معزولة ( $x_5$ ) ، ذات شدة أكبر من الخلفية ، ستكون النتيجة عندئذ أكبر من الصفر ، في التطبيق العملي ، إذا كنا نهتم بالاستجابات القوية فقط ، نقول: إن نقطة معزولة كثافتها مختلفة بشكل مميز عن الخلفية قد كشفت إذا كان :

$$|w'x| > T \quad \text{معادلة (2-3)}$$

حيث إن  $T$  هي عتبة غير سالبة ، تؤسس قيمة العتبة  $T$  السوية الرمادية النسبية مما نرغب في تسميته نقطة أو جزيئة هامة في الصورة .

### 2-2-3 كشف الخطوط:

إن كشف النقطة هو إجراء مباشر نوعاً ما ، وإن السوية التالية من التعقيد تشتمل على كشف الخطوط في صورة ما ، أنظر النوافذ المبينة في الشكل.

-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	2	-1
2	2	2	-1	2	-1	-1	2	-1
-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1

b

c

a

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

الشكل (1-3) نوافذ خطوط

D.C نافذة خط قطري

B نافذة خط أفقي

A نافذة خط عامودي

إذا حركت النافذة الأولى ضمن صورة ما فستكون استجابتها أكبر للخطوط (بثخانة نقطة واحدة) الموجهة أفقياً . وفي حالة خلفية ثابتة ، ستنتج الاستجابة العظمى عندما يمر الخط خلال الصف الأوسط في النافذة، ويمكن أن يتحقق القارئ بسهولة من ذلك برسم مصفوفة واحدات بسيطة تحتوي خطأً ذا سوية رمادية مختلفة يمر أفقياً عبر المصفوفة .

إن إجراء تجربة مشابهة سيُظهر أن النافذة الثانية ستعطي أفضل استجابة للخطوط المائلة بزواوية  $45^\circ$  والنافذة الثالثة ستعطي أفضل استجابة للخطوط العمودية والنافذة الرابعة ستعطي أفضل استجابة للخطوط المائلة بزواوية  $45^\circ$  - ، وكما يمكن أيضاً تأسيس هذه الاتجاهات بملاحظة أن الاتجاه المفضل لكل نافذة قد وزن بعامل أكبر من معاملات الاتجاهات الأخرى الممكنة .

لتكن  $w_1, w_2, w_3, w_4$  متجهات متعددة الأبعاد مكونة من ادخالات النوافذ الأربعة المبينة في الشكل. وكما ناقشنا أعلاه في حالة نافذة النقطة ، تعطي الاستجابات الإفرادية لنوافذ الخطوط في أية نقطة ، في الصورة بالجداء  $w_i \cdot x$  من أجل  $i = 1, 2, 3, 4$ . وكما فعلنا سابقاً فإن  $x$  هو المتجه المكون من عناصر الصورة التسعة ذات منطقة النافذة ( من أجل متجه معطى  $x$  ) وبفرض أننا نرغب في تحديد التطابق القرب بين المنطقة التي ندرسها وإحدى نوافذ الخطوط الأربعة . فنقول : إن  $x$  هو الأقرب إلى النافذة رقم  $i$  إذا كانت استجابة هذه النافذة هي الأكبر . و بعبارة أخرى إذا كان :

$$w_i' \cdot x > w_j' \cdot x \quad \text{معادلة (3-3)}$$

وذلك بالنسبة لجميع قيم  $j$  ، باستثناء القيمة  $j = i$  فعلى سبيل المثال ، إذا كانت  $w_i' \cdot x$  أكبر من  $w_j' \cdot x$  من أجل  $j = 2, 3, 4$  نستنتج أن المنطقة الممثلة بـ  $x$  مميزة بخط أفقي لأن النافذة الأولى هي الأكثر استجابة لهذه الخاصة .

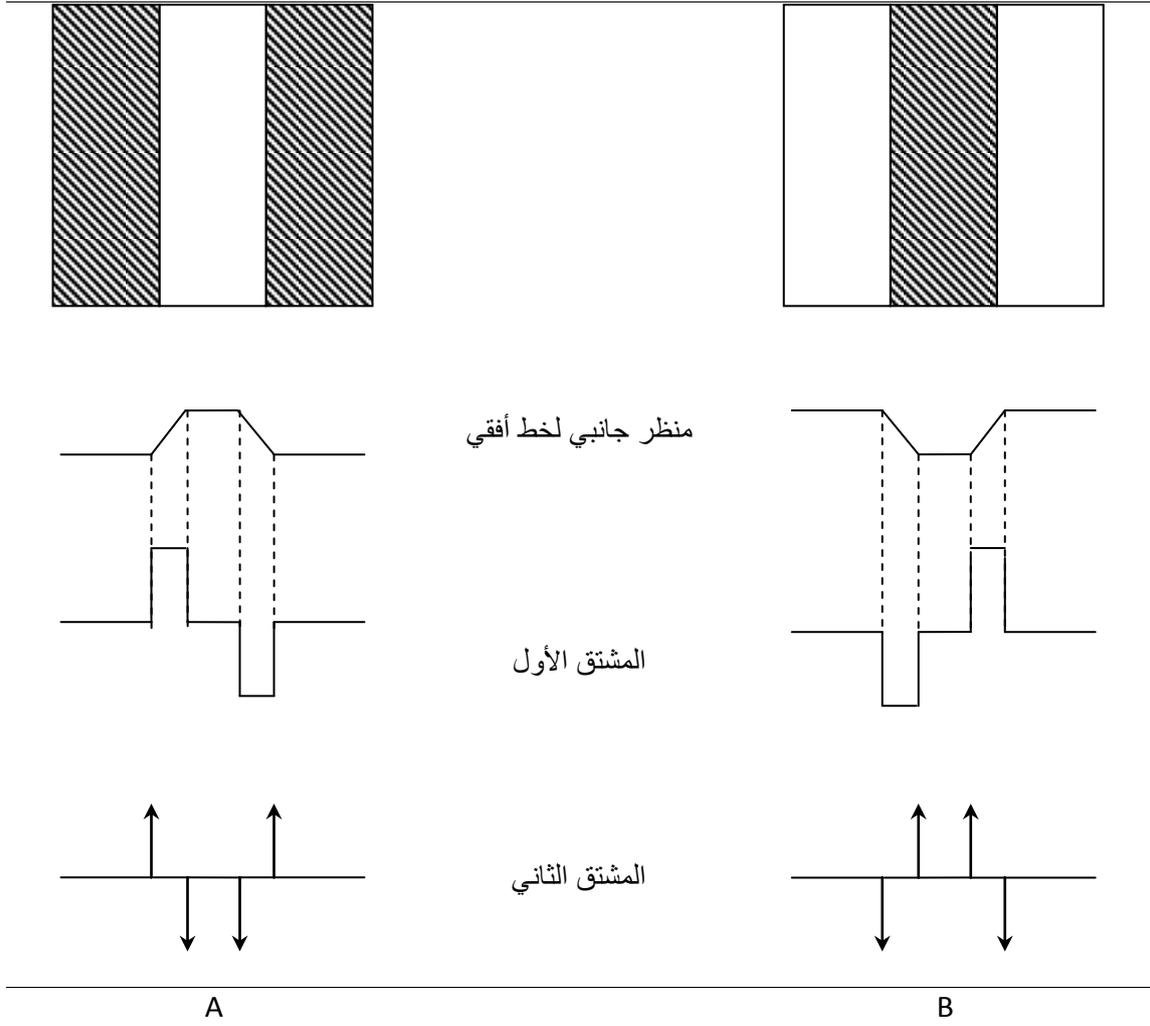
### 3-2-3 كشف الحواف

على الرغم من أن كشف النقاط والخطوط هما بالتأكيد عنصران في أية مناقشة في التجزئة، فإن كشف الحواف هو حتى الآن الطريقة الأكثر شيوعاً لكشف إنقطاعات ذات معنى في السويات الرمادية. وإن سبب ذلك هو أن النقاط المعزولة والخطوط الدقيقة (الرفيعة) ليست متكررة في أغلب التطبيقات ذات الأهمية العملية .

نعرف الحافة بأنها الحد بين منطقتين لهما خصائص سويات رمادية متميزة نسبياً، وفي المناقشة التالية، يفترض أن المناطق موضع البحث متجانسة بما فيه الكفاية بحيث يمكن تحديد الانتقال بين منطقتين على أساس الانقطاعات في السويات الرمادية وحدها. و عندما لا يكون هذا الافتراض صحيحاً، تكون تقنيات التجزئة باستخدام التعتیب والتجزئة الموجه بالمناطق عادة أكثر قابلية للتطبيق من كشف الحواف.

إن الفكرة التي تتضمنها أغلب تقنيات كشف الحواف أساساً هي حساب عامل مؤثر مشتق موضعي ، و يمكن توضيح هذا المفهوم بسهولة بمساعدة الشكل التالي .

ويبين الجزء (a) من هذا الشكل صورة تحتوي جسماً بسيطاً فاتحاً على (خلفية عاتمة) ومنظراً جانبياً على طول خط مسح أفقي للصورة ، والمشتقين الأول والثاني للمنظر الجانبي . و لاحظ من المنظر الجانبي أن الحافة (الانتقال من العاتم إلى الفاتح) قد نمذجت بانحدار بدلاً من تغير حاد (فجائي) في السوية الرمادية ، وأن هذا النموذج تمثيلي لحقيقة أن الحواف في الصورة الرقمية تقش عادة بنتيجة الترقيم .



الشكل (2-3) عناصر كشف الحواف بواسطة العوامل المؤثرة

- (a) جسم فاتح على خلفية عاتمة  
 (b) جسم عاتم على خلفية فاتحة .

إن المشتق الأول لحافة نمذجت بهذه الطريقة هو صفر في جميع المناطق ذات السويات الرمادية الثابتة ، ويأخذ قيمة ثابتة خلال انتقال السوية الرمادية *Gray bevel transition* .

ومن جهة أخرى فإن المشتق الثاني يساوي الصفر في جميع المناطق باستثناء بداية انتقال السوية الرمادية و نهايته . وبناءً على هذه الملاحظات وعلى المفاهيم الموضحة في الشكل السابق، يتضح أنه يمكن استخدام مقدار المشتق الأول لكشف وجود حافة ما. في حين أن إشارة المشتق الثاني يمكن أن تستخدم لتحديد ما إذا كان عنصر حافة ما يقع في جهة عاتمة من الخلفية *dark* أو جهة فاتحة *light* من الحافة. وإن إشارة المشتق الثاني في الشكل (a) ، على سبيل المثال ، موجبة من أجل العناصر الواقعة على الجانب العاتم من الحافتين الأمامية (المتقدمة) و (الخلفية) للجسم ، في حين أن الإشارة سالبة من أجل العناصر الواقعة على الجانب الفاتح من هاتين الحافتين . ونطبق نفس التطبيقات على حالة جسم عاتم على خلفية فاتحة ، كما هو مبين في الشكل (b).

من المهم أن نشير إلى أن تفسيرات مماثلة تصح بخصوص إشارة المشتق الثاني في هذه الحالة على أن الرغم من أن المناقشة قد اقتصرت حتى الآن على منظر جانبي في صورة ما ، نعرف ببساطة منظرًا جانبيًا متعامداً مع اتجاه الحافة في أية نقطة معطاة ونفس النتائج كما في المناقشة السابقة، كما سنبيين في القسمين التاليين أنه يمكن الحصول على المشتق الأول في أية نقطة من الصورة باستعمال مقدار التدرج في تلك النقطة ، في حين أن المشتق الثاني يعطى بمعامل لابلاس .

### 3-3 عوامل التدرج المؤثرة في اكتشاف الحواف ( operators gradient ) :

لقد قدمنا باختصار مفهوم استعمال التدرج لمفاضلة الصورة في المناقشة الحالية نوسع الأفكار المقدمة في ذلك القسم و نطور تمثيلاً اتجاهياً منسجماً مع التعابير الرياضية المستخدمة في هذا القسم، كما أشرنا يعرف تدرج صورة ما  $f(x,y)$  في الموضع  $(x,y)$  بالمتجه ثنائي الأبعاد:

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad \text{المعادلة (4-3)}$$

من المعروف جيداً في التحليل الاتجاهي Vector analysis أن المتجه  $G$  يشير باتجاه المعدل الأعظمي لتغير  $f$  في الموضع  $(x,y)$ ، ومن أجل كشف الحواف سنهتم بمقدار هذا المتجه الذي يشار إليه عادة بالتدرج، ويرمز له  $G[f(x,y)]$  حيث:

$$G[f(x,y)] = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \quad \text{المعادلة (5-3)}$$

إن هذه الكمية تساوي المعدل الأعظمي لتزايد  $f(x,y)$  بوحدة المسافة في اتجاه  $G$ ، ومن الشائع عملياً تقريب التدرج باستخدام القيم المطلقة:

$$G[f(x,y)] \cong |G_x| + |G_y| \quad \text{المعادلة (6-3)}$$

إن هذا التقريب أسهل كثيراً في التنفيذ، خاصة عندما يستخدم كيان صلب مكرس لهذا الغرض.

إن اتجاه متجه التدرج هو أيضاً كمية مهمة، بجعل  $a(x,y)$  تمثل زاوية اتجاه  $G$  في الموضع  $(x,y)$ ، وينتج من التحليل الاتجاهي أن:

$$a(x,y) = \tan^{-1}(G_y/G_x) \quad \text{المعادلة (7-3)}$$

حيث تقاس الزاوية بالنسبة للمحور الاحداثي  $x$  ، وتعتبر المعادلة (7-3) أداة مفيدة لربط نقاط الحافة التي قد كشفت باستعمال التدرج، ونلاحظ من المعادلة (4-3) أن حساب التدرج مبني على الحصول على المشتقين الجزئيين  $\frac{\partial f}{\partial x}$  و  $\frac{\partial f}{\partial y}$  في موضع كل عنصر. و توجد عدة طرق لعمل ذلك ، و إحدى هذه الطرق هي استعمال فروق من الدرجة الأولى في منطقة مساحتها  $2 \times 2$ ، كما فعلنا في المعادلات المعطاة. كما يمكن تشكيل طريقة أكثر تعقيداً "بقليل" وتشمل جواراً مساحته  $3 \times 3$  حول النقطة  $(x,y)$  ، وذلك كما يلي : بأخذ منطقة الصورة

الفرعية المبينة في الشكل (a) حيث تمثل  $x_5$  السوية الرمادية في الموضع  $(x,y)$  ، وتمثل الـ  $x_i$  الأخرى السويات الرمادية لجيران  $(x,y)$  الثمانية.

لنعرف مركبة متجه التدرج في الاتجاه  $x$  كما يلي :

$$Gx = (x_7 + 2x_8 + x_9) - (x_1 + 2x_2 + x_3) \quad \text{المعادلة (8-3)}$$

وفي الاتجاه  $y$  كما يلي :

$$Gy = (x_3 + 2x_6 + x_9) - (x_1 + 2x_4 + x_7) \quad \text{المعادلة (9-3)}$$

إن لاستعمال المنطقة ذات الأبعاد  $3 \times 3$  في حساب التدرج مزية غير زيادة التنعيم مقارنة بالعوامل المؤثرة ذات الأبعاد  $2 \times 2$  . كما تميل إلى جعل عمليات التدرج أقل حساسية للضجيج .

$Gx$  ،  $Gy$  . يشار إلى هذين الناقتين عموماً "بعاملي سوبل المؤثرين Sobel operations" . وللحصول على التدرج في تلك النقطة يتم دمج استجابتي هذين العاملين المؤثرين في أية نقطة  $(x,y)$  باستخدام المعادلة (3-5) أو المعادلة (3-6) . يعطي التدرج في جميع نقاط الصورة في هاتين الناقتين مع صورة ما  $f(x,y)$  ، ويشار إلى النتيجة عادة بالصورة المتدرجة وتوجد عدة طرق لتوليد صورة التدرج باستخدام العتبات.

$x_1$	$x_2$	$x_3$
$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_7$	$x_8$	$x_9$

(a)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(b)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(c)

الشكل (3-3) (a) منطقة صورة ذات أبعاد  $3 \times 3$  ، (b) نافذة تستعمل لحساب  $Gx$  في نقطة المركز للمنطقة ذات الأبعاد  $3 \times 3$  ، (c) نافذة لحساب  $Gy$  في تلك النقطة .

تسمى الناقتان  $b$  ،  $c$  بعاملي سوبل المؤثرين

من المهم أن نشير إلى أن المعادلتين (8-3) و (9-3) هما حالتان خاصتان من التشكيل العام المعطى بالمعادلة (1-3) ، وهكذا فإذا كان  $x$  متجهاً يحتوي قيم العناصر المبينة في الشكل (a) يكون لدينا :

$$Gx = w'_1 \cdot x \quad \text{المعادلة (10-3)}$$

و

$$Gy = w'_2 \cdot x \quad \text{المعادلة (11-3)}$$

حيث إن  $w_1$  ,  $w_2$  هما المتجهان اللذان يحتويان على معاملات النافذتين المبينتين في الشكلين (b) و (c) على التوالي، ثم يصبح التشكيلان اللذان أعطيا بالمعادلتين (5-3) و (6-3) عندئذ:

$$G[f(x, y)] = \left| (w'_1 x)^2 + (w'_2 x)^2 \right|^{1/2} \quad \text{المعادلة (12-3)}$$

$$G|f(x, y)| \approx |w'_1 x| + |w'_2 x| \quad \text{المعادلة (13-3)}$$

اللذان هما ، بالطبع ، مكافئان تماماً لهاتين المعادلتين .

كما أنّ عامل لابلاس هو عامل مؤثر مشتق في الدرجة الثانية ، ويعرف كما يلي:

$$L[f(x, y)] = \partial^2 f / \partial x^2 + \partial^2 f / \partial y^2 \quad \text{المعادلة (14-3)}$$

بالرجوع إلى الشكل (a) ، نعرف عامل لابلاس الرقمي في نقطة ما  $(x, y)$  ذات سوية رمادية  $x_5$  كما يلي :

$$L[f(x, y)] = x_2 + x_4 + x_6 + x_8 - 4x_5 \quad \text{المعادلة (15-3)}$$

يمكن تنفيذ هذه العملية بطي النافذة المبينة في الشكل السابق مع صورة ما  $f(x, y)$ .

إذا تم تشكيل متجه  $w$  من معاملات هذه النافذة ، نستطيع التعبير عن معامل لابلاس بشكل اتجاهي :

$$L[f(x, y)] = w' \cdot x \quad \text{المعادلة (16-3)}$$

لاحظ أن عامل لابلاس يساوي الصفر في المناطق الثابتة ، وفي قسم الانحدار للحافة، كما هو متوقع من مشتق الدرجة الثانية .

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

### نافذة تستعمل لحساب معامل لابلاس

على الرغم من أن معامل لابلاس ، كما أشرنا ، يستجيب للانتقالات في الشدة ، فإنه نادراً ما يستخدم وحده لكشف الحافة ، وإن السبب هو أنه نتيجة كون معامل لابلاس عاملاً مؤثراً من الدرجة الثانية، فإنه نموذجياً حساس بشكل غير مقبول للضجيج، وهكذا فإن هذا العامل المؤثر يستعمل للدور الثانوي الذي يخدم فيه ككاشف لتأسيس ما إذا كان عنصر معين يقع في الجانب العاتم أو في الجانب الفاتح للحافة .

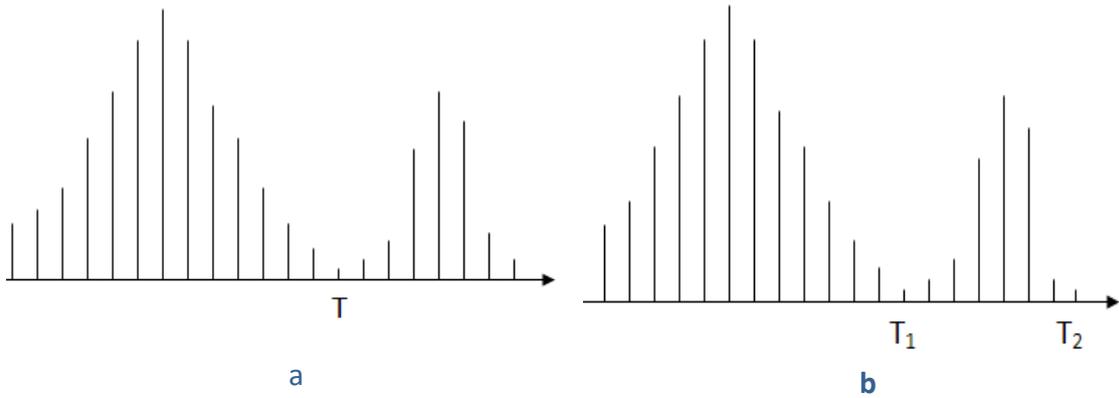
### 4-3 التعتيب Thresholding :

إن التعتيب من أهم طرائق تجزئة الصورة، وسوف نناقش في هذا القسم عدداً من تقنيات التعتيب ، ونناقش أيضاً" جدارة و محدودية هذه الطرق .

بفرض أن هيستوغرام السويات المبين في الشكل هو هيستوغرام صورة معينة  $f(x,y)$  ، مؤلفة من أجسام فاتحة على خلفية عاتمة بحيث تكون عناصر الأجسام والخلفية ذات سويات رمادية محددة في نمطين مهيمينين. و إن إحدى الطرق الواضحة لاستخلاص الأجسام من الخلفية هي اختيار عتبة  $T$  تفصل بين هذين النمطين، بعدئذٍ تسمى أية نقطة  $(x,y)$  والتي تكون من أجلها  $f(x,y) > T$ ، نقطة جسم، وخلاف ذلك تسمى النقطة "نقطة خلفية". وبين الشكل التالي حالة أكثر عمومية لهذه الطريقة، في هذه الحالة ، يتميز الهيستوغرام بثلاثة أنماط مهيمنة (مثلاً نوعان من الأجسام الفاتحة على خلفية عاتمة) . وهنا نستطيع استخدام نفس الطريقة  $T_1 < f(x,y) \leq T_2$  ونصنف الجسم الآخر إذا كانت  $f(x,y) > T_2$  والى الخلفية إذا كانت  $f(x,y) \leq T_1$  . وإن هذا النوع من التعتيب متعدد السويات أقل وثوقية من مثيله وحيد العتبة بسبب صعوبة تأسيس عتبات متعددة تفصل بشكل فعال بين المناطق موضع الاهتمام، خاصة عندما يكون عدد أنماط الهيستوغرام كبيراً، نموذجياً. و إذا تم التعامل مع مسائل من هذا النوع بالتعتيب فإن أفضل طريقة للتعامل معها هي استخدام عتبة وحيدة متغيرة.

بناء على المفاهيم السابقة ، يمكن أن ننظر إلى التعتيب كعملية تتضمن اختبارات مقابل تابع ما  $T$  من الشكل التالي :

$$T = T[x, y, P(x, y), f(x, y)] \quad \text{المعادلة (17-3)}$$



شكل (4-3) هيسٲوغرامى لسويات رمادية يمكن أن ي؁ءء بـ (a) عتءة وءيدة ،  
و (b) عتبات متعددة .

حيث إن  $f(x,y)$  هي السويات الرمادية للنقطة  $(x,y)$  و  $P(x,y)$  تشير إلى خاصة موضعية ما للنقطة ، مثلاً عندما يكون متوسط السوية الرمادية بجوار يقع مركزه في  $(x,y)$  ، تكون صورة الناتجة  $g(x,y)$  بتعريف ما يلي :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) > T \\ 2 & f(x,y) \leq T \end{cases} \quad \text{المعادلة (18-3)}$$

وهكذا بتفحص الصورة  $g(x,y)$  ، نجد أن جميع العناصر ذات القيمة 1 (أو أية سوية شدة أخرى ملائمة) تابعة للأجسام ، في حين أن جميع العناصر ذات القيمة '0' تتبع للخلفية .

عندما تعتمد عملية التعتیب T على  $f(x,y)$  فقط، تسمى العتبة عتبة إجمالية ، وإذا كانت العتبة T تعتمد على كل من  $f(x,y)$  ،  $P(x,y)$  تسمى العتبة عندئذ عتبة موضعية، أما إذا كانت عملية التعتیب تعتمد بالإضافة إلى ذلك على الإحداثيين x و y ، فتسمى عندئذ عتبة ديناميكية.

ولتحديد خوارزمية العتبة نتبع الخطوات التالية :

#### الخطوة 1

نحسب  $\mu_1$  ويمثل متوسط المستوى الرمادي للعناصر الصورية في الزوايا .

نحسب  $\mu_2$  ويمثل متوسط المستوى الرمادي لكل العناصر الصوريه الأخرى .

## الخطوة 2

$$T_{old} = 0 \text{ الصفر}$$

$$T_{new} = (\mu_1 + \mu_2) / 2$$

## الخطوة 3

$$f(x,y) < T_{new} \quad \mu_1 = \text{متوسط المستوى الرمادي للعناصر التي}$$

$$f(x,y) \geq T_{new} \quad \mu_2 = \text{متوسط المستوى الرمادي للعناصر التي}$$

## الخطوة 4

$$T_{old} \neq T_{new} \quad \text{إذا}$$

$$T_{new} = (\mu_1 + \mu_2) / 2 \quad \text{نحسب}$$

حالة أخرى إذهب إلى الخطوة 2

## الخطوة 5

توقف

### 3-5-5 التجزئة و التقطيع المبني على أساس المناطق :

بما أنّ الهدف من التجزيء هو تجزيء صورة ما إلى مناطق ويمكن انجاز التجزئة بإيجاد الحدود بين المناطق بناءً على الانقطاعات في شدة اللّمعان، أو باستخدام عتبات مبنية على توزيع خصائص العنصر، مثل الكثافة ويتعامل هذا النوع من الخوارزميات مع الصورة مباشرة (الخلايا)، ويتبع واحدة من الطرق التالية لإنجاز عملية التجزئة

### 3-5-1 نمو ودمج المناطق

ويمكن تقسيم الخطوط الأساسية لخوارزميات نمو المناطق الى :

- 1- نبدأ باختيار نواة عنصر صوري عشوائياً ونقارنه مع العناصر الصورية المجاورة .
- 2- المنطقة تنمو من نواة العنصر الصوري بإضافتها إلى العناصر الصورية المجاورة المشابهة التي يزداد فيها حجم المنطقة .
- 3- عند نمو منطقة واحدة نتوقف لنختار نواة عنصر صوري آخر لا ينتمي إلى اي منطقة، ونبدأ مرة ثانية .
- 4- هذه العملية بأكملها تستمر حتى تنتمي كل العناصر إلى المناطق .
- 5- يطلق على هذه الطريقة بخطة أسفل - أعلى The Down-Up Idea .

و هي طريقة تصاعديّة (Bottom-up) حيث انطلاقاً من مناطق صغيرة متألّفة (مكونة من خلية واحدة أو بعض الخلايا) نقوم قدر المستطاع بتجميع المناطق المتجاورة منها والمتحدّة في اللون .

#### الشرح الرياضي :

إن توسيع المناطق و نموها ، كما يفهم من معناه، هو إجراء يجمع العناصر أو المناطق الفرعية في مناطق أكبر. و إن أبسط هذه الطرق هي طريقة تجميع العناصر، حيث نبدأ بمجموعة من نقاط أصل "بذور" seeds ومن هذه النقاط نوسع (ننمّي) المناطق بضم لكل نقطة بذرة العناصر المجاورة لها ذات الخصائص المشابهة (مثلاً سوية ومادية ، تركيب ، لون) . وكتوضيح بسيط لهذا الإجراء ، لنأخذ الشكل بالأسفل (a) حيث تمثّل الأرقام داخل الخلايا قيم السويات الرمادية. لنستعمل النقطتين اللتين لهما الإحداثيات (3.2) و (3.4) كنقطتي أصل "seed points". إن استعمال نقطتي بداية سينتج تجزياً يتألّف من منقطتين على الأكثر:  $R_1$  مصاحبة لنقطة الأصل (3.2) و  $R_2$  مصاحبة لنقطة الأصل (3.4)، وإن الخاصّة  $P$  التي سنستعملها لتضمين عنصر ما في أي من المنطقتين هو أن يكون الفرق المطلق بين السوية الرمادية لذلك العنصر و سوية نقطة الأصل الرمادية أقل من عتبة  $T$ ، إن أي عنصر يحقق هذه الخاصية لكانتا نقطتي الأصل في نفس الوقت يخصص للمنطقة  $R_1$ ، و إن النتيجة من أجل  $T=3$  مبنية في الشكل بالأسفل (b) في هذه الحالة ، يتألّف التجزئ من منطقتين حيث أشير إلى النقاط في  $R_1$  بـ  $a$  وأشير إلى النقاط في  $R_2$  بـ  $b$  . نلاحظ أن أي نقطة بداية في أي منطقة من هاتين المنطقتين كانت ستعطي نفس النتيجة، من جهة أخرى لو اخترنا  $T=8$  ، كانت ستنتج منطقة واحدة كما هو مبين في الشكل التالي (c).

	5	4	3	2	1	
1	7	6	5	0	0	
2	7	8	5	1	1	
3	7	7	6	1	0	
4	6	6	7	0	2	
5	5	6	5	1	0	

(a)

B	B	B	a	A
B	B	B	a	A
B	B	B	a	A
B	B	B	a	A
B	B	B	a	A

(b)

A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A

(c)

الشكل (3-5) لتوسيع المناطق باستعمال نقاط بداية معروفة . (a) مصفوفة صورة أصلية . (b) نتيجة التجزيء باستعمال فرق مطلق أقل من 3 بين شدة السويات . (c) نتيجة فرق مطلق أقل من 8 .

إن المثال السابق ، على الرغم من أنه بسيط في طبيعته ، يظهر مشاكل هامة في توسيع المناطق ، حيث تظهر مشكلتان مباشرتان ، هما اختيار نقاط الأصل البذور seeds التي تمثل بشكل صحيح المناطق موضع الاهتمام واختيار خصائص ملائمة لتضمين لنقاط في المناطق المتنوعة خلال عملية التوسيع ، وإن اختيار مجموعة من نقطة بداية واحدة أو أكثر يمكن أن يعتمد في كثير من الأحيان على طبيعة المسألة .

