

تحسين تمييز الأهداف المرئية باستخدام

المعالجة الرقمية المتقدمة للصور

د. علي العلي*، د. أمين الناصوري**، ماهر علي***

* أستاذ في قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية، جامعة تشرين

** أستاذ مساعد في كلية الهندسة الكهروميكانيكية، أكاديمية الأسد، حلب

*** طالب دراسات عليا (ماجستير)، كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية، جامعة تشرين

الملخص

تعتبر مسألة تمييز الأهداف الجوية من أهم المسائل المطروحة في مجال معالجة الصور، وفي أنظمة الرؤية الحاسوبية بشكل خاص، التي تعتمد كفاءتها على مدى نجاحها في التمييز والتعرف على هذه الأجسام الطائرة. ويتم حل هذه المسألة باعتماد التصوير المتسلسل للجسم الطائر من أجل إعداد مجموعة من الصور ثنائية البعد 2-D، تكون بدورها مكتبة مرجعية لصور الأجسام الطائرة ومن ثم الحصول على مميزات وسمات خاصة لهذه الصور يتم اعتمادها في عملية المقارنة والتمييز. وتم اقتراح العزوم العقدية كسمات خاصة تعبر عن صورة الجسم الطائر ثنائية البعد و الناتجة عن المعالجة المتقدمة للصورة الرقمية بدلاً من استخدام عزوم Hu التي كانت نتائجها غير مرضية في عملية التمييز والتعرف، كما بينتها النتائج التجريبية، حيث تتميز العزوم العقدية بعدم تأثرها بالتحويلات الهندسية لصورة الجسم الطائر مثل الانتقال، الدوران وتغير الحجم، وأيضا في التعبير الشامل عن معلومات الصورة المفيدة في عملية التعرف والتمييز.

وأخيرا تم تطبيق هذه المميزات والسمات لعدد كبير من صور الأهداف الجوية واختبار عمليات التمييز ومقارنتها مع عمليات التمييز التي تعتمد على العزوم العادية (عزوم Hu) لهذه الأجسام الطائرة لفحص على نتائج ذات دقة كبيرة عند تطبيق السمات المقترحة.

الكلمات المفتاحية: ١- معالجة الصور الرقمية ٢- التعرف على النماذج.

١ - مقدمة:

لقد توسع مجال تطبيقات معالجة الصور (image processing) حتى شمل مختلف أنشطة الحياة، و قد ساعد على ذلك التطور المتسارع للحواسيب الرقمية، حتى باتت معالجة الصور الرقمية من أهم تطبيقات الحاسوب [1].

برزت في هذا المجال مسألة التعرف على الأهداف الطائرة من خلال التصوير المباشر كأحد أهم المسائل المطروحة في المجالات العسكرية التي تشمل أنظمة الرؤية الحاسوبية، والتصوير الجوي باستخدام الكاميرات التلفزيونية وأجهزة الأشعة تحت الحمراء الموجودة في الطائرات والأقمار الصناعية [2]. وفي مجمل الأبحاث العلمية، التي حاول من خلالها العلماء إيجاد الحلول المثلى لمسألة تمييز الأهداف، تم الاعتماد على فهم وتحليل مبدأ عمل نظام الإبصار (Visual System)، وكيفية تعرفه على الصور بشكل عام.

بالرغم من دقة تمييز الصور الثنائية البعد إلا أن تحقيقه يكون أكثر صعوبة عند استخدامه لتمييز الأجسام الطائرة وذلك بسبب: وجود درجة حرية إضافية في الأوضاع التي يمكن أن يتواجد فيها الجسم في الفراغ، وإمكانية تطابق الأجسام الطائرة مع بعضها جزئياً أو كلياً مما يؤدي إلى إخفاء تفاصيل الجسم، إضافة إلى رؤية جانب واحد فقط من الجسم من "نقطة نظر" محددة، ولا يكون هذا كافياً في بعض الأحيان لتمييز الأجسام المتشابهة عن بعضها [3].

ولذلك تم اعتماد تمييز الأجسام الطائرة اعتماداً على تحديد الميزات المتأصلة فيها وذلك بتشكيل شعاع خاص يؤمن توصيفها ويسمى بشعاع المميزات (vector feature). وتسمى طريقة التوصيف هذه بعملية استخلاص الميزات (feature extraction)، التي يمكن أن تتم وفق أساليب مختلفة أهمها [4]:

- أساليب Richard و Hemami ، اللذين اعتمدا موصفات فورييه.
- أسلوب Dudani ، الذي اعتمد على العزوم غير المتغيرة، أي العزوم التي تبقى ثابتة تحت تأثير تحويلات محددة.

يقدم هذا البحث خوارزمية تمييز الأجسام الطائرة (ثلاثية البعد) آلياً من خلال صورها ذات البعدين 2-D اعتماداً على العزوم العقدية غير المتغيرة وذلك من خلال التصوير المتسلسل لحركة الجسم الطائرة خلال فواصل زمنية محددة في الفراغ للحصول على مكتبة من الصور ثنائية البعد ومن ثم يتم الحصول على أشعة السمات لهذه الصور والمتمثلة بالعزوم العقدية الغير متغيرة بالنسبة للتحويلات الهندسية والتي يتم تطبيقها إلى إحدى تقنيات تمييز القوالب لمعرفة دقة التطابق والتمييز لصور الأجسام الطائرة ومقارنة هذه النسب مع النسب التي تم الحصول عليها باستخدام مميزات عزوم Hu [5] لنجد بأنه تم تحسين عملية التمييز باستخدام الخوارزمية المقترحة التي تعتمد العزوم العقدية.

ومن أجل عدم الخلط بين ايجابيات زيادة نسب تحسين التمييز للأجسام الطائرة باستخدام طرق وتقنيات المقارنة الحديثة تم استخدام الطرق الكلاسيكية لتحديد نسب التعرف والتمييز حيث تتوفر طرق أكثر تعقيداً وتعطي نتائج أفضل ومنها [2,6]:

- الطريقة التحليلية (syntactic approach).
- مطابقة القوالب (template matching).
- الشبكات العصبونية (neural networks).

٢- أهمية البحث وأهدافه:

تتبع أهمية البحث من استخدام العزوم العقدية الغير متغيرة للتحويلات الهندسية للصور الثنائية التي يتم الحصول عليها من المعالجة الرقمية المتقدمة للصور من خلال التصوير المتتابع للجسم الطائرة من أجل تحسين تمييز الأجسام الطائرة (ثلاثية البعد) ، نظراً لما لهذه المسألة من تأثير كبير على تحسين كفاءة استخدام الكاميرات وأنظمة الرؤية الحاسوبية، خاصة وأن الأبحاث العديدة التي جرت في هذا المجال لم تتوصل إلى الآن لوضع نموذج متكامل قادر على التعرف على الأجسام الطائرة باستخدام المعالجة الرقمية المتقدمة لصورها.

