تنمية الرافدين ٧٨(٢٧) ٢٠٠٥
ص ص [٥٧-٦٩]

تقليل الألوان في الصور باستخدام الشبكات العصبية (كوهينن)

علياء قصي العريبي
مدرس مساعد/قسم البرامجيات
كلية علوم الحاسبات والرياضيات
جامعة الموصل

منار يونس كشمولة
مدرس/قسم علوم الحاسبات
كلية علوم الحاسبات والرياضيات
جامعة الموصل

المستخلص

يهدف هذا البحث الى تقليل الألوان في الصور، عبر استخدام شبكة كوهينن العصبية التي تستخدم خرائط التنظيم الذاتي Self Organizing Feature Maps، واستخدام معادلة مسافة مانهاتن بدلاً من معادلة المسافة الاقليدية التقليدية في عملية تدريب الشبكة، لاختيار أفضل الألوان في الصورة. ثم اعيد رسم الصورة حسب الألوان الجديدة . ولغرض تقليل حجم الصورة تم تحويل الصورة من نوع True Type الى صورة من نوع Bit 8. كما تم أجراء عملية تحسين على الصورة الناتجة من عملية تقليل الألوان ،عن طريق تغيير نسبتي الإضاءة Brightness والتباين Contrast وذلك لإخفاء بعض العيوب الناتجة من عملية تقليل الألوان .وقد استخدمت في البحث صور ملونة وصور ذات تدرج رمادي أيضاً .

مقدمة

تشغل الصور الرقمية مساحة واسعة من المعلومات المستخدمة في مجال تقنية الحاسبات في عصرنا الحالي، وأهم صفة مميزة للصور هي اللون. وبفضل التقنيات الحديثة، أصبح بإمكاننا الحصول على صور ملونة تزيد على (١٦ مليون لون) مختلف، وهذا العدد الكبير من الألوان جعل الصور تشغل حيزاً كبيراً من وسائط التخزين.

وقد ظهر فريق من العلماء عمل باتجاه تقليل عدد الألوان غير الضرورية أو الزائدة في الصور وذلك لتسهيل أجراء عمليات المعالجة المختلفة على الصور في بعض لاختصاصات العلمية (Papamarkos, 2002,2) (Douglas,2003,4) .

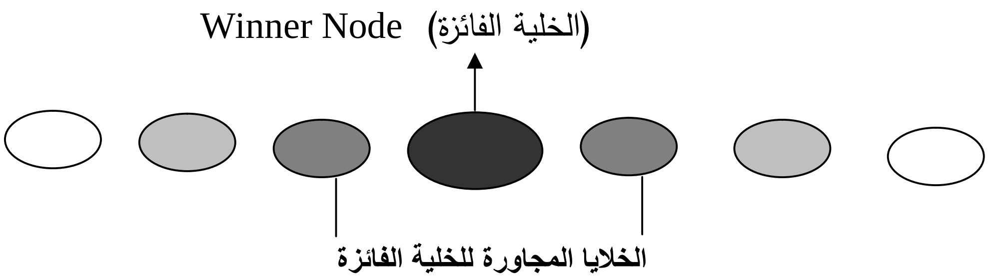
لقد أصبحت عملية تقليل الألوان في الصور ضرورية، لغرض عمليات نقل الصور عبر شبكات الاتصال عبر العالم، وكذلك عمليات كبس الصور، تقطيع الصور وتحليل الصور بالإضافة الى أن في بعض التطبيقات يصبح من السهل فهم الصورة ومعالجتها عندما تتكون من عدد محدد من الألوان، وقد تم استخدام لغة Visual Basic في معالجة الصور، ولم تجر أي عملية معالجة للصورة، قبل إدخالها الى الشبكة العصبية، كي لا تفقد الصورة أي خاصية من خواصها الأصلية قبل عملية تقليل الألوان فيها وقد استخدم في البحث صورة جيدة وصور فيها بعض التشويه نتيجة التقاطها تحت إضاءة قليلة أو إضاءة ساطعة.