يجب أن تكون الأهداف موضع الاهتمام أسخن (ولذلك تظهر أكثر لمعاناً) من الخلفية، إن اختيار العناصر الأكثر لمعاناً تكون عندئذ نقطة بداية طبيعية لخوارزمية توسيع المناطق، عندما لا تتوفر معلومات مسبقة يمكن أن نتابع الحساب عند كل عنصر، نفس مجموعة الخصائص التي ستستعمل في النهاية لتخصيص العناصر لمناطق معينة خلال عملية التوسيع ، و إذا أظهرت نتيجة هذه العمليات تجمعات قيم، يمكن عندئذ أن نستعمل العناصر التي تضعها خصائصها قرب هذه التجمعات كنقاط أصل seeds .

The Region Merging (Algorithm) يمكن تحديد خطوات خوارزمية دمج ونمو المناطق كمايلي :

1. نعرف بعض الطرق الأولية لتقطيع الصورة إلى مناطق صغيرة
  2. نعرف مقياس لدمج منطقتين متجاورتين .
  3. ندمج كل مناطق الجوار التي تحقق مقياس الدمج ، وإذا لا توجد أي منطقة يمكن دمجها نتوقف .
- إن أسهل الطرق لدمج المناطق تبدأ باستخدام تقطيع المناطق  $2 \times 2$  ،  $4 \times 4$  ،  $8 \times 8$  عناصر صورية (بكسلات)، وإن نتائج دمج المناطق عادةً تعتمد على درجة وعدد المناطق التي يمكن أن تدمج . كما أنّ وصف هذه المناطق تعتمد على الخواص الإحصائية للمستوى الرمادي . ويقارن وصف المناطق مع وصف المناطق المجاورة، وإذا كان هناك تجاور يتم دمج المناطق الأكبر، وإن دمج المناطق المتجاورة يستمر بين كل نقاط التجاور متضمناً صيغة جديدة ، إذا المنطقة لا يمكن دمجها مع أي نقاط تجاور وعملية الدمج تتوقف عندما يكون هناك مناطق في الصورة لا يمكن تبويبها أو عنونها كلها .

إن اختيار معايير التشابه لا يعتمد على المسألة موضع الدراسة فحسب ، ولكن يعتمد أيضاً على نوع معطيات الصور المتوفرة، فعلى سبيل المثال، إن استعمال الصور الأرضية الملتقطة بواسطة رادار محمل على قمر صناعي يعتمد كثيراً على استعمال الألوان، وإن التعامل مع هذه المسألة باستعمال صور وحيدة اللون وحدها سيكون أكثر صعوبة بكثير. ولسوء الحظ، فإن توافر معطيات صور متعددة النطاقات الطيفية ومعطيات أخرى مساعدة هو الاستثناء بدلاً من أن يكون القاعدة في معالجة الصور، نموذجياً، يجب أن يجرى تحليل المناطق باستعمال مجموعة محددات مبنية على الشدة والخصائص (مثل العزم) moments والتركييب texture لصورة وحيدة.

من المهم أن نشير إلى أن المحددات والمعايير وحدها يمكن أن تعطى نتائج مضللة إذا لم نستعمل معلومات الاتصالية أو التجاور في عملية توسيع المناطق.

يمكن بسهولة تصور توضيح لذلك بالأخذ بالاعتبار ترتيباً عشوائياً من عناصر ذات ثلاث سويات شدة مميزة فقط، إن تجميع العناصر ذات نفس الشدة لتشكيل "منطقة" دون إعطاء عناية للاتصال والتجاور سيعطي تجزئياً" لا معنى له في سياق هذه المناقشة.

إن تشكيل قانون توقف هو مسألة هامة أخرى في توسيع المناطق، ونحن نوقف توسيع منطقة ما أساساً عندما لا يبقى عناصر تحقق معايير التضمين في تلك المنطقة.

ولقد ذكرنا أعلاه معايير مثل الشدة *intensity* والتركيب *texture* واللون التي هي موضعية بطبيعتها، ولا تأخذ بالحسبان في عملية توسيع المنطقة.

### **2-5-3 تجزئة وشرط المناطق:**

و هي طريقة تنازلية (top-down) ننطلق فيها من الصورة ككل والتي نقوم بتقطيعها إلى أجزاء صغيرة، وهذه الأخيرة تجزأ بدورها إلى أجزاء أصغر ونستمر في هذا العمل بطريقة تناظرية مادامت هناك أجزاء غير متجانسة لونها بالشكل الكافي.

وإن خوارزمية شرط المناطق عكس خوارزمية دمج المناطق ، إنها تبدأ مع كل الصورة متمثلةً بمنطقة واحدة وليس بالضرورة أن تحقق شرط التجانس ، وإيجاد مناطق الصورة يعتمد على سلسلة من عمليات الشرط لتحقيق كل شروط التجانس أعلاه . وإن خوارزميات شرط المناطق بصورة عامة تستخدم نفس مقاييس التجانس في خوارزميات دمج المناطق ، و تختلف فقط في اتجاه التطبيق .

### **3-5-3 طريقة التقطيع و الدمج (Split and Merge)**

وتعتمد على خليط من الطريقتين السابقتين حيث يقوم الإجراء المناقش في القسم السابق بتوسيع المناطق بدءاً من مجموعة معطاة من نقاط الأصل، ويوجد إجراء بديل يقوم على شرط الصورة في البداية إلى مجموعة مناطق فرعية اختيارية منفصلة، وبعدها دمجها أو شرطها في محاولة لتحقيق الهدف المطلوب .

يمكن شرح خوارزمية شرط ودمج تحقق بشكل تكراري لتحقيق هذه الشروط كما يلي :

بفرض أن  $R$  تمثل كامل منطقة الصورة و بفرض أنه لدينا صورة مربعة، فإن إحدى الطرق لتجزئ  $R$  هو شرطها بشكل تناظرية إلى مناطق رابعة أصغر بحيث يكون معيار التشابه محققاً من أجل أية منطقة  $R_i$  ، وإلا فإننا نقسم الصورة إلى أرباع فرعية. وإذا كان المعيار غير محقق من أجل أي ربع ، نقسم هذا الربع إلى أرباع فرعية وهكذا، وإن لتقنية الشرط الخاصة هذه تمثيل ملائم يسمى الشجرة الرباعية (أي شجرة لكل عقدة فيما أربعة نوازل بالضبط) يبين الشكل توضيحاً نسبياً.

### **4-5-3 التجزئة والتقطيع المبني على أساس الأعمدة البيانية للألوان**

هذا النوع من الخوارزميات يركز في عمله على الأعمدة البيانية للألوان حيث يقوم بتحديدتها و تقسيمها إلى فئات لونية (clusters) تضم الألوان المتقاربة والخلايا (البكسلات) الحاملة لها ، وبعد ذلك تتم عملية إسقاط هذه الفئات على الصورة لتقطيعها فالتقطيع في هذه الحالة ضمنى إذ تحويه عملية تقسيم الأعمدة البيانية . كما أن هذا النوع من الخوارزميات يفترض أن كل فئة لونية تمثل جسماً "مستقلاً" في الصورة ، و لكن عملياً في كثير من الحالات يجب فصل مناطق تنتمي إلى نفس الفئة اللونية لأنها تمثل أجساماً "مستقلة بألوان متقاربة".

### 3-6 بعض الخوارزميات المستخدمة في تجزئة وتصنيف الصور الرقمية :

#### 3-6-1 شرح خوارزمية الصورة الطينية Emboss :

فكرة هذه الخوارزمية لتحويل الصورة الملونة الى صورة طينية، أن تأخذ كل بكسلين متجاورين وتطرح أحدهما من الآخر، لتمييز حافات الصورة edges ، التي ينتقل فيها البكسل من لون إلى لون مغاير، فيظهر وكأن الحافات متميزة وبارزة وكأنها منحوتة.

وإن الطرح لا يكون على القيمة اللونية للبكسل ( بل على كل مكون من مكونات البكسل اللونية الثلاثة )، والنتائج قد يكون سالباً أو موجباً، لذا نتخلص من مشكلة السالب والموجب باستخدام القيمة المطلقة. لو فرضنا أن المكون الأحمر للبكسل ( تسلسل 1985 مثلاً ) كانت قيمته 44، وطبعاً البكسل المجاور ( تسلسله 1986 ) ولنفرض ان المكون الأحمر له قيمته 154، هنا ستكون المعادلة:

$$110 = 154 - 44 \text{ وبعد تطبيق دالة القيمة المطلقة تصبح النتيجة } +110.$$

هذا هو الفرق بين أحمر البكسل الحالي ( الذي نقف عنده )، وأحمر البكسل التالي، هذه العملية نكررها للأخضر والأزرق، وكل البكسلات والنتائج سيكون صورة النقش أو النحت الطيني Emboss .

#### 3-6-2 شرح خوارزمية حدية الصورة Sharpen :

حافات Edges هي الحدود الفاصلة بين تقلاب الألوان، فمثلاً لو نظرنا الى العين، وكيف يتقلب فيها اللون من سواد الحاجب إلى اللون الجلدي ( اللحمي ) الى اللون الأسود في رموش العين، ثم إلى بياض العين ثم الى سواد اليؤبؤ .

هذه الحافات هي إنتقالات لونية، ولولا هذه الاختلافات والتغيرات اللونية لما أمكننا أن نميز ونحدد الأشكال والأجسام المختلفة ومعرفة أبعادها و امتدادها .

في خوارزمية الصورة الطينية Emboss رسمت الصورة بطريقة طرح قيمة البكسل من بكسل مجاور له، قيمة الفرق والتي تمثل الإنتقالة (كانت تمثل الحافة ) التي نحن بصدد دراستها في هذه الخوارزمية ، اليوم لن أرسماها هي بذاتها، وإنما سأضيفها الى القيمة اللونية للبكسل الذي نتوقع فيه إنتقال لوني.

لنفترض عند البكسل 1126 القيمة اللونية للأحمر فيه 59  
لنفترض أنني قرأت الأحمر الخاص بالبكسل 1127، ووجدته 63 بالطرح وكناتج قيمة مطلقة سيكون الجواب  
4+

في البكسل 1128 مثلاً، وجدت ان قيمة الأحمر فيه 133، هنا نحسب الفرق بينهما، هو يساوي 70

هذه الكمية توحى لي بأن هنالك إنتقالة لونية كبيرة في اللون الأحمر بين البكسلين 1128 و 1127 هذا الفرق سأضيفه الى أحمر البكسل 1127

مما سيريز ذلك البكسل عن غيره ويزيد من قوة ظهوره، وهكذا إلى بقية البكسلات التي تجد فيها وتحس إنتقاله لونية، وبالتالي سيظهر لك صورة حادة وقوية في إظهار حدود الوجه او الصورة ككل.

أي أن الفرق بين الصورة الطينية Emboss وبين حدية الصورة Sharpen هو في اعتبار واحتساب الفرق اللوني بين البكسلين، إن إعتدنا الفرق بين البكسلين كقيمة لونية تامة مستقلة معتمدة كلون بكسلي، نكون قد حولنا الصورة الى نحت طيني . أما إن إعتدنا الفرق كقيمة تضاف إلى اللون البكسلي وليس إعتادها وحدها ، فإننا هنا نضيف قوة الى البكسل ونظهره أكثر ونحدده، لذا يمكننا أن نكتب فكرة (حدية الصورة) وفق المعادلة التالية:

$$\text{لون ( بكسل 1 )} = \text{لون ( بكسل 1 )} + (( \text{لون ( بكسل 1 )} - \text{لون ( بكسل 2 )} ))$$

### 3-6-3 شرح خوارزمية الغواش Blur:

عكس ما تكلمنا عليه في الخوارزمية السابقة، وأقصد عكس خوارزمية إيجاد الحواف الحادة Sharpen كتقلبات لونية بين البكسلات المجاورة، اليوم سنعمل على غواش الصورة ( ازدياد تمدد واتحاد البكسلات المتقاربة في قيمها اللونية )، بإيجاد تداخل لوني وإضافة غواش الى الصورة عن طريق زيادة تداخل البكسلات فيما بينها لونياً.

عملية تداخل البكسلات لونياً فيما بينها يكون عن طريق استخدام مساحة مربعة تتكون من 9 بكسلات متجاورة على شكل مصفوفة 3 ب 3 تسمى علمياً قناع ( Mask )، يتم نقل هذا القناع من بداية الصورة الى آخرها أفقياً وعمودياً.

وظيفة هذا القناع هو أن نحسب البكسلات الثمانية المجاورة للبكسل ، وأضيفها الى قيمة البكسل نفسه، ثم أقسم ناتج الجمع للبكسلات التسعة على الرقم 9، وبذلك أكون قد وجدت معدل القناع، لأضعه في مركز القناع ، وهو البكسل الذي نقف عليه، وفق المعادلة :

$$\text{Pixel 1} = (\text{Pixel 1} + \text{Pixel 2} + \text{Pixel 3} + \dots + \text{Pixel 8} + \text{Pixel 9}) \div 9$$

وبشكل عام العنصر الوسط المركزي للقناع هو الذي سيحظى بمعدل البكسلات التسعة كلها، ولو مررنا القناع على كل الصورة فسنكون قد وضعنا معدلات الأفتعة على كل البكسلات ما عدا إطار الصورة، وهذه من نواقص خوارزمتنا المستخدمة، ولكن ما يشفع لنا فيها أن الإطار لن يتميز كثيراً عن باقي الصورة في عملية الغواش هذه.

### 4-6-3 خوارزمية صقل الأطوال (RLSA) The Run Length Smoothing Algorithm :

خوارزمية (RLSA) هي الطريقة التي يمكن استخدامها لتقسيم الكتلة و تمييز النص . وهي الطريقة المتقدمة ل ( نظام تحليل مستند ) .

تتكون من خطوتين الأولى وهي إجراء تقسيم ، يقسم مجال المستند إلى مناطق (كتل) ، كل منها يجب أن تحتوي على نوع واحد فقط من البيانات (نص ، أو رسم ، صورة نصفية ، الخ). وبعد ذلك ، يتم حساب بعض الملامح الأساسية لهذه القطع (الكتل) .

يتم تطبيق RLSA الأساسية بتسلسل ثنائي ، بحيث البكسل الابيض يمثل بالرقم صفر و البكسل الأسود يمثل بالرقم واحد. الخوارزمية تحوّل التسلسل الثنائي x للتسلسل y تبعاً للقواعد التالية :

١. الأصفار في x يتم تغييرها إلى واحدات في y ، إذا كان عدد الأصفار المتجاورة أقل من أو يساوي الحد C المعرف مسبقاً".

٢. الوحدات في  $x$  تبقى دون تغيير في  $y$ .

