

استخدام نموذج الآلات الخلية لمزج العلامة المائية داخل الصورة الرقمية

Adel Z. A. A. Abu Shnaf
Omer Al-Mukhtar University
Adel.zayed@omu.edu.ly

Elmabrouk El Saket
Omer Al-Mukhtar University
elmabrouk.elsaket@omu.edu.ly

Omran A. H. Mohamed
College OF Engineering Technologies – EL Gubba
omran.a.h.mohamed@gmail.com

Majdi Mohammed Talib
College OF Engineering Technologies – EL Gubba
mjdy161616@gmail.com

الملخص

مع تطور وسائل الاتصالات و تبادل البيانات الرقمية في وقتنا الحاضر، ظهرت الحاجة الملحة لحماية هذه البيانات (صوت ،صورة ، نص ، فيديو) المتبادلة علي شبكات الاتصالات الرقمية من المتطفلين و العابثين بهذه البيانات الرقمية للاطلاع عليها و التغيير في محتواها ومن هنا أصبح من الضرورة اعتماد تقنيات وآليات جديدة أكثر سرية وأمنية للحفاظ علي البيانات الرقمية المتبادلة، ومنها تقنيات (مزج العلامات المائية مع البيانات الرقمية لحمايتها) وهذا ما دفعنا لعمل هذه الدراسة وذلك بتصميم و استخدام نموذج جديد لمزج العلامات المائية داخل صورة رقمية باستخدام نموذج الآلات الخلية و مقارنة النتائج مع نماذج مستخدمه سابقاً لمزج البيانات الرقمية والعلامات المائية ،وذلك ما تم تحقيقه باستخدام النموذج المقترح الذي ظهرت فيه نتائج توزيع (انتشار) العلامة المائية في الصورة الرقمية بشكل منتظم من بداية الصورة الرقمية إلى نهايتها، مقارنة مع النماذج السابقة التي تنتشر فيها العلامة المائية بجزء معين من الصورة يصل إلى 70 % كما تم توضيحه في النتائج الموضحة بالصور و الجدول الزمني.

الكلمات المفتاحية : الصور الرقمية ، العلامة المائية ، الآلات الخلية.

Abstract

With the development of the means of communication and the exchange of digital data at the present time, the urgent need was asserted to protect these data, (voice, picture, text, video), exchanged on digital communication networks from intruders and tamperers who tamper with these digital data in order to see them and change their content, therefore, it became necessary adopting new technologies and mechanisms that are more confidential and secure to preserve exchanged digital data, including techniques (blending watermarks with digital data to protect them). This prompted us to conduct this study by designing and using a new model for blending watermarks into a digital image using the cellular automata model and comparing the results with forms used previously to blend digital data and watermarks. That's what was achieved by using the proposed model in which the results of the distribution (spread) of the watermark appeared in the digital image regularly from the beginning of the digital image to its end, compared to previous models in which the watermark is spread in a certain part of Image reaches 70% as indicated in the results shown in pictures and timetable.

Keywords: Digital Images, Watermark, Cellular Automata

مقدمة

مع التطور السريع في وسائل الاتصالات وشبكات الحاسوب والإنترنت وثورة المعلومات الرقمية، تتوفر البيانات بصيغها الرقمية (نص، صورة، صوت، وفيديو) مما أدى إلى ظهور العديد من الفرص للإبداع والابتكار بالإضافة إلى ظهور تحديات أمنية، فشبكات الحاسوب كثيراً ما تكون عرضة للاختراق، وبالتالي سرقة أو تعديل هذه البيانات مما يؤدي إلى الحاجة لأمن هذه البيانات الرقمية والى وسائل لحماية حقوق الملكية لأصحاب هذه البيانات.

فالبيانات الرقمية digital data هي أي بيانات قابلة للتخزين والتعامل معها بواسطة الأجهزة الرقمية، فقد تُمثل هذه البيانات نصوصاً أو أصوات أو صور أو فيديو، و قد تمثل برامج حاسوبية [1]. هنالك العديد من طرق حماية حقوق الملكية للبيانات،

منها ما يتم طريق إخفاء معلومات عن المالك الأصلي للبيانات ضمن البيانات المُراد حمايتها (كتوقيع أو شعار شركة). وتسمى طريقة الإخفاء هذه بالعلامة المائية الرقمية (digital watermarking)، بحيث يمكن باستخدام خوارزمية معينة الحصول على هذه البيانات لاحقاً لإثبات الملكية لصاحبها [2]. يهدف هذا البحث إلي عرض طريقة جديدة لمزج العلامة المائية في صورة رقمية وذلك باستخدام نموذج الآلات الخلية Cellular Automata في بيئة برنامج الماتلاب Matlab.

الدراسات السابقة

يعتبر استخدام الآلات الخلية في إخفاء العلامة المائية من الأفكار الجديدة، و تمت مقارنة عملنا بعملين مهمين هما عمل الباحث (Ruisong Ye, Huiliang Li) [3] وعمل الباحث عبد اللطيف أبو دلهوم وآخرون [4]. تم اختيار هذه الأعمال لأنها أعطت وصف لنماذج جديدة وأعطت تحسيناً ملحوظاً على الطرق السابقة.

الدراسة الأولى :

قام الباحث (Ruisong Ye, Huiliang Li) [3] بعمل نموذج آلات خلية بحجم الصورة الأصلية يتم تعبئته بقيم عشوائية (يجب هنا حفظ قيمة البدء، الحالة الابتدائية seed، لدالة القيم العشوائية). بعد ذلك يتم تشغيل النموذج حسب القاعدة 224 من قواعد الآلات الخلية الأولية ذات البعدين، فتتغير تلك القيم العشوائية في كل مرحلة (generation). أثناء ذلك يتم في كل مرحلة نقل عناصر الصورة (pixels)، التي قيمة المواقع المناظرة لها في نموذج الآلات الخلية مساوية للواحد ووضعها في صورة جديدة بشكل متسلسل، تسمى هذه العملية بالمزج (scrambling) والنتائج النهائي لهذه العملية هي صورة جديدة مختلفة عن الصورة الأصلية ولكن لها نفس البكسلات، يتم بعد ذلك إضافة صورة العلامة المائية عن طريق عملية جمع منطقية (OR operation) لقيم عناصر الصورة المتناظرة بنسب معينة، بعد ذلك يتم عكس الخوارزمية لاسترجاع الصورة الأصلية وبالتالي تنتشر عناصر صورة العلامة المائية عبر الصورة الأصلية كنوع من التشويش الخفيف، و لاستعادة العلامة المائية يجب عكس الخطوات السابقة مع معرفة عدد كل من المتغيرات مثل قيمة الحالة الابتدائية قاعدة الآلات الخلية بالإضافة إلى عدد المراحل. من مميزات هذه الطريقة بساطتها واستخدامها للآلات الخلية و سرعة في التطبيق.

من عيوب هذه الطريقة زيادة حجم التشويش كلما اقترب حجم العلامة المائية من حجم الصورة الأصلية أو اختلفت ألوانهما بشكل كبير، و أيضا استخدامها لآلات خلووية ذات بعدين وبالتالي زيادة التعقيد الزمني للخوارزمية.
الدراسة الثانية :

قام الباحث عبد اللطيف أبو دلهوم وآخرون [4] بتحسين العمل في الدراسة السابقة عن طريق استخدام قاعدة لعبة الحياة بدلا عن القواعد التي استخدمت مثل قاعدة 224، يعتبر استخدامهم لعبة الحياة في موضوع العلامة المائية الأول من نوعه، كما أنه أعطى تحسیناً بسيطاً في النتائج من الدراسة الأولى.

العلامة المائية watermarking :

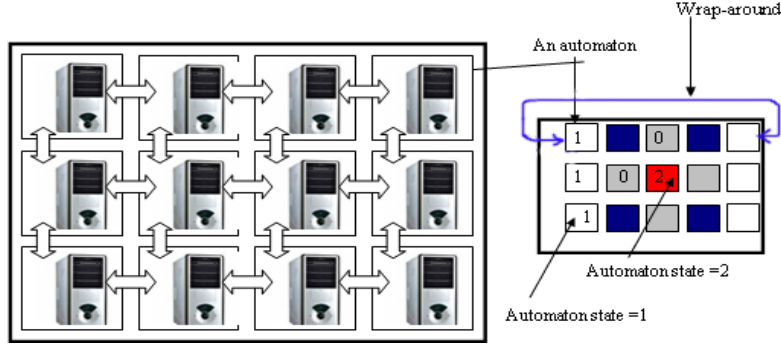
هي عبارة عن تعديل في العمل الأصلي الذي يسمى الحاوية أو الغطاء (عبارة عن بيانات رقمية) لإضافة معلومات المالك للعمل أو أي بيانات أخرى (بيانات رقمية أصغر حجماً بكثير). تختلف العلامة المائية عن طريقة التمويه في أن عملية التمويه تهتم بالبيانات المخفية بينما في العلامة المائية الاهتمام هو حماية العمل نفسه وليس البيانات المخفية [2]. يجب على العلامة المائية أن تقاوم أي تعديل يطرأ على العمل الأصلي.

الآلات الخلووية Cellular Automata

عبارة عن نموذج ديناميكي بسيط للحوسبة يُعطي سلوكاً و مُخرجات معقدة، يمكن تخيل هذا النموذج كمجموعة من الحواسيب المتشابهة والتي تحوي على نفس البرنامج ولديها ذاكرة تحمل قيم ابتدائية يمكن تغييرها حسب المسألة (شكل 1) يوضح ذلك، هذه الحواسيب تتفاعل مع بعضها البعض عن طريق علاقة جوار تختلف من مسألة إلى أخرى.

بصيغة رياضية يمكن اعتبار الآلات الخلووية تركيبة خماسية عناصرها (S, N, f, A, C) حيث S عبارة عن مجموعة منتهية من الحالات، N عبارة عن مجموعة الخلايا المتجاورة، f عبارة عن دالة الانتقال التي عن طريقها تتغير قيم

الخلايا في كل مرة، ال A عبارة عن القيم الابتدائية وال C عبارة عن مجموعة الخلايا[6].



شكل (1): الآلات الخليوية

أهم عناصر ومصطلحات نماذج الآلات الخليوية :

عدد الأبعاد لنموذج الآلات الخليوية Number of dimensions

معظم نماذج الآلات الخليوية قد تكون ذات بعد واحد (1D) أو بعدين (2D) ولكن قد توجد نماذج ذات عدد أبعاد أكبر و يزداد تعقيدها كلما زاد عدد الأبعاد، أيضا يصعب تصور ورسم النماذج الأكبر من ثلاثة أبعاد.

حجم نموذج الآلات الخليوية Size

ويقصد به عدد الخلايا الموجودة في النموذج، و يمكن حساب حجم نموذج الآلات الخليوية ببساطة عن طريق ضرب عدد الخلايا في كل بعد، النموذج التجريدي للآلات الخليوية قد يحوي عدد لا نهائي من الخلايا وبالتالي فهو يسمح بتصميم نموذج لآلات خليوية يتسع ويكبر عند الحاجة[7].

حالات نموذج الآلات الخليوية :

هي عبارة عن مجموعة محدودة من القيم التي يمكن للخلايا أن تأخذ أياً منها، مثلا نموذج الآلات الخليوية ثنائي الحالة (binary) يمكن أن تأخذ خلاياه إحدى قيمتين واحد أو صفر، مثال آخر نموذج فون نيومان المشهور يتكون من 2^9 حالة. يمكن لهذه

الحالات أن تكون أي نوع بيانات (أعداد، قيم نصية، ... الخ) ولكن لا بد أن تكون محدودة. فكل حالات الخلايا تتغير في كل مرة نطبق فيها قواعد نموذج الآلات الخليوية، وحالة كل خلية في الجيل القادم تعتمد على حالة الخلية وحالة جيرانها في الجيل الحالي.

دالة الانتقال لنموذج الآلات الخليوية :

دالة الانتقال تسمى أيضا قواعد النموذج أو قواعد تحديث الحالات. هذه الدالة عبارة عن خوارزمية أو برنامج مُخزن في كل خلية ويتم تنفيذه كل مرة يتم فيها تشغيل النموذج، في كل مرة يتم تطبيق هذه القواعد سينتج جيل جديد (قد يشابه الجيل السابق أو قد لا يشابهه). يتم تطبيق هذه القاعدة لعدد معين من المرات أو يتم التوقف حسب شرط معين وهذا يختلف حسب المسألة.

يمكن إعطاء أسماء للنماذج حسب القواعد الخاصة بكل نموذج هذه الطريقة للتسمية تم ابتكارها من قبل العالم Wolfram وأصبحت تسمى (Wolfram code). تختلف طريقة التسمية حسب عدد الأبعاد للنموذج. فمثلا في نموذج الآلات الخليوية أحادي البعد، كل خلية لديها عدد 2 جيران لذا يمكن أن تعطي $2^3 = 8$ شكل للخلايا لاحظ أن الأس (exponent) يساوي عدد الخلايا المتجاورة زائد واحد، مما ينتج عدد $2^8 = 256$ قاعدة مختلفة، مثال على ذلك قاعدة رقم 3 في آلات خليوية أحادية البعد:

$$f(000, 001, 010, \dots, 111) = (1, 1, 0, \dots, 0) = 20 + 21 = 1 + 2 = 3$$

أما بالنسبة لنموذج الآلات الخليوية ذات البعدين فكل خلية لديها عدد 8 جيران وبالتالي عدد الأشكال المختلفة للخلايا $2^9 = 512$ مما ينتج عدد 2512 قاعدة مختلفة، مثال ذلك قاعدة رقم 3 في آلات خليوية ثنائية البعد:

$$f(000000000, 010000000, 011000000,$$

$$, 111111111) = (1, 1, 0, \dots, 0) = 20 + 21 = 1 + 2 = 3$$

وبشكل عام عدد القواعد يمكن حسابه باستخدام المعادلة التالية: عدد القواعد =

$$S^{S^{(2n+1)^d}}$$

حيث S هو عدد الحالات و n عدد مستوى الخلايا المتجاورة (القطر وعادة يساوي واحد) و d هو عدد الأبعاد [8].

يوجد نوعان شائعان من علاقات الجوار هما علاقة الجوار الخاصة بالعالم (von Neuman) وعلاقة الجوار الخاصة بالعالم (Moore)، و في هذين النموذجين قد يتسع القطر ليشمل أكثر من مستوى واحد وهذا أيضا لا بد أن يتحدد في قاعدة الآلات الخليوية ويمكن حساب عدد الجيران للخلية حسب المعادلات التالية:

$$(2 * n + 1)^d - 1 = \text{Moore}$$

$$2 * n * d = \text{Von Numan}$$

حيث d هو عدد الأبعاد و n عدد مستويات الخلايا المتجاورة وهو عادة واحد [8].

طريقة عمل النموذج المقترح :

تