

تحسين خصائص أنسجة في مرئيات الاقمار الصناعية المتعددة الاطيف باستخدام
تحويل المركبات الاساسية

الدكتور ضياء حازم البرهاوي
مركز التحسس النائي
جامعة الموصل

الملخص

يتضمن البحث تحسين الخصائص النسيجية (Texture Features) لجميع الحزم الموجية المرئية الفضائية المتعددة الاطيف بشكل اني باستخدام تحويل المركبات الاساسية (Principal Components Transform) . اذ تم تحويل الحزم الموجية للمرئية المتعددة الاطيف من منطلقها الاصلي الى منطلق المركبات الاساسية. ثم اجريت عملية تحسين النسجة للمركبة الاولى وتبع هذا تنفيذ تحويل المركبات الاساسية العكسي (Inverse Principal Components Transform) لتحويل المرئية المتعددة الاطيف من منطلق المركبات الاساسية الى منطلق المرئية الاصلي. وبهذه الطريقة يتم توزيع درجة التحسين في الخصائص النسيجية على جميع الحزم الموجية للمرئية المتعددة الاطيف وبالتالي يكون زمن التنفيذ اقل مما لو استخدمنا الحزم الموجية كل على حدى. وقد بينت درجة التحسين لكل الحزم الموجية للمرئية من خلال طرح المرئية الاصلية من المرئية المحسنة لكل حزمة.

Abstract:

This study involves the enhancement of texture features of all spectral bands of multispectral satellite image using principal components transformation PCT.

The strategy of enhancement is based on transforming the spectral bands of multispectral image to principal components and implementing texture enhancement technique on the first principal component and finally invoke Inverse Principal Components Transform to transform the multispectral image from principal components domain to the original image domain . Thus , according to the characteristic of the PCT , the enhancement will be distributed among the original spectral bands . Finally , the efficiency of the given method is evaluated by subtracting the enhanced spectral bands from the corresponding original spectral bands and the results have shown the reliability of the method .

المقدمة

تتوفر حاليا انواع مختلفة من المتحسسات المحمولة على متن الاقمار الصناعية والتي تلتقط مرئيات حديثة لسطح الارض. هذه المرئيات تكون اما احادية الطيف او متعددة الاطيف. المرئيات الاحادية الطيف تظهر الخصائص السطحية للارض باستخدام حزمة موجية واحدة من مناطق الطيف الكهرومغناطيسي. والمرئيات المتعددة الاطيف تظهر هذه الخصائص باستخدام عدة حزم من الطيف الكهرومغناطيسي. المرئيات المتعددة الاطيف تولد بواسطة نظام يسمى نظام الماسح المتعدد الاطيف (Multispectral Scanner System). هناك عدة أنظمة تتباين في مواصفاتها من حيث دقة التمييز الطيفي (Spectral Resolution) ودقة التمييز

المكاني (Spatial Resolution). بالرغم من التقنيات العالية لاجهزة المسح الا ان هذه المرئيات غالبا ما تحتاج الى طرق تحسين لاطهار المعلومات بشكل ادق واوضح ومن طرق التحسين هذه طرق الترشيح الرقمي لاطهار التفاصيل المكانية الدقيقة فيها مثل الخصائص النسيجية.

تستخدم المرشحات الرقمية لتحسين المرئيات اما باستخدام المنطلق المكاني (Spatial Domain) او المنطلق الترددي (Frequency Domain). المرشحات الرقمية التي تعمل في المنطلق المكاني تعمل على تحسين حزمة موجية واحدة للمرئية المتعددة الاطيف في كل مرة وهذه الخاصية تجعل عملية الترشيح الرقمي عملية تحتاج الى زمن طويل عند التنفيذ. المرشحات الرقمية التي تعمل في المنطلق الترددي تعمل على تحسين حزمة موجية واحدة ايضا. ويوجد طريقة لاجراء عملية الترشيح الرقمي في المنطلق الترددي على عدة حزم موجية باستخدام تحويل فورييه (Fourier Transform) لتجاوز الاطالة في زمن التنفيذ. وهي الطريقة التي استخدمها [Tahir and Al-Barhawe, 2001]. حيث اقترح في هذه الطريقة جمع الحزم الموجية في مرئية واحدة قبل اجراء تحويل فورييه. لكن من مساوئ هذه الطريقة ان بعض الحافات (Edges) في الحزم الموجية او المرئيات الطيفية التي تظهر بشكل متعاكس ضمن الحزم الموجية المختلفة تحذف الواحدة الاخرى عند اجراء عملية الجمع. والغاية الاساسية لهذه الطريقة كانت جمع المعلومات المكانية في مرئية واحدة وباطوار متقاربة. اما في هذا البحث استخدمت طريقة جديدة تسمح بترشيح جميع الحزم الطيفية (Spectral Bands) في ان واحد دون جمع المعلومات في مرئية واحدة. وبالتالي يمكن استخدامها كطريقة معالجة اولية في التصنيف الرقمي للمرئيات (Digital Image Classification) وفي تكوين المرئيات الملونة الكاذبة (False Color Composite). وتعتمد هذه الطريقة على تحويل المركبات الاساسية (Principal Component Transformation PCT).