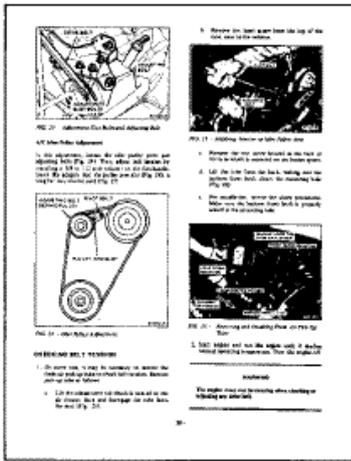
على سبيل المثال ، إذا كانت  $C = 4$  يتم تعيين التسلسل  $x$  نحو  $y$  على النحو التالي :

$x: 00010000010100001000000011000$

$y: 111100000111111111000000011111$

عندما تطبق هذه الطريقة على نمط المصفوفات فإنها تربط بين المناطق السوداء المتجاورة التي تكون مفصولة أقل من  $C$  بكسل . مع الاختيار المناسب ل  $C$  ، و المناطق المرتبطة سوف تكون مناطق لبيانات مشتركة في النوع.

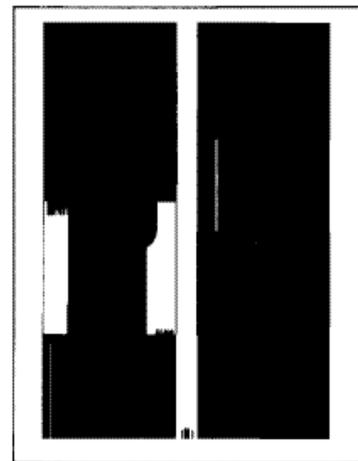
يتم تطبيق هذه الطريقة صفا بصف ، وكذلك عمودا" بعمود على المستند ، أي يكون الناتج خريطتي بت مستقلتين . لأن المبادعة بين مكونات الوثيقة تميل إلى أن تختلف أفقيا وعموديا ، يتم استخدام قيم مختلفة من  $C$  لمعالجة الصفوف والأعمدة، ثم يتم الجمع بين خرائط البت ، و ثم يكون لدينا النتيجة النهائية لعملية التقطيع .



(a)



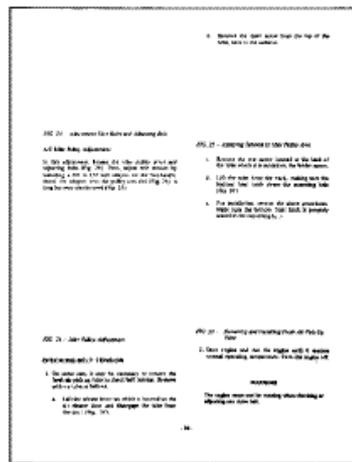
(b)



(c)



(d)



(e)

شكل(3-6) نتائج التجزئة بتطبيق خوارزمية (RLSA)

في هذه الصور قمنا بتطبيق طريقة RLSA بحيث :

(a) مثال لتقطيع الكتلة لمستند مختلط (صورة /نص) ، وهنا المستند بصورته الرقمية الأصلية.

(b & c) النتائج لتطبيق طريقة RLSA في الاتجاهين العمودي والافقي .

(d) النتيجة النهائية لتقطيع الكتلة.

(e) نتائج للكتل من النوع النصي

الكتل العروضة في (d) يجب أن يتم تصنيفها على حسب محتواها .يتم تعيين عنوان فريد لكل كتلة حتى يمكننا تحديد هوية كل كتلة في العمليات القادمة . واثناء القيام بعملية تسمية الكتلة ، يتم حساب القياسات التالية :

(BC) العدد الكلي للبكسلات السوداء في الجزء المقطع .

(Xmin ,Ymin, delX , delY) القيمة الصغرى لإحداثيات x-y للكتلة وأطوال x,y .

(DC) العدد الكلي للبكسلات السوداء في البيانات الأصلية من الكتلة.

(TC) التحولات السوداء- البيضاء الأفقية للبيانات الأصلية.

يتم تخزين هذه القياسات في جدول وتستخدم لحساب الميزات التالية :

الارتفاع لكل كتلة :  $H=delY$

الانحراف للمستطيل المحيط بالكتلة :  $E=delX/delY$

نسبة عدد بكسلات الكتلة لمساحة المستطيل المحيط بالكتلة :  $S=BC/(delX*delY)$

إذا كانت قيمة S قريبة من واحد تكون الكتلة تقريباً مستطيلة.

متوسط الطول الافقي للتحولات السوداء على البيانات الأصلية لكل كتلة :  $Rm=DC/TC$

بالنسبة لقيمة متوسط ارتفاع الكتلة  $Hm$  ، ومتوسط كتلة البكسلات السوداء عبر الطول  $Rm$  ، كتلة النص قد تختلف عن الأنواع المختلفة من المستندات ، على حسب حجم الحرف والخط. وعلاوة على ذلك ، مجموع الانحرافات المعيارية لكتلة النص ( $Hm$ ) و مجموع ( $Rm$ ) قد يختلف أيضا اعتمادا على ما إذا كان المستند بخط واحد او عدة خطوط وكذلك يعتمد على احجام الحروف . للسماح بالتعديل الذاتي على حدود القرار لتمييز النص ، يتم حساب التقديرات للقيم المتوسطة  $Hm$  و  $Rm$  للكتل من التعريف المحكم لمنطقة النص لخطة R-H .

يتم تطبيق قواعد إرشادية إضافية للتأكيد من أن كل كتلة من المرجح أن تكون نص قبل تضمينها في الكتلة، ثم يتم استخدام أعضاء من الكتلة لتقدير حدود جديدة على الملامح للكشف عن كتل النص الإضافية

وقد تم تعيين القيم للمتغيرات اعتمادا على عدة وثائق تدریب  $C_{22}=3$  ,  $C_{23}=5$  ,  $C_{21}=3$

هناك بعض القيود على تقطيع الكتلة وطريقة تمييز النص . في بعض المستندات ، خطوط النص تكون مرتبطة ببعضها بواسطة خوارزم تقطيع الكتل بسبب صغر المسافات بين الخطوط ، وبالتالي يتم تعيين الفئه ٣ . خط

الحروف يتجاوز ٣ مرات H ، مع (C\_22=3) ، مثل العنوان او الراس في المستند ، يتم تعيينه على الفئة ٣ .  
خط منعزل من نص مطبوع عموديا ، مثال : وصف نصي لرسم تخطيطي على طول المحور العمودي ،  
يمكن تصنيفه الى عدد من كتل النص الصغيرة ، وإلا كفاءة ٣ .

بناء على ذلك ، من أجل المزيد من تصنيف مختلف أنواع البيانات داخل الفئة ٣ ، يتم استخدام تمييز اخر يعتمد  
على عوامل الشكل . الطريقة تستخدم قياسات المسافة بين حدود لحدود . هذه القياسات يمكن استخدامها لحساب  
ملاح مفيدة مثل "شكل الخط " او "اكتناز" الاجسام داخل الصور الثنائية.

### 3-6-5- طريقة العتبة المتوازنة (BHT) في تجزئة الصور الرقمية :

هي طريقة تستخدم في التجزئة بأسلوب مستوى العتبة والتي تعتمد هذه الطريقة افتراض بأن الصورة يمكن  
تقسيمها إلى: خلفية والمحتوى.

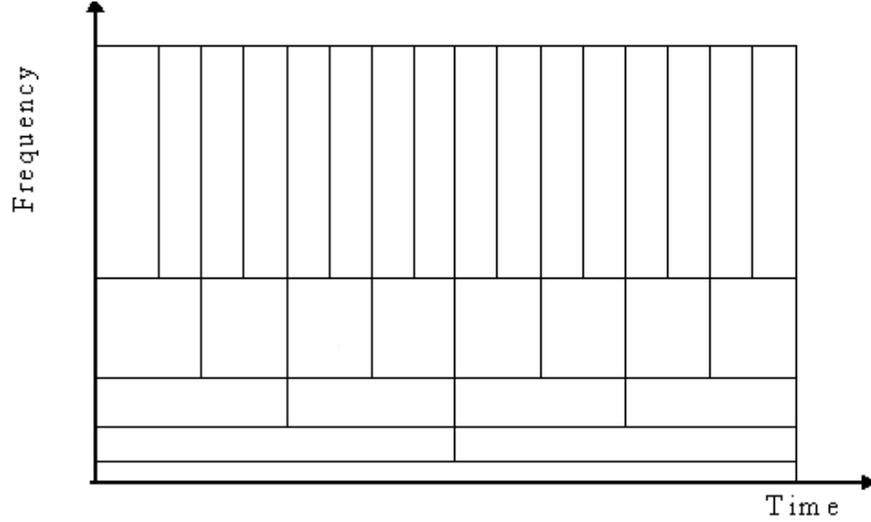
تتميز هذه الطريقة بأنها تزن الهستوغرام ولذلك لفحص أي الاتجاهين أثقل وتقوم بتقليل وزن الطرف الأثقل  
إلى أن يصبح أخف. انها تقوم بتكرار هذه العملية حتى تصبح اوزان حواف التدرج اللوني متوافقة ببساطة، هذه  
الطريقة تستخدم بشكل اساسي كعملية اولية في ما يعرف بعملية التقسيم الالية *automatic image*  
*thresholding*

هذه الطريقة قد تحمل بعض المشاكل عند التعامل مع الصور عالية التشويش وذلك لأن الوزن التدرجي  
*weighing scale* قد لا يكون في مكانه الصحيح

### 3-6-6 استخدام تحويل ويفلت wavelets في عملية تحديد حواف الأهداف في الصور الرقمية:

وفي هذه الطريقة سندرس معالجة الصور الرقمية مهما اختلفت درجة دقتها باستعمال أمواج وتوابع ويفلت  
**wavelets** والذي يعتبر حجر الأساس في تمثيل الصورة بدرجات متفاوتة من الإيضاح (الدقة التمييزية)  
resolution ويستخدم عادة في ضغط الصور والبيانات

يعتبر تحويل ويفلت من التحولات الحديثة والمهمة التي استخدمها الباحثون في كثير من التطبيقات لما له من  
مزايا وخواص تعتمد على التخمينات الإحصائية والتي تؤدي دور كبير في المعالجة الرقمية . كما أن خاصيته في  
كونه يحلل الإشارة أو الصورة إلى مستويات متعددة التفاصيل وفي كلا المجالين الزمني والترددية، إذ تعتبر هذه  
الخاصية من أهم خصائصه التي استخدمت في مجال تقوية حواف الصور الرقمية.



الشكل (3-7) يوضح تمثيل تحويل ويفلت (تقسيم التردد الى الزمن)

وبسبب المدى الواسع من العمليات والدوال التي تستطيع تحويل الموجة من تمثيلها، فقد أصبح تحويل ويفلت (تحويل الموجة) الأداة القياسية في تطبيقات معالجة الإشارات والصور، إذ إنه يمثل أداة ممتازة لضغط البيانات (Data Compression) وإزالة الضوضاء من الإشارة (Denoising)، فضلا عن اكتشاف خواص العديد من الإشارات.

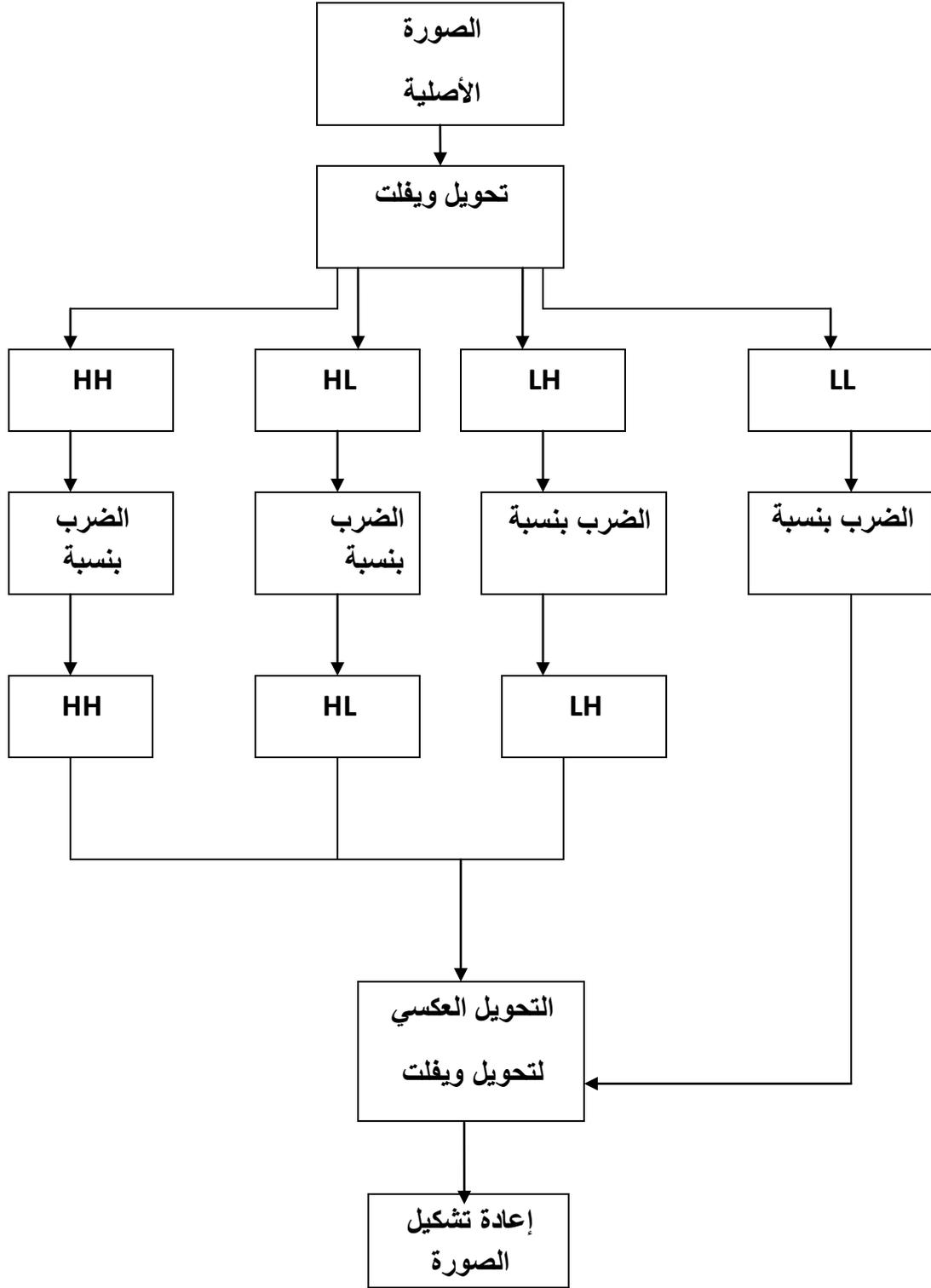
إن تطبيق تقنية تحويل ويفلت في تحليل عدة أنواع من الاشارات مثل اشارة الرادار واشارات الزلازل، يعد الاختيار الأفضل، وذلك بسبب امكانياته في تحليل الظواهر غير المستقرة .

والآن لنشرح زيادة إظهار الحواف ( تحري الحواف ) بطريقة ويفلت (sharpening with wavelet):

أن معظم التفاصيل تكون في المركبات العالية التردد في الصورة لذلك فمعظم تقنيات تقوية حواف الصورة تحتوي على بعض آليات الإمرار العالي، أما في بطريقة تحويل ويفلت Wavelet Transform فان عملية تقوية الحواف تنجز دون أن تحتاج إلى مرشح الإمرار العالي ونحصل على تفاصيل وحدود واضحة بهذه الطريقة

إن التفاصيل الدقيقة في المستوي الأول تكون عبارة عن حواف نحيفة وعندما نستمر بالتحليل لأكثر من مستوي فان التفاصيل الناتجة تكون أكثر خشونة، إن عملية تقوية حواف الصورة تتم من خلال تشديد حزم التفاصيل أي الحزم (LH , HL , and HH) بضربها بالعامل (ratio) وهو يمثل عامل التضخيم (Amplification) الذي تكون قيمته اكبر من واحد عندما نريد ان نضخم التفاصيل وتكون قيمته اقل من 1 عندما نريد أن نجعل الصور مغوشة .

بما إن قيم معاملات الصورة المحللة بطريقة ويفلت تتباين من مستوي حزمة إلى أخرى لذلك فإن استخدام المقدار نفسه من قيمة معامل التضخيم سوف ينتج تضخيماً غير متوازن في حواف الصورة ويمكن معالجة هذه المشكلة من خلال إعطاء قيمة متغيرة ( متناقصة ) لكل حزمة من حزم التحليل ،ولانجاز ذلك تم اقتراح وتصميم آلية لتحديد القيم المتغيرة لعامل التضخيم يقوم على أساس استخدام عامل اضمحلال (Decay Factor) يمكن من خلال عملية الضرب مع عامل التضخيم أن يؤدي إلى تناقص المعاملات عند الانتقال من مستوي ناعم إلى مستوي خشن أعلى منه ، فإذا كانت قيمة معامل الاضمحلال اقل من 1 فإن ذلك سوف يقلل من مقدار قيمة العامل الأخير و الذي سيؤدي إلى تقليل عملية تضخيم الحواف في تفاصيل التحليل الخشن .وبعد انجاز عملية تقوية الحواف على صورة التحويل فإن الصورة المحسنة يتم استرجاعها باستخدام عملية تحويل ويفلت العكسي .



شكل (8-3) مراحل تطبيق لتحويل ويفلت من أجل إظهار الحواف في الصور الرقمية

إن مراحل العمل عند استخدام تحويل ويفلت (التحويل المويجي) **Wavelet Transform** لزيادة شدة إظهار حواف الصورة ( تحري الحواف ) **sharpening** تتلخص بالمرحل التالية:

1. تحويل الصورة إلى الحالة المويجية باستخدام التحويل المويجي.
2. استخدام التحويل المويجي العكسي للحصول على الصورة المسترجعة المحسنة.
3. حساب قيمة الخطأ متوسط التربيع (RMSE) ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR)، للصورة المحسنة، وذلك بمقارنتها بالصورة الأصلية.
4. إن المقارنة تتم بين قيم الخطأ متوسط التربيع (RMSE) ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) للصورة المحسنة والصورة الأصلية لقياس كفاءة المنظومة البرمجية.

## الفصل الرابع

**التطبيق 1 :** تطبيق خوارزميات التجزئة على صورة جوية لمنشأة رياضية في مدينة دمشق  
نقوم بفتح الصورة وعرضها في ماتلاب كصورة ملونة بلاهقة jpg

```
im = imread('55GG.jpg');imshow(im)
```



نوجد معلومات الصورة

```
Info = imfinfo('55GG.jpg')
```

فنجد أنها تتألف من 714\*629 بيكسل وهي ملونة ذات لائحة jpg

```
Command Window
File Edit Debug Desktop Window Help
>> Info = imfinfo('55GG.jpg')

Info =

    Filename: '55GG.jpg'
    FileModDate: '02-Aug-2012 01:25:55'
    FileSize: 183802
    Format: 'jpg'
    FormatVersion: ''
    Width: 714
    Height: 629
    BitDepth: 24
    ColorType: 'truecolor'
    FormatSignature: ''
    NumberOfSamples: 3
    CodingMethod: 'Huffman'
    CodingProcess: 'Sequential'
    Comments: 'Intel(R) JPEG Library, Version [2.0.16.40]'

>> ]
```

نحول الى صورة رمادية متدرجة  $b = \text{rgb2gray}(im)$



نطبق فلتر لزيادة التباين والحدية

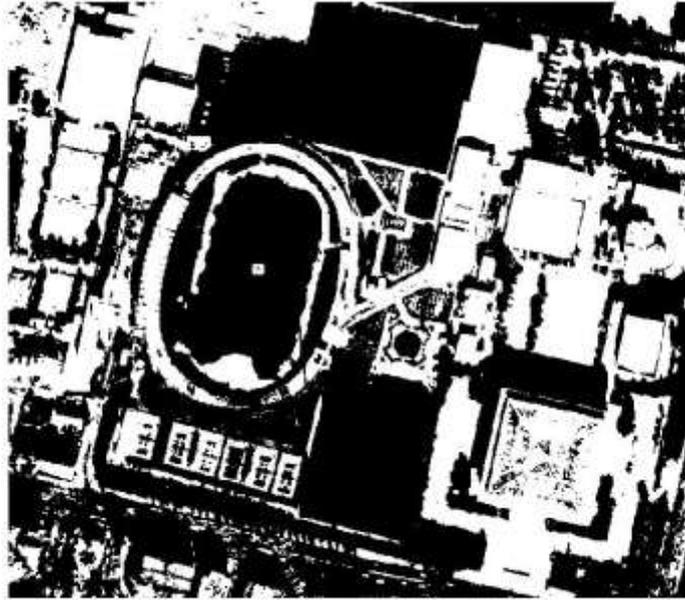
```
H = fspecial('unsharp'); sharpened = imfilter(I,H,'replicate')  
imshow(sharpened); title('Sharpened Image');
```

Sharpened Image



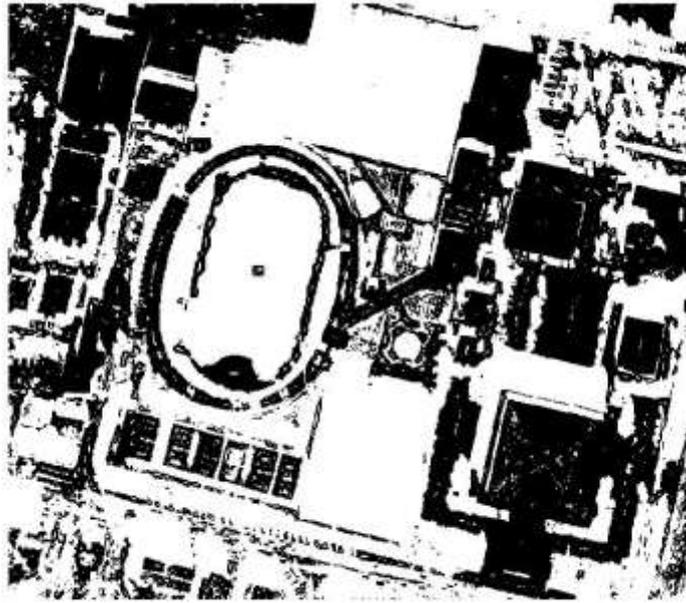
نحول الصورة إلى صورة ثنائية أبيض وأسود ، فنلاحظ وجود مشكلة ظلال الأبنية على الطريق

```
BW = im2bw(b);imshow(BW)
```



ولمعالجة مشكلة ظلال الأبنية وتمييزها من البناء نقوم باستعمال تحويل المسافة على الصورة الثنائية :

```
img=im2bw(imread('55GG.jpg'));  
imgDist=-bwdist(~img,'cityblock');  
imgDist(~img)=-inf;  
% check local minimums  
BW = imregionalmin(imgDist);  
figure(1), imshow(BW);
```



وهكذا تخلصنا من مشكلة الظلال، و لكن هناك مشكلة أخرى هي عدم ظهور المناطق المشجرة في أعلى يسار الصورة والائتسراد في الأسفل كمناطق محددة واضحة، وكذلك كتل البناء على الطريق والدوار .

لذلك أولا سنتحرى الحواف بواسطة فلتر سوبل بعدة طرق ونختار الصورة الأكثر تفاصيل بالاتجاه الشاقولي والحواف الشاقولية

```
gv1 = edge(f, 'sobel', 0.15, 'vertical');
```

وبالاتجاه الافقي والاتجاه الشاقولي معا وتحديد الحواف الافقية والشاقولية

```
gboth = edge(f, 'sobel', 0.15);
```

وبالاتجاه القطري بزاوية 45 درجة من الأعلى للأسفل

```
w45 = [-2 -1 0; -1 0 1; 0 1 2];
```

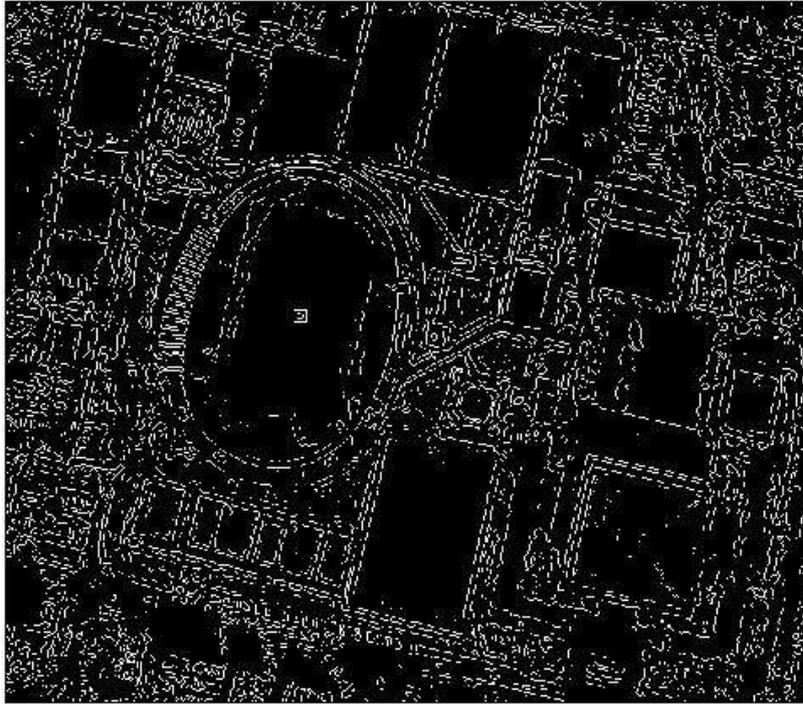
```
g45 =imfilter(double(f), w45, 'replicate');
```

أو بالاتجاه القطري بزاوية - 45 من الأسفل للأعلى

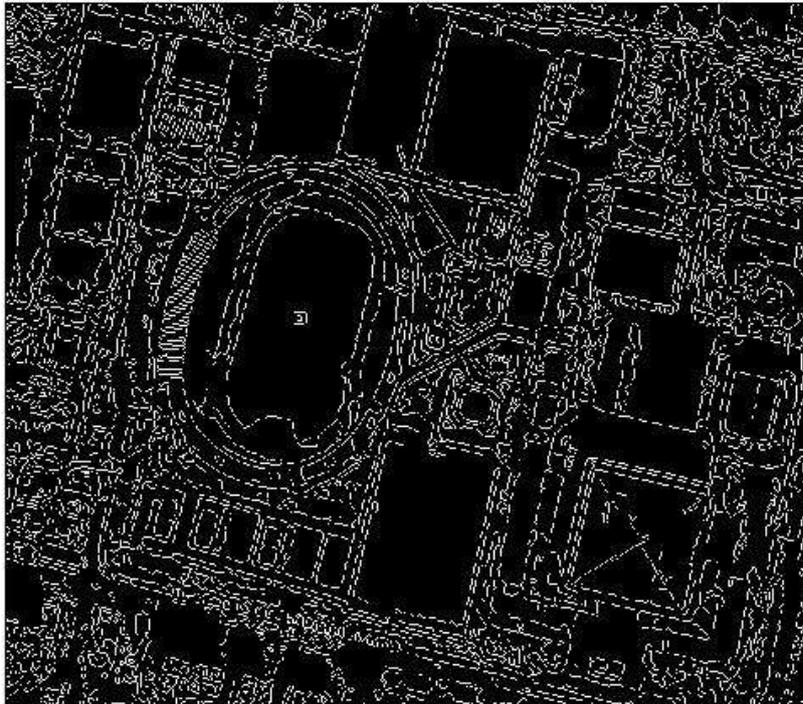
```
wm45 = [ 0 1 2; -1 0 1; -2 -1 0];
```

```
g45 =imfilter(double(f), wm45, 'replicate');
```

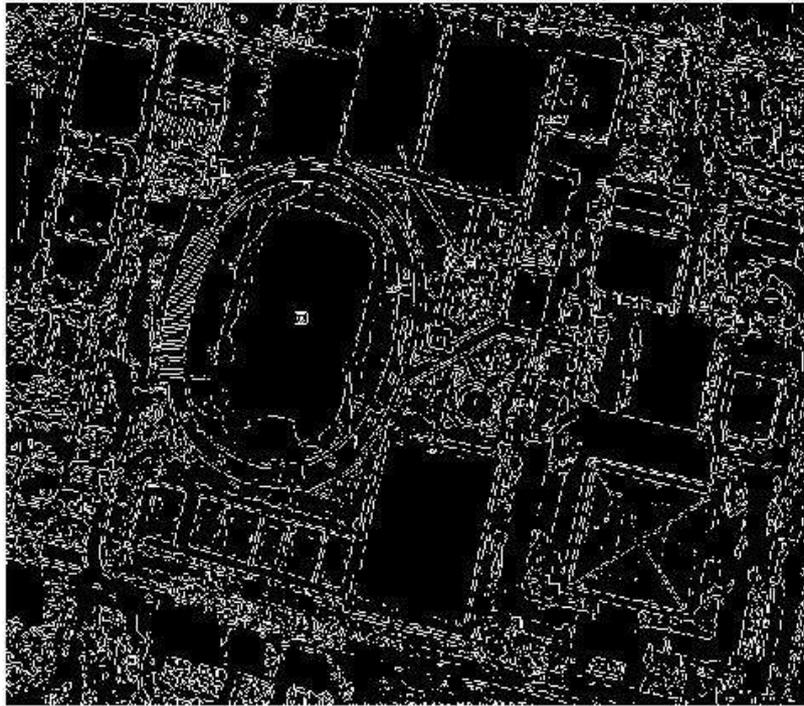
vertical edge with a specified threshold



