تصنيف وتقويم خوارزميات إجراءات الكشف والتعرف على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد[1]

المهندس أبوعبيدة محمد الحسن الأمين[2] **الدكتور حسن أبو النور[3]**

الدكتور محمد رقية[4]

الملخص

كان لتطور وسائل وتقنيات الحصول على بيانات الاستشعار عن بعد بتطبيقاتها وأنواعها المختلفة الدافع للباحثين في دراسة المسائل المتعلقة بالكشف والتعرف على الموارد الطبيعية والصناعية، وفي تقييمها، ومن ثم إدارتها واستثمارها. وقد استخدام لذلك العديد من تقنيات المعالجة وخوارزميات الكشف والتعرف، وقد حققت هذه الخوارزميات نتائج مميّزة كان لها الأثر الكبير والمساهمة الفعّالة في تطور واستثمار علم معالجة الصور وعلم الاستشعارعن بعد.

إن التعرف على تقنيات الكشف والتعرف الآلي على الأهداف في المرئيات تعدُّ مسالة مهمة جداً، كما أنّ تصنيف الخوارزميات المستخدمة في هذه التقانات، وتقييم أدائها، ووضع مميزاتها ومساوئها تعدّ مسالة تحليلية مهمة للباحثين كافة في هذا المجال.

[1] أعد هذا البحث في سياق رسالة الدكتوراه للمهندس أبو عبيدة محمد الحسن الأمين بأشراف الـــدكتور حسن أبو النور ومشاركة الدكتور محمد رقية.

[2] قسم هندسة حاسبات و تحكم– كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية– جامعة دمشق.

[3] قسم هندسة الالكترونيات والاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية– جامعة دمشق.

[4] المدير العام للهيئة العامة للاستشعار عن بعد – سوريا.

نقدّم في هذه الورقة عرضاً تحليلياً لبعض التقانات الحديثة للكشف والتعرف الآلي على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد، ومن ثم نقدم اختبارات تجريبية تسهم في إعطاء تصنيف لهذه الخوارزميات، حيث يسهم هذا البحث في إبراز مزايا كل منها ومساوئه، ومن ثم إعطاء المؤشرات الضرورية لتحديد التقنيات الملائمة للتطبيقات المختلفة، والمساعدة في تطوير خوارزميات كشف وتعرف جديدة ومميّزة.

كلمات مفتاحية:

معالجة الإشارة Signal Processing، معالجة الصور أو المرئيات Image Processing ، الكشف والتعرف والتمييزDetection, Recognition, Identification، الرؤية الحاسوبية Computer Vision.

تمهيد:

تطورت وسائل وتقنيات الحصول على بيانات الاستشعار عن بعد بتصنيفاتها وأنواعها المختلفة، تبعاً لتطور العلوم والتكنلوجيا[1]، ويجوب الفضاء وعلى ارتفاعات مختلفة العديد من المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة حاملة لنظم الاستشعار عن بعد والتي تعدُّ مصدراً مهماً للمعلومات التي تزودنا بكم كبير من المرئيات وبأطياف مختلفة، تسهم في الكشف والتعرف على الموارد الطبيعية والصنعية، وفي تقييمها ومن ثم إدارتها واستثمارها[2][3]. تنوعت مصادر المرئيات التي يتم التعامل معها، ما بين الصور متعددة الأطياف، والصور الجوية والرادارية بمجالاتها الترددية المختلفة[4][5].

اِستُخْدِمَ العديد من تقنيات المعالجة لهذه الصور، ذات استخدام عام أو استخدام خاص، من خلال تطبيق خوارزميات مختلفة للكشف والتعرف [6][7]. حققت هذه التقنيات نتائج مميزة كان لها الأثر الكبير والمساهمة الفعالة في تطور استثمار علم معالجة الصور وعلم الاستشعار عن بعد[8][9][10] [11] في جميع مناحي التطبيقات، مثل التطبيقات الطبية (الاستشعار عن بعد باستخدام الأمواج فوق الصوتية) والجيولوجية والزراعية والهيدرولوجية (باستخدام صور متعددة الأطياف) والمناخية(باستخدام صور رادارية)، إضافة إلى تطبيقات مهمة عديدة في المجالات العسكرية[12].

أولاً– مقدمة:

تصنف المسائل الهندسية على أساس انتمائها في أحد صنفين مسائل حسابية، ومسائل معرفية. فإذا كانت المسائل الحسابية تعرف بشكل دقيق من خلال تمثيلها بخوارزميات معّرفة جيداً، فإن المسائل المعرفية لا يمكن وصفها بشكل واضح وتستخدم النظم العشوائية، أو الخصائص الاحتمالية عادة لنمذجتها. ومن الأمثلة على هذه المسائل الرؤية الحاسوبية التي تعتمد الكشف والتمييز والتعرف على الأشكال في الصور.

تتطلب العديد من التطبيقات في مجال معالجة المرئيات إيجاد نموذج محدد في مرئية مرجعية، يتم من خلاله تحديد تماثل النماذج في العديد من المرئيات الأخرى. غير أن

بعضاً آخرَ من التطبيقات يتطلب كشفاً لمجموعة من النماذج المترابطة معاً بأشكال أكثر تعقيداً من نموذج واحد بسيط بشكل يؤدي هذا الأمر إلى متطلبات معالجة معقدة للكشف والتعرف تستخدم النمذجة والتقدير الاحتمالي إضافة إلى التصنيف الآلي المعقد، خاصة عندما تكون شروط ظهور هذه النماذج معاً في المرئية ليست ثابتة، أو أنها تخضع إلى تحويلات مختلفة مثل تغيرات الإضاءة أو تغير المقياس أو دوران المحاور.

إن إيجاد نموذج محدد في المرئية الساكنة (غير المتغيرة مع الزمن) يمكن أن يتم عن طريق مسح المرئية وتقييم التشابه بين النموذج المطلوب والنموذج المحدد في النافذة الموضعية ثنائية الأبعاد من المرئية. أما في نماذج الصور المتحركة (المتغيرة مع الزمن) فيحسب التشابه لكل عنصر في فضاء ثلاثي الأبعاد لنماذج هذه الصور.

يعدُّ التعرف على تقنيات الكشف والتعرف الآلي على الأهداف في المرئيات وتصنيف الخوارزميات المستخدمة في هذه التقانات وتقييم أدائها ووضع ميزاتها ومساوئها، مسألة تحليلية مهمة للباحثين كافة في هذا المجال. وتحدّد خصائص هذه التقانات وميزاتها من خلال ما تستخدمه من إجراءات حديثه في نظم تحصيل المرئيات ونظم تخزينها [13]، ونظم معالجة الإشارة المستخدمة لها [8][9][14]، بما فيها نظم الذكاء الصنعي والشبكات العصبونية[15][16]، والتي تعتمد بشكل عام على معالجة الكثافة اللونية[17][18][19]، أو على محددات المرئية [20] كالشكل الهندسي وتركيب نسيج المرئية.

