المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (17) 2010
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات –الاحصاء والمعلوماتية
ص ص [325–340]

خوارزمية مقترحة لتجزئة الصور باستخدام حقل ماركوف العشوائي

د. بان احمد حسن متراس * كافي دنو بتي **

الملخص

تم في هذا البحث استخدام نماذج حقول ماركوف العشوائية في معالجة الصور. فتضمن اقتراح خوارزمية لتجزئة الصور معتمدة على التوزيع الطبيعي الثلاثي المختلط. إذ تم استخدام أسلوبين في تلك التجزئة، أحدهما تقنية K-Means غير المرشدة، الثاني استخدام أسلوب تجزئة اللاحق الأعظم وتم تعميمها إلى التوزيع الطبيعي الرباعي والخماسي المختلط ثم إلى التوزيع الطبيعي المختلط النوني. ولقد استخدم نظام (Matlab (7.0 في كتابة برامج الخوارزميات.

Suggested Algorithm for Images Segmentation by Using Markov Random Field

Abstract

In this research, Markov Random Fields Models have been used in images processing, included algorithm suggested for image segmentation tha depends on the triple mixture normal distribution.

Two ways had been demonstrated for this segmentation. The first one K-Means unsupervised technique and the other used Maximum A Posterior, and to be generalized to fourfold and fivefold mixture normal distribution, then to n – mixture normal distribution.

Matlab Package version (7.0) was used for writing the programs of the algorithms.

Keywords: Markov Random Field, Image Segmentation, K-Means

---

* أستاذ مساعد/ جامعة الموصل / كلية علوم الحاسبات والرياضيات/ قسم الإحصاء
** مدرس مساعد/ جامعة دهوك/ كلية العلوم/ قسم الحاسبات
تاريخ التسلم :2009/7/1 ـــــــــــــــــــــــــــ تاريخ القبول : 6 /12 /2009

1. مقدمة Introduction:

نتعامل في حياتنا اليومية كثيراً مع ظواهر عشوائية لا يمكن السيطرة عليها بشكل تام أو التنبؤ بسلوكها المستقبلي بشكل مؤكد، والتي يطلق عليها عادة مصطلح العمليات التصادفية (Stochastic Processes).

ومن العمليات التصادفية التي نالت اهتماماً واسعاً من قبل العديد من الباحثين، العملية التي جاء بها العالم السوفيتي Anderi A .Markov في مطلع القرن العشرين والتي يطلق عليها عملية ماركوف (Markov Process)، وعادة يتركز اهتمامنا في التطبيقات الواقعية بالحالة التي يكون فيها الدليل الذي تتغير تبعاً له العملية التصادفية ذات الطبيعة المتقطعة (Discrete)، عندئذ نطلق على عملية ماركوف تسمية سلسلة ماركوف (Markov Chain).

الحقول العشوائية استخدمت بنجاح لمعاينة نسيج الصور وتركيبها وتم تطبيق تحليل النسيج في تجزئة الصور وتصنيفها وتحليل الصور الطبية والكشف الآلي للسطوح المتضررة [Bader et al., 1994].

ويستخدم هذا الحقل في عدة نماذج أساسية لحلول مسائل تحليل الصور وبضمنها تجزئة الصور، ففي تجزئة الصور تقسم الصور الرقمية إلى مناطق يعتقد بامتلاكها خصائص محلية متشابهة كما في الحالات الآتية:

- استخدام الحاسوب في التشخيص الطبي.
- إكتشاف أساس محتوى الصورة.
- كبس الصورة.
- أسترداد بعض المعلومات لغرض تشكيل الصورة.

هكذا تسمى التجزئة المرشدة وشبه المرشدة، إذ أن عدد أصناف النسيج في الصورة معروفة ولكن المعلومات عن خصائصها إما معروفة أو غير معروفة على التوالي. ففي أسلوب بيز يستنتج الهدف من التوزيع السابق للتجزئات الممكنة، بمعنى إن معلمات النموذج تكون غير معروفة [Melas and Wilson, 2002].

تقنية معدل(k) k-Means Technique :

هي إحدى تقنيات العنقدة المكتشفة من قبل العالم MacQueen في عام 1967 والـذي صنفها كتقنية غير مرشدة واستخدم في تصنيفها معيار اقل مسافة، حيث تعطى مجموعة مـن القيم. ومحاولة تجزئتها إلى K مـن العناقيـد [Ramos and Muge, 2001] وتـستعمل خوارزمية تكرارية تقلل مجموع المسافات المربعة من الكيان إلى مركز العنقود ولكل العناقيد [MATLAB 6.5, 2002]

[Tou and Gonzalez, 1979] و [العمري، 2004]

يعرف التوزيع الطبيعي الثلاثـي المخـتلط (Mixture Triple Gaussian Distribution) كالآتي:

$$P(X)=\sum_{k=1}^{3} w_k \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^{\,2}}} \exp[-\frac{1}{2}(\frac{x-\mu_k}{\sigma_k})^2] \qquad (3)$$

إذ أن: $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3 \quad \text{and} \quad \sum_{k=1}^{3} w_k = 1$

وتمثل

$$h_k(i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^2}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_k}{\sigma_k} \right)^2 \right) \qquad (4)$$

[Gan et al., 2004]

كثافة المستوى (Intensity Level) i، معرف كالآتي

$$P_k^b(i) = \begin{cases} p(x) & if \ \ i < t^{k-1} \\ 0 & O.W. \end{cases} \qquad (5)$$

إذ أن $h_k(i)$ تمثل التوزيع الطبيعي كما في المعادلة (4).

t: تمثل حد العتبة للصورة.