٣- طريقة البحث:

إن المبدأ العام لطريقة تمييز الأهداف الجوية هو التعرف على الهدف في الصورة الملتقطة من أي جهاز تصوير بصري، وذلك بمقارنته مع مجموعة من الصور المرجعية المخزنة في مكتبة تشكّل لهذا الغرض، يتم فيها تخزين صور الجسم في وضعيات فراغية مختلفة، ليعطى في النهاية قرار التمييز على أساس الصورة الأكثر تطابقاً مع صورة هذا الجسم.

أما الدراسة المقدمة في هذا البحث فقد اعتمدت على ما يلي:

١. تشكيل قاعدة بيانات عن طريق التصوير الفيديوي للأهداف الجوية المعروفة ومن ثم تشكيل صور ثنائية 2-D عبر فواصل زمنية محددة بحيث تؤمن معظم الوضعيات للجسم الطائر في الفراغ وتشكيل قاعدة بيانات من هذه الصور الثنائية باعتماد مميزات وسمات الصور المقترحة وهي العزوم العقدية [4,5].

٢. الحصول على صور ثنائية حية باستخدام التصوير المتتابع (فيديو أو تصوير خلال فواصل زمنية) للجسم الطائر المراد التعرف عليه وتمييزه ومن ثم حساب المميزات والسمات المعبرة عن الصورة وهي العزوم العقدية ووضعها ضمن أشعة رياضية تعبر عن الصور الرقمية.

٣. استخدام طريقة لمقارنة أشعة المميزات المعبرة عن الصور الرقمية الثنائية من أجل الحصول على درجة التطابق بين الجسم الطائر المطلوب التعرف عليه اعتماداً على قاعدة البيانات المحضرة مسبقاً.

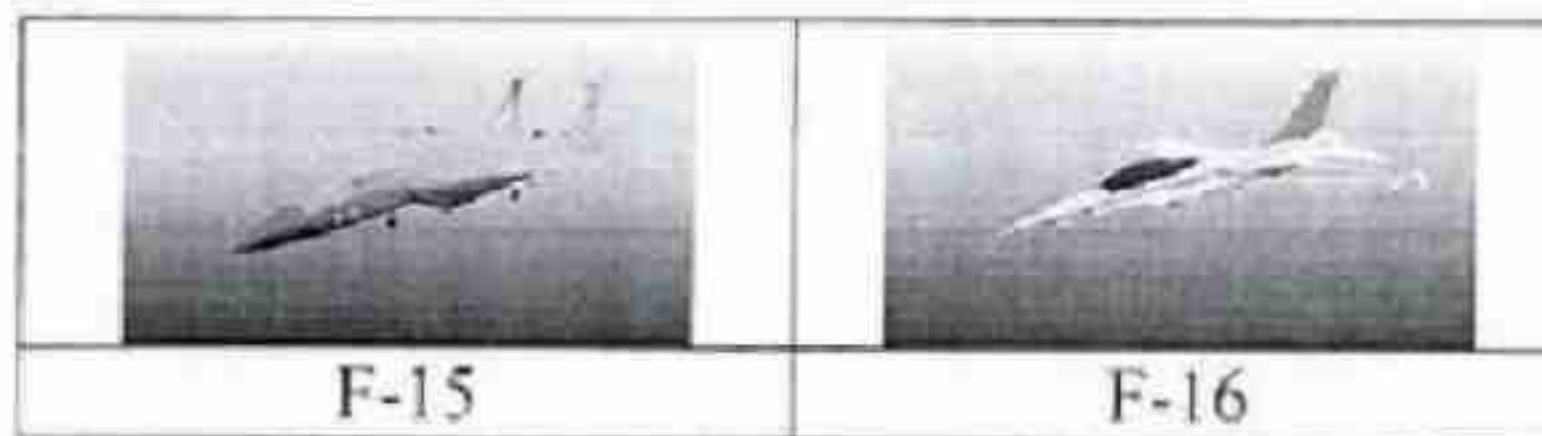
٤. استخدام طريقة مقارنة بسيطة من أجل معرفة مدى التحسن في درجة المقارنة اعتماداً على استخدام السمات المقترحة وهي العزوم العقدية بدلاً من العزوم العادية المستخدمة في أبحاث سابقة [4].

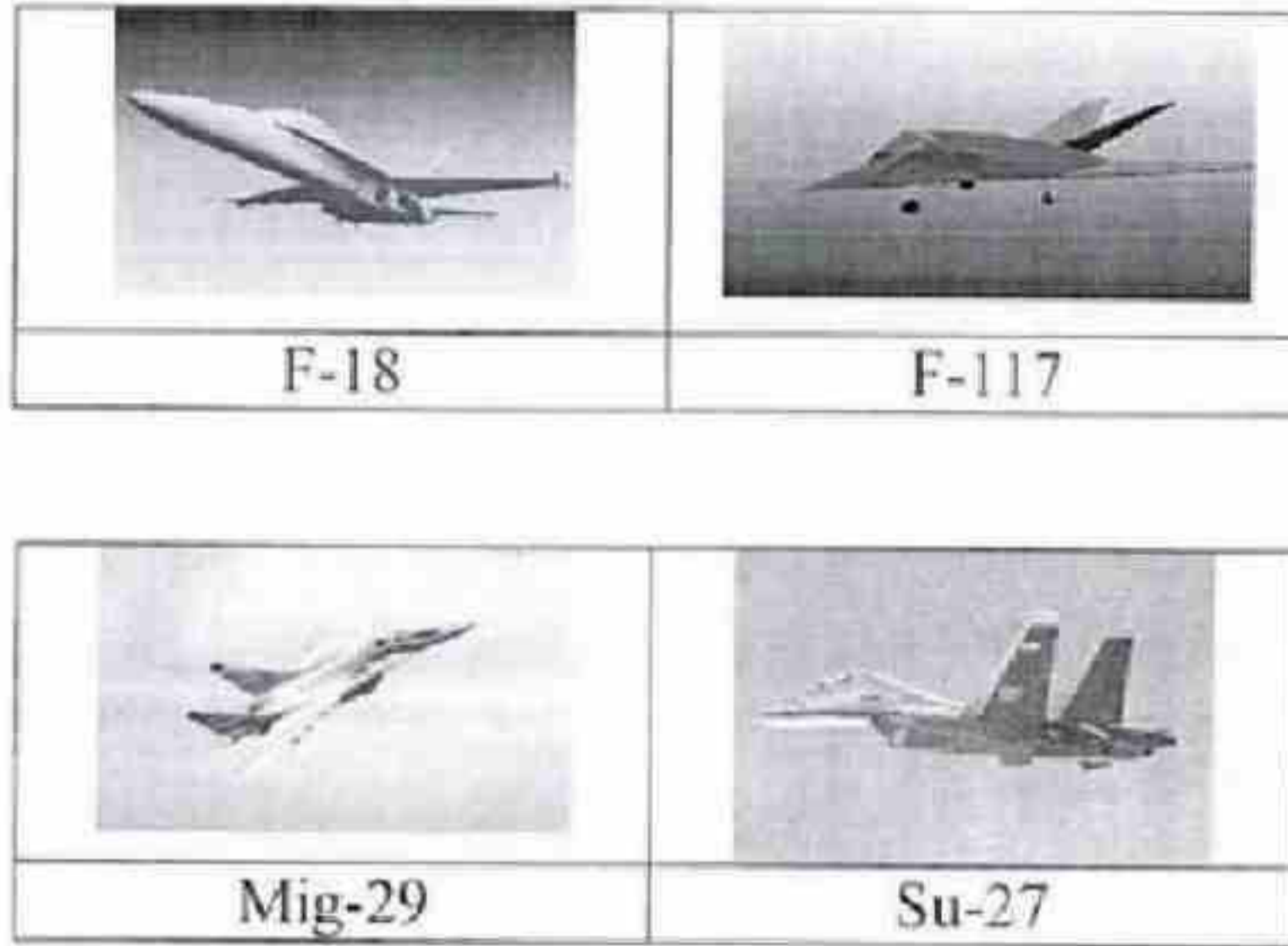
لذلك فقد تم في هذا البحث وضع النموذج المطلوب على مرحلتين: تم في المرحلة الأولى تشكيل مكتبة من الصور للطائرات في وضعيات فراغية مختلفة، بحيث تشمل معظم الحالات التي يمكن أن تظهر فيها الطائرة، دون إهمال أي من