تاريخ التسلم ٢٠٠٤/٥/٣ _____ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/٣/١٦

المعمارية العامة لشبكة كوهينن العصبية

تتكون شبكة كوهينن العصبية من طبقتين، هما طبقة الإدخال وطبقة الإخراج التي تسمى الطبقة التنافسية Competition layer. كل خلية في طبقة الإدخال مرتبطة مع خلية في طبقة الإخراج ،بحيث تنتشر البيانات من طبقة الإدخال نحو طبقة الإخراج بتغذية أمامية، ولا تتم في طبقة الإدخال أي عملية حسابية (خليل،٢٠٠١، ١٣)،(Zurada, 1998, 61) .

وتتكون الطبقة التنافسية من بعد واحد (مصفوفة أحادية) ولكل خلية خليتين متجاورتين كما يظهر في الشكل ١، أو بعدين (مصفوفة ثنائية) ،وسيكون لكل خلية ثماني خلايا متجاورة ويمكن أن تكون المصفوفة سداسية وبذلك ستملك ست خلايا متجاورة (عيسى،٢٠٠٢، ١٩٧).



الشكل ١

يوضح طبقة تنافسية احادية توضح الخلية الفائزة مع اثنين من المتجاورات

تتبع شبكة كوهينن أسلوب التعلم التنافسي Competitive Learning، إذ تتنافس خلايا الطبقة التنافسية فيما بينها للحصول على إخراج الشبكة،أو كما يسمى(مستوى التفعيل) المطلوب ويتم حساب مستوى التفعيل باستخدام دالة مانهاتن لحساب المسافة والمعرفة بالعلاقة الاتية:

$$\text{Dist.} = \sum | X_i - W_{ij} | \qquad (١)$$

وتتم عملية تعديل الأوزان على الخلية الفائزة والخلايا المجاورة لها فقط (عيسى، ٢٠٠٢، ١٩٨). ولتدريب شبكة كوهينن العصبية يجب أجراء عملية تعيير Normalization لبيانات الإدخال ومصفوفة الأوزان الى قيم تتراوح بين (0,1) (الصايغ،٢٠٠٢،٣٣) (37,1997,Khalid):

$$W_{(mn)} = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} & W_{2n} \\ W_{m1} & W_{m2} & W_{m3} & W_{m..} \end{pmatrix}$$

وتتكون الخوارزمية العامة لكوهينن (التعليم الذاتي) من الخطوات الاتية:

١. تهيئة القيمة الأولية لمعامل التعلم وعدد الخلايا المتجاورة الابتدائية وطول المدة الزمنية، لتغيير معامل التعليم وعدد المتجاورات أو اختيار مسافة

افتراضية للوصول الى الحل وعدد مرات التكرار التي على أساسها ستتوقف الخوارزمية عند الوصول لعدد محدد.

٢. أعداد مصفوفة الأوزان بقيم عشوائية صغيرة ،أبعاد المصفوفة تكون m*n.
إذ تمثل: m عدد الخلايا في الطبقة التنافسية .
وتمثل n عدد العناصر المكونة لمتجه الإدخال.

٣. لكل متجه إدخال X(I) يحسب مستوى التفعيل حسب معادلات التفعيل المختارة ثم تختار الخلية الفائزة التي تمتلك أعلى مستوى تفعيل .

٤. تحديث مصفوفة الأوزان للخلية الفائزة والخلايا المجاورة لها حسب المعادلة الآتية:

$$Wij\ (New) = Wij\ (old) + alpha\ (I)*((Xi)-Wij\ (old)) \quad \ldots\ (٢)$$

إذ تمثل: Wij(new) الوزن الجديد
وتمثل Wij (old) الوزن القديم
وتمثل Alpha (I) قيمة معامل التعليم الذي يتغير مع الزمن
(Xi) تمثل متجه الإدخال

٥. إنقاص معامل التعليم وعدد المتجاورات بنسب محددة ثم العودة للخطوة ٣ .