تحويل المركبات الاساسية (PCT)

يحتل تحويل المركبات الاساسية اهمية كبيرة في مجال تحليل بيانات التحسس النائي. ان تطبيق هذا التحويل على المرئية المتعددة الاطيف ينتج مرئيات المركبات الاساسية والتي تظهر المعلومات فيها اكثر وضوحا لانه يحسن ظهور المعلومات الطيفية في الحزم الموجية المتعددة للمرئية الفضائية. كما يمكن استخدام تحويل المركبات الاساسية لكبس المعلومات [Baronti, et. al., 1997] وتصغير حجم المرئية الفضائية مثلا تقليص عدد المرئيات الطيفية السبعة في متحسس راسم الخرائط الموضوعية (TM Sensor) الى ثلاثة مركبات اساسية تستخدم في عملية التصنيف الرقمي للبيانات مما يقلل من زمن التنفيذ. كما يمكن استخدام ثلاثة من المركبات الناتجة في تكوين المرئيات الملونة الكاذبة [Khalil, 2002] وبالتالي حصر غالبية المعلومات في اقل عدد من الحزم الطيفية لتحويل الحزم الطيفية للمرئية الاصلية الى المركبات الاساسية يجب اولا ايجاد معاملات التحويل (Eigenvector Matrix) والتي يمكن بواسطتها تحويل القيم الاصلية لنقاط المرئية (Pixels) الى المركبات الاساسية وهذا يتطلب حساب معاملات التباين المشترك (Co-variance Matrix) المشتقة من البيانات الاصلية. ويمكن تلخيص خطوات حساب تحويل المركبات الاساسية حسب المصدر (Tahir, 1991) كالآتي :

1- حساب مصفوفة التباين المشترك للمرئية المتعددة الاطيف المكونة من n من الحزم الموجية باستخدام المعادلات الاتية :

$$\text{VARIANCE} = 1/N \sum_{I=1,2,\dots,N} (X_I - \Pi)^2 \quad (1)$$

$$\text{COV}_{ij} = 1/N \sum_{I,j=1,2,\dots,N} (X_I - \Pi_i) (X_j - \Pi_j) \quad (2)$$

COV_{ij} = مصفوفة التباين المشترك بين الحزمتين الطيفيتين i, j
 N = عدد النقاط Pixels في كل حزمة من الحزمتين الطيفيتين i, j
 Π = معدل المستويات الرمادية للنقاط في كل حزمة طيفية

2- حساب eigenvalues و eigenvectors لمصفوفة التباين المشترك باستخدام طريقة جاكوب (Froberg, 1965)

المعادلة التالية تطبق لتحويل المرئية الاصلية الى المركبات الاساسية :

$$pc_{i,j,p} = \sum_{k=1 \rightarrow n} a_{k,p} bv_{i,j,k} \quad (3)$$

حيث

$a_{k,p}$ = eigenvector وهو متجه عدد معاملاته يساوي عدد مرئيات الحزم الموجية الداخلة في التحويل

$bv_{i,j,k}$ = قيمة النقطة المضئية في الحزمة الاصلية k والصف i والعمود j

$pc_{i,j,p}$ = قيمة النقطة المضئية في المركبة الاساسية p والصف i والعمود j

n = عدد مرئيات الحزم الموجية الداخلة في التحويل

ولاجراء التحويل العكسي من المركبات الاساسية الى المرئية الاصلية يتم تطبيق المعادلة التالية :

$$bv_{i,j,k} = \sum_{p=1 \rightarrow n} a_{p,k} pc_{i,j,p} \quad (4)$$

علما ان مصفوفة التحويل (Eigenvector Matrix) تتغير بتغير المرئيات لانها مشتقة بشكل اساسي من احصائيات المرئية المستخدمة (Lee et. el. , 1999).

تحسين النسجة (Texture Enhancement)

يعتبر النسيج من الصفات المكانية المهمة والتي لها استخدامات في بعض تطبيقات التحسس النائي. ويعبر عنه بمقدار التباين في تدرجات اللون الرمادي في وحدة المساحة من

المرئية. وعندما يكون التباين قليل عندئذ يقال بان النسجة ناعمة او متجانسة بينما يطلق على النسجة بانها خشنة عندما يكون التباين كبير لتميز الظواهر التي تشكلها في المرئية كل على حدة [Lillesand, 1987]. ان تمييز النسيج ناتج من حصيلة التمييز الكلي لمجموع الصفات التي تشكل كل ظاهرة مكانية في المرئية. من صفات الظواهر المكانية حجم الظاهرة والظل و تدرجات اللون الرمادي التي تشكل الظاهرة. كلما كان مقياس الرسم للمرئية اقل كلما اصبح حجم الخصائص النسيجية فيها اقل وربما نصل الى درجة يصعب معها تمييز الخصائص النسيجية المنفردة. في المرئيات ذات مقياس الرسم الكبير اصناف الاشجار الكبيرة الاوراق مثل الزيزفون الامريكي ممكن تمييزها عن اصناف الاشجار الصغيرة الاوراق مثل اشجار الحور بالاستناد الى ان النسيج الذي تكونه اخشن. [Wolf, 1983]