درجات الحرية في حركتها. أما في المرحلة الثانية فقد تم إنتاج صور لهذه الطائرات بوضعيات أخرى مختلفة عن سابقتها بغية مقارنتها مع الصور المخزنة في المكتبة لتحديد معدل تمييز النموذج المقترح. وقد استخدم البرنامج 3D STUDIO MAX في إنتاج هذه الصور، وهو يسمح بالتعامل مع الأجسام الفراغية كما هي في الواقع، أي أنه يسمح بتدوير الجسم بأية زاوية، أو تحريكه على أي مسار.

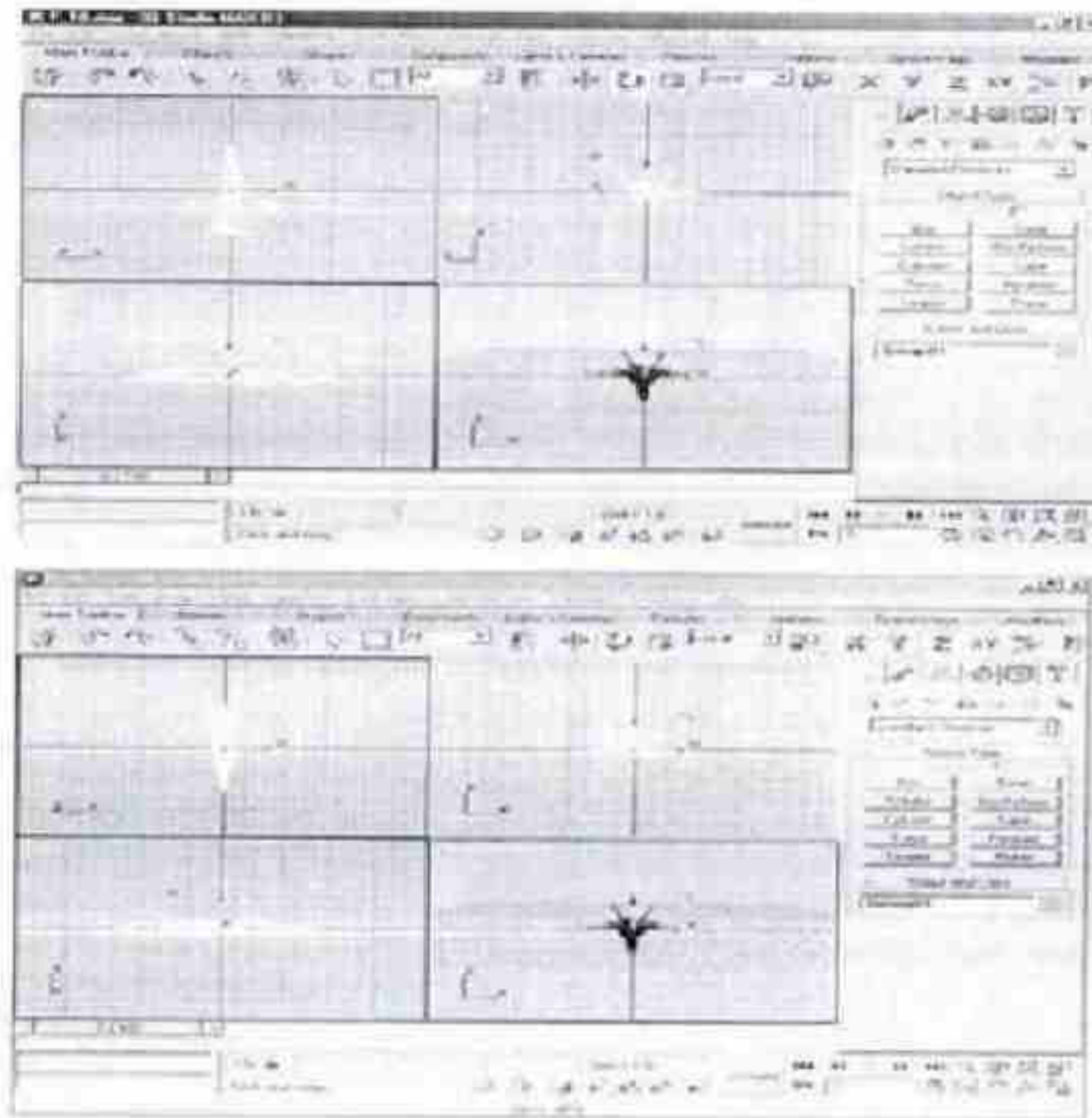
٤- إعداد قاعدة البيانات (مكتبة الصور):

تنفذ هذه الخطوة بالتصوير الفيديوي أو التصوير المتسلسل باستخدام الكاميرات الرقمية للحصول على الصور الرقمية للأهداف الجوية المتعددة الأنواع والطرازات ولكي نحقق خطوات معالجة الصور بدءاً من عملية اكتساب الصورة (image acquisition) يتم اكتساب الصور ثنائية البعد للطائرات أو الفيديو الرقمي لحركة الهدف الجوي ونظراً لصعوبة الحصول على هذه التجارب بشكل حقيقي تم اعتماد الفيديو الذي يظهر حركة الهدف الجوي من الانترنت لبعض أنواع الطائرات كما في الشكل (1) ثم معالجتها باستخدام البرنامج 3D STUDIO MAX، الذي يتعامل مع النماذج ثلاثية البعد ويعطي المساقط الرئيسية لها وهي: المسقط الأمامي (الخلفي)، المسقط العلوي (السفلي)، والمسقط الجانبي اليساري (اليمني) كما هو موضح في الشكل (2)، لتأخذ الصور المعالجة الصيغة jpg ذات الأبعاد 480×640 عنصر صورة (Picture element). كما تم اعتماد جملة الإحداثيات النظامية XYZ، التي مبدأها هو مركز ثقل الجسم الطائرة، ويمتد الجزء الموجب للمحور X على طول الجناح اليساري للطائرة، بينما يمتد الجزء الموجب للمحور Y باتجاه مجموعة الذيل، أما الجزء الموجب للمحور Z فيمتد باتجاه الشاقول.





الشكل (1): بعض نماذج الطائرات في المكتبة



الشكل (2): مساقط الطائرة في المستويات لثلاثة الرئيسية

وبعد ذلك يجري إخضاع الصورة المكتسبة لعمليات المعالجة المسبقة (image preprocessing)، التي تهدف إلى تعديل وتجهيز قيم عناصر الصورة المكتسبة لإنتاج الصيغة الأكثر ملاءمة للعمليات اللاحقة. حيث يُطلب عادةً تحسين

النباتين وضبطه، إجراء الترشيح وإزالة الضجيج وتحسين الجودة وتصحيح التشوهات الحساسة [1,8].

وبالتالي نحصل على صورة رقمية ثنائية جاهزة من أجل حساب المميزات والسمات لتكوين أشعة المميزات التي تشكل قاعدة بيانات للصور المرجعية. ولتنفيذ هذه الخطوة نقوم باستخدام الحزمة البرمجية الـ Matlab لقراءة الصور الرقمية لينتج لدينا صورة ثنائية (Binary image) بأبعاد (64x64) بيكسل. وهكذا تصبح الصورة جاهزة ليتم استخلاص ميزات العزوم العقدية منها والمتمثلة بالمعالجة المتقدمة للصورة الرقمية.

٤-١- حساب العزوم العادية للصور الرقمية:

تعتبر العزوم تقنية وصفية في دراسة ميكانيك الأجسام، وقد نشرت المقالة الهامة الأولى عن تطبيق العزوم في تحليل الصورة من قبل العالم Hu [5]، الذي استخدم العزوم الهندسية ليولد مجموعة من الثوابت التي كانت تُستخدم لتمييز الحروف آلياً. وقد استخدمت الطريقة المعتمدة على العزوم الهندسية غير المتغيرة ثنائية البعد لاحقاً في تمييز النماذج من قبل العالم Alt وآخرين، من أجل التعرف على السفن من قبل العالم Smith، ومن أجل التعرف على الطائرات من قبل العالم Dudani، وفي مطابقة النماذج من قبل العالم Dirilten، وفي مطابقة المشاهد من قبل العالم Wong، وأخيراً في تمييز المحارف من قبل العالمين Glenn و Hatamian [5,7]. ويتم توصيف هذه العزوم رياضياً كما يلي:

يُعرف العزم الابتدائي من المرتبة $(p+q)$ للتابع الثنائي $f(x,y)$ بالعلاقة

التالية:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p \cdot y^q \cdot f(x,y) dx dy \quad ; \quad q, p = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

ويمكن التعبير عن العزوم المركزية بالعلاقة التالية:

$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q \cdot f(x,y) dx dy \quad ; \quad p, q = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

حيث أن: $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$, $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ - هي إحداثيات المركز الهندسي للجسم.

$f(x, y)$ - سطوحية النقطة (x, y) من الصورة.

بالنسبة لصورة رقمية مخزنة على شكل مصفوفة ثنائية البعد فإن علاقتي العزم الابتدائي (1) والعزم المركزي (2) تأخذان الشكل التالي:

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p \cdot y^q \cdot f(x, y) \quad ; \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad ; \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

وتُعرف العزوم المركزية المقيسة η_{pq} كما يلي:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^\lambda} \quad ; \quad \lambda = \frac{p+q}{2} + 1 \quad ; \quad p+q \geq 2 \quad (5)$$

بالاعتماد على عزمي الدرجة الثانية والثالثة يمكن اشتقاق عزوم Hu الستة الأولى كما في العلاقات التالية [6]:

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) \left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] + \\ &\quad + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02}) \left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \end{aligned} \quad (6)$$

٤-٢- خوارزمية حساب العزوم العقدية للصور الرقمية المقترحة:

تحقق العزوم العقدية المهمة الرئيسة والصعبة في مسألة تصميم نظام التعرف على الصور وتحديد هويتها حيث أنها تقترح في هذا البحث لأنها تحمل معلومات شاملة عن الصورة كونها تؤمن الحساب المطالي والزواوي لسمات الصورة والتي لا تؤمنه عزوم هيو، واختيارها يؤدي إلى نجاح التطبيق العملي لنظام التعرف، لأنه تتمتع بما يلي [1,7]:

(a) تعبر عن الصورة الرقمية بشكل رياضي ودقيق وبمكونات قليلة العدد في شعاع المميزات.

(b) هذه المميزات غير متغيرة بالنسبة للتحويلات الهندسية للصورة من إزاحة- دوران- حجم- سطوحية.

تعرف العزوم العقديّة ذات المرتبة (p, q) من أجل الصورة ثنائية البعد وتملك تابع كثافة $f(x, y)$ بالشكل التالي [1,8]:

$$c_{pq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (x + jy)^p (x - jy)^q f(x, y) dx dy \quad (7)$$

والعلاقات الرياضية التي تربط العزوم العادية والعزوم العقديّة هي:

$$\begin{aligned} c_{00} &= m_{00} \\ c_{10} &= m_{10} + im_{01} \\ c_{11} &= m_{20} + m_{02} \\ c_{20} &= m_{20} - m_{02} + 2im_{11} \\ c_{21} &= m_{30} + m_{12} + i(m_{21} + m_{03}) \\ c_{30} &= (m_{30} - 3m_{12}) + i(3m_{21} - m_{03}) \\ c_{40} &= (m_{40} - 6m_{22}) + i(4m_{31} - 4m_{13}) \\ c_{22} &= m_{40} + 2m_{22} + m_{04} \\ c_{31} &= (m_{40} - m_{04}) + i(2m_{13} + 2m_{31}) \\ c_{50} &= (m_{50} - 6m_{32} + 4m_{14}) + i(4m_{41} - 6m_{23} + m_{05}) \end{aligned} \quad (8)$$