شبكة التنظيم الذاتي

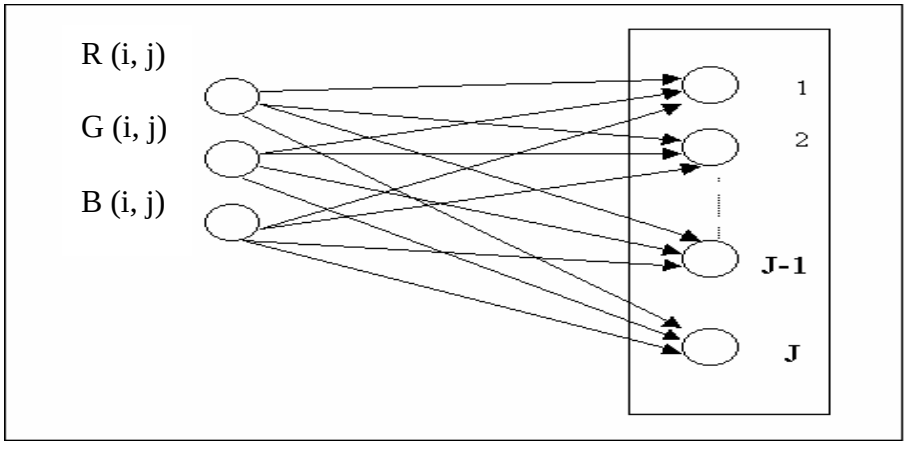
استخدمت شبكة كوهينن العصبية، لعملية تقليل الألوان، وما دمنا بحاجة لعملية اختيار أفضل الألوان التي تمثل الصور، يتم اعتبار كل لون تم اختياره هو صنف معين، ثم يعاد رسم الصورة، ومقارنة عناصر الصورة الاصلية مع الأصناف التي نتجت عن عملية التدريب وتعيين كل لون الى أقرب صنف له .

عملية تصنيف عناصر الصورة

تتكون الصورة الملونة من مجموعة من الوحدات الضوئية التي يساوي عددها n*m، أي طول الصورة في عرضها، وكل وحدة ضوئية تتكون من : (R(i,j),G(i,j),B(i,j)) (34,1998, Umbaugh)(92,1997,Gomes) .

ولغرض تدريب الشبكة ،يجب إدخال عدد الألوان المطلوبة للصورة، والذي يمثل عدد الخلايا في وحدة الإخراج للشبكة. وكل لون ناتج يعد صنفاً على أساسه يجب تصنيف كل عناصر الصورة .

الأصناف الناتجة من عملية التدريب ،تمثل أكثر الألوان ظهوراً في الصورة، مع الأخذ بالحسبان توزيع الألوان، أي نسيج الصورة، والشكل ٢ يوضح الإدخال والإخراج لشبكة كوهينن العصبية .



الشكل ٢
الادخال والاخراج لشبكة كوهينن العصبية

الخوارزمية المستخدمة في المعالجة

١. تشكيل مصفوفة الأوزان

يتم توليد مصفوفة الأوزان بشكل عشوائي بحيث تتراوح قيمة كل وزن بين (0-255)، كي تتناسب مع قيم الوحدات الضوئية للصورة، اذ تتراوح أن قيمة كل وحدة ضوئية (Pixel) بين (0-255) (Papamarkos,2002,11).

ويساوي عدد الأعمدة في هذه المصفوفة ثلاثة ،كل عمود يحمل قيمة العنصر الأساسي للوحدة الضوئية، R(i,j), G(i,j), B(i,j) ، ويكون حجم المصفوفة بعدد الألوان المطلوبة مضروباً في ثلاثة، وكما يأتي:

$$W_{(N,3)}\begin{pmatrix} R & G & B \\ . & . & . \\ . & . & . \\ Ri,1 & Gi,2 & Bi,3 \end{pmatrix}$$

٢. متجه الإدخال

يتكون متجه الإدخال عن طريق تجزئة كل وحدة ضوئية الى أجزائها الرئيسة الثلاثة وهي R,G,B . قيمة كل جزء يتراوح بين ٠-٢٥٥.

٣. عملية حساب المسافة

تم اختيار معادلة مسافة مانهاتن بدلاً عن المعادلة الاقليدية، وذلك لتقليل العمليات الحسابية ،وقد أعطت هذه المعادلة نتائج جيدة،كما في الشكل ٣،اذ نلاحظ أن بعض تفاصيل الصورة قد فقدت عند استخدام المعادلة الاقليدية.

الصيغة الرياضية لمعادلة مانهاتن : (٢) … $DI= (|R-Ri| +|G-Gi| +|B-Bi|)$

اذ تمثل R , G, B: المكونات الرئيسة للوحدة الضوئية .