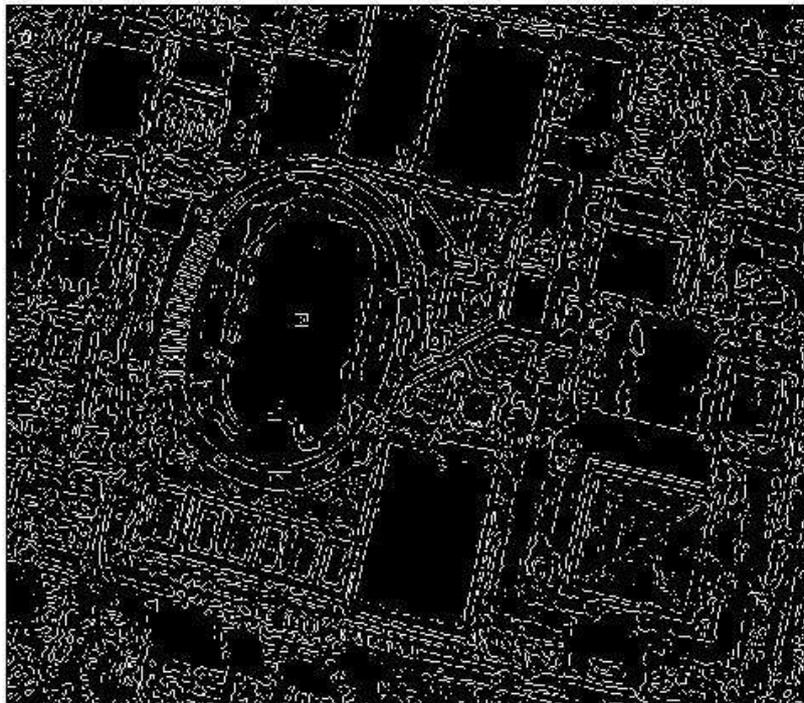
horizontal and vertical edge



edge at 45 with imfilter

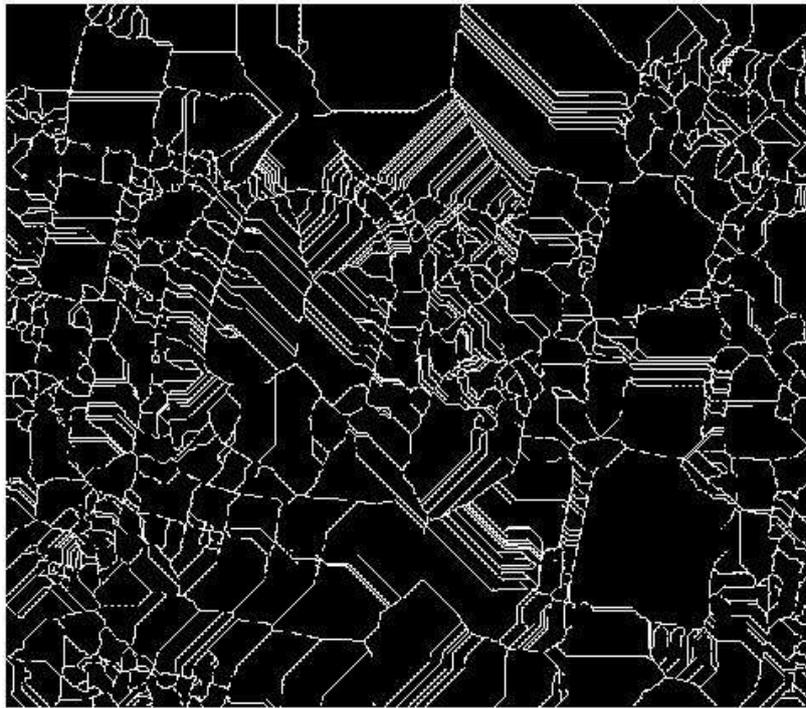


edge at -45 with imfilter



و نعتمد على الصورة الأكثر تفاصيل لتحدد خطوط التجزئة

```
gc = imcomplement(g);  
D = bwdist(gc);           % distant tranform  
L = watershed(-D);        % L is a label matrix, whose  
positive integers corresponds to catchment  
% basins, and zero values indicate  
watershed ridge pixels.  
w = L == 0;              % find the ridge pixels
```



والآن نعود إلى الصورة الرمادية ، ونقوم بعملية تمديد بمقدار 5 بيكسل لحذف النقاط والعناصر غير المهمة (السيارات) وإظهار الأوتسراد والمناطق المشجرة بصورة جيدة .

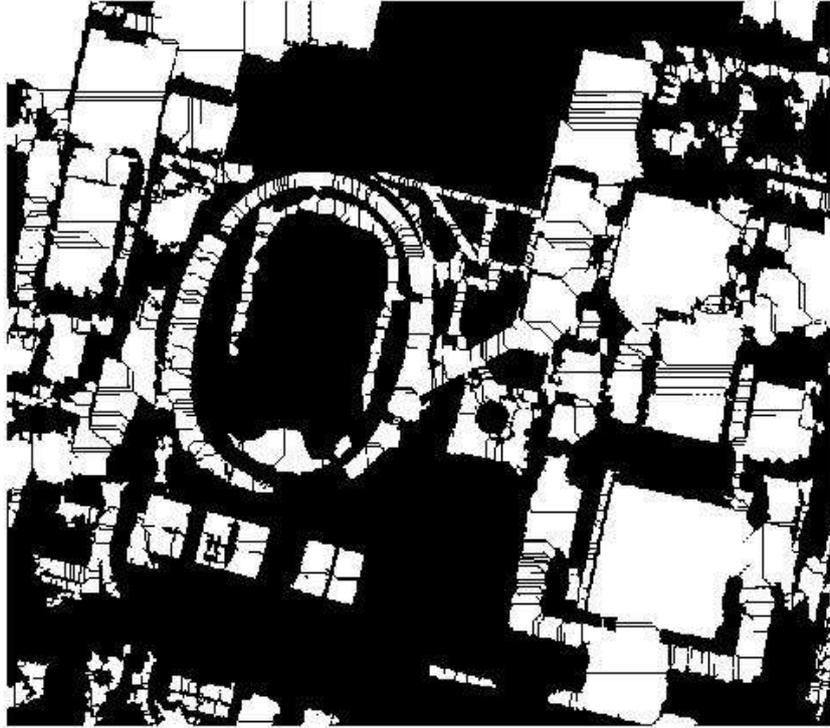
```
se = strel('disk', 5); fe = imerode(f, se); fo= imreconstruct(fe, f);
```



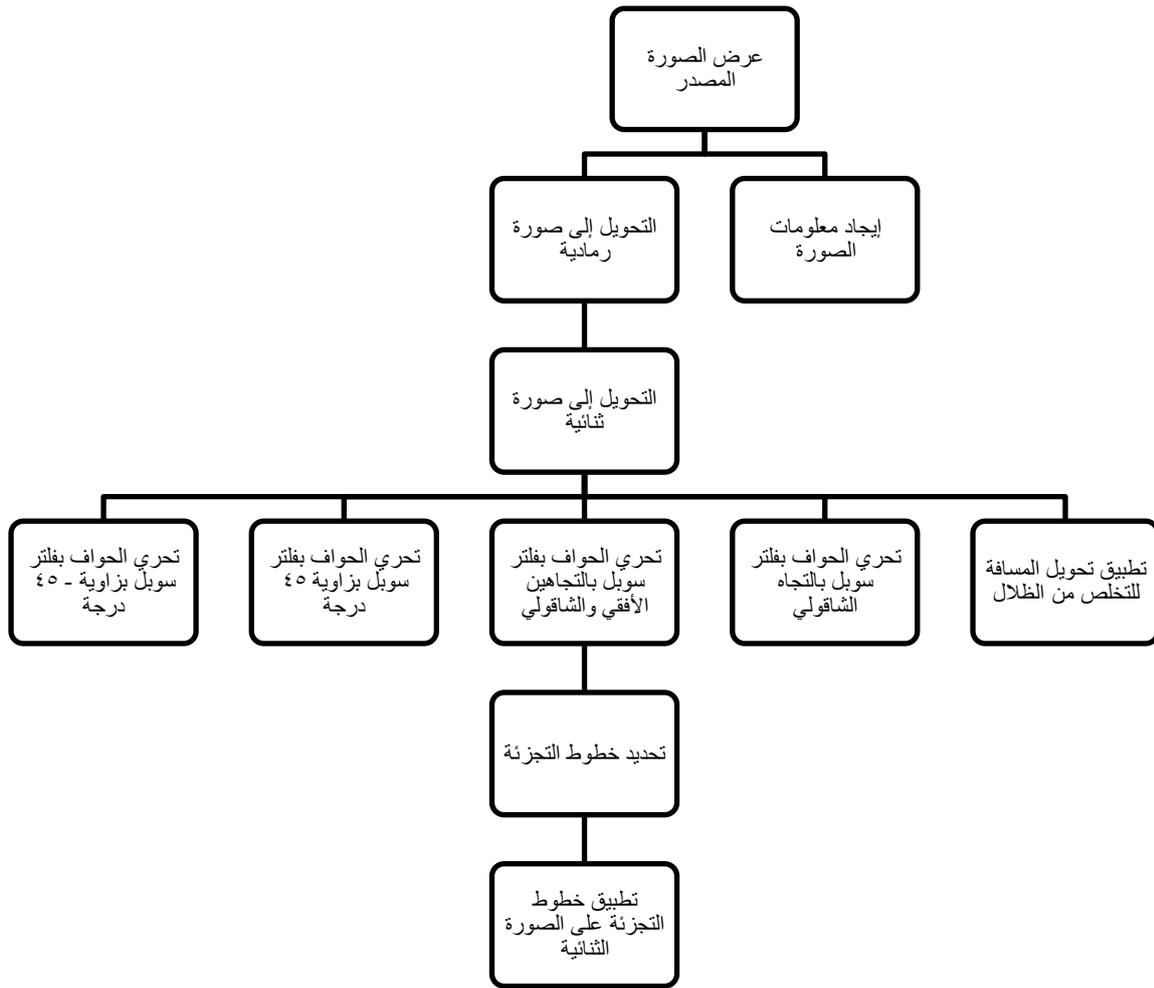
ثم نحولها إلى صورة ثنائية  $g = \text{im2bw}(fo, \text{graythresh}(fo))$



ثم نقوم بتطبيق خطوط التجزئة السابقة على الصورة الثنائية ، فتظهر المناطق المشجرة مجزأة"  
وكذلك الأبنية المطلوبة وحدود الأوتسراد .



## المخطط التدفقي للعمليات ومراحل المعالجة في التطبيق الأول



**التطبيق 2 :** تطبيق خوارزميات التجزئة على صورة جوية لمنطقة ريفية تحوي العديد من العناصر والأهداف المختلفة (منازل مستودعات هنكارات طرق زراعية أراض مزروعة أراضي غير مزروعة). (كما سنتعامل مع الصورة بلاحقة jpg كصورة ملونة عادية). النتيجة المطلوبة: تحديد المناطق المزروعة فقط لتمييزها من الأراضي غير المزروعة.

والآن نقوم بقراءة الصورة وعرضها كصورة رمادية

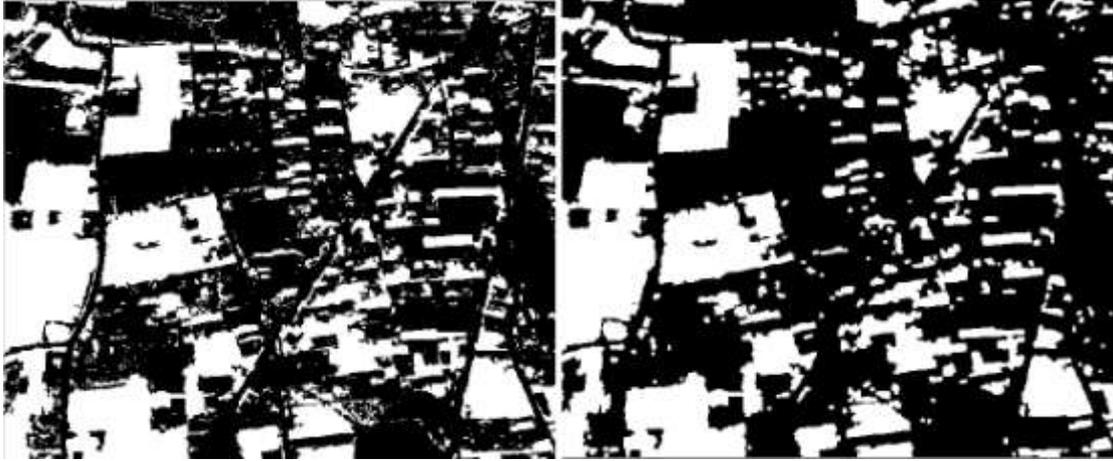
```
a = mmreadgray('edr222.jpg'); mmshow(a);
```



نحول الصورة إلى صورة ثنائية أبيض وأسود ثم نطبق خوارزمية نمو ودمج المناطق حيث نزيل النقط الكاذبة التي لا يزيد قطرها عن بكسلين (مثل الأحجار الكبيرة والشجيرات المفردة التي يمكن اعتبارها أهدافاً مهملة وعناصر شاذة).

```
c = mmcmp( uint8(0), '<=', b, '<=', uint8(140)); figure(); mmshow(c);
```

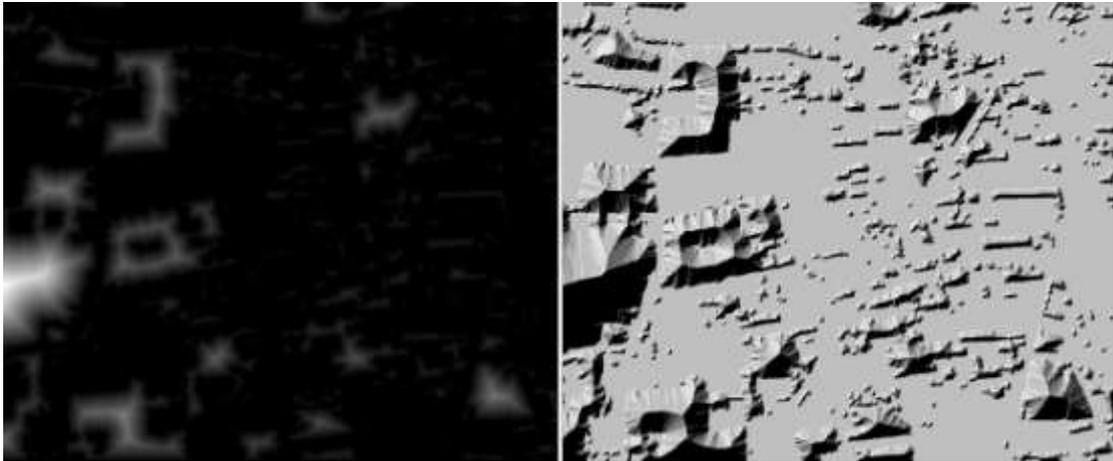
```
d = mmopen(c, mmsedisk(2, '2D', 'OCTAGON')); figure(); mmshow(d);
```



بعدها نطبق تحويل المسافة الإقليدية، و من ثم نحول الصورة الناتجة إلى صورة طينية (حيث اعتبرنا ان النهايات العظمى المحددة باستخدام تابع المسافة هي تلال ومناطق مرتفعة ) .

```
e = mmdist(d, mmsebox,'Euclidean');
```