ظهور التفاصيل النسيجية في المرئيات الجوية (Aerial Photographs) غالبا ما يساعد على تمييز تفاصيل الاغطية الارضية المختلفة بسهولة مثل تفاصيل الغطاء النباتي التي تكون على هيئة انماط متقطعة الشكل كالغابات ومختلف انواع المحاصيل الزراعية. والتي يصعب تمييزها بسهولة في المرئيات المتعددة الاطراف للاقمار الصناعية ذات دقة التمييز المكانية الواطنة نسبيا مقارنة بالمرئيات الجوية فضلا عن الضعف النسبي لحساسية العين للتدرجات الرمادية والحافات مما ادى الى الاعتماد على التغير في تدرجات اللون الرمادي او ما يسمى بدقة التمييز الطيفية التي يمتلكها المتحسس لتميز الاغطية الارضية. [Swain, 1978]
 وعليه تحتاج مرئيات الاقمار الصناعية الى تحسين التفاصيل النسيجية فيها.
 هناك ثلاث طرق اساسية لتوليد المرئيات النسيجية (Texture Images) وهي طريقة الاحصائيات من الدرجة الاولى وطريقة الاحصائيات من الدرجة الثانية وطريقة المرشحات الرقمية.

طريقة الاحصائيات من الدرجة الاولى تستخدم لتشكيل النسيج في الحيز المكاني. حيث تقطع المرئية الى نوافذ صغيرة. هذه النوافذ الصغيرة يتم حساب الاحصائيات لكل منها وهذه الاحصائيات قد تعتمد على حساب المعدل لتدرجات اللون الرمادي.
 من الخوارزميات التي تندرج ضمن طريقة الاحصائيات من الدرجة الاولى هي الخوارزمية التي تعتمد الانحراف المعياري (Standard Deviation) لتكوين مرئية النسيج والتي استخدمت في هذا البحث .

طريقة الانحراف المعياري تعتمد على تحليل قيم شدة الاضاءة

(Brightness Values) في النافذة المتحركة (Moving Window) التالية :

a	b	c
d	e	f
g	h	i

قيمة النسيج عند النقطة e تساوي قيمة الانحراف المعياري لقيم النافذة اعلاه على اعتبار ان النقطة e تمثل المعدل (Mean) .

الطريقة الثانية لتوليد المرئيات النسيجية هي طريقة الاحصائيات من الدرجة الثانية. اقترحت هذه الطريقة من قبل الباحثين [Haralick and Shanmugan, 1974] وتعتمد هذه الطريقة في عملها على قيمة شدة الاضاءة (brightness value) لما يسمى بالمصفوفات المعتمدة مكانيا (spatial-dependency matrices) حسب الخوارزمية التالية:

$$1- \text{حساب المتجه } c = (\Delta x, \Delta y)$$

2- لكل متجه c حساب احتمالية الترابط (joint probability density) للازواج من قيم شدة الاضاءة (brightness values) والتي تقع على شكل ازواج من النقاط مفصولة بالفترة c

- 3- اذا قيم شدة الاضاء للمرئية تقع بين 0 و max حيث max=255 فان احتمالية الترابط (joint probability density) h_c تاخذ شكل المصفوفة
- 4- حساب عدد مرات حدوث كل زوج من ازواج شدة الاضاء المفصولة بالفترة $c(\Delta x \text{ and } \Delta y)$ في المرئية

اذا كانت $c = (\Delta x, \Delta y)$ تمثل متجه في مستوي المرئية (x, y) ، فلكل هكذا متجه وللاي مرئية $f(x, y)$ ممكن حساب احتمالية الترابط (joint probability density) للازواج من قيم شدة الاضاء (brightness values) والتي تقع على شكل ازواج من النقاط مفصولة بالفترة c (المبينة اعلاه). اذا كانت قيم شدة الاضاء في المرئية تاخذ القيم الواقعة بين 0 و max (مثلا بين 0 و 255). احتمالية الترابط (joint probability density) h_c تاخذ شكل المصفوفة h_c ، حيث $h_c(I, j)$ تمثل احتمالية حدوث ازواج شدة الاضاء (I, j) المفصولة بالفترة c . حجم المصفوفة h_c يساوي (max by max). يتم تكوين المصفوفة h_c للمرئية $f(x, y)$ ، حيث قيم Δx و Δy تمثل ارقام صحيحة ، عن طريق حساب عدد مرات حدوث كل زوج من ازواج شدة الاضاء المفصولة بالفترة $c(\Delta x \text{ and } \Delta y)$ في المرئية. مثلا المرئية التالية تتكون من خمسة صفوف وخمسة اعمدة وقيم شدة الاضاء لنقاط المرئية تتراوح بين 0 و 3 :

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 2 & 3 & 3 \\ \text{original image} = & 0 & 1 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 3 & 3 & 2 \end{matrix}$$

اذا $(1, 0) = (\Delta x, \Delta y)$ ، عند تطبيق طريقة الاحصائيات من الدرجة الثانية ستتكون h_c (spatial-dependency matrix) التالية :

	0	1	2	3
0	1	2	1	0
1	0	1	3	0
2	0	0	3	5
3	0	0	2	2

حيث القيمة الموجودة في الصف i والعمود j لهذه المصفوفة تمثل عدد مرات وجود شدة الاضاء k_1 الى يسار شدة الاضاء k_2 . مثلا شدة الاضاء التي قيمتها 1 تكون مجاورة لشدة الاضاء التي قيمتها 2 في ثلاث مواقع في هذه المرئية ، أي ان $(h_c(1, 2) = 3)$. والطريقة الثالثة لتوليد المرئيات النسيجية هي استخدام المرشحات الرقمية ذات الامرار العالي باستخدام عملية اللافوف الرياضي (Convolution) . ان عملية اللافوف الرياضي في الحيز المكاني (spatial domain) تتحول الى عملية ضرب في الحيز الترددي (frequency domain) وعليه عملية اللافوف الرياضي في الحيز الترددي يتم تنفيذها عن طريق حساب تحويل فورييه (Fourier Transform) (معادلة 5) لكل من دالة المرئية $f(x, y)$ ودالة المرشح الرقمي $h(x, y)$ ، ثم يتم ضرب نتيجة التحويل لكل من الدالتين في الحيز الترددي (معادلة 7). ثم يتم حساب تحويل فورييه العكسي (معادلة 6) لنتيجة الضرب.

$$F(u,v) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{((\frac{-2\pi i}{N})(ux + vy))} \quad (5)$$

$$f(x,y) = \frac{1}{N} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{u=0}^{N-1} F(u,v) e^{((\frac{-2\pi i}{N})(ux + vy))} \quad (6)$$

$$f(x,y)*h(x,y) \Leftrightarrow F(u,v) .H(u,v) \quad (7)$$

تطبيق تحويل المركبات الأساسية في تحسين النسجة

يستخدم تحويل المركبات الأساسية عادة لتحسين الخصائص الطيفية للمرئيات المتعددة الاطيف المستخدمة في تطبيقات التحسس النائي. في هذا البحث تم استخدام تحويل المركبات الأساسية لتحسين الخصائص المكانية (النسيجية) في كل الحزم الموجية للمرئية المتعددة الاطيف في نفس الوقت.

وتتنوع الحزم الموجية المكونة لمرئيات الاقمار الصناعية من حيث المعلومات المكانية التي تحويها حيث ان لكل حزمة اهميتها. لذا فان ترشيح كل حزمة على حدة باستخدام الطرق السابقة يحتاج الى زمن تنفيذ طويل. وللتغلب على هذه المشكلة فان تحويل المركبات الأساسية يمتلك صفة جمع المعلومات في المرئيات الناتجة بنسب متفاوتة حيث ان معظم المعلومات تتركز في المركبة الاولى. اعتمدت فكرة هذا البحث على استغلال خاصية تركيز المعلومات في المركبة الأساسية الاولى وذلك باجراء الترشيح الرقمي على المركبة الأساسية الاولى ثم اجراء التحويل العكسي. علما ان ترشيح كل حزمة على حدى عملية تحتاج الى وقت وحسابات مطولة سواء تم اجراء عملية التحسين النسيجي في الحيز المكاني او الحيز الترددي.

الخوارزمية المقترحة

الطريقة المقترحة في هذا البحث تعتمد على تحسين الظواهر النسيجية في جميع المرئيات الطيفية للمشهد الفضائي في ان واحد. سيتم تكوين المرئية النسيجية للمركبة الأساسية الاولى ثم سيعاد توزيعها على الحزم الاخرى بطريقة تؤدي الى تحسين النسيج في اكثر من حزمة في نفس الوقت. استخدمت طريقة الانحراف المعياري لتكوين المرئية النسيجية. النهج المتبع لتنفيذ الطريقة المقترحة يتضمن الخطوات التالية :

- 1- حساب تحويل المركبات الأساسية للحزم الموجية للمرئية الاصلية لتكوين المركبات الأساسية.
- 2- تطبيق خوارزمية توسيع التباين على المركبة الأساسية الاولى.
- 3- تكوين المرئية النسيجية للمركبة الأساسية الاولى باستخدام طريقة الانحراف المعياري.
- 4- تطبيق خوارزمية توسيع التباين على المرئية النسيجية الناتجة.
- 5- حساب تحويل المركبات الأساسية العكسي للمركبات الأساسية لاسترجاع المرئيات الطيفية للمشهد الفضائي (المخطط الانسيابي صفحة 10).
- 6- تطبيق خوارزمية توسيع التباين على حزم المرئية الناتجة من الخطوة رقم 5.

الكيان المادي والبرامجيات المستخدمة لتنفيذ الخوارزمية المقترحة
ان استخدام مرئيات الاقمار الصناعية المتعددة الاطراف يعني الحاجة الى معالجة كمية
كبيرة من البيانات. و عليه نحتاج الى استخدام حاسبة الكترونية تستطيع معالجة البيانات بسرعة
عالية وتستطيع خزن كمية كبيرة من المعلومات . ان المواصفات المذكورة سابقا متوفرة في
الحاسبات الالكترونية الحديثة بما فيها الحاسبات الشخصية. تم الحصول على النتائج في هذا
البحث باستخدام حاسبة شخصية تمتلك معالج دقيق نوع (Pentium 3) . ولغة البرمجة
المستخدمة هي لغة (VISUAL C++ version 6) وتم العمل ضمن البيئة التنفيذية لنظام
التشغيل (WINDOWS 98).

النتائج

المرئيات الطيفية المستخدمة في هذا البحث تم تجميعها بواسطة ماسح الخرائط
الموضوعية (TM) المحمول على القمر الصناعي لاندسات (Landsat). المرئية الفضائية
(Scene) الذي تمت معالجتها في هذا البحث مكونة من ستة حزم موجية لهذا المتحسس وهي
الحزم 1-5 والحزمة 7 كما مبين في الجدول 1 [Lillesand, 1987]. وكل حزمة موجية
مكونة من 500 خط مسح
(Scan Line) وكل خط مسح مكون من 500 نقطة مضيئة (Pixel). كل نقطة مضيئة
تمتلك قيمة رقمية تتراوح بين 0 و 255 والتي تمثل تدرجات اللون الرمادي من اللون الاسود الى
اللون الابيض (Gray Scale). تغطي المرئية الفضائية منطقة شيخ ابراهيم التي تقع جنوب
غرب مدينة الموصل. واستثنيت الحزمة السادسة لعدم توافق قدرة تمييزها المكانية مع الحزم
الاخري.

جدول رقم (1)

الحزم الموجية للمتحمس TM

Band No.	Wavelength (μm)	Spectral region	Spatial resolution
1	0.45 – 0.52	Blue	30m
2	0.52 – 0.60	Green	30m
3	0.63 – 0.69	Red	30m
4	0.76 – 0.90	Near infrared	30m
5	1.55 – 1.75	Mid infrared	30m
6	10.4 – 12.5	Thermal infrared	120m
7	2.08 – 2.35	Mid infrared	30m

يمكن ملاحظة درجة التحسين في النسجة لكل حزمة بمقارنتها بالمرئية المناظرة لها فعند
مقارنة اللوحة رقم (1-أ) مع اللوحة رقم (2-أ) يمكن للمفسر البصري ملاحظة تحسين الحافات
في اللوحة رقم (2-أ) عن نظيرتها . ومن الملاحظ ان درجة التحسين لكل مرئية تعتمد بالاساس
على طبيعة المرئية الاصلية بما ان المرئيات الاصلية ملتقطه ضمن حزم موجية مختلفة فان
الحق

(النسجة) ايضا تكون نوعا ما مختلفة من حزمة الى حزمة وبالتالي فان درجة تحسين النسجة في
المرئية الناتجة تتبع طبيعة النسجة في المرئية الاولى ولهذا نلاحظ مثلا في المرئيات الاصلية
لوحة رقم (1-ب) و (1-ج) ان النسجة عند حدود الجبل والتي تمثل انظمة التصريف اكثر

وضوحاً من مرئيات اللوحة (1- أ) ويمكن تقدير درجة التحسين لكل حزمة وذلك بطرح المرئية المحسنة من الاصلية فلو كانت درجة التحسين قليلة فان المرئية الناتجة تكون مستوية (PLANE LINES). أي انها تكون مرئية ذات مستوى رمادي ثابت . في حين اذا كانت درجة التحسين عالية فان ناتج الطرح يكون مرئية ذات معالم وهذه المعالم تمثل المناطق التي شملها التحسين (انظر لوحة رقم 3). كما كونت مرئية ملونة كاذبة (False Color Composite Image) من الحزم الموجية الاصلية رقم (4,3,2) كما مبين في الجدول رقم (2) :

جدول رقم (2)

الحزم الموجية المستخدمة لتكوين مرئية ملونة كاذبة

الحزمة الموجية	اللون
4	احمر
3	اخضر
2	ازرق

كما تم تكوين مرئية ملونة كاذبة اخرى من الحزم الموجية المحسنة (4,3,2) لتقدير درجة التحسين في الخصائص النسيجية. من خلال مقارنة هاتين المرئيتين بصريا تبين ان درجة التحسين كانت جيدة (انظر لوحة رقم 4). ادى جمع المرئيات الطيفية بواسطة تحويل المركبات الاساسية واستغلال الخاصية الخطية لهذا التحويل الى حصول بعض التداخل في معلومات المرئيات الطيفية المحسنة مما اثر سلبيا على وضوح المرئيات المحسنة. ويمكن تطبيق الطريقة المستخدمة في هذا البحث على أي عدد من الحزم الموجية حسب سعة ذاكرة الوصول العشوائي (RAM) للحاسبة.

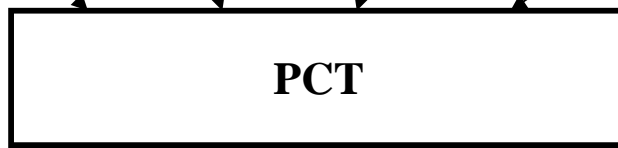
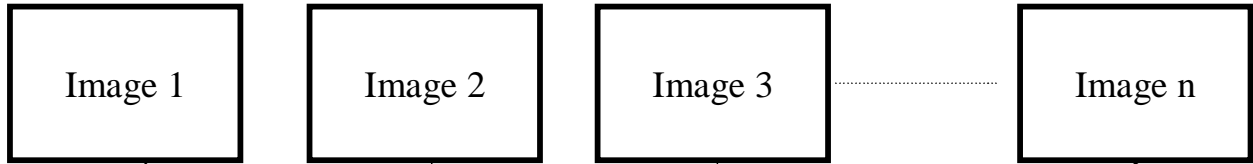
الاستنتاجات

- الخوارزمية المستحدثة توفر امكانية تحسين خصائص النسجة لاكثر من حزمة واحدة بزمن وجهد اقل .
- اثبت تحويل المركبات الاساسية كفاءة عالية في تحسين المعلومات المكانية (Spatial Information) بالاضافة الى استخدامه لتحسين المعلومات الطيفية (Spectral Information) للمرئيات المتعددة الاطياف .
- اثبتت الخوارزمية المستخدمة كفاءة مقبولة في اظهار النسجة ويمكن تطويرها باستخدام دوال اكثر كفاءة في الخطوة رقم (3) .
- يتوقع ان يبرز دور هذه الخوارزمية بشكل اكبر للمتحسسات المستقبلية التي تحوي عدد كبير من الحزم الطيفية كما في المتحسسات من نوع (hyper-spectral scanner).
- يمكن الاستفادة من المرئيات المحسنة في معالجات رقمية تالية مثل تكوين المرئيات الملونة الكاذبة وفي عملية التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية .

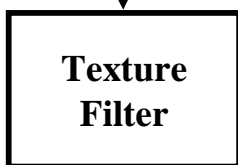
- Froberg C., Introduction to Numerical Analysis, 2nd edition, p. 120, Addison – Wesley, 1965
- Haralick K. M. and Shanmugam K. S. , Combined Spectral and Spatial Processing of ERTS Imagery Data, Remote Sensing of Environment, Vol. 3, pp 3-13, 1974
- Editors, Swain Philip H. and Shirely M. Davis, Remote Sensing The Quantitative approach, McGraw-Hill, 1978
- Wolf, Paul R. Elements of Photogrammetry, McGraw Hill Book Company, 1983
- Lillesand T. M. , Kiefer R. W. : Remote sensing and Image Interpretation 2nd edition, John Wily and sons, 1987
- Tahir A. K. , Improving Visual Interpretation of Multispectral Dataset through Interactive Manipulation of Feature Space, Ph.D. Thesis, Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London, U. K. , 1991
- Baronti Stefano, Andrea Casini, Franco Loui and simone porcina, Segmentation of Multispectral Images of Works of Arts Through Principal Component Analysis, Alberto Del Bimbo (Ed.), Image Analysis and Processing, 9th International Conference, ICIAP '97 Florence, Italy, September 17-19, 1997 Proceedings, Volume 1, Springer
- Lee ungwoo, Optimized Quadtree for Karhunen-Loeve Transform in Multispectral Image Coding, IEEE transactions on image processing, Vol. 8, No. 4, April, 1999
- Ahmed A. Tahir, Dheya H. Al-Barhawe, An Interactive Software for Satellite-Image Filtering Using Fourier Domain, Raf. Jour. Sci. , Vol. 12, No. 3, pp. 41-54, 2001
- Khalil A. T. , An Interactive Software for Remote Sensing Data Classification, M.Sc. Thesis, Remote Sensing Center, University of Mosul, 2002

المخطط الانسيابي

Original Images

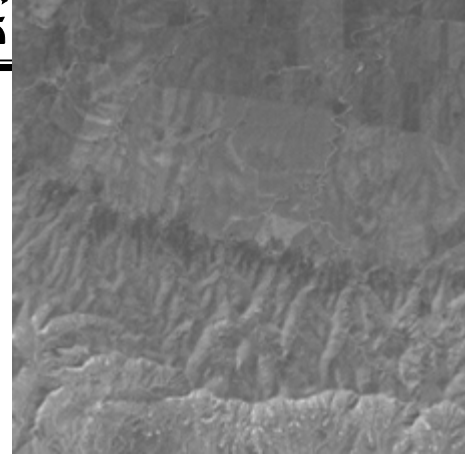
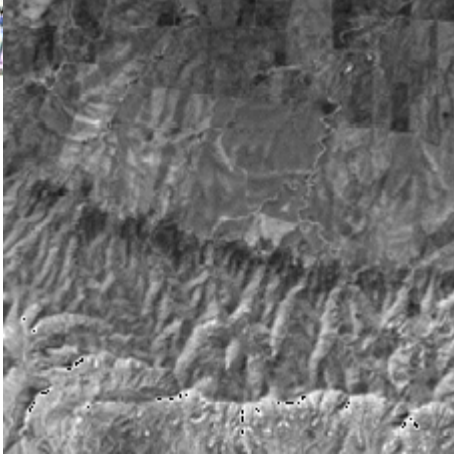