وتمثل Ri , Gi, Bi: الأوزان المرتبطة بالمكونات الرئيسة للوحدة الضوئية .
التي يتغير فيهامعامل Gaussian٤.اختيار دالة تجاور مناسبة، وقد اختيرت دالة التعلم بنسب تتناسب عكسيا مع البعد عن الخلية الفائزة،وهي الانسب في التعامل مع الصورGaussian.(الصايغ،٢٠٠٢، ٥٤)، والمعادلة الاتية توضح دالة

$$N_{(J,K)} = \begin{cases} 1 & |J-k|=0 \\ \exp\left[-\dfrac{P^2(j)}{2s^2}\right] & |J-k|<=\text{radius} \\ 0 & |J-k|<=\text{radius} \end{cases} \qquad \ldots(٣)$$

اذ إن :p^2(j) :هي المسافة بين الخلية j الى الخلية الفائزة k .
σ^2 : هي معامل التباين الذي يحدد مقدار انتشار الدالة على الشبكة .

النتائج

اجريت عملية تقليل الالوان على مجموعة من الصور الملونة والاشكال ٤و٥و٦ توضح الصور الاصلية والصور ما بعد عملية تقليل الالوان، اما الجداول ١و٢و٣ فتوضح الاوزان الناتجة من عملية تدريب كل صورة.

أ.صورة ذات عشرة ألوان باستخدام معادلة مانهاتن

ب.صورة ذات عشرة ألوان باستخدام المعادلة الاقليدية

الشكل ٣
يوضح الفرق بين معادلة أ.مانهاتن ب.المعادلة الاقليدية

عملية رسم الصورة

لتقليل الألوان في الصورة ،يجب إدخال عدد الألوان المطلوبة للصورة النهائية. وتجري عملية تدريب الشبكة للحصول على الأوزان المثلى التي تمثل الصورة، وذلك وفق توزيع الألوان في الصورة، وبعد انتهاء عملية التدريب، وتثبيت مصفوفة الأوزان النهائية، تجري عملية أعادة رسم الصورة وفق الألوان الناتجة من عملية التدريب، وذلك باستخدام معادلة مانهاتن، اذ تتم مقارنة كل وحدة ضوئية في الصورة الأصلية، مع مصفوفة الأوزان الناتجة، ويتم تغيير لون الوحدات الضوئية في الصورة الأصلية، وفق أقرب وزن يقاربها من مصفوفة الأوزان ،ثم تستبدل قيمة الوحدة الضوئية في الصورة الأصلية، بقيمة اللون الجديد .

وفيما يأتي توضيح لعدد من الصور الملونة التي اجريت عملية تقليل الألوان عليها ويليها جدول الأوزان الناتج من عملية تدريب كل صورة :

أ.الصورة الأصلية من نوع ٢٤-Bit

ب. الصورة بعد عملية التقليل وتتكون من ٦ ألوان

الشكل ٤

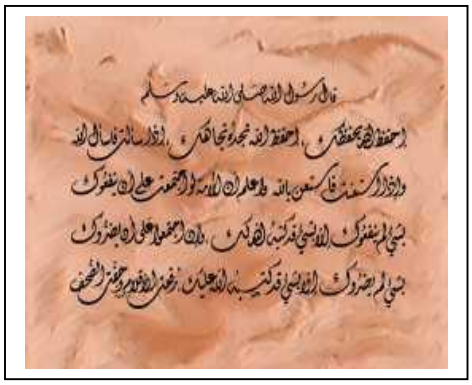
عملية تقليل ألوان صورة من نوع True Type الى ٦ ألوان

والجدول ١ يمثل مصفوفة الأوزان النهائية الناتجة من عملية التدريب لرسم الصورة الجديدة بستة ألوان فقط :

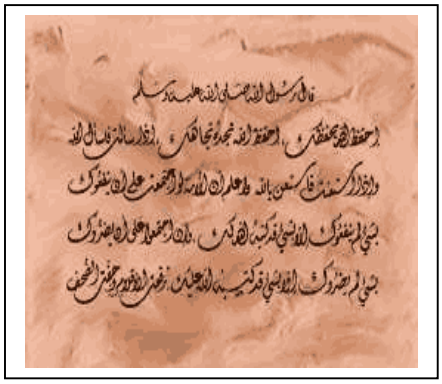
الجدول ١

مصفوفة الأوزان الناتجة من عملية التدريب لستة ألوان

RED	GREEN	BLUE
١٧٧	١٧٠	١٩٣
١٦١	١٠٠	٨٦
١٣٤	٥٤	٣٢
٩٨	٣٨	١٧
٥١	٢٨	٢٦
٨	١٨	٥١



الصورة الأصلية من نوع (Bit-٢٤)



الصورة بعد عملية التقليل وتتكون من ١٢ لواناً

الشكل ٥

عملية تقليل ألوان صورة من نوع True Type الى ١٢ ألوان

والجدول ٢ يمثل مصفوفة الأوزان النهائية الناتجة من عملية التدريب لرسم الصورة الجديدة بحيث تحوي على ١٢ لوناً فقط :

الجدول ٢

مصفوفة الأوزان الناتجة من عملية التدريب لـ ١٢ لوناً فقط

RED	GREEN	BLUE
٥٧	٢٠	٦
١١١	٦٥	٤٢
١٤٧	١٠٥	٨٥
١٨٣	١٢٦	٩٦
٢٠٦	١٣٩	١٠٤
٢٠٩	١٥٠	١٢٠
٢١٣	١٥٤	١٢٤
٢١٩	١٦٠	١٣٠
٢٢٤	١٦٦	١٣١
٢٣١	١٧٤	١٤٥
٢٣٦	١٨١	١٥٥
٢٤٢	١٨٩	١٦٤

الصورة الاصليه من نوع ٣٢-Bit

الصورة بعد عملية التقليل تتكون من ١٠ ألوان

الشكل ٦

عملية تقليل ألوان صورة من نوع True Type الى ١٠ ألوان

والجدول ٣ يمثل مصفوفة الأوزان النهائية الناتجة عن عملية التدريب لرسم الصورة الجديدة بعشرة ألوان فقط .

الجدول ٣

مصفوفة الأوزان الناتجة عن عملية التدريب لعشرة ألوان

RED	GREEN	BLUE
٩٤	١٥٠	٢٤٤
٧١	١١٥	٢٠٤
١٥١	١٣٣	١٢١
٢١٧	١٦٧	٢٤
١١٤	١٨٦	٧
٨٧	١٣٨	٧
١٤٣	١٠٨	١٤
٧٧	٨٥	١١
٢٣	٤٢	٨٨
٢٢	٢٤	٩

تطبيق الشبكة على الصور ذات التدرج الرمادي

بعد تطبيق الشبكة على الصور الملونة، تم تطبيق العمل على صور ذات تدرج رمادي من نوع ٢٥٦ لوناً وكانت النتائج جيدة، حيث يدخل الى الشبكة العناصر الثلاثة الأساسية لكل وحدة ضوئية ،وهي ذات قيم متساوية، لأنها لا تحتوي على لون، ونتيجة الإخراج تكون عبارة عن قيمة واحدة للعناصر الثلاثة، والشكل ٧ يوضح عملية تقليل ألوان صورة ذات تدرج رمادي الى سبعة ألوان فقط، والجدول ٤ يوضح الأوزان الناتجة عن عملية التدريب.