فمن أجل اختبار حساب العزوم العقديّة لصورة رقمية نقوم أولاً باختيار صورة رقمية تمثيلية (مصنوفة رقمية) كما في الشكل (3):

0	0	0	0	8	0	0	0	0
0	0	0	0	10	12	0	0	0
0	0	0	0	12	14	16	0	0
0	0	0	0	0	0	18	20	0
0	0	0	0	0	0	20	22	24
0	0	0	0	0	0	22	24	0
0	0	0	0	20	22	24	0	0

$$\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 22 & 24 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 24 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

الشكل (3): صورة تمثيلية للاختبار (مصفوفة رقمية)

ثم نقوم بحساب العزوم العادية الممثلة بالمعادلة (3) لتعطي النتائج التالية:

Ordinary moments:

$$\begin{array}{ll} m[0][0]=1.0000 & m[1][0]=-0.0000 \\ m[0][1]=0.0000 & m[1][1]=-0.0417 \\ m[2][0]=0.0223 & m[0][2]=0.0119 \\ m[3][0]=0.0000 & m[3][0]=-0.0022 \end{array}$$

وبتطبيق جملة المعادلات (5) نحسب العزوم العقدية للصورة التمثيلية في الشكل (3):

Complex moments:

$$\begin{array}{ll} C[2][0]=0.336594 & ph[2][0]=122.7554 \\ C[3][0]=0.844843 & ph[3][0]=128.0115 \\ C[2][1]=0.274849 & ph[2][1]=0.000000 \\ C[4][0]=0.233610 & ph[4][0]=196.8066 \\ C[3][1]=1.022543 & ph[3][1]=130.7110 \\ C[2][2]=1.345150 & ph[2][2]=0.000000 \\ C[5][0]=1.833912 & ph[5][0]=156.3319 \\ C[4][1]=2.065403 & ph[4][1]=167.4453 \\ C[3][2]=0.987652 & ph[3][2]=12.02700 \end{array}$$

وبتطبيق الإجراءات السابقة على صورة حقيقية مبينة في الشكل (4):



الشكل (4): صورة رقمية حقيقية للاختبار

نحصل على النتائج التالي للعزوم العقدية:

$$\begin{array}{ll} C[2][0]=0.222200 & ph[2][0]=0.004400 \\ C[1][1]=1.000000 & ph[1][1]=0.000000 \end{array}$$

لعام	العدد:	سلسلة العلوم الأساسية	مجلة جامعة الفرات
C[3][0]=2.456969		ph [3][0]=0.398342	
C[2][1]=0.301700		ph [2][1]=0.000000	
C[4][0]=1.000007		ph [4][0]=0.007601	
C[3][1]=0.900088		ph [3][1]=0.003800	
C[2][2]=2.111925		ph [2][2]=0.000000	
C[5][0]=3.666650		ph [5][0]=0.009698	
C[4][1]=62277419		ph [4][1]=177.9822	
C[3][2]=1.777727		ph [3][2]=0.002252	

٥- إعداد خوارزمية تمييز الأهداف المرئية باستخدام السمات المقترحة:

إن معظم الطرق الشائعة في خوارزميات التمييز هي مقارنة أشعة المميزات لمجموعة الصور مع أشعة مميزات لصور مرجعية معروفة مسبقاً (مكتبة الصور). حيث تتكون أشعة المميزات من نوابع العزوم ذات الدرجات المتعددة لعينات الصور المطلوب معرفة هويتها أو المطلوب وضعها كصور مرجعية مع الأخذ بعين الاعتبار لكافة وضعيات الصور من إزاحة ودوران حيث نوابع العزوم العقدية لا تتغير في هذه الوضعيات [1,8].

ومميزات العزوم التي يتم حسابها لصور الطائرات يمكن استخدامها لتعريف الأجسام داخل هذه الصور حتى في حال الدوران أو الإزاحة في مستوى الصورة ويتم تشكيل هذه العزوم ضمن أشعة خاصة تعبر عن كل صورة أو عينة من مجموعة الصور حيث تمثل في النهاية هذه الأشعة صف أو مجموعة لصور الطائرات (موديل طائرة معينة أو طرازها) ويتم عملية اختيار شعاع المميزات لنموذج الصور لتطبيقه في عملية المطابقة بالاعتماد على المفاهيم التالية:

١- احتواء المعلومات: وهذا يتطلب أخذ عدد معين من المميزات بالإضافة إلى درجة العزوم المطلوبة لتمثيل شكل الصورة بالكامل.

٢- عمق المعلومات: وهذا يتطلب تشكيل المميزات من صور خالية من الضجيج أو صور ضجيجية لا تتأثر بمميزات مع النسخة الأصلية.

٣- استقلالية المعلومات: وهذا يتوفر بإنتاج شعاع مميزات للصور مستقلة تماماً ولا يوجد ترابط بينها وبين مميزات عينات أخرى.

وبالأخذ بعين الاعتبار لهذه المفاهيم يتم حساب أشعة المميزات لعينات الصورة ومن ثم مقارنتها مع المجموعات المرجعية لأشعة الصور لبناء قاعدة بيانات وقاعدة اختيار من الصور.

وسوف نطبق طرق بسيطة حسابياً لتصنيف وتمييز الصور الرقمية حتى لا تغطي ايجابيات الطرق الحديثة على الايجابيات التي سنكتشفها في اختيار المعالجة المتقدمة للصور الرقمية والتي تتجلى في حساب العزوم العقدية للصورة الرقمية. وتسمى الطريقة المختارة بطريقة المسافة الاقليدية والتي تعتمد على حساب أشعة المميزات العزمية [5] وتشكيلها وفقاً للمعادلة التالية:

$$V^{(k)} = [v_1^{(k)} v_2^{(k)} v_3^{(k)} \dots v_n^{(k)}] \quad (9)$$

حيث أن كل مركبة للشعاع هي مركبة للعزوم العقدية ذات مرتبة معينة. ويهدف بحثنا إلى مقارنة شعاع المميزات للصورة المجهولة أو مشهد الهدف المتمثل بالشعاع التالي:

$$V' = [v_1' v_2' v_3' \dots v_n'] \quad (10)$$

مع مجموعة الأشعة في المكتبة المرجعية من أجل تعريف الصورة المجهولة أو تمييزها بتطبيق المعادلة الخاصة بحساب المسافة الاقليدية:

$$d(V', V^{(k)}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i (v_i - v_i^{(k)})^2} \quad (11)$$

حيث p_i الوزن المطاف إلى المركبة من أجل موازنة التغيرات في المجال الديناميكي.

وقيمة k يتم اختيارها ليكون التابع d أصغرياً.

وتأخذ المعادلة السابقة الشكل التطبيقي التالي:

$$d(V, V') = \sqrt{\sum |V|^2 + |V'|^2 - 2|V|*|V'|*\cos(\theta)} \quad (12)$$

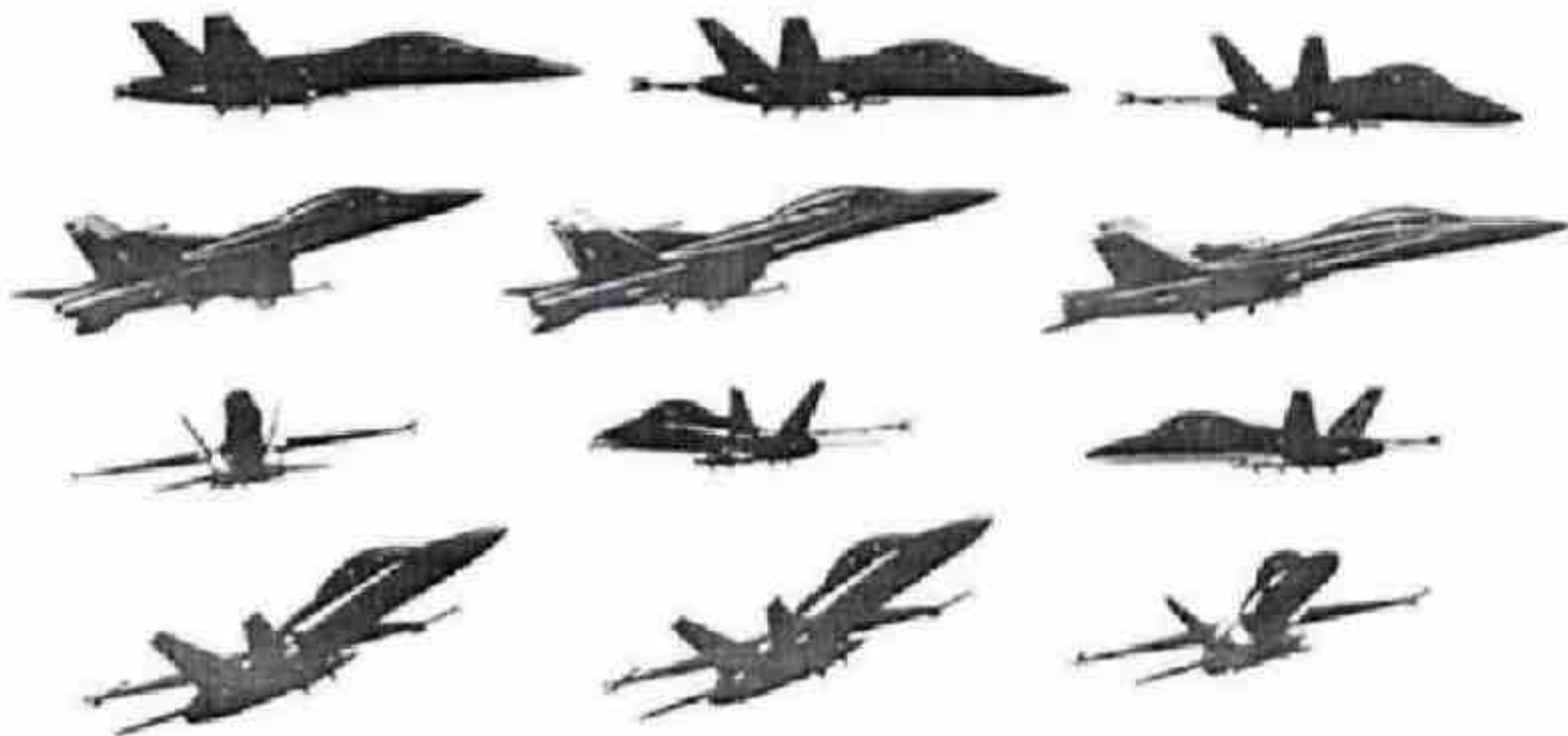
حيث V, V' هي طولية الأشعة لكلا الشعاعين، θ هي الزاوية بين الشعاعين V و V' بحيث تعطى نتيجة تطابق أعظمية بين صورتين بمآل القيمة d إلى الصفر.

٦- إعداد التجارب العملية لخوارزمية تمييز الأهداف:

يتم تحضير الهدف المطلوب التعرف عليه وتمييزه عن طريق التصوير الفيديوي أو التصوير المتسلسل باستخدام الكاميرات الرقمية للحصول على صور رقمية وتعالج الصور بدءاً من عملية اكتساب الصورة (image acquisition) وتحويلها إلى الشكل الثنائي وإعطائها الصيغة jpg عن طريق برنامج النقاط ومعالجة الصور الرقمية 3D STUDIO MAX ليصبح لدينا صور رقمية ثنائية بالأبعاد 64x64 وبذلك تصبح هذه الصور جاهزة لحساب السمات والمميزات المطلوبة لوضعها في أشعة من أجل مقارنتها مع أشعة المكتبة المحضرة مسبقاً لإعطاء قرار بالصنف التي تنتمي إليه الصورة.

وبهذا الشكل نكون قد حولنا الشريط الفيديوي للهدف المطلوب التعرف عليه إلى عدد كبير من الصور الرقمية الثنائية 2-D (Two Dimension) ببعدين وفقاً لفواصل زمنية محددة ليصار إلى التعرف على هذه الصور الرقمية 2-D وفقاً لحساب المميزات والسمات المستخلصة منها باستخدام خوارزمية المسافة الإقليدية لمعرفة مدى التطابق بين الهدف وصور المكتبة (مكتبة الصور).























































والشكل (5) يبين صور للطائرة الهدف عند النقاط صوراً لها ضمن فواصل زمنية محددة لتظهر معظم الوضعيات التي تأخذها في الفراغ أثناء طيرانها وهذا ما يظهره الفيديو المرافق للبحث.



الشكل (5): صور رقمية للطائرة الهدف خلال فواصل زمنية محددة أثناء طيرانها

ولما كانت الطائرة جسماً ثلاثي البعد ذا قدرة عالية على المناورة، تُمكنها من الظهور بعدد لا نهائي من الوضعيات بالنسبة لجملة الإحداثيات XYZ، فقد حاولنا بناء مكتبة أكثر شمولية لمختلف الوضعيات التي يمكن أن تتخذها الطائرة عبر أخذ لقطات لها عند فواصل زمنية محددة تؤمن لنا توفير عدد كبير من الوضعيات كما هو موضح في الشكل (6) والتي تم إعدادها باستخدام البرنامج 3D STUDIO MAX .

وبما أن كل صورة ستخضع لعملية استخلاص الميزات، فقد تم التعبير عن هذه الصورة بشعاع ميزات من العزوم العقدية لذلك تحولت المكتبة الشاملة إلى مصفوفة تحوي نوع الطائرة وشعاع المميزات والسمات المحسوبة لها كما هو مبين في الجدول (1 و 2).

E-15						
E-16						
E-18						
E-117						
KFIR						
HARIAR						
MU-29						
SU-27						
B1						

الشكل (6): صور للطائرات التي تشكل مكتبة البيانات

نوع الهدف (الطائفة)	الصورة الرقمية للهدف (2-D)	قيم العزوم العقدية
F-16	الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=1	C[2][0]=0.149900 ph [2][0]=0.057010
		C[1][1]=1.000000 ph [1][1]=0.000000
		C[3][0]=2.999969 ph [3][0]=0.005342
		C[2][1]=0.301700 ph [2][1]=0.000000
		C[4][0]=1.134407 ph [4][0]=0.007601
		C[3][1]=0.667710 ph [3][1]=0.003800
		C[2][2]=1.668925 ph [2][2]=0.000000
		C[5][0]=4.000011 ph [5][0]=0.009698
		C[4][1]=7.955411 ph [4][1]=179.9822
	C[3][2]=1.532434 ph [3][2]=0.002252	
	الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=2	C[2][0]=0.233900 ph [2][0]=0.66800
		C[1][1]=1.000000 ph [1][1]=0.000000
		C[3][0]=2.604922 ph [3][0]=0.058342
		C[2][1]=0.301711 ph [2][1]=0.000000
		C[4][0]=1.230407 ph [4][0]=0.004001
		C[3][1]=0.821188 ph [3][1]=0.048800
C[2][2]=1.708955 ph [2][2]=0.000000		
C[5][0]=2.919615 ph [5][0]=0.009698		
C[4][1]=7.055416 ph [4][1]=1202222		
C[3][2]=1.432424 ph [3][2]=0.00225		
الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=3	C[2][0]=0.333442 ph [2][0]=0.045800	
	C[1][1]=1.000000 ph [1][1]=0.000000	
	C[3][0]=2.099691 ph [3][0]=0.600000	
	C[2][1]=0.430600 ph [2][1]=0.000000	
	C[4][0]=1.812467 ph [4][0]=0.008801	
	C[3][1]=0.481145 ph [3][1]=0.245800	
	C[2][2]=1.998922 ph [2][2]=0.000000	
	C[5][0]=3.019649 ph [5][0]=0.090000	
	C[4][1]=7.000410 ph [4][1]=100.0000	
C[3][2]=1.632427 ph [3][2]=0.062261		
الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=4	C[2][0]=0.149900 ph [2][0]=0.889100	
	C[1][1]=1.000000 ph [1][1]=0.000000	
	C[3][0]=3.605559 ph [3][0]=0.325000	
	C[2][1]=0.391700 ph [2][1]=0.000000	
	C[4][0]=1.774307 ph [4][0]=0.008900	
C[3][1]=0.571180 ph [3][1]=0.532400		

		C[2][2]=1.668988	ph [2][2]=0.000000
		C[5][0]=3.009650	ph [5][0]=0.339698
		C[4][1]=8.266419	ph [4][1]=160.9822
		C[3][2]=1.632427	ph [3][2]=0.00225

الجدول (1): قيم العزوم العقدية لعينات من صور الطائرات

نوع الهدف (الطائرة)	الصورة الرقمية للهدف (2-D)	قيم العزوم العقدية	
F-15	الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=1	C[2][0]=0.149660	ph [2][0]=0.000010
		C[1][1]=1.000000	ph [1][1]=0.000000
		C[3][0]=3.604969	ph [3][0]=0.005342
		C[2][1]=0.301700	ph [2][1]=0.000000
		C[4][0]=1.994407	ph [4][0]=0.007601
		C[3][1]=0.667710	ph [3][1]=0.003800
		C[2][2]=2.668925	ph [2][2]=0.000000
		C[5][0]=4.000011	ph [5][0]=0.009698
		C[4][1]=5.888411	ph [4][1]=179.9822
		C[3][2]=1.532434	ph [3][2]=0.002252
F-15	الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=2	C[2][0]=0.296900	ph [2][0]=0.36800
		C[1][1]=1.000000	ph [1][1]=0.000000
		C[3][0]=1.604922	ph [3][0]=0.005342
		C[2][1]=0.301711	ph [2][1]=0.000000
		C[4][0]=1.230407	ph [4][0]=0.004001
		C[3][1]=0.821188	ph [3][1]=0.003800
		C[2][2]=1.998955	ph [2][2]=0.000000
		C[5][0]=2.356615	ph [5][0]=0.009698
		C[4][1]=7.055416	ph [4][1]=120.2222
		C[3][2]=1.432424	ph [3][2]=0.00225
F-15	الصورة الرقمية للهدف 2-D عند الفاصل الزمني T=3	C[2][0]=0.333442	ph [2][0]=0.045800
		C[1][1]=1.000000	ph [1][1]=0.000000
		C[3][0]=1.099691	ph [3][0]=0.600000
		C[2][1]=0.430600	ph [2][1]=0.000000
		C[4][0]=1.812467	ph [4][0]=0.008801
		C[3][1]=0.481145	ph [3][1]=0.055800
		C[2][2]=1.998922	ph [2][2]=0.000000
		C[5][0]=3.019649	ph [5][0]=0.090000
		C[4][1]=7.000410	ph [4][1]=100.0000

		$C[3][2]=1.632427$	$ph[3][2]=0.062261$
		$C[2][0]=0.149900$	$ph[2][0]=0.060000$
		$C[1][1]=1.000000$	$ph[1][1]=0.000000$
	الصورة الرقمية	$C[3][0]=1.605559$	$ph[3][0]=0.025000$
	للهدف 2-D عند	$C[2][1]=0.391700$	$ph[2][1]=0.000000$
	الفاصل الزمني	$C[4][0]=1.934307$	$ph[4][0]=0.008900$
	T=4	$C[3][1]=0.571180$	$ph[3][1]=0.532400$
		$C[2][2]=1.668988$	$ph[2][2]=0.000000$
		$C[5][0]=3.009650$	$ph[5][0]=0.339698$
		$C[4][1]=7.266419$	$ph[4][1]=160.9822$
		$C[3][2]=1.632427$	$ph[3][2]=0.00225$

الجدول (2): قيم العزوم العقدية لعينات من صور الطائرات

٦-١- حساب معدل تمييز الأهداف:

بعد معالجة الشريط الفيديوي لحركة الجسم الطائرة المراد معرفة هويته بالحصول على الصور الثنائية له خلال فواصل زمنية تم استخلاص شعاع ميزات الصورة الثنائية (feature vector) وهي العزوم العقدية، بعد ذلك تمت مقارنة شعاع ميزات صورة الدخل الثنائية مع أشعة الميزات المخزنة في المكتبة الشاملة، وذلك باستخدام تقنية التمييز بالمسافة الإقليدية، لإيجاد شعاع الميزات الأكثر قرباً من شعاع ميزات صورة الدخل بالتالي لجميع صور الهدف المستخلصة ضمن الفواصل الزمنية.