إن أنظمة الكشف والتعرف على الأهداف المطورة حالياً تندرج ضمن **ثلاثة أنواع رئيسية: أنظمة تعتمد على النموذج المرغوب** فيه ومطابقته مع أجزاء مختلفة من المرئيات بهدف إيجاد النموذج المناسب [21]. **وأنظمة تعتمد مطابقة** خصائص المرئية (مثلاً درجة السطوع) التي تسمح في تطبيقات محددة بتحديد النماذج المناسبة بمثالية وتفرد [22]. **أما النوع الأخير** فيمثل أنظمة تعتمد استخدام التصنيف من خلال

خوارزميات التعلم المبنية على أساس نموذج محدد[23]، غالباً ما يكون متبايناً في الشكل الهندسي والخصائص مع النماذج المناسبة المرغوبة في التعرف عليها [24].

نقدم في هذه المقالة دراسة تحليلية لأهم التقانات الحديثة للكشف والتعرف الآلي على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد، ثم نعرض نتائج الاختبارات التجريبية التي قمنا بها على هذه التقانات بهدف إبراز مزايا كل منها وعيوبها، وإعطاء تصنيف عملي تطبيقي يسهم في إعطاء المؤشرات الضرورية لتحديد التطويرات الضرورية على هذه الخوارزميات للوصول إلى النتائج الفضى.

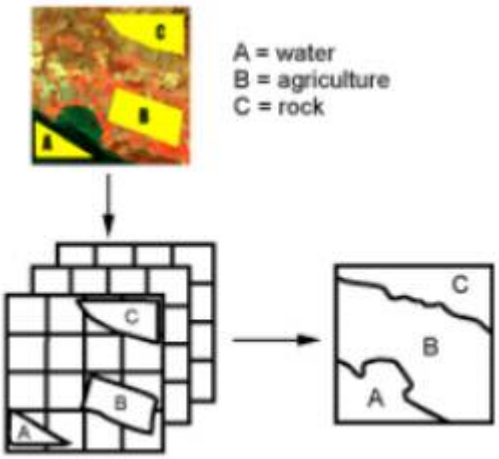
ثانياً– تقنيات الكشف و التعرف على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد:

إن الهدف من كشف الأهداف هو تحديد وجود الأهداف وموضعها (النماذج المناسبة) في المرئية. ومن العمليات الأساسية في الكشف والتعرف هي عملية **التصنيف Classification**[2][3]، التي تؤمن فرز Sorting نقاط الصورة في عدد محدد من الصفوف المفردة، أو وضع بيانات نقاط الصورة في فئات مجمعة.

تقسم عملية التصنيف إلي طريقتين[2][3]:

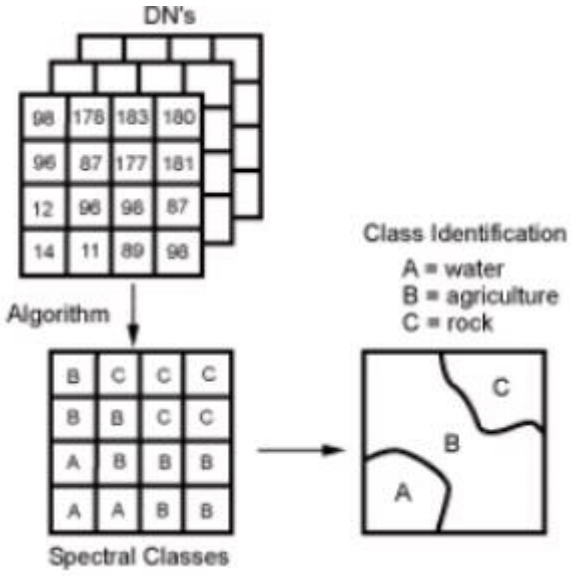
<u>التصنيف المراقب:</u> وهو الذي يكون مسيطراً عليه من قبل المحلل الذي يقوم باختيار عناصر الصورة التي تمثل أشكالاً مميزةً نتيجة معرفة مسّبقة بها كما هو الحال في تصنيف أهداف الصور الجوية أو في تصنيف مكونات الخرائط. يستخدم في هذا التصنيف **إحدى الخوارزميات التقليدية مثل (قاعدة متوازي الأضلاع، المسافة الدنيا، أو الاحتمال الأعظمي)**[10][11].

الشكل(1) يوضح هذه الطريقة حيث يتم التمييز بين المزروعات أو المياه أو الصخور من خلال طبيعة كل منها.



الشكل(1) يوضح طريقة التصنيف المراقب

<u>التصنيف غير المراقب</u>: يسمح هذا التصنيف بتحديد بعض المحددات لكشف الأشكال الإحصائية المتلازمة في البيانات. وهذه الأشكال لا توافق بالضرورة صفات ذات معنى مباشر في المرئية. وهي ببساطة تجمعات clusters من عناصر الصورة ذات صفات متشابهة يستخدم لتحديدها، **إحدى خوارزميات الجوار الأقرب، أو تحليل التجميع**[10][11]. و تستخدم هذه الطريقة عادة عند عدم وجود معرفة كاملة عن البيانات قبل التصنيف. الشكل (2) يوضح هذه الطريقة.



الشكل (2) يوضح طريقة **التصنيف غير المراقب**

ثالثاً– الخوارزميات المستخدمة في تقانات الكشف و التعرف على الأهداف في مرئيات الاستشعار عن بعد:

يعتمد التعرف على الأشكال في المرئيات الساكنة على خوارزميات تحديد خصائص الحواف والنسيج الداخلي والتمثيل الفراغي (المجسم) والأجزاء الهندسية[25].

نحدد فيما يأتي بنية الإجراءات المستخدمة لهذه الخوارزميات.

1-الاستخلاص المؤتمت للخصائص باستخدام صفات العناصر وثيقة الصلة بالأهداف:
Automatic Extraction Of Features By Using Pixels Features Related To Objects

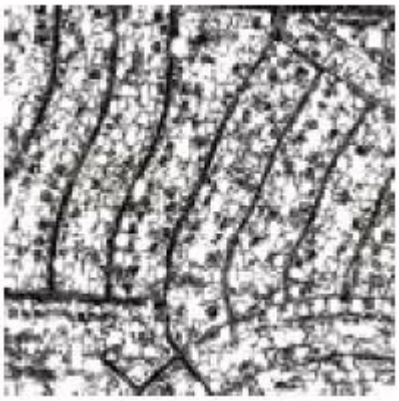
إن الاستخلاص المؤتمت للخصائص يأخذ بالحسبان صفات العناصر وثيقة الصلة بالأهداف التي يمكن تحديدها في المرئية من خلال تعزيز أو تقوية أو عزل هذه الصفات المميّزة للخاصية. وتعتمد أدوات الاستخلاص المؤتمت للخصائص على إيجاد محددات صفات المرئية من جهة، وعلى الخوارزميات المستخدمة من جهة أخرى.