P(x): تمثل خلايا الصورة (النقاط الضوئية في الصورة Pixel).

وتعرف SAD(1) على أنها مجموع الفروقات المطلقة للتوزيع الأولي. و SAD(2) على أنها مجموع الفروقات المطلقة للتوزيع الثنائي. } المثبتة في متن البرنامج

ملاحظة: قمنا باخذ التوزيع الطبيعي لانه يمثل حالة خاصة من توزيع جبس المـستخدم فـي تمثيل الصور.

2. خوارزمية التجزئة المقترحة

الخطوة الأولى : قراءة الصورة الأصلية الخالية من الضوضاء وخزنها في مصفوفة مثل I.

الخطوة الثانية : أعطاء أعظم كثافة (Maximum Intensity) (MI) للصورة واجراء ترشيح للصورة مع المرشح المكون وخزنه في مصفوفة مثل J، فيما يأتي بعض أنواع المرشحات التي استخدمت في الخوارزمية المقترحة :

1. مرشح الترددات الواطئة (كاوسيان) Low Pass Filter
2. مرشح تأكيد الحافة الأفقية Sobel filter
3. مرشح تأكيد الحافة الأفقية Prewitt filter
4. مرشح مشغل لابلاسيان ثنائي الأبعاد Laplacian filter
5. مرشح لابلاسيان لكاوسيان Log filter (Laplacian of Gaussian)
6. مرشح المعدل Average filter

الخطوة الثالثة : إضافة كثافة للصورة المرشحة مع تحويل محتويات الصورة إلى صورة رمادية وخزنها في مصفوفة مثل K.

الخطوة الرابعة : إيجاد الوسط الحسابي والتباين للصورة المرشحة K.

الخطوة الخامسة : إنشاء مصفوفة للوسط الحسابي والتباين وذلك لحساب التوزيع الطبيعي.

الخطوة السادسة : إيجاد دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الطبيعي وخزنه في مصفوفة مثل Y.

الخطوة السابعة : نفترض قيمة بدائية للعتبة.

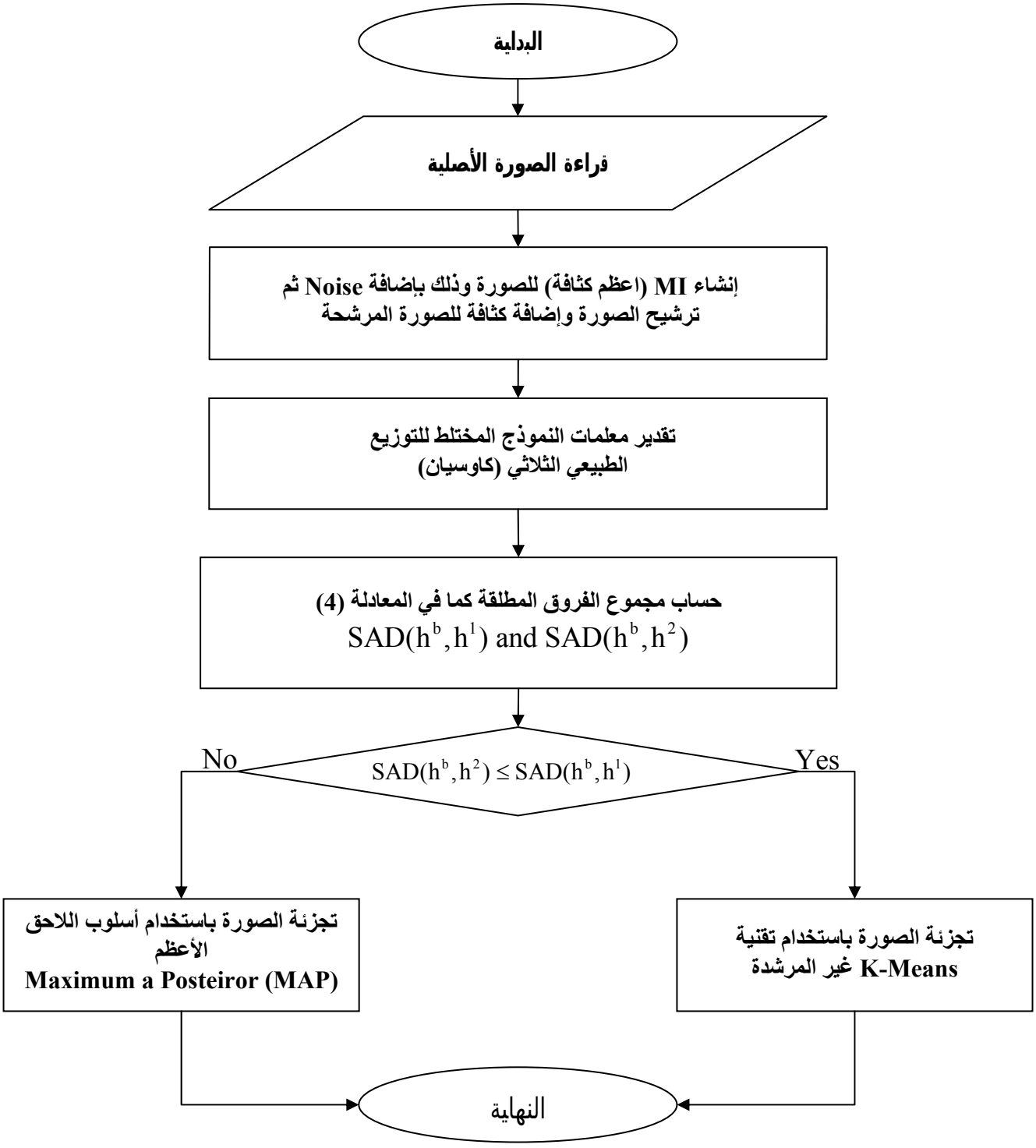
الخطوة الثامنة : حساب التوزيع الطبيعي الثلاثي (كاوسيان) وحسب المعادلة (4).