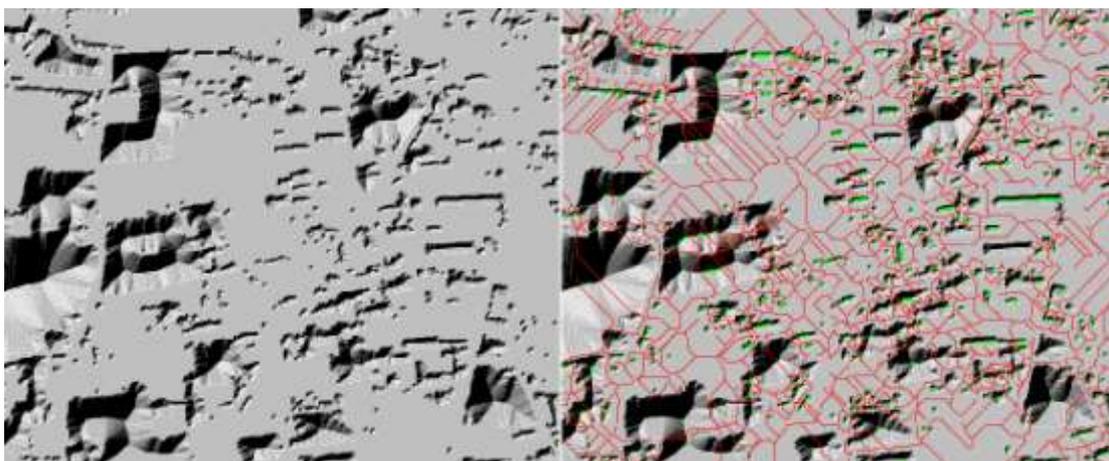
```
f = mmsurf(e); figure(); mmshow(e); figure(); mmshow(f);
```



والان نقوم بعكس الصورة الطينية و تطبيق خوارزمية التجزئة لتحديد خطوط التجزئة المفترضة على الصورة الناتجة

```
k = mmneg(e); l = mmsurf(k); mmshow(l);
```

```
m = mmcwatershed(k, h, mmsebox); figure(); mmshow(l, m, h);
```

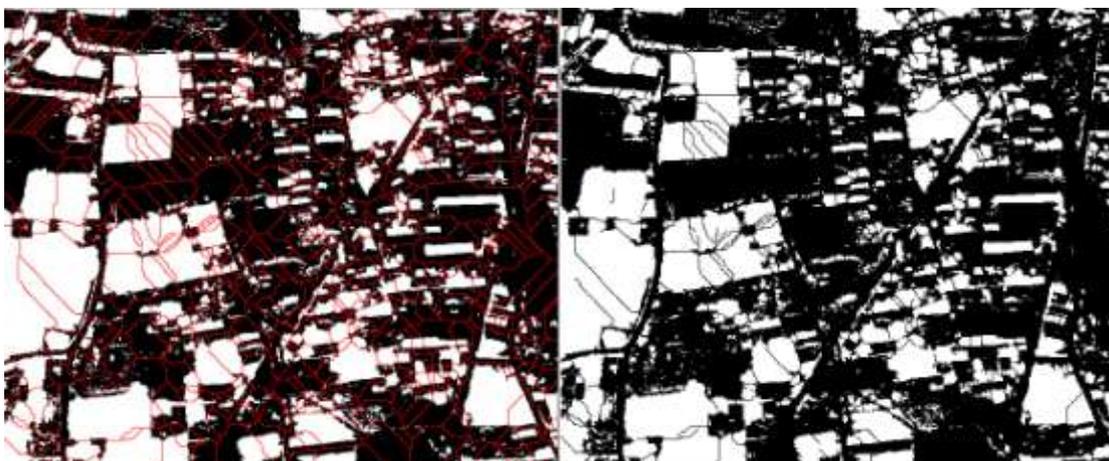


ثم نقوم بعملية مطابقة وتقاطع بين الصورة الاخيرة والصورة الثنائية السابقة من أجل وضع خطوط التجزئة على الصورة الثنائية .

ثم نعمل على اظهار خطوط التجزئة فقط على المناطق ذات الاهتمام (المناطق البيضاء)

```
mmshow(c, m);
```

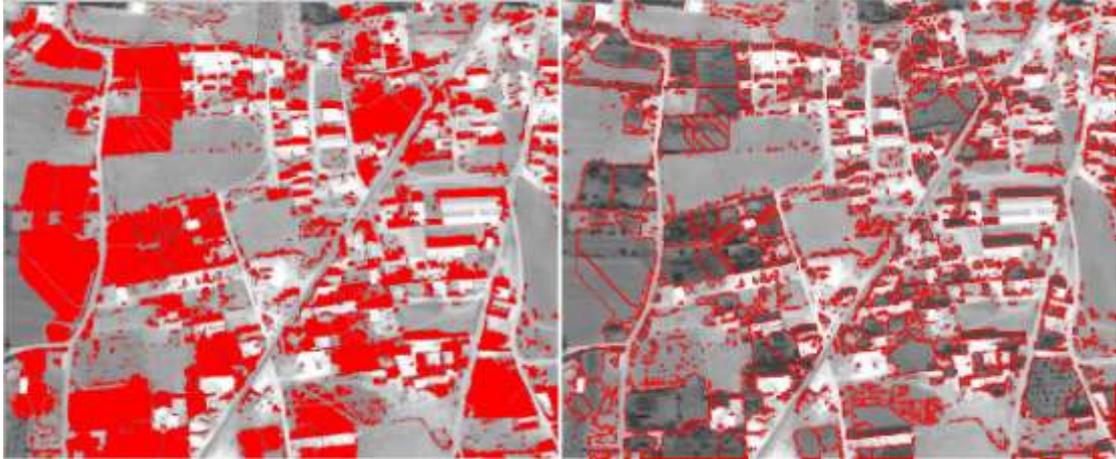
```
n = mmintersec(c, mmneg(m)); figure(); mmshow(n);
```



والآن نقوم بعرض النتائج على الصورة الرمادية الهدف (نزيل الخلايا ليست ذات أهمية أي الخلايا التي تلامس الحواف الداخلية الخارجية)، فتتحدد المناطق المزروعة فقط .

```
p = mmedgeoff(n); figure(); mmshow(a, p);
```

```
q = mmgradm(p); figure(); mmshow(a, q);
```



## المخطط التدفقي للعمليات ومراحل المعالجة في التطبيق الثاني



**التطبيق 3 :** تطبيق خوارزميات التجزئة على صورة جوية لمنطقة من مطار لوس أنجلوس بهدف تحديد مدرجات المطار .

في هذا المثال سنلاحظ اعتمادنا على خصائص للأهداف مثل طولها حتى نتمكن من الحصول على النتيجة المطلوبة .

نعرض الصورة المصدر بلاحقة jpg كصورة ملونة

```
im=imread('LA_AIRPORT.jpg');  
imshow(im);
```



```
a = rgb2gray(im); mmshow(f);
```

نحولها الى صورة رمادية



بعدها نطبق مرشح (توب-هات) بنصف قطر وسطي 7 بكسل ( لأننا قد قسنا العرض التقريبي للمدرجات الهدف فكان بحدود 10-15 بكسل ) ، ومن ثم نعرض الصورة بإضاءة إضافية مقدارها 150 درجة حتى تتوضح نتائج العملية السابقة بشكل جيد .

```
b=mmopenth(a,mmseedisk(7));  
mmshow(mmaddm(b, 150));
```

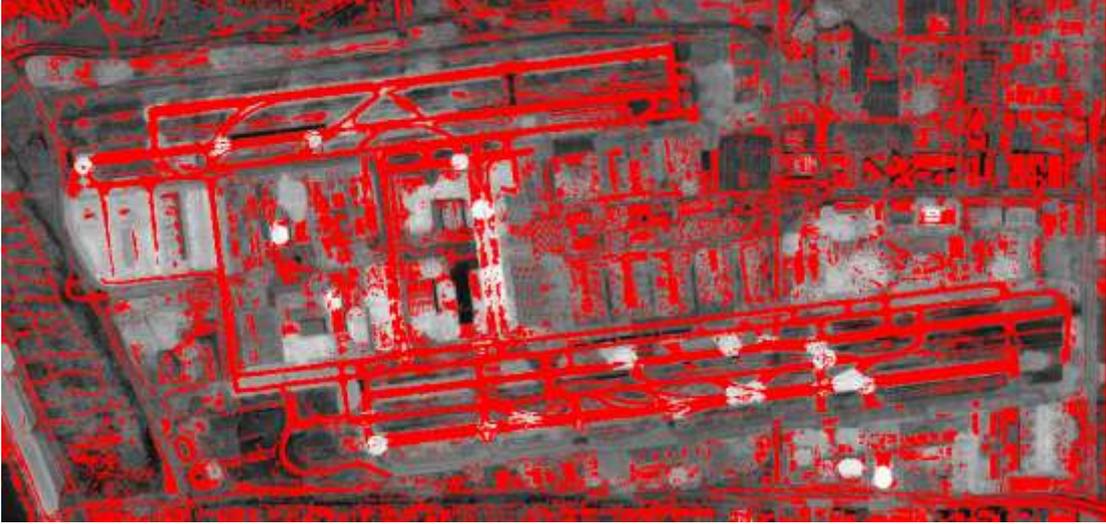


بعدها نعزل جميع العناصر المضيئة في الصورة (التي تزيد درجة الإضاءة فيها عن 45) على شريحة خاصة نستخدم مرشح العتبة المعياري (عملية تريشولدينغ) .

ونائج العملية يوضح على شريحة فوق الصورة الأصلية .

```
c=mmthreshad(b,45);
```

```
mmshow(a,c);
```

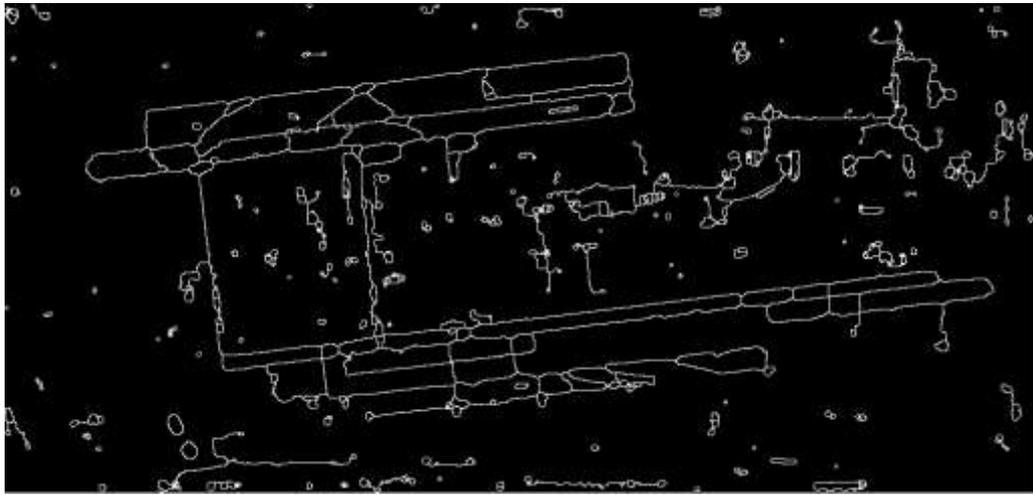
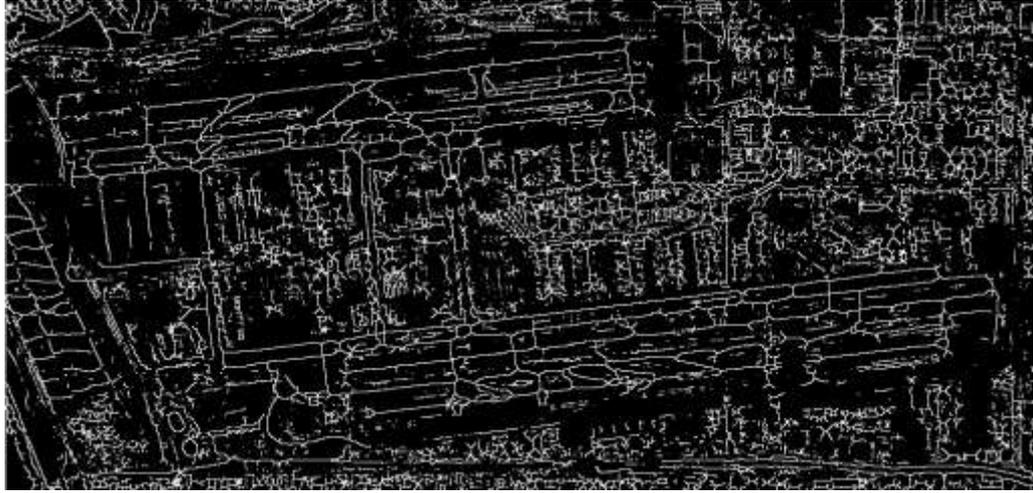


في هذه المرحلة نقوم بتنحيف كلّ العناصر المتصلة و المبيّنة بالأحمر في الصورة الأخيرة بحيث نحصل على خطوط بعرض بكسل واحد تمثل محاور مدرجات المطار و محاور أجزاء أخرى قد لاتهمنا، ونستطيع فيما بعد إزالتها ونجري هذه العملية على مرحلتين في المرحلة الأولى نوجد جميع المحاور بالتنحيف . وفي المرحلة الثانية نزيل كل العناصر الزائدة والنتوءات والخطوط الغير مؤدية إلى مكان ، ونتعرف عليها من خلال نقاط النهايات وخصائص الهدف المطلوب (طول المدرج اكبر من حد معين ) .

```
d=mmthin(c); mmshow(d);
```

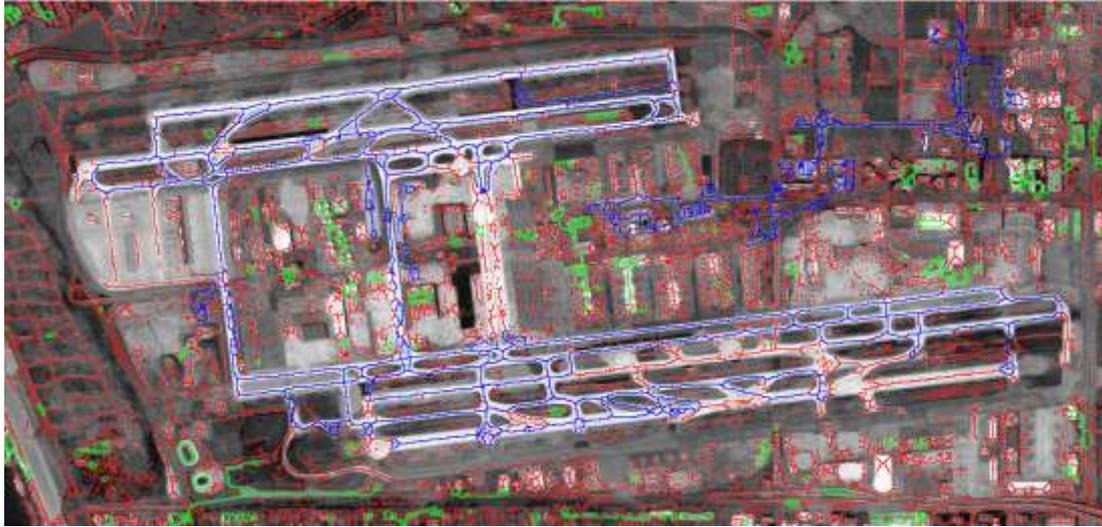
```
figure();
```

```
d1=mmthin(d,mmendpoints); mmshow(d1);
```