تستخدم تقنية الترشيح الطيفي بشكل كبير للاستخلاص الآلي للخصائص [26]، وذلك بتطبيق الترشيح على مستوى العنصر باستخدام الجوار، بالاعتماد على البصمة الطيفية وعلى الفهم الصحيح لمدى تباين العناصر المحيطة بنموذج الجوار (درجة اللون، الشكل، النسيج، والخصائص الطيفية). إذْ يمكن مثلاً تطبيق هذه التقانة بشكل جيد لتحديد أنواع المزروعات.

يتم الاستخلاص المؤتمت لخصائص الأهداف في صور الاستشعار عن بعد من خلال وضع أصناف لهذه الأهداف لا تعتمد فقط على مكونات الهدف المادية، وإنما تحدد هذه التصنيفات درجات مختلفة لخصائص هذه المكونات تساعد على التعرف. فمثلاً يمكننا أن نحدد تصنيفات مختلفة لمادة الإسمنت المسلح وفق درجة التسليح المستخدمة، والتي تستخدم إمَّا في تنفيذ الطرق العامة أو في تنفيذ مدرجات الطائرات، أو في إنشاء أحواض السباحة، أو في إقامة المباني السكنية. كما يمكن تحديد تصنيفات مختلفة للزراعة التي يمكن أن تكون مجموعة أشجار أو محاصيل زراعية أو أراضي عشبية،....الخ).

يمكن كذلك وضع محددات أخرى لهذه الدرجات المختلفة والمتنوعة والتي لها المواد نفسها لفرز تصنيفات جديدة مثل الشكل (أنماط هندسية)، أو طريقة التعامل والاستخدام، مثلاً لأشكال طرق السيارات ومواقفها، طويلة أو قصيرة ومربعة أو مستطيلة. وللزراعة هل لها حدود منتظمة كالحقول أو غير منتظمة كمناطق الغابات....؟

يبين الشكل (3) الخصائص الهندسية لمجموعة طرق في صورة استشعار عن بعد تسهم بشكل كبير في التعرف الآلي عليها.



الشكل (3) مجموعة طرق في صورة استشعار عن بعد

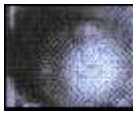
نستخلص من هذه التقنية أن استخدام خصائص الأهداف وجوارها تسهم في التمييز الآلي للعديد من الأهداف كالطرق والجسور وقنوات الري بالمياه .. وأن الاستفادة من خصائص نماذج الجوار لهذه الأهداف يزيد من قوة التصنيف.

2- تقنيات مطابقة النماذج: Pattern Matching Techniques

تعد تقنيات مطابقة النماذج من التقنيات الأساسية المستخدمة في كشف الأهداف في المرئية[27]. وتعتمد تقنيات مطابقة النماذج على إيجاد جميع النماذج المماثلة لنموذج الهدف المحدد عن طريق تطبيق نافذة window خاصة بهذا الهدف على كامل معلومات المرئية.

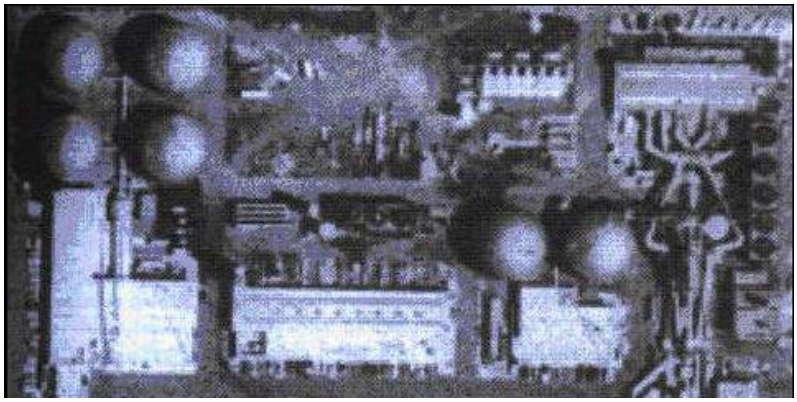
سنوضح إجراءات هذه الخوارزمية من خلال المثال الآتي:

بفرض أننا أخذنا نافذة تمثل النموذج المماثل للهدف المطلوب وهو في هذه الحالة صهريج غاز كما هو مبين في الشكل (4)، إن هذه النافذة تمثل تجمعاً لعدد من عناصر الصورة ترتبط بشكل واضح مع الهدف محور الاهتمام .



الشكل (4) صورة الهدف موضع الاهتمام

فإذا أردنا الكشف والتعرف على كل صهاريج الغاز الموجودة في صورة المصنع الموضحة في الشكل (5) أدناه:



الشكل (5) يوضح صورة الاختبار(المصنع)

فإننا نطبق النافذة الممثلة لصهريج الغاز على كامل الصورة وذلك وفق معادلة تطبيق النافذة كالآتي:

$$C = A \quad \text{not(xor)} \quad T$$

حيث:

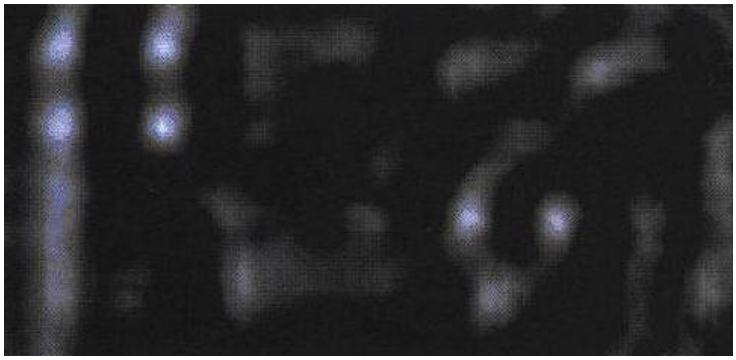
C: تمثل خرج المرئية

A: المرئية الأساسية

T: النافذة المستخدمة

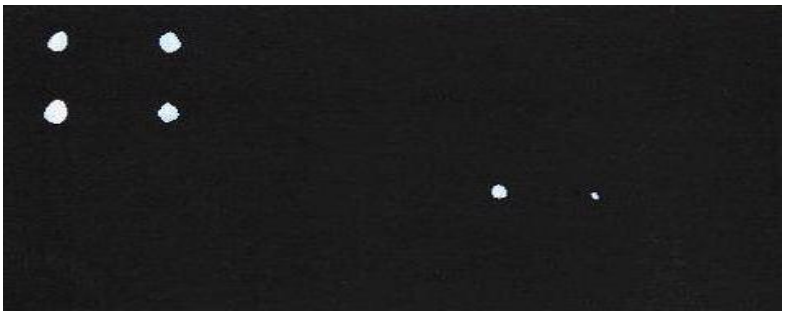
not(xor): تمثل عملية التكافؤ

نتيجة ذلك نحصل على النتيجة التي تظهر في الشكل (6-أ) ، والتي تمثل وجود ستة صهاريج وأماكنهم في المرئية الخاصة بالمصنع (مع وجود بعض التداخل):



الشكل (6–أ) يوضح نتيجة تطبيق تقنية المطابقة

يمكن عملياً تطبيق إحدى تقنيات التعتيب للصور بعد تحديد مستوى التعتيب المناسب لجعل الصهاريج أكثر وضوحاً من جهة ولإزالة الأشكال الزائفة من جهة أخرى ، كما يوضح الشكل (6–ب).



الشكل (6– ب) يوضح نتيجة تطبيق تقنية المطابقة بعد التعتيب

تتطلب تقنية مطابقة النماذج صوراً دقيقة لنموذج الهدف المراد اكتشافه. كما أن التغيرات في توجيه الهدف و حجمه يمكن أن تؤثر بشكل كبير في أداءها، إضافة إلى أن التغير في الإنارة لمرئية النافذة عن مرئية المصدر يؤثر سلباً في أداء الخوارزمية. تعدُّ هذه التقنية أساساً لتقنيات ترشيح النماذج من خلال مجموعة المسافة التي تمثل المسافات من نقطة ما إلى أقرب نقاط مجاورة لها والتي تصنف كنقاط حافات أو

كنقاط نهاية خط أو كنقاط اتصال تمثل بمجموعها شكل النموذج الأولي الذي يتم الترشيح بناءً عليه.

3- التعرف على الأهداف الفردية من مرئيات متعددة المصدر ذات تمييز حيزي عالٍ: Individual Target Recognition from High Spatial Resolution Image Sources

يعدُّ التعامل مع مرئيات للمنطقة نفسها من مصادر متعددة ومختلفة لنظم الاستشعار عن بعد مسألة ذات أهمية للتعرف الدقيق على الأهداف الفردية [28]. فمثلاً تستخدم صور راديومترية مختلفة لمنطقة واحدة [29](بمجالات ترددية مختلفة) كمرئيات **Ikonos**، ومرئيات **Meis** المتعددة الطيف، ومرئيات **Ortho** ذات قدرة تمييز (**1**متر) للتعرف على الأشجار الفردية بتطبيق تقنيات ترشيح خاصة بذلك مثل مرشحات **local maximum(LM)** للتعرف على الأشجار الفردية من خلال تحديد مواقع تيجان الأشجار ذات كثافة القدرة الراديو مترية العالية في الصور جميعاً.

4- تقنية استخدام النموذج الاحتمالي: Using Probability Model Technique

تركز هذه التقنية[30] على استخدام النموذج الاحتمالي للتعرف على المباني في المناطق الكثيفة (مثلاً في المدن). وتأتي الصعوبة في تطبيق هذه التقانة نتيجة للتشويه الحاصل من الوجوه المتعددة لرؤية المشهد المتضمن الأهداف المرغوب فيها. فالظلال التي تعتمد على موقع الشمس وارتفاع المباني تؤدي إلى حجب جزئي أو كامل أو تداخل لمشاهد الأبنية وخاصة في حالة المناطق الكثيفة.

بفرض أن التوزيع الاحتمالي للمباني يمثل بدالة منطقية فإن رؤية المباني كأهداف مستقلة في الصورة يمكن أن يحدد من خلال علاقة الاحتمال الآتية:

$$P=(X_i \mid Y_i) = \frac{1}{1+e\,xpXi(\omega \exp Tf(Yi))}$$

– حيث:

P: مقياس مرشحات المباني.

Y: شعاع الخصائص عند العنصر i .

X:العنصر المعطى .

$x_{i=}$ 1 للمباني

$x_{i=}$ -1 لغير المباني

ω: هي الشعاع المحدد للنموذج .

يتم التركيز على طريقة حساب شعاع الخصائص y من الكنتورات القريبة لمرشحات المباني. حساب شعاع الخصائص يتطلب أن نحسب مسبقاً مختلف المعلومات مثل (نقاط الحواف، أجزاء خط الحواف، و الظلال في الصورة).

قناع الظلال (mask) يمكن أن نتحصل عليه عن طريق إيجاد صف مستوى الكثافة الأدنى لهيستوغرام منطقة الكنتور الرمادية، كما أن نقاط الحواف تستخلص باستخدام مستكشف canny.

إن الخصائص المستخدمة في هذه التقنية هي:

– مسافة الخطوط المستقيمة.

– منطقة الكنتور.

– الكنتور الذي يحتوى على حواف.

– قيمة متوسط المستوى الرمادي.

– الانحراف المعياري.

– معدل انحدار الاتجاه (العزم الثاني).

– نسبة الظلال .

المحددات تحسب عن طريق زيادة مجموع لوغاريتم الاحتمال الأعظمي ل p_i عند كل بيكسل، أي يكون لدينا:

$$\omega = \arg\ [\ \max \sum_{n=1}^{N} \sum_{i \varepsilon S} \log(Pi)\ ]$$

حيث :

N: العدد الكلي للصور الجزئية لمجموعة التدريب .

S: هو الفضاء للعناصر المعلمة($x_{i=}$ 1 للمباني) و($x_{i=}$ -1 لغير المباني).

من قواعد الاحتمال الأساسية نجد:

$$\sum_{x} P(x) = P(X = 1) + P(X = -1) = 1$$

لحساب شعاع الخاصية y في كل مرشح مبانٍ وبمعرفة ω يمكن ببساطة حساب قيمة P.

للتعرف على المباني الحقيقية، وإزالة النتائج الزائفة، يجب تحقق الشرط الآتي:

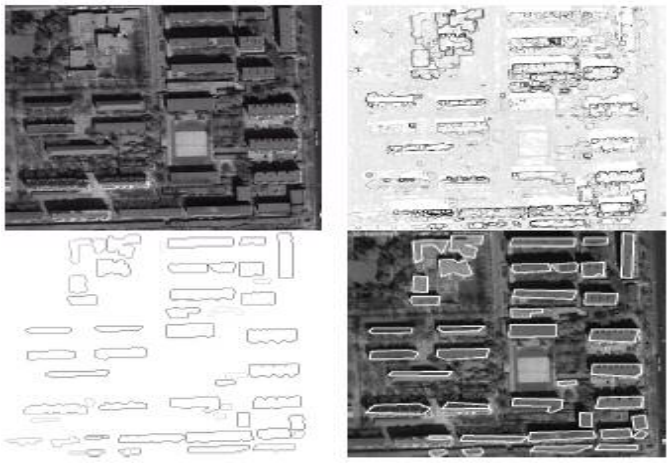
$$P(x = 1) > P(x = -1)$$

التطبيق العملي لهذه التقنية (تكلفة الحساب بخاصية الكنتور(3-4) دقائق، ودون خاصية الكنتور (10) ثوانٍ). الجدول (1) يوضح نتائج الكشف والتعرف بهذه التقنية.

رقم الصورة المرجعية	عدد الصور	عدد صور الكشف الصحيح	عدد صور الكشف الخطأ	عدد صور عدم الكشف	معدل الكشف الصحيح %	معدل الكشف الخطأ %	معدل عدم الكشف %
1	37	36	0	1	97.29	0	2.71
2	30	24	1	5	80.00	3.33	16.67
3	40	34	3	3	85.00	7.50	7.50
4	24	24	0	0	100	0	0
5	35	24	2	9	68.60	5.70	25.70
6	23	20	2	1	87.00	8.70	4.30
7	16	12	1	3	75.00	6.30	18.70
8	44	34	4	6	77.30	9.10	13.60
9	28	23	1	4	82.20	3.50	14.30

الجدول (1)يوضح نتائج الكشف و التعرف

الشكل (7) يوضح نموذجاً لنتائج هذه التقنية لصورة الاختبار الأولي في الجدول (1).



الشكل (7) يوضح نتيجة التقنية للصورة الأولي

5- التعرف على الأهداف من خلال معلومات المناطق المحيطة بها:

Recognition of Objects From Information Of Surrounding Areas

يعدُّ رادار الفتحة الصنعية تقنية رؤية عالية التمييزية نسبياً، ويعمل محمولاً في الطائرات أو في المركبات الفضائية أوفي التوابع الصنعية[31][32]. تتميز تكنولوجيا رادار الفتحة الصنعية بالحصول على المرئيات تحت كل الظروف وفي كل الأوقات، وهذا ما لا يتوافر للمرئيات البصرية الأخرى. وعلى الرغم من ذلك فإن كشف الأهداف الصغيرة الساكنة في مرئيات رادار الفتحة الصنعية يواجه عدة مشاكل منها: مستوى الضجيج العالي في خلفية المرئية، والأهداف الصغيرة ليس لها شكل خاص بها نتيجة لقرب أبعادها من القدرة التمييزية للصورة [33]. تستخدم عادة تقنية التعامل مع خصائص المعلومات البينية المحيطة بالهدف للتعرف على الأهداف [34]. يتم تنفيذ هذه التقنية على مرحلتين: **الأولى:** هي مرحلة المعالجة الأولية للمرئية والتي يتم فيها ترشيح صف بيانات مرئية رادار الفتحة الصنعية وذلك لإزالة المناطق الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً المضاءة أو المعتمة بنسب محددة حسب درجة نصوع المرئية،

والاحتفاظ بالمناطق الصغيرة المعزولة التي هي من مرتبة الهدف المراد كشفه. ويتم ذلك بتعيين العناصر التي لها موضعياً كثافة عالية نسبياً، تجمع مع بعضها في (مناطق) ذات كثافة عالية للمناطق الكبيرة جداً والعكس للمناطق الصغيرة جداً، المرحلة **الثانية:** مرحلة المعالجة الرئيسية والتي تبحث في التعرف على الهدف من خلال معلومات المناطق المحيطة به. فمثلاً، إذا كان البحث عن وجود مطار في الصورة يمكن البحث عن خطوط مميزة تمثل صورة المدرج وذلك بتطبيق تحويل هاف (Hugh) مثلاً، والبحث عن البصمة المميزة للمدرج. طبق ذلك عمليا على الشكل المبين (8) الذي يوضح صورة مدرج مطار في مرئية رادار الفتحة الصنعية. وكما هو ملاحظ فإنَّ المدرج يبرز من مجال المنطقة المحيطة في المنظر لأن مجالات البيئة المحيطة به لها تركيب مميز.

الشكل (8) يوضح صورة مدرج مطار في مرئية رادار الفتحة الصنعية

الشكل (9) يوضح نتيجة تطبيق هذه التقنية حيث نرى أن الموضع والاتجاه العام للخطوط المستقيمة التي توافق النقاط المميزة للمدرج قد اكتشفت بوضوح مبينة الشكل العام للمدرج.

الشكل (9) يوضح نتيجة التقنية علي مدرج المطار

6 – التعرف على الأهداف المفردة واكتشاف الهدف البارز :

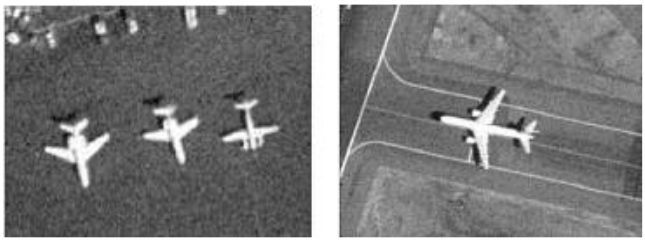
Recognition of Objects And Detection Of Salient Object

تعد عملية كشف الأهداف غير الثابتة كالآليات المتحركة أو تجمع قطعان الماشية مشكلة صعبة بسبب التغيرات التي قد تطرأ على صفات هذه الأهداف في المرئيات [35]. ويعدُّ استخدام طريقة المقياس المخفي لكشف الهدف البارز، إحدى التقنيات الملائمة لمثل هذه المسائل، وخاصة لكشف الأهداف متغيرة الحجوم. تعمل هذه الطريقة على معالجة هذه المسألة اعتماداً على دراسة البنى البارزة في المرئية وتحديد مناطقها، والتي يمكن أن تحتوي على الأهداف المطلوبة باحتمال عالٍ. تتم إجراءات هذه التقنية بتصميم كاشفات للبنى المتباينة بغض النظر عن المقياس المستخدم في المرئية وذلك باستخدام مرشحات **Gabor**، والمشتقات الغوصيانية، إضافة إلى استخدام خوارزمية تعلم **Expectation Maximization** [36] (تستخدم خوارزمية **EM** في تقريب دالة الاحتمال (**p.f OR p.d.f**)، كما تستخدم لحساب تقديرات الاحتمال الأعظمي بإعطاء عينات غير مكتملة، وتقدير احتمالية الكثافة لمجموعة بيانات معطاة. ومن أجل تشكيل احتمالية الكثافة للبيانات نستخدم نموذجاً إحصائياً من نموذج غوصي المحدود. إن احتمالية الكثافة للبيانات التي شكلت تمثل المجموع المثقل لعدد من توزيعات غوصيانية. يتم بعد ذلك تطبيق خوارزمية EM للتصنيف. تتعامل

هذه الخوارزمية EM مع محددات خاصة بالبيانات التي يتم تخزينها في صف متعدد الأبعاد (في الحالة العامة) ومع الخصائص الاحتمالية لكل صنف. الهدف الرئيسي لهذه التقنية هو كشف الأهداف المصنوعة بواسطة الإنسان في مرئيات الاستشعار عن بعد التي تغطي مساحات واسعة من الأرض. تكمن الصعوبة بصورة أساسية في التعقيد الداخلي والمتغير للمشاهد المراد معالجتها، كما يوضح الشكل (10) والذي يحتوى على مباني، مواقف سيارات، أشجار، طائرات، وطرق.

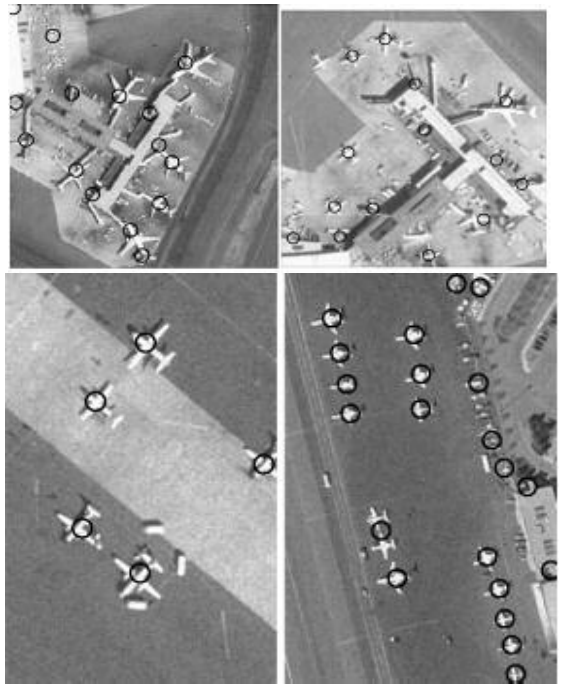
الشكل (10) يوضح مباني و مواقف سيارات وطرق وأشجار وطائرات

في مثل هذه المرئيات نجد أنَّ الأهداف تتباين نسبياً بالمقارنة مع الخلفية، ولها امتداد حيزي محدد، وكنتور واحد مغلق أو أكثر. إن النقطة الأساسية في هذه التقنية هو تقسيم مهمة المعالجة في جزئيين، الأول ينفذ حساب التقدير الموضعي لعناصر التباين في الصورة. والثاني ينفذ خوارزمية أخذ قرار معتمداً على نتائج التقدير الموضعي. تم تطبيق هذه التقنية على مرئية مطار مدني، لنوعين من الطائرات بقدرة تمييز50سم/عنصر. مرئيتا الاختبار موضحة في الشكل (11).



الشكل (11) يوضح مرئيتي الاختبار

إن نتيجة الكشف و التعرف على مرئيات الاختبار موضحة في الشكل (12) حيث تم تمييز حالة الكشف بدائرة تحيط بالأهداف. على الرغم من أن النتائج الإيجابية حددت مناطق الطائرات، فإنَّ الكشف العام يمكن أن يكون حساساً لأنواع الأخرى من الأهداف بشكل خطأ، حيث نجد مثلاً أن معابر الطائرات قد كشفت أيضاً لتشاركها في بعض الخصائص مع الطائرات. نلاحظ أيضاً أن هناك ثلاث طائرات صغيرة لم يتم كشفها، لعدم احتوائها على حواف معلّمة نتيجة صغر حجمها. بشكل عام كانت نتيجة استخدام هذه التقنية، كشف عدد 37 هدفاً (طائرة)، من عدد الأهداف الكلي و البالغ 42 هدفاً (طائرة).



الشكل (12) يوضح نتيجة الكشف و التعرف علي مرئيتي الاختبار

رابعا – جدول التصنيف:

يوضح الجدول (2) أدناه مزايا ومساوىء التقانات المستخدمة في الكشف والتعرف من خلال اختبار أدائها في مجال تطبيقها:

الطرائق	المزايا	المساوئ
الاستخلاص المؤتمت للخصائص باستخدام صفات العناصر وثيقة الصلة بالأهداف	تؤمن صفات العناصر وثيقة الصلة بالأهداف استثناء نسب كبيرة من مجموع المرئية وتسهل عملية البحث والتصنيف. تتصف تقنيات استخلاص الخصائص بالبساطة لأنها تتعامل علي مستوى العنصر. تؤمن هذه التقنيات قابلية التصنيف بصفة عامة و لمدى واسع من مهام تفسير و تحليل المرئيات . زيادة قدرة التمييز الحيزي أو الطيفي للمرئية يعطي لهذه التقنية نتائج متميّزة في عملية التصنيف.	لا تكون البصمة الطيفية كافية لكل الأهداف لإعطاء تمييز أو تعرف فريد. النجاح في عزل خصائص خاصة للهدف تعتمد بصورة عامة علي تأسيس مجموعة من الشروط التي تميّز الخصائص بتفرد، وتتسبب هذه الشروط في تعقيدات مختلفة تجابه هذه التقنيات. التعرف الواضح وغير القابل للخطأ يخضع لقيود حول وضوح المرئية وظهور الأهداف المحجوبة جزئياً الناتجة من الظلال أو تداخل المكونات أو الضجيج.
تقنيات مطابقة النماذج	تمتاز هذه التقنية بالقوة الحسابية التي لها تأثير واسع وكبير يمكنها من معرفة عدد الأهداف التي يمكن كشفها والتعرف عليها في مرئية الاختبار. تعدُّ تقنية مبسطة و ذات نتائج مميزة. إن إضافة تقنية التعتيب ذات أثر	تتطلب هذه التقنية مرئيات ذات قدرة تمييزية عالية. يتأثر أداء هذه التقنية سلباً بتغيرات توجيه الهدف وحجمه ومع اختلافات الإضاءة بين النافذة (الهدف) وإضاءة المرئية

	كبير في وضوح الأهداف المراد كشفها و التعرف عليها.	ويقلل ذلك من احتمال الكشف والتعرف بصورة كبيرة. إن اختيار نموذج واحد يزيد من خطأ التصنيف في حالة وجود حجب جزئي.
تقنية استخدام النموذج الاحتمالي	تسمح هذه التقنية بالتعرف علي الأهداف في المناطق ذات التعقيدات الكبيرة. تعمل التقنية على أساس الخصائص الاحتمالية للهدف المطلوب والتعرف يتم عن طريق حساب المحددات الاحتمالية لكل هدف مما يزيد من نسبة و موثوقية الكشف والتعرف.	تتأثر هذه التقنية بشكل كبير من بوجود الظل المتراكب مع الأهداف. تسمح هذه التقنية بكشف أهداف ذات محددات احتمالية ثابتة نسبياً.
التعرف علي الأهداف من خلال معلومات المناطق المحيطة بها	أدخلت تقنية الاستفادة من معلومات البيئة المحيطة ووضعت في أسلوب هندسي جعلها مناسبة و ملائمة للعديد من التطبيقات المهمة.	هناك احتمال دائم و قوي للتعرف بشكل خطأ علي السطوح المستوية ذات المساحة الممتدة تتأثر هذه التقنية بزاوية وحجم و كثافة النقاط المضيئة للأهداف أو للبيئة المحيطة، كما أن النقاط المضيئة المفقودة تؤثر سلباً في عملية التعرف.

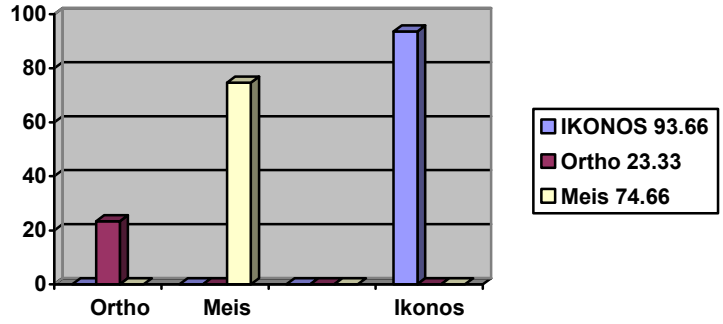
التعرف علي الأهداف المفردة واكتشاف الهدف البارز	تؤمن التقنية خوارزميات جيدة لكشف الأهداف المفردة. تعمل هذه التقنية على إرجاع جزء كبير من المرئية كخلفية، و من ثَمَّ فإنَّ كثيراً من زمن المعالجة المستهلك يطبق على المناطق البارزة الصغيرة من أجل اتخاذ القرار النهائي مما يؤدي لتخفيض احتمال الإنذارات الكاذبة. تؤمن هذه التقنية كشف الأهداف في المرئيات ذات قدرة التمييز العالية دون معرفة محددة لبنية تلك الأهداف وبعدد قليل من عينات التعليم. استخدام مرشحات Gabor (ككاشفات للبنية البارزة تعتمد على مميزات التباين الموضعي) والتي تمتلك الخواص الجيدة لتحليل الإشارة، وتمتاز بأنها قليلة التكلفة الحسابية. النمذجة الاحتمالية المستخدمة تؤدي لكشف الهدف في المرئية بتحديد طبيعة العنصر و انتمائه أو عدم انتمائه للهدف. إتباع مبادئ الاحتمال الأعظمي واستخدام خوارزمية التوقع الأعظمي EM بطريقة مباشرة يسهل مسالة تحقيق الامثلية التي تبدو صعبة في ظروف أخرى.	الاختيار الخطأ لمحدد القياس يؤدي إلي الزيادة في الإنذار الكاذب، وكذلك التجزيء الخطأ لمناطق الهدف. إن كشف المناطق البارزة يمكن أن يشير إلى مكان الهدف دون تفسير دقيق له. تعانى هذه التقنية من أي تعقيدات داخلية للمشاهد المراد معالجتها. إن تقارب الأهداف البارزة ينتج منطقة واحدة متصلة مما يعطي تعريفاً مزيفاً. فشل كاشف Gabor في كشف الأهداف الصغيرة و التي ليس لها حافات معلمة حيث تظهر كالنتوءات.

خامسا– تقييم نتائج التقنيات المصنّفة:

1- نتائج التقنية الأولي: أعطت هذه التقنية نتائج ممتازة لمسالة التصنيف ، كما أنها تتميز بالبساطة لأنها تتعامل على مستوى العنصر، وتؤمن قابلية التصنيف بصفة عامة ولمدى واسع من مهام تفسير المرئيات وتحليلها.

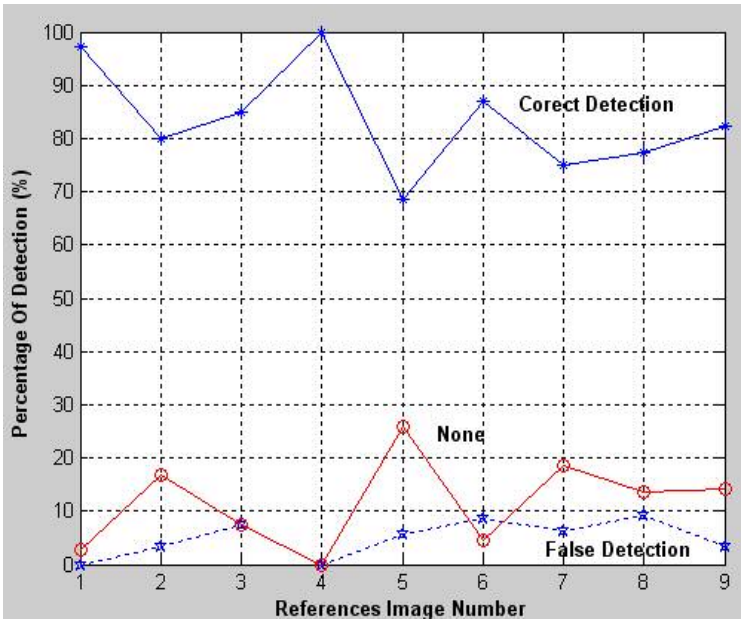
2- نتائج التقنية الثانية: استطاعت هذه التقنية بإضافة تقنية التعتيب إنجاز كشف و تعّرف صهاريج الغاز الستة بنسبة 100%، حيث تتميز هذه التقنية بالقوة الحسابية.

3- نتائج التقنية الثالثة :أثبتت هذه التقنية أن بيانات مرئيات (Ikonos)، والتي عولجت بمرشحات LM، لها تعريف صحيح للأهداف الفردية، أكثر من المرشحات المماثلة الأخرى المستخدمة مع بيانات (Meis) و(Ortho)، الشكل (13) يوضح معدل التعرف للأنواع المستخدمة.



الشكل (13)

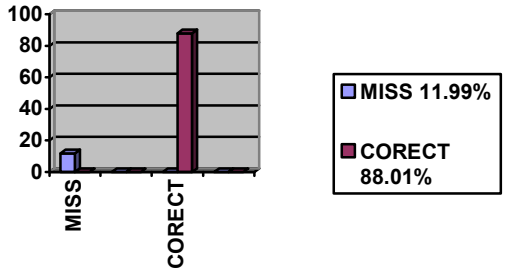
4– نتائج التقنية الرابعة: نجحت هذه التقنية في الكشف و التعرف على المباني بنسبة جيدة، الشكل(14) يوضح منحنيات معدل الكشف والتعرف الصحيح، ومعدل الإنذار الخطأ، ومعدل عدم الكشف للصور المرجعية التسع تبعاً للنتائج الموضحة بالجدول (1).



الشكل (14)

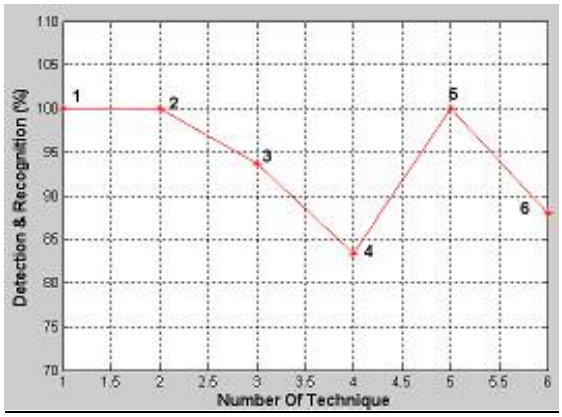
5- نتائج التقنية الخامسة: نجحت هذه التقنية في كشف مدرج المطار في مرئية رادار الفتحة الصنعية بنسبة 100%، اعتماداً على الإنارة في جانبي المدرج، كتقنية مميّزة للكشف والتعرف على الأهداف الصغيرة في هذا النوع من المرئيات، بالاستفادة من معلومات البيئة المحيطة.

6- نتائج التقنية السادسة: اعتمدت هذه التقنية على النموذج المحتمل، الذي استطاع معالجة أهداف بأحجام مختلفة وذات كتل غير مدمجة (طائرات) بطريقة مثالية. تم اكتشاف وتعرّف علي عدد 37 هدفاً (طائرة) من العدد الكلي البالغ 42 هدفاً (طائرة)، بنسبة 88.01% ، كما يوضح الشكل (15).