لتمييز صورة دخل ثنائية البعد تم استخلاص شعاع ميزات، ثم حُسبت المسافة d بين شعاع الميزات المُستخلص من صورة الدخل وهي في حالتنا هذه صورة كما في الشكل (5) و كل شعاع من الأشعة المرجعية المخزنة في المكتبة والمبينة في الشكل (6) اعتماداً على علاقة المسافة، فننتج شعاع مسافات أخذت منه المسافة الصغرى والتي يحدد دليلاً نوع الطائرة حسب قيم مجالات الدليل. أما الخطوة الأخيرة في طور التمييز فكانت عملية إظهار القرار على شكل رسالة يذكر فيها نوع الطائرة.

كُررت هذه المقارنة مع كل صورة دخل، مع إحصاء عدد حالات التمييز

الصحيح لمعرفة العدد الكلي لحالات التمييز الصحيح t لهذه الطائرة، من أجل حساب معدل التمييز الذي يعطى بالعلاقة: $\frac{t \times 100}{T}$ ، حيث T هي العدد الكلي للعينات المُختبِرة والجدول (3) التالي يبين نتائج التعرف والتمييز لصور بعض الطائرات المبينة في الشكل (1) والتي تم أخذ صور ثنائية 2-D من الفيديو الخاص لحركتها ضمن فواصل زمنية T1, T2, T3, T4 كما هو مبين في الشكل (5) أي الحصول على مساقط مختلفة لها ومن ثم مقارنتها مع صور المكتبة. وبالتالي نجد أن نسبة التمييز العام لصور الطائرات هي حوالي 97%.

نوع الهدف الجوي	نسبة تمييز الجسم الطائر والتعرف عليه %				نسبة التمييز
	صورة الطائرة في اللحظة الزمنية T=1	صورة الطائرة في اللحظة الزمنية T=2	صورة الطائرة في اللحظة الزمنية T=3	صورة الطائرة في اللحظة الزمنية T=4	
	F-15	95	98	97	
F-16	97	94	97	98	96.5 %
F-117	94	98	96	97	96.25%
F-18	98	98	98	96	97.5 %
Su-27	96	96	99	97	97 %
Mig-29	99	99	97	97	97 %

الجدول (3): قيم معدلات التمييز لبعض صور الأهداف الجوية

٧ - مناقشة النتائج:

تمت مقارنة النموذج المقترح مع خوارزميات التمييز السابقة التي اعتمدت على عزوم هيو Hu والتي حققت معدل تمييز قيمته % 90.6 [4,5] ، وتبين بأن النموذج المقترح باستخدام العزوم العقديّة قد حقق نتائج أفضل ووصلت نسبة التعرف والتمييز إلى (97%) حسب ما يبينه الجدول (3).

ويعود السبب إلى استخدام العزوم العقدية التي تأخذ المطال والزاوية بعين الاعتبار أي تشمل معلومات الصورة بالكامل في العزوم العقدية خلافاً لعزوم هيو والتي تأخذ المطال فقط بعين الاعتبار.

٨ - النتائج:

- بنتيجة الدراسة السابقة تم وضع نموذج لتمييز الأهداف الجوية من خلال صورها ثنائية البعد 2-D بالاعتماد على العزوم العقدية. وقد تم تنفيذ هذه الدراسة على صور فيديو لهدف طائر باعتماد التصوير المتسلسل ضمن فواصل زمنية محددة.
- تم وضع برنامج خاص في بيئة Matlab ، و 3D STUDIO MAX لمعالجة الشريط الفيديوي ومعالجة الصور الرقمية وحساب السمات ومميزات العزوم العقدية لهذه الصور سواء في المكتبة أم صور الدخل الخاصة بعملية التعرف والتمييز.
- تم الحصول على نسبة تمييز حوالي 97% لصور الأهداف الجوية باستخدام العزوم العقدية الناتجة عن المعالجة المتقدمة للصور الرقمية.
- إن النسبة التي حصلنا عليها جيدة بالمقارنة مع النسب التي تم الحصول عليها باستخدام عزوم هيو Hu والمقدرة ب حوالي 90.6 %.
- تم تحسين نسبة تمييز صور الأهداف الجوية باستخدام العزوم العقدية المقترحة.

References

- [1] KENNETH R. C., 2004 - **Digital Image Processing**. Prentice-Hall, 500.
- [2] MARTIN A; THOMAS M. S., 2005 - **Recognizing Objects in a Natural Environment**. Morgan Kaufmann Publishers, 550.
- [3] Chang K.Y; Ghosh J., 2000- **Three-dimensional model-based object recognition and estimation using probabilistic principle surfaces**. Proc. SPIE Conf. on Applications of Artificial Neural Network in Image Processing V, PP. 192-203, Vol. 3962, San Jose, CA.
- [4] Dudani S; Breeding K., McGhee R., 1977- **Aircraft identification by moment invariants**. IEEE Trans. on Computers, 26(1), PP. 39-45.
- [5] Hu M. K., 1962- **Visual pattern recognition by moment invariants**. IRE Trans. On Information Theory, 8(1), PP.179-187.
- [6] Poggio T; Edelman S., 1990- **A network that learns to recognize three-dimensional objects**. Nature, 343, PP. 263-266.
- [7] Richard C.W; Hemami H., 1980- **Identification of three-dimensional objects using Fourier descriptors of boundary curve**. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-2, PP. 127-136.
- [8] DWAYNE PHILLIPS, 2003 - **Image Processing in C Second Edition**. R & D Publications, 200.

Enhancement of Recognition Visual Target Using Advanced Digital Image Processing

Dr. Ali Al-Ali * & Dr.Ameen Nasory&Maher Ali*****

* Prof. Faculty Of Electric And Electronic Engineering, Tishreen niversity

** Associate Prof. AL Assad Academy for Military Engineering, Aleppo

***Postgraduate Student (MSc.), Tishreen University, Syria

Abstract

The problem of visual target recognition is important in vast domains of image processing and special in vision systems, where its success dependent on recognition rate of aircrafts.

This problem can be solved dependent on discrete imaging of aircraft during flight to build a library of 2-D images of aircrafts, after that calculate a proper features of these images for recognition operations.

This paper describes a new model to recognize a 2-D image based on complex moment invariants instead of Hu moments that have low recognition rate. The recognition of the desired 2-D aircraft is performed using complex moments technique for matching between an observed image that contains the desired aircraft and a library of many views from different angles of a reference aircraft. This model can recognize the desired object taking into account the possibility of object translation, rotation, and scaling aspects, A recognition rate of up to 97% is achieved using one 2-D aircraft.

The proposed model is compared with the model proposed by Hu- moment which its recognition rate was 90.6%.

Keyword:

- 1- Image processing.
- 2- Pattern recognition.