الخطوة التاسعة : حساب مجموع الفروق المطلقة للتوزيع.

الخطوة العاشرة : إذا كان مجموع الفروق المطلقة للتوزيع الطبيعي الثنائي أقل من مجموع الفروقات المطلقة للتوزيع الطبيعي الأولي تتم تجزئة الصورة باستخدام تقنية K-Means، والا سوف تتم تجزئة الصورة باستخدام أسلوب اللاحق الأعظم (Maximum A Posterior).

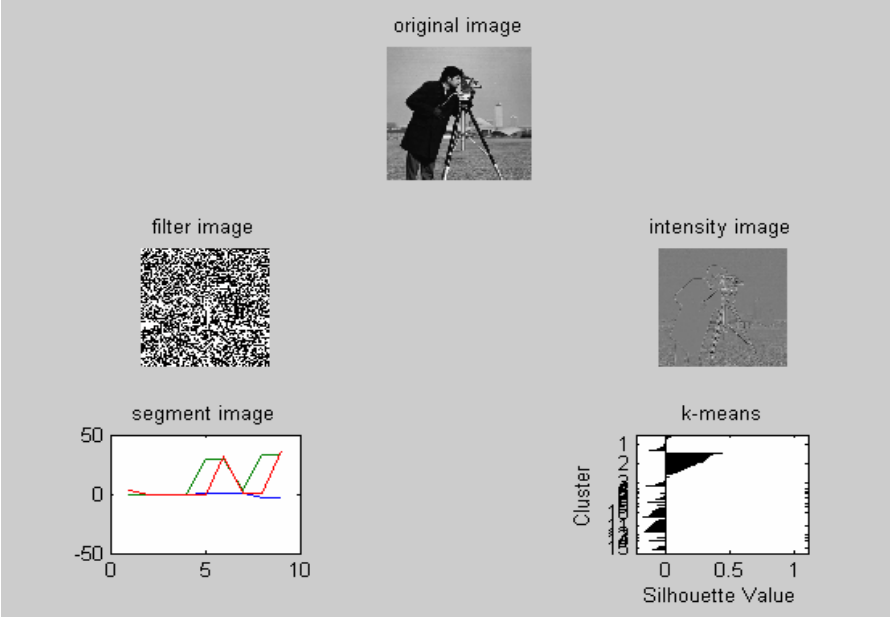
الخطوة الحادية عشرة: النهاية

والشكل (1) يمثل المخطط الانسيابي للخوارزمية المقترحة



الشكل (1) يمثل مخطط للخوارزمية لتجزئة الصور
باستخدام توزيع كاوسيان الثلاثي المختلط

والأشكال من (2) - (15) والجداول من (1) – (8) توضح مراحل عمل الخوارزمية وطريقة التجزئة على الصورة الرمادية والملونة.



الشكل (2) يمثل الصورة الرمادية التي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح (Laplacian)

الجدول (1) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الرمادية باستخدام مرشح (Laplacian)

iter	phase	num	sum
1	1	256	2.008e+006
2	1	63	1.94049e+006
3	1	32	1.90941e+006
4	1	9	1.90575e+006
5	1	2	1.90514e+006
6	1	1	1.90508e+006
7	1	1	1.9048e+006
8	1	1	1.90477e+006
9	2	13	1.89126e+006

9 iterations, total sum of distances = 1.89126e+006 (Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	2.00329e+006
2	1	52	1.95016e+006
3	1	33	1.92505e+006
4	1	16	1.91112e+006
5	1	5	1.90867e+006
6	1	2	1.90782e+006
7	2	27	1.89491e+006
8	2	27	1.88847e+006
9	2	8	1.8869e+006
10	2	7	1.88484e+006

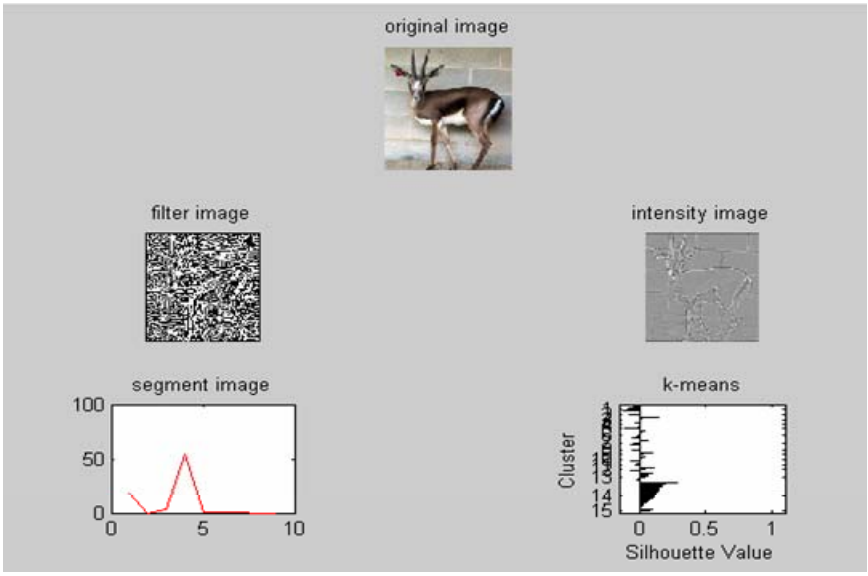
10 iterations, total sum of distances = 1.88484e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	2.01411e+006
2	1	77	1.95298e+006
3	1	33	1.92248e+006
4	1	12	1.91433e+006
5	1	11	1.91096e+006
6	1	5	1.90975e+006
7	1	3	1.90806e+006
8	1	1	1.90796e+006
9	2	9	1.90089e+006
10	2	7	1.89776e+006
11	2	11	1.89184e+006
12	2	8	1.89017e+006
13	2	4	1.88879e+006

13 iterations, total sum of distances = 1.88879e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.99772e+006
2	1	55	1.93919e+006
3	1	18	1.92096e+006
4	1	9	1.91632e+006
5	1	5	1.91318e+006
6	1	1	1.91292e+006
7	2	25	1.89378e+006
8	2	32	1.88592e+006
9	2	8	1.88421e+006
10	2	12	1.88101e+006

10 iterations, total sum of distances = 1.88101e+006(Pixel or Bit)



الشكل (3) يمثل الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية والتي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح (Laplacian)

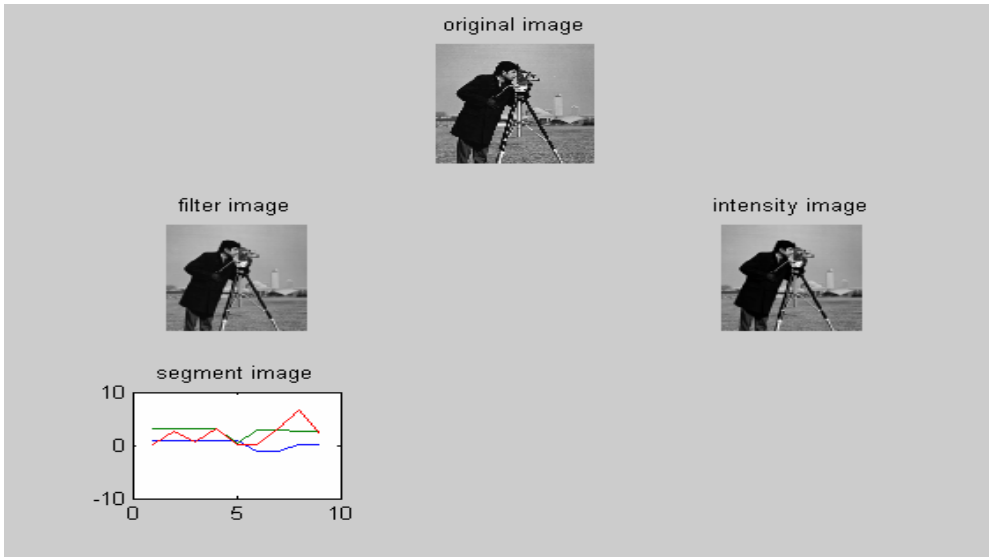
الجدول (2) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية باستخدام مرشح (Laplacian)

iter	phase	num	sum
1	1	128	184104
2	1	27	175803
3	1	6	174971
4	1	3	174355
5	1	1	174124
6	2	11	172685
7	2	16	170576

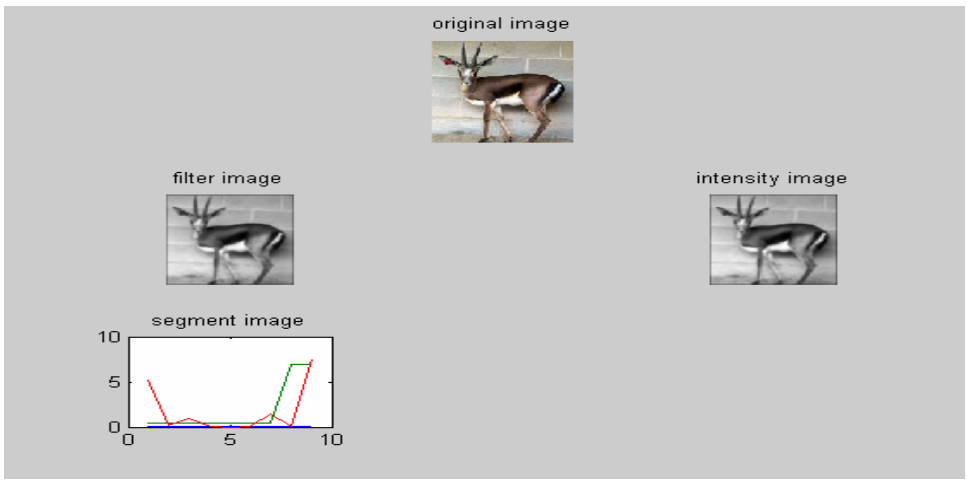
7 iterations, total sum of distances = 170576(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	128	180054
2	1	22	175539
3	1	5	173840
4	1	2	173224
5	2	8	171528

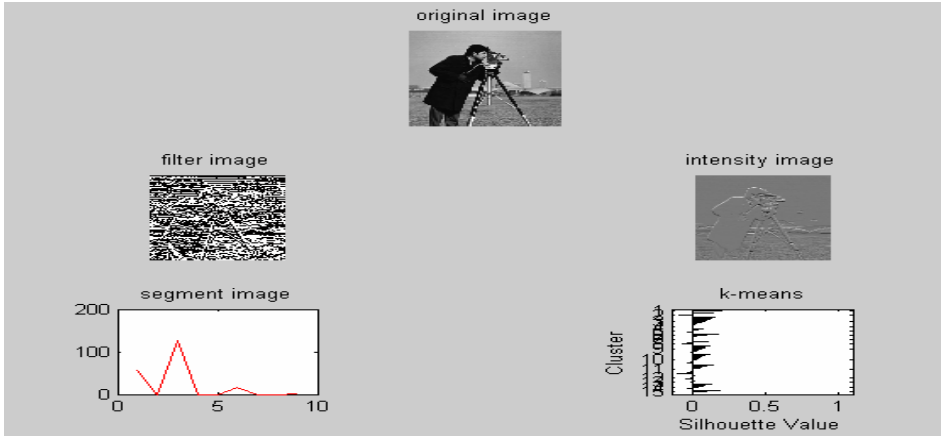
5 iterations, total sum of distances = 171528(Pixel or Bit)



الشكل (4) يمثل الصورة الرمادية التي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح المعدل (Average)



الشكل(5) يمثل الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية والتي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح المعدل (Average)



الشكل (8) يمثل الصورة الرمادية التي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح لابلاسيان لكاوسيان (Laplacian of Gaussian)

الجدول (3) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الرمادية باستخدام مرشح لابلاسيان لكاوسيان (Laplacian of Gaussian)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.806e+006
2	1	51	1.74298e+006
3	1	16	1.72993e+006
4	1	8	1.7226e+006
5	1	3	1.72033e+006
6	1	2	1.71885e+006
7	1	6	1.7148e+006
8	2	6	1.7049e+006

8 iterations, total sum of distances = 1.7049e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.81473e+006
2	1	53	1.74079e+006
3	1	16	1.72247e+006
4	1	5	1.71877e+006
5	1	1	1.71767e+006
6	1	1	1.71584e+006
7	2	11	1.70755e+006
8	2	1	1.70717e+006

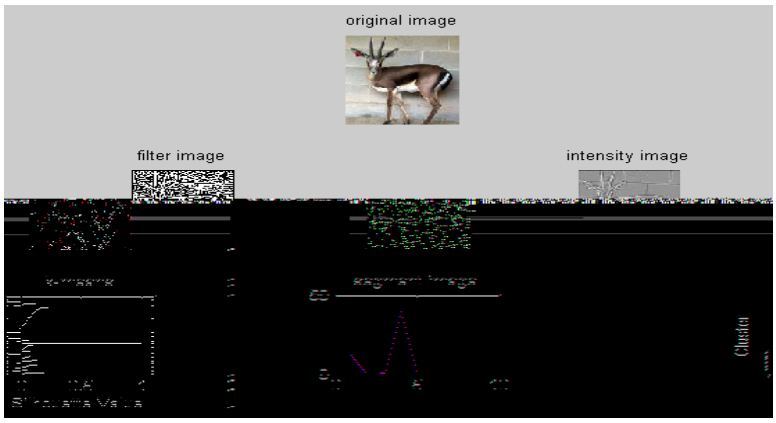
8 iterations, total sum of distances = 1.70717e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.86314e+006
2	1	68	1.78038e+006
3	1	25	1.75099e+006
4	1	11	1.74104e+006
5	2	17	1.72738e+006

5 iterations, total sum of distances = 1.72738e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.81527e+006
2	1	73	1.73853e+006
3	1	12	1.73016e+006
4	1	10	1.72269e+006
5	2	3	1.7201e+006

5 iterations, total sum of distances = 1.7201e+006(Pixel or Bit)

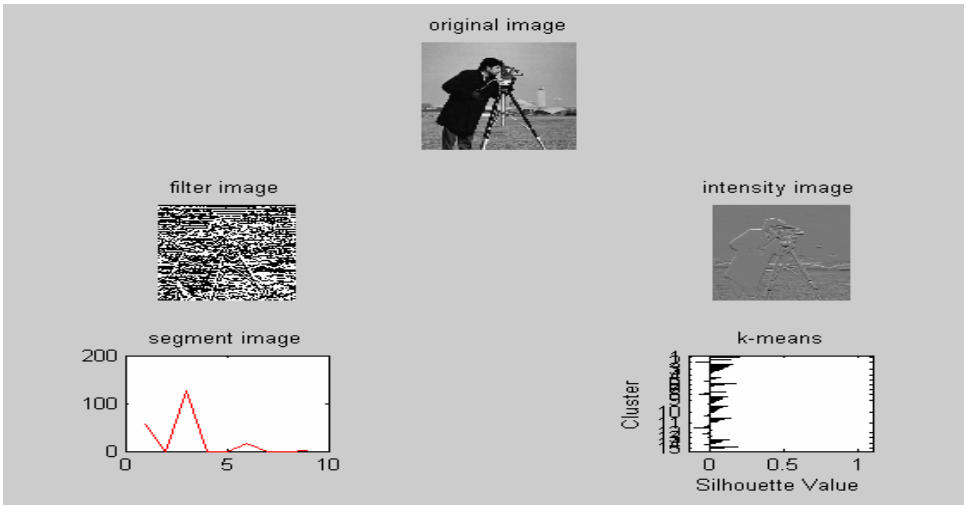


الشكل (9) يمثل الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية والتي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح لابلاسيان لكاوسيان (Laplacian of Gaussian)

الجدول (4) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية باستخدام مرشح لابلاسيان لكاوسيان (Laplacian of Gaussian)

iter	phase	num	sum
1	1	128	159848
2	1	17	155795
3	1	3	155167
4	2	10	154522
5	2	3	154384

5 iterations, total sum of distances = 154384(Pixel or Bit)



الشكل (10) يمثل الصورة الرمادية التي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Prewitt)

الجدول (5) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الرمادية باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Prewitt)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.82603e+006
2	1	43	1.76645e+006
3	1	15	1.75186e+006
4	1	12	1.73562e+006
5	1	7	1.72535e+006
6	1	1	1.72415e+006
7	1	2	1.72072e+006
8	1	1	1.71923e+006
9	2	18	1.70835e+006
10	2	8	1.70631e+006
11	2	2	1.70509e+006

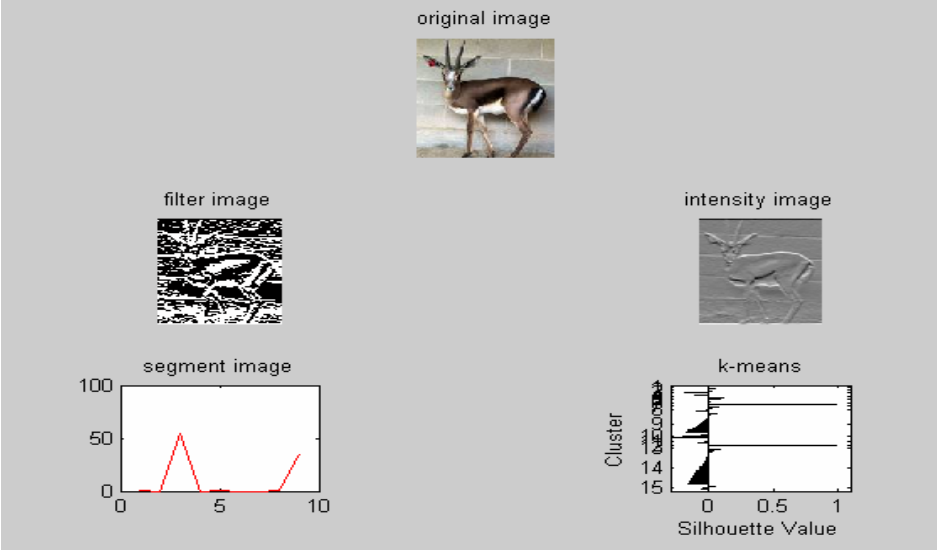
11 iterations, total sum of distances = 1.70509e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.74912e+006
2	1	25	1.70899e+006
3	1	12	1.70318e+006
4	1	7	1.69774e+006
5	1	4	1.69524e+006
6	1	2	1.6947e+006
7	2	7	1.69032e+006
8	2	2	1.69016e+006