الشكل (15)

7- منحنى النتائج مجمعة: الشكل(16) يوضح منحنى معدّل نتائج التقنيات التي صنّفت مجمعة كل في مجال تطبيقها.



الشكل (16)

سادسا – الاستنتاجات :

1- إن المهمة الرئيسية لأي نظام استشعار عن بعد هي كشف الأهداف المرغوب فيها، وتحديد خصائصها، واستنتاج البصمات الملائمة لها.

2- تعدُّ عملية التصنيف من العمليات الأساسية لعمليات التعرف في صور الاستشعار عن بعد، عادة ما تعتمد على البصمة الطيفية. ولجعل التصنيف أكثر قوة تتم الاستفادة من الخصائص الهندسية للهدف المطلوب، كمراكز الكنتور، ونهايات الخطوط، والنقاط الفرعية، والنقاط المتقاطعة، ونقاط الانحناء العالي، غير أن هذه الخصائص يجب أن تكون مرنة بصورة كافية لكي لا تتأثر بتغيرات شكل الهدف، وتغيرات المقياس المستخدم، وتغيرات الإضاءة .

3- جميع الطرائق الحديثة المستخدمة تحتاج إلى إجراء معالجات أولية على المرئيات بهدف اختصار المواصفات، أو إبراز المناطق ذات الاحتمال الأكبر لكشف الهدف.

4- يمكن كشف الأهداف بالاعتماد على مكونات الهدف في حالة الأهداف المعقدة.

5- يمكن الاعتماد على نمذجة الأهداف بشكلها الكامل أو لعناصرها باستخدام النماذج الاحتمالية.

6- يمكن في حالات خاصة استخدام معلومات وخصائص البيئة المحيطة بالهدف محور الاهتمام لإتمام عملية الكشف والتعرف على الأهداف.

7- تتم عمليات الكشف والتعرف على الأهداف في صور الاستشعار عن بعد من خلال تحقيق مجموعة الشروط الآتية:

- نسبة عالية لاحتمال الكشف والتمييز والتعرف، ونسبة منخفضة لاحتمال الإنذار الكاذب.
- بساطة في خوارزميات المعالجة والسرعة في تنفيذ هذه المعالجة وقابلية الاستخدام في الزمن الحقيقي (Real Time Application) .
- الشفافية في التعرف على الهدف المرغوب فيه في حال تغيير المحددات اللونية والمقياس والدوران.
- قابلية الاستخدام لجميع التطبيقات وللصور الساكنة أو الصور المتحركة.

References

1- Thomas Eugene Avery and Graydon Lenis- fundamentals of Remote sensing and Air photo interpretation. M.P.C. –New York – M.M.C- - Toronto – 1985.
2- Floyd F. Sabins- Remote Sensing Principles and Interpretation – W-H- Freeman and Company- New York-1996.
3- Chein- I chang –Hyper spectral Imaging : Techniques for Spectral Detection and classification –Plenum US 2004.
4- ABD- R. ELNNABI- Introduction to Remote Sensing –1989.
5- R. Jensen- Remote sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Prentice Hall –2003.
6- James R. Parker –Algorithms for Image Processing and computer Vision- John Wiley and sons – 1996.
7- Bennamoun, M, Mamic –Object Recognition fundamentals and case studies – New York –2002.
8- R. Gonzalez and B. wintiz – Digital Image processing Adison and Wesley – 1987.
9- Jae , S. lim – Two dimensional Signal and Image Processing . Prentice- Hall international – 1990.
10-Jan – Peter Miller – Digital Image Processing In Remote sensing . Taylor – London – 1988.
11-John R. Ren Sen – Introductory Digital Image Processing A remote sensing perspective. Prentice Hall- 1996.
12-Steven –M- De Jong- Defense and Security Image and signal Acquisition and Processing – SPIE- 2004.
13-Craing Lindley – Practical Image Processing: Acquisition Manipulation, Storage- John Wiley and Sons –1991.
14-Alan V. Oppenheim- Discrete Time signal Processing – Prentice Hall –1999.

15-Brain D. Ripley – Pattern Recognition and Neural Networks – Amazon. 2003
16- Stephan I. Gallant – Neural Network Learning and Epert Systems – Prentice Hall – 2002.
17-M. Kriby and L. Sirovich- " Application of the Karhunen- Loeve Procedure for the Characterization of Human Faces"- IEEE .Vol. 12 , p.p. 103-108, 1990 .
18- L. Sirovich and M. Kriby " Low- Dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces " vol. 4- no. 3, pp 1987.
19- M. Turk and A. Pentland " Face Recognition using Eigenface" pp. 586 –591, 1991.
20-Y. Lamdan and H. S Wolfson, "Gemetric Hashing: A General and Efficient Model- Based Recognition scheme" pp. 238-249, 1988.
21-A. Yuille, " Deformable Templates for Face Recognition" vol. 3 no. 1 pp. 59-70.1991.
22-P. Sinh. "Object Recognition via Image Invariants : A case study Vol . 35, pp. 1735-1740. May 1994.
23-C. Papageorgion and T. Poggio, A Trainable system for Object Detection . vol . 38, no. 1 pp 15-33, 2000.
24-H. Murase and S. Nayar "visual Learning and Recognition of 3 D objects from Appearance, vol. 14, no. 1, pp. 5-24,1995.
25- d. Marr, E and Processing of visual information, Proceedings of the Royal society of London, B275:483-519, 1976.
26- Ed. Granzow." Automatic Feature Recognition and Extraction from Remote sensing Imagery U.S " 2004.
27- Yali ," 2D Object Detection and Recognition Models, Algorithms ,and Networks" The MIT press , Cambridge Massachusetts , 2002 .

28- M. Wulder, K.O. Niemann, and D. Good enough, "Local Maximum Filtering for the extraction of tree Locations and Basal area from high spatial resolution Imagery. "Vol. 73 PP. 103-114, 2000.
29- M. Wulder, T, Nelson , K. o. Niemann, D. seeman , A. Dyk and A.s. Bhogal." Individual Tree Recognition from multiple High spatial Resolution Image Sources" IEEE 0-7 803-703-2004.
30- Chungan Lin and Ramakant Nevatiay " Building Detection and Description from a Single Intensity Image , Computer vision and image understanding" , vol 72, no2 pp101, Nov.1998.
31- Curalander J.C. and Mc Donough R. N. synthetic Aperture Radar. John Wiley and sons. New York 1991.
32- Eachic. Space borne Radar Remote Sensing : Applications and Techniques. IEEE .New York . 1988.
33- Oliver C.J. "Information from SAR Image. Pp: 1493-1514. 1994 .
34- Finch, and A. Antonacopoulos. "Identification of Airfield Runways in SAR Images Vol. 2, pp. 1633-1636 . 2004.
35-T. Zhao , and R. Nevatia, " Car Detection in low Resolution Arial Images". Vol. 21, no. 8,PP. 693-703, August 2003.
36- Bernard Chalmoud, Benjamin Francesconi, and Stephan Herbin. " using hidden scale for salient object Detection" 2004.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2005/12/1.