أ.الصورة الأصلية **ب.الصورة الناتجة وتتكون من سبعة ألوان**

الشكل ٧

يوضح صورة ذات تدرج رمادي قبل وبعد عملية تقليل الألوان

الجدول ٤

الأوزان الناتجة عن عملية تقليل الألوان لصورة ذات تدرج رمادي

GRAY
٢١٧
١٦١
١١٤
٨١
٥٤
٣٣
٦

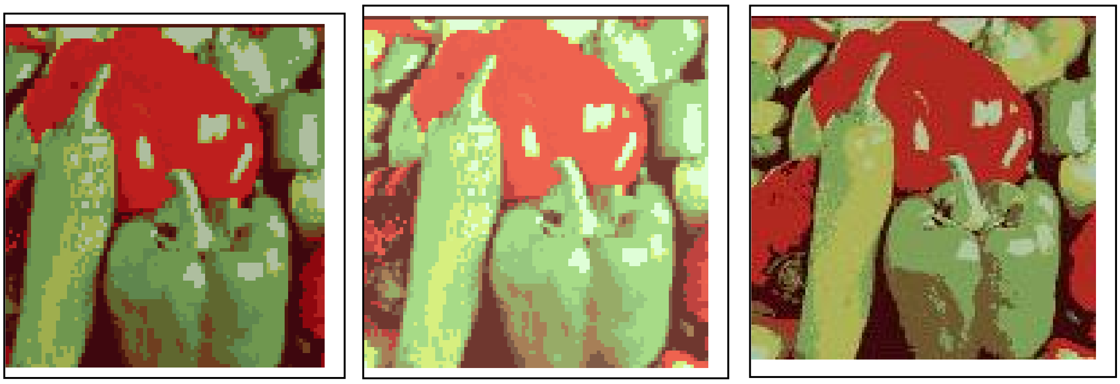
عملية تحسين الصورة

من أهم الصفات المؤثرة في الصورة هي صفتي التباين Contrast وشدة الإضاءة Brightness، وقد تم إجراء عملية تحسين على الصورة، بالاستفادة من هاتين الصفتين. وبعد إجراء عملية تقليل الألوان على العديد من الصورة ،ذات

التفاصيل المختلفة، كما استخدمت صور جيدة وصور فيها بعض التشويه نتيجة عدم ظهور الحافات أو نتيجة اخذ الصورة تحت إضاءة معتمة أو إضاءة ساطعة)، ومن ثم توصلنا الى النتائج الآتية:

- الصور المأخوذة في إضاءة معتمة ،والصورة التي تحوي على عدد كبير من الألوان الغامقة، يفضل فيها أجراء عملية تفتيح Brightening لألوان الصورة،كي تبدو معالم الصورة أكثر وضوحاً ،وذلك عن طريق زيادة نسبة اللون الأبيض في الصورة.
- الصورة المأخوذة في إضاءة قوية ،أو الصورة ذات الألوان القليلة ،يفضل أجراء عملية التباين Contrast ،لمحاولة تمييز نقاط الصورة عن بعضها ،وذلك عن طريق طرح نسبة معينة من معدل نقاط الصورة.

والشكل ٧ يوضح صورة اجريت عملية التحسين عليها باستخدام طريقتي Contrast وBrightening كل على حدا وذلك بعد عملية تقليل ألوان الصورة الى ١٦ لون فقط.



صورة ذات ١٦ لون **نتيجة تغيير Brightness** **نتيجة تغيير Contrast**

الشكل ٨

إجراء عملية تحسين على صورة ناتجة من عملية تقليل الألوان عن طريق تغيير نسبتي الاضاءة Brightness والتباين Contrast

تقليل حجم الصورة

بعد الحصول على الصورة الجديدة الناتجة من عملية تقليل الألوان، والتي تكون من نوع True Type، سواء أكانت ٢٤-Bit أم ٣٢-Bit، يحتفظ بمصفوفة الأوزان الناتجة عن عملية تقليل الألوان، ولغرض تحويل الصورة الى ٨-Bit يتم تكوين عناصر لوحة الألوان Pallet، اذ يجب تحديد ٢٥٦ لوناً لملء لوحة الألوان، وبذلك يتغير حجم الملف الى حجم جديد ،قد يصل الى ربع حجم الملف الأصلي كما موضح في الشكل ٨.

صورة نوع 32Bit حجمها 263K | **تحويل الصورة الى 24Bit حجمها197K** | **بعد تحويلها الى 8Bit حجمها 66 K**

الشكل ٩

صورة ناتجة من عملية تقليل الألوان من نوع 32 Bit الى 24 Bit ثم الى8Bit

الاستنتاجات

عند تطبيق شبكة كوهينن العصبية لغرض تقليل الألوان لوحظ ما يأتي:

- أن عملية اختيار الألوان كانت جيدة، ونتيجة لذلك لاحظنا أن توزيع الألوان في الصورة الناتجة كان جيداً، سواء في الصور التي تحوي على مساحات واسعة من لون واحد، أو الصور التي تحتوي على العديد من التفاصيل.
- لوحظ أن الصور التي تحتوي على عدد قليل من الألوان، يمكن تقليل ألوانها لحد ٦ ألوان، دون ظهور تشويه واضح.
- بعد إجراء عملية تقليل الألوان على الصور يمكن الحفاظ على نوعها ، True Type وذلك لأن الكثير من التطبيقات لا يهمها حجم الصورة بقدر اهتمامها بمعلومات الصورة.
- يمكن تحويل الصورة الناتجة الى ملفات من نوع 8-Bit لغرض تقليل حجمها، ودون حدوث أي تشويه نتيجة عملية التحويل، ونتيجة لتقليل حجم الصورة سيقل الوقت اللازم لعملية نقلها عبر الإنترنت ويختلف الوقت حسب سرعة المنظومة،كما يمكن استخدام الصورة الناتجة كخلفيات في الهواتف النقالة.
- لوحظ أن الصور الناتجة عن استخدام معادلة مسافة مانهاتن في عملية التدريب، كانت أفضل من الصور التي تم فيها استخدام معادلة المسافة الاقليدية، بالنسبة للصور التي تحتوي على كمية قليلة من لون معين، فضلاً عن أن معادلة مسافة مانهاتن لا تحتاج للكثير من العمليات الحسابية وهي بذلك تعطي سرعة في العمل .

- يفضل تغيير نسبتي التباين Contrast والإضاءة Brightening على الصور الناتجة عن عملية تقليل الألوان وتجربة عدة نسب لحين الحصول على النتيجة المطلوبة .
- لوحظ من خلال التجربة، أن أفضل نسبة لتغيير Brightening و Contrast هي التي تتراوح بين -١٠.١٠% بالنسبة لعملية Brightening ونسبة -٥.٥% بالنسبة لعملية Contrast.

المراجع

أولاً- المراجع باللغة العربية

١. بيداء إبراهيم خليل، "مقارنة التطبيق لبعض الشبكات العصبية الاصطناعية"،بحث ماجستير،جامعة الموصل، ٢٠٠١.
٢. رغد محمد سليمان الصايغ، "دراسة شبكة التنظيم الذاتي من خلال تطبيق تمييز الصور"، بحث ماجستير، جامعة الموصل، ٢٠٠٢ .
٣. علام زكي عيسى، "الشبكات العصبية – البنية الهندسية –الخوارزميات –التطبيقات" شعاع للنشر والعلوم، سوريا، ٢٠٠٢.

ثانياً-المراجع باللغة الاجنبية

1. Douglas W.Cromey ,January,"Digital Imaging" University of Arizona 2003. http://swehsc.pharmacy.arizona.edu/exppath/micro/digimageintro.html
2. Gonzalez, Rafael C,Woods,R.E., "Digital Image Processing", 2nd edison, Publisher: Prentice,2002 .
3. Kalid S.A.,"Image Processing for VQ on Neural Networks" M.Sc. Thesis, College of Science ,University of Mosul , 1997.
4. Luger G.F. and Stubble Field W. A.," Artificial Intelligence Structure St Rategies for Complex Problem Solving",Addison Wesley longman, Inc.,USA, 1998.
5. Papamarkos, Niko.,"Color Reduction Using Local Features and a SOFM Neura Neural Network "Democritus University of Thrace ,Greece, 2002. http:// ipml.ee.duth.gr/~papamark/color%20reduction.pdf
6. Umbaugh, Scott E., Ph.D.,"Computer Vision and Image Processing a Practical Approach Using CVIP Tools ,Prentice Hall PTR, 1998.
7. Zurada,J.M., "Introduction to Artificial Neural System", Jaico Publishing Mumbai, 1996.

Colors Reduction In Images Using Neural Networks (Kohonen)

ABSTRACT

This research uses a method based on Self-Organizing Feature Maps (SOFM) neural network. The (SOFM) is competitively trained according to the kohonen learning algorithm.

After training, the output neurons of the (SOFM) define proper classes of colors that best define the image by using Manhattan distance instead of the traditional Euclidean distance. Next each pixel is compared with resulted colors. Then each pixel is redrawn according the new colors

In order to reduce the size of the image a transformation was made from (True Type) to (8 Bit).

Also an enhancement has been made on the resulted image to hide some side affects resulted from the color reduction operation.

The research was applied on colored and Gray level images.