Principal Components



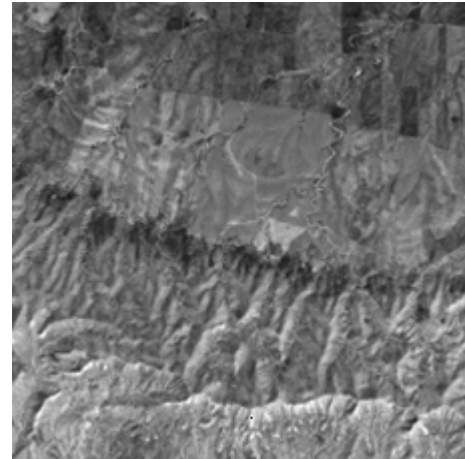
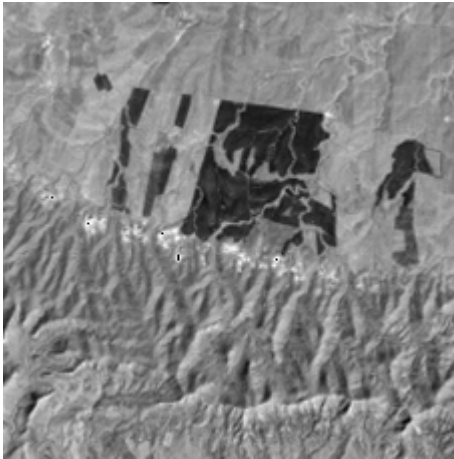
Output Images





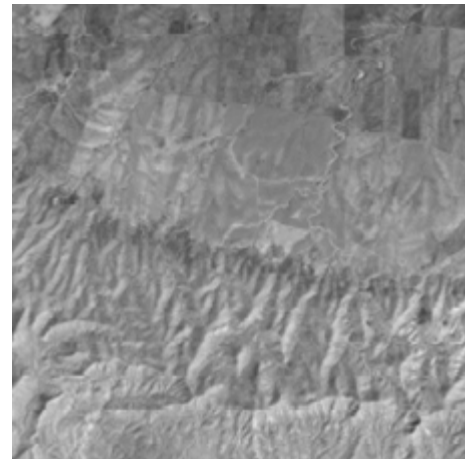
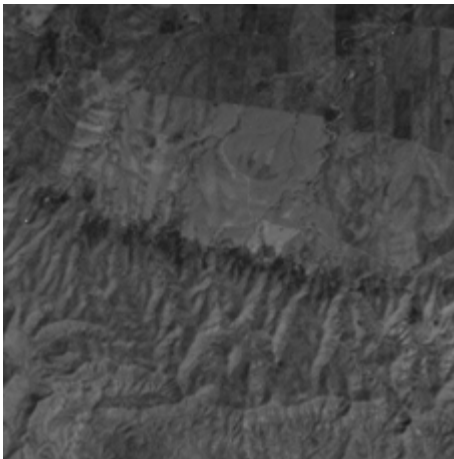
(أ)

(ب)



(ج)

(د)