بالملاحظة و القياس أو حتى بالتجربة والخطأ نستنتج أن أطوال خطوط محاور المدرجات تزيد عن 600 بكسل ، و لكي نعزلها نستطيع إزالة كافة الخطوط التي يقل طولها عن 600 و التي لا تهمنا من حيث المبدأ فتظهر الأشياء التي تهمنا باللون الأزرق و ما تبقى باللون الأخضر .

```
m=mmareaopen(d1,600,mmsebox);  
mmshow(a,d,d1,m);
```

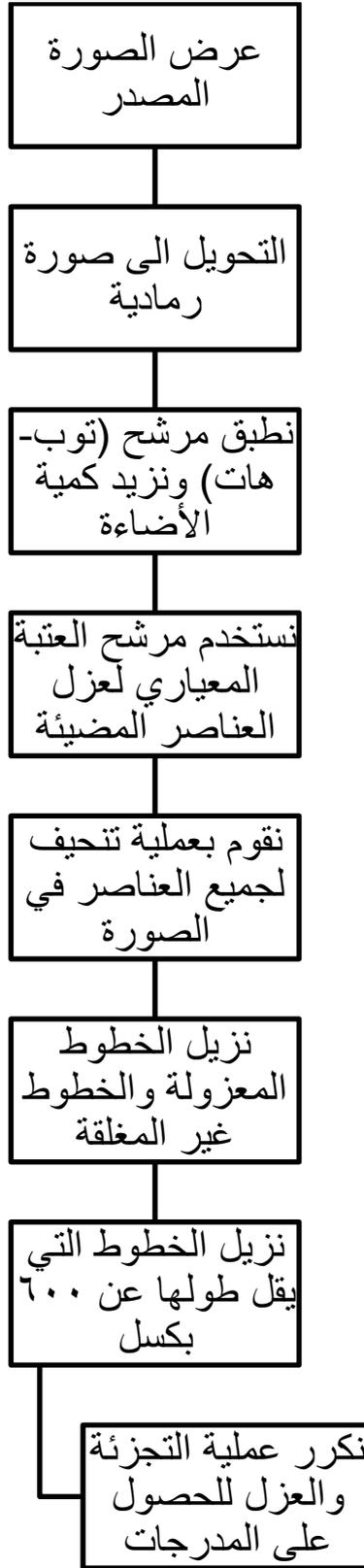


نكرر عملية التجزئة والعزل للحصول على الأهداف المطلوبة فقط المدرج

```
final=mmthreshad(g, 60);  
mmshow(a,final);
```



### المخطط التدفقي للعمليات ومراحل المعالجة في التطبيق الثالث



## النتائج والتوصيات

- 1 - من خلال الاطروحة تم التركيز على العمليات المورفولوجية التمديد (Dilation) والحت (Erosion) ، والتي قد تكون أفقية أو عمودية أو باتجاهين . وكذلك الأمر بالنسبة لعمليتي (Opening & Closing) هي العمليات المستخدمة لربط الكائنات و فصلها في الصورة وهي دمج بين Erosion &Dilation .  
ولاحظنا أن العمليات المورفولوجية ليس لها معنى اذا طبقت على الصور الملونة لذلك قمنا بتحويل الصور الملونة إلى صور ثنائية (أبيض و أسود) وصور رمادية .
- 2 - من خلال التجربة تبين أن أفضل طريقة لكشف النقاط بواسطة فلتر سوبل . كما أن كشف الحواف هو الطريقة الأكثر شيوعاً لكشف الانقطاعات في السويات الرمادية . وأيضاً فإن النقاط المعزولة والخطوط الدقيقة (الرفيعة) ليست متكررة في أغلب التطبيقات .
- 3 - عندما لم نتمكن من حديد الحواف على أساس الانقطاعات في السويات الرمادية وحدها (كما في تطبيق مدرجات المطار) تكون تقنيات التجزيء باستخدام التعتيب والتجزيء الموجه عادة أكثر قابلية للتطبيق من كشف الحواف .
- 4 - يجب أن يعتمد الباحث على التجربة والخطأ قبل أن يكون قادراً على اختيار أسلوب معالجة صورة محدد .
- 5 - يستطيع الباحث من خلال الحلول الجديدة المقترحة اختيار طرق المعالجة المناسبة للصورة الرقمية التي يريد استخلاص المعلومات منها وتحري الأهداف .
- 6 - إن التجزئة تعتمد على المشكلة التي يتم حلها، لذلك يجب التوقف عن التجزئة عندما يتم عزل الاهداف والسمات المطلوبة ، حيث يتم تمثيل الصورة بشكل مفيد وأسهل للتحليل .

جدول لشرح بعض العمليات المورفولوجية في الماتلاب

مهمة العملية	العملية
هذه العملية تساعد على إزالة الحبيبات و الشوائب من الصورة	mmareaopen
تولد هذه العملية سطحاً وهمياً يمثل المعالم الرئيسية في الصورة باستخدام تداخل الظل و النور.	mmsurf
عملية توسيع الكثافة اللونية لكل منطقة بموجب الكثافة السائدة في الجوار.	mmopen
عملية حساب المسافة الإقليدية بطرق مختلفة	mmdist
يمكننا قياس شدة التغير اللوني بين العناصر المتجاورة في الصورة بواسطة .	mmgradm
بهذه العملية نستطيع إزالة جميع الخطوط أو الخلايا التي تلامس الحواف الخارجة للصورة طالما أنها خلايا متصلة	mmedgeoff
عملية إيجاد النهايات العظمى المناطقية (أي قمم التلال) .	mmregmax
عملية التوسع أو التمدد والغاية منها اندماج الجزر الصغيرة المتجاورة بعضها ببعض أو بجزيرة كبيرة كذلك في هذه العملية تختفي ثقوب غير مرغوب.	mmdil
وهي عملية الصورة السبية (مشابهة تماماً للتصوير العادي بالأبيض والأسود) العناصر البيضاء تصبح سوداء و العكس بالعكس وكذلك العناصر الرمادية المشرقة تصبح قاتمة والعكس بالعكس	mmneg
تدل هذه العملية على تقاطع صورتين بالصيغة الثنائية (أبيض - أسود) .	mmintersec
وإن هذه العملية التالية تحتاج إلى شريحتين (أو صورتين) الأولى تمثل سطحاً ما . والثانية عبارة عن نقاط علام بحيث كل نقطة أو مجموعة نقاط متجاورة ستصبح محاطة بمساحة.	mmwatershed

- \* Younghooi Hwang, Byeungwoo Jeon and Sanghoon Sull, "Post-Processing for Reducing Blocking Artifacts using Adaptive Low Pass Filtering", ITC-CSCC. Available from: (2002)
- \* C. M. Brislawn, J. N. Bradley, R. J. Onyshczak, and T. Hopper. The FBI compression standard for digitized fingerprint images. In A. G. Tescher, editor, *Applications of Digital Image Processing XIX*. Proc. SPIE 2847, 1996.
- \* A. Cohen, I. Daubechies, and J. Feauveau. Bi-orthogonal bases of compactly supported wavelets. *Comm. Pure Appl. Math.*, 45:485{560, 1992
- \* W. Dahmen and C. A. Micchelli. Banded matrices with banded inverses II: Locally finite decompositions of spline spaces. *Constr. Approx.*, 9(2-3):263{281, 1993.
- \* I. Daubechies. *Ten Lectures on Wavelets*. CBMS-NSF Regional Conf. Series in Appl. Math., Vol. 61. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 1992.
- \* I. Daubechies and W. Sweldens. Factoring wavelet transforms into lifting steps. Technical report, Bell Laboratories, Lucent Technologies, 1996.
- \* R. A. DeVore, B. Jawerth, and B. J. Lucier. Image compression through wavelet transform coding. *IEEE Trans. Inform. Theory*, 38(2):719{746, 1992.
- \* S. Dewitte and J. Cornelis. Lossless integer wavelet transform. Technical Report IRIS-TR-0041, Royal Meteorological Institute Belgium, 1996.
- \* D. L. Donoho. Interpolating wavelet transforms. Preprint, Department of Statistics, Stanford University, 1992.
- \* J. Gros. Binary friendly wavelets. Preprint, Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, UC Berkeley, 1995.
- \* V. K. Heer and H-E Reinfelder. A comparison of reversible methods for data compression. In *Medical Imaging IV*, pages 354{365. Proc. SPIE 1233, 1990.

- \* M. Vetterli and C. Herley. Wavelets and filter banks: Theory and design. *IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process.*, 40(9):2207–2232, 1992.
- \* M. Vetterli and J. Kovacevic. *Wavelets and Subband Coding*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1995.
- \* A. Zandi, M. Boliek, E. L. Schwartz, and M. J. Gormish. CREW lossless/lossy medical image compression. Technical Report CRC-TR-9526, RICOH California Research Center, 1995.
- \* Makrogiannis, S., Economou, G., Fotopoulos, S., 2001. A graph theory approach for automatic segmentation of color images. In: Internat. Workshop on Very Low Bit-rate Video, pp. 162–166.
- \* Makrogiannis, S., Economou, G., Fotopoulos, S., Bourbakis, G., 2005. Segmentation of color images using multiscale clustering and graph theoretic region synthesis. *IEEE Trans. Systems Man Cybernet. A* 35 (2), 224–238.
- \* Martin, D., Fowlkes, C., Tal, D., Malik, J., 2001. A database of human segmented natural images and its application to evaluating segmentation algorithms and measuring ecological statistics. In: Proc. 8th Internat. Conf. on Computer Vision, July, vol. 2, pp. 416–423.
- \*Matas, J., 1995. Colour-based object recognition. Ph.D. Thesis, University of Surrey.
- \*Mumford, D., Shah, J., 1989. Optimal approximations by piecewise smooth functions and associated variational problems. *Comm. Pure Appl. Math.* 17 (4), 577–685.
- Park, S., Yun, I., Lee, S., 1998. Color image segmentation based on 3-D clustering: Morphological approach. *Pattern Recognition* 31 (8), 1061–1076.
- Plataniotis, K., Venetsanopoulos, A., 2000. *Color Image Processing and Applications*. Springer-Verlag.
- \*Postaire, J., Zhang, R., Lecocq-Botte, C., 1993. Cluster analysis by binary morphology. *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* 15 (2), 170–180.
- Salembier, P., Garrido, L., 2000. Binary partition tree as an efficient representation for image processing, segmentation and information retrieval. *IEEE Trans. Image Process.* 9 (4), 561–576.
- \*Scheunders, P., 1997. A genetic c-means clustering algorithm applied to color image quantization. *Pattern Recognition* 30 (6), 859–866.

- \*Serra, J., 1982. Image Analysis and Mathematical Morphology. Academic Press, London.
- \*Shafarenko, L., Petrou, H., Kittler, J., 1998. Histogram-based segmentation in a perceptually uniform color space. IEEE Trans. Image Process. 7 (9), 1354–1358.
- \*Soille, P., 1996. Morphological partitioning of multispectral images. J. Electron. Imaging 18 (4), 252–265.
- \*Soille, P., 2004. Morphological Image Analysis: Principles and Applications. Springer-Verlag.
- \*Uchiyama, T., Arbib, M.A., 1994. Color image segmentation using competitive learning. IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. 16 (12), 1197–1206.
- \*Vannoorenberghe, P., Colot, O., Brucq, D.D., 1999. Color image segmentation using dempster-shafer's theory. In: Internat. Conf. on Image Processing, vol. 4, pp. 300–303.
- \*Xue, H., Géraud, T., Duret-Lutz, A., 2003. Multi-band segmentation using morphological clustering and fusion application to color image segmentation. In: Proc. IEEE Internat. Conf. on Image Processing (ICIP'03), vol. 1, pp. 353–356.
- \*Campbele, J. B., "Introduction to Remote Sensing," Guilford Press, New York, USA, 2002.
- \*Lillesand, T. M., R. W. Keifer and J. W. Chipman, "Remote Sensing and Image.. Interpretation," 5th edition, John Wiley and Sons, New York, USA, 2004
- \*Jensen, J. R., "Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Prespective," Prentice Hall, New Jersey, USA, 2005

- د. عصام عبود والمهندس محمد باسل المجتهد "ضغط الصور الثابتة باستخدام التحويل التجيبي المنقطع والهرم اللابلاسي"، مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية، العدد ١٩ .
- العنقري ، خالد محمد ، "الاستشعار عن بعد و تطبيقاته في الدراسات المكانية" ، شراًة العبيكان للطباعة و النشر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، 1986 .
- أبو ريشة ، علي وفا عبد الرحمن . "أسس تقنيات الاستشعار عن بعد" مرآز دراسات الصحراء ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، 1993 .
- الأنترنت .

# الفهرس

الاهداء

## الفصل الاول

- أهداف البحث .
- أهمية البحث .
- تعريفات البحث (مصطلحات مستخدمة في البحث) .
- العمليات المورفولوجية و معالجة الصور ( التمديد – الحت ) .

## الفصل الثاني

- تحسين الصورة
- طرق التحسين في المجال الترددي
- طرق التحسين في المجال الحيزي
- تحسين الصورة باستخدام تقنيات تعديل المدرج التكراري (الهستوغرام Histogram)
- طريقة التحسين الموضعي .
- المرشحات (الفلاتر):
- مرشحات التمير المنخفض
- مرشحات التمير العالي
- المرشح الوسطي
- توسيط صورة متعددة .

## الفصل الثالث

- تجزئة الصورة .
- كشف الانقطاعات .
- كشف النقاط
- كشف الخطوط
- كشف الحواف
- عوامل التدرج المؤثرة في اكتشاف الحواف .
- التعتیب .
- التجزئة و التقطيع المبني على أساس المناطق .

- 1 - نمو ودمج المناطق .
  - 2 - تجزئة وشرط المناطق .
  - 3 - طريقة التقطيع و الدمج .
  - 4 - التجزئة والتقطيع المبني على اساس الأعمده البيانية للألوان .
- بعض الخوارزميات المستخدمة في تجزئة وتصنيف الصور الرقمية .

شرح خوارزمية الصورة الطينية

شرح خوارزمية حدية الصورة

شرح خوارزمية الغواش

خوارزمية صقل الأطوال

طريقة العتبة المتوازنة في تجزئة الصور الرقمية :

استخدام تحويل ويفلت في عملية تحديد حواف الأهداف في الصور الرقمية .

**الفصل الرابع :** التطبيقات .

**النتائج والتوصيات .**

**جدول لشرح بعض العمليات المورفولوجية في برنامج الماتلاب.**

**المراجع .**

Syrian Arab Republic  
Damascus University  
Faculty of Civil Engineering  
Department of Topographic Engineering



# extraction of geographic features of specific nature from satellite images by segmentation

A thesis Prepared to get A Master Degree in Civil Engineering  
Department of Topographic Engineering

Prepared By

Eng: TAREK ISMAIL

Associate Prof

ANOUR ALSEEFE

Topographic Engineering Department

Faculty of Civil Engineering

Damascus University

Associate Prof

Mohamed Al-Abdullah

Topographic Engineering Department

Faculty of Civil Engineering

Damascus University

2014