8 iterations, total sum of distances = 1.69016e+006(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.93132e+006
2	1	53	1.82552e+006
3	1	21	1.7952e+006
4	1	19	1.76208e+006
5	1	15	1.73678e+006
6	1	4	1.73274e+006
7	2	18	1.71686e+006
8	2	6	1.71366e+006
9	2	2	1.71266e+006

9 iterations, total sum of distances = 1.71266e+006(Pixel or Bit)



الشكل (11) يمثل الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية والتي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Prewitt)

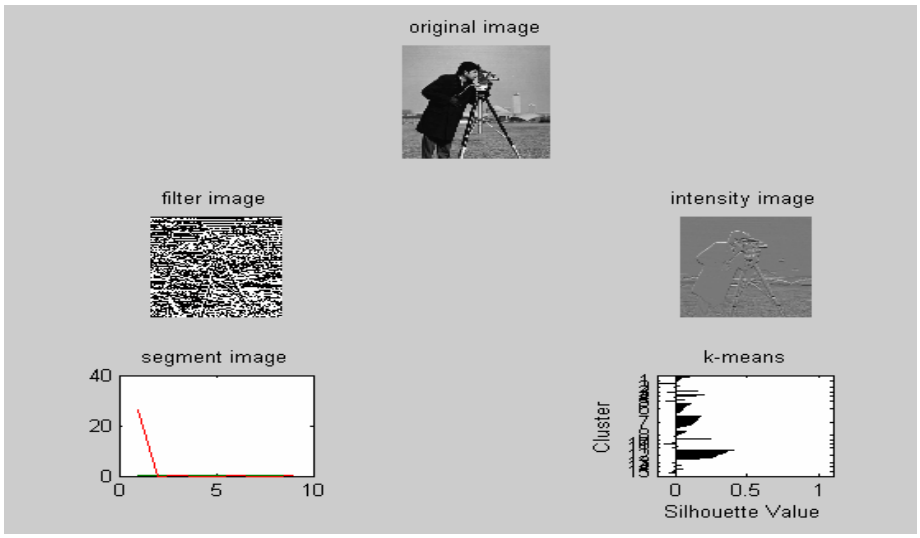
الجدول (6) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Prewitt)

iter	phase	num	sum
1	1	128	148098
2	1	13	146339
3	1	7	145135
4	1	4	144659
5	1	2	144621
6	1	1	144486
7	2	12	143291

7 iterations, total sum of distances = 143291(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	128	149762
2	1	19	145708
3	1	5	145074
4	2	10	142885
5	2	6	142421

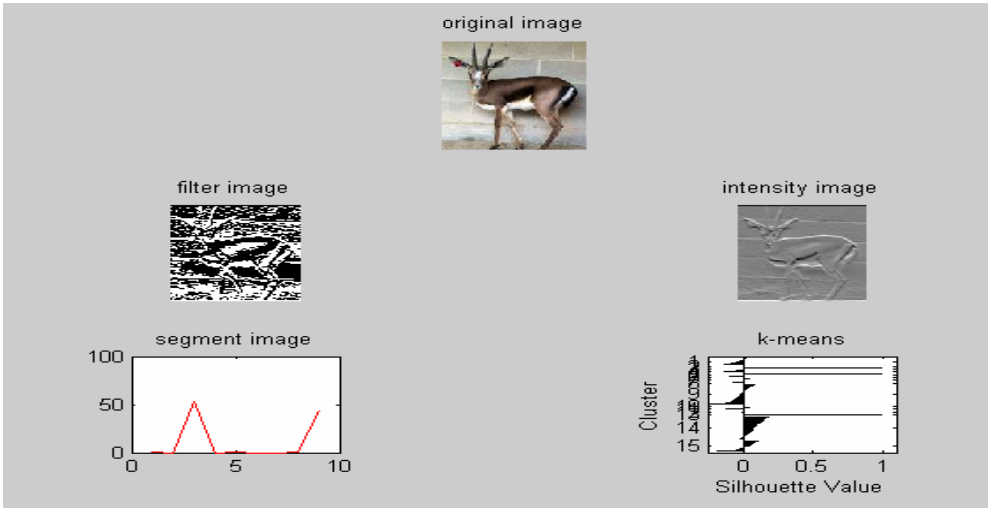
5 iterations, total sum of distances = 142421(Pixel or Bit)



الجدول (7) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الرمادية باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Sobel)

iter	phase	num	sum
1	1	256	1.82906e+006
2	1	42	1.75651e+006
3	1	9	1.74898e+006
4	1	5	1.74435e+006
5	2	17	1.73847e+006
6	2	12	1.73008e+006
7	2	11	1.72524e+006

7 iterations, total sum of distances = 1.72524e+006(Pixel or Bit)



الشكل (13) يمثل الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية والتي طبقت عليها الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Sobel)

الجدول (8) يمثل مراحل تطبيق الخوارزمية المقترحة لتجزئة الصورة الملونة بعد تحويلها الى صورة رمادية باستخدام مرشح تأكيد الحافة الافقية (Sobel)

iter	phase	num	sum
1	1	128	147022
2	1	24	143708
3	1	5	143031
4	1	3	142515
5	1	1	142369
6	2	5	142207
7	2	2	141794

7 iterations, total sum of distances = 141794(Pixel or Bit)

iter	phase	num	sum
1	1	128	150279
2	1	19	145965
3	1	13	143973
4	1	1	143890
5	1	2	143856
6	1	1	143791
7	1	2	143702
8	2	12	142488

8 iterations, total sum of distances = 142488(Pixel or Bit)

3. الاستنتاجات Conclusions

بعد أن آقترحنا خوارزمية لتجزئة الصورة استخدمنا التوزيع الطبيعي (توزيع كاوسيان الثلاثي المختلط) إذ طبقنا أنواعاً مختلفة من المرشحات للتنعيم على الصورة الرمادية والملونة واستخدمنا أسلوب العتبة لحساب قيمة التوزيع الطبيعي وبعد حساب قيمة مجموع الفرق المطلق (SAD) للتوزيع الطبيعي (كاوسيان) الثلاثي أجرينا المقارنة الآتية:

أ- إذا كان مجموع الفرق المطلق للتوزيع الطبيعي الثنائي أقل من مجموع الفرق المطلق للتوزيع الطبيعي الأولي نطبق تجزئة الصورة بطريقة K-Means والتي تعد تقنية التصنيف غير المرشدة وهي تقنية من تقنيات تجزئة الصورة.

ب- وإذا كان العكس نطبق تجزئة الصورة بطريقة اللاحق الأعظم MAP، ان الفكرة الأساسية لهذا المقدر هي إيجاد القيمة للمقدر والتي تجعل دالة الاحتمال اللاحق لها أعظم ما يمكن (أي إيجاد منوال التوزيع اللاحق).

ج- عند تطبيقنا الخوارزمية على التوزيع الطبيعي الرباعي والخماسي لاحظنا نتائج مكافئة للتوزيع الطبيعي الثلاثي.

والأشكال المرقمة (2) - (15) والجداول المرقمة من (1) - (8) توضح تفاصيل هذه الخوارزمية للصور الرمادية والملونة والتي تبين أن بعض المرشحات التي استخدمت في التطبيق تظهر أن الصورتين المجزأتين بالطريقتين، الاولى التجزئة باستخدام طريقة اللاحق الاعظم والثانية التجزئة باستخدام تقنية K-Means أما بقية المرشحات فقد أظهرت فقط طريقة التجزئة باستخدام اللاحق الاعظم كما في الاشكال المرقمة (4) و (5) و (6) و (7) و (14) و (15).

د – تم تعميم هذه الخوارزمية الى التوزيع الطبيعي النوني المختلط والممثل بالمعادلة الاتية:-

$$\sum_{k=1}^{n} w_k \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_k}{\sigma_k}\right)^2\right]$$

إذ أن $\sum_{k=1}^{n} w_k = 1 \quad , \mu_1 < \mu_2 < \mu_3 < ..... < \mu_n$

وبنفس الطريقة حصلنا على نتائج مكافئة لنفس الصور التي استخدمت في الخوارزمية.

ملاحظة :- جميع الصور مأخوذة من نظام MATLAB (7.0)

4. المصادر References

1. العمري، هدى عبدالله باشعالم. (2004)، "كروموسومات جينية لتجزئة الصور" رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.
2. Bader, D.A.; JaJa,J. And Chellappa, R. (1994): "Scalable Data Parallel Algorithms for Texture Synthesis Using Gibbs Random Fields", Department of Electrical Engineering, and Institute for Advanced Computer Studies, University of Maryland, College Park, MD 20742.P.1-3.
3. Gan, R.; Chung, A.C.S.; Wong, W.C.K. and Simon, C.H., (2004): " Vascular Segmentation in Three-Dimensional Angiography Based on Maximum Intensity Projections", IEEE ...P133-134.
4. Gonzalez, R.C. and Wintz, P. (1977): "Digital Image Processing", Addison-Wesley, University of Nottingham, England.
5. MATLAB 6.5 The Language of Techical Computing, (2002): "Matlab Help", Math Works Inc.
6. Melas, D.E. and Wilson, S.P., (2002): "Double Markov Random Fields and Bayesian Image Segmentation", IEEE Transaction on Signal Processing .vol(50),No.(2).P.357-365.
7. Tou, J. T. and Gonzalez, R.C., (1979): "Pattern Recognition Principles", Addison-Wesley, (1974), and G. B. Coleman, and H. C. Andrews, : " Image Segmentation by Clustering", Proc. IEEE.

http://www.csse.monash.edu.au/~sid/teach/cse3314/notes11.pdf