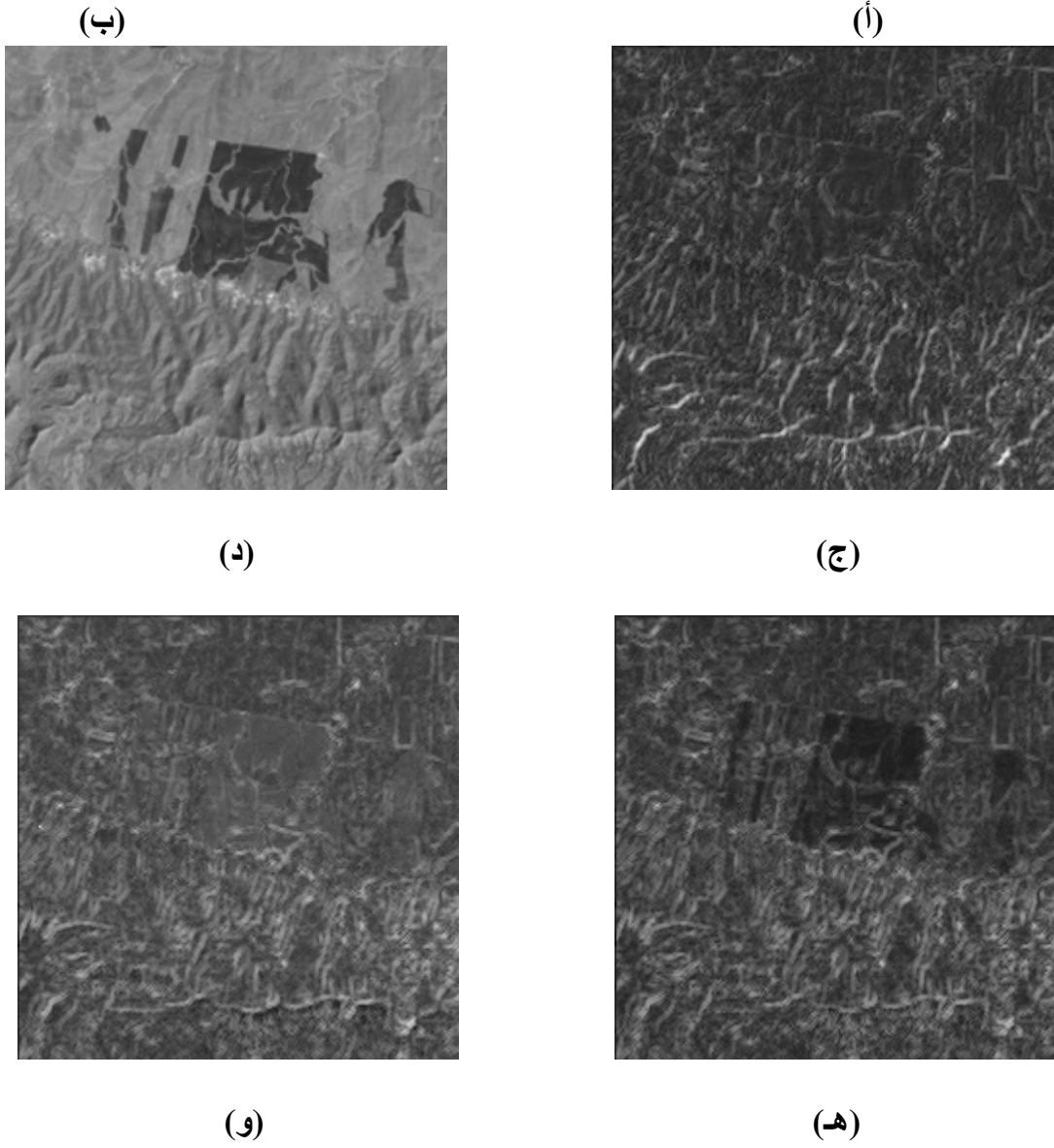


(هـ)

(و)

اللوحة رقم (1)

جزء من المشهد الفضائي للمتحمس الموضوعي (TM) لمنطقة شيخ ابراهيم، جنوب غرب مدينة الموصل قبل المعالجة. المرئيات الطيفية (أ) – (و) تمثل الحزم الموجية (1,2,3,4,5,7) على الترتيب.



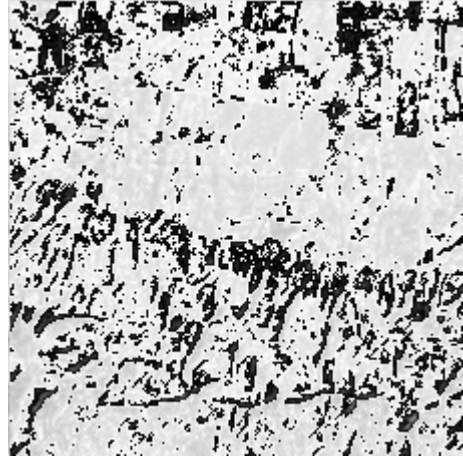
اللوحة رقم (2)

جزء من المشهد الفضائي للمتحمس الموضوعي (TM) لمنطقة شيخ ابراهيم، جنوب
 غرب مدينة الموصل بعد المعالجة المرئيات الطيفية (أ) - (و) تمثل الحزم
 الموجية (1,2,3,4,5,7) على الترتيب.

(ب)



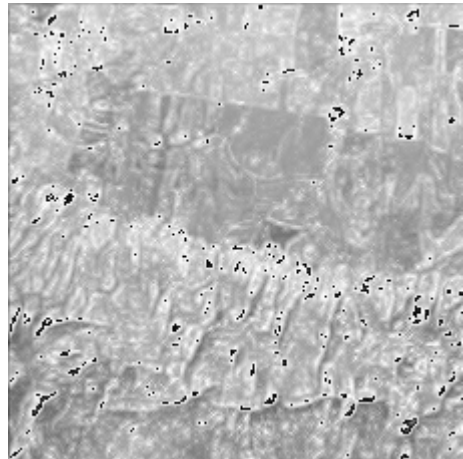
(ا)



(د)



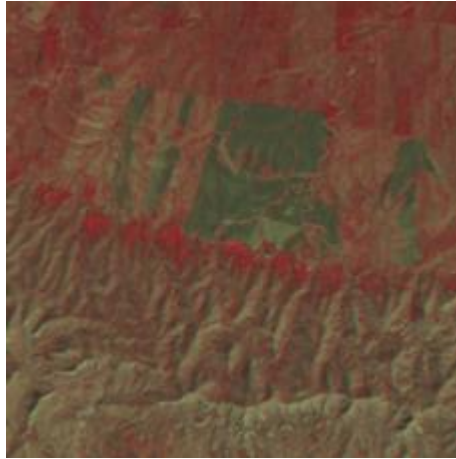
(ج)



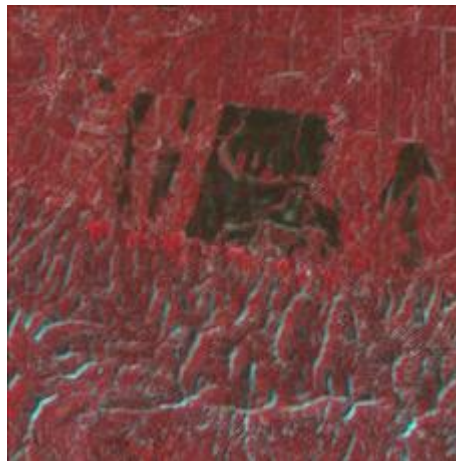
(و)

اللوحة رقم (3)
 ناتج طرح المرئيات الاصلية من المرئيات المحسنة. المرئيات الطيفية
 (و) تمثل الحزم الموجية (1,2,3,4,5,7) على الترتيب.

(هـ)



(أ)



(ب)

اللوحة رقم (4)

- (أ) المرئية الملونة الكاذبة للحزم الموجية الاصلية (4,3,2)
(ب) المرئية الملونة الكاذبة للحزم الموجية المحسنة (4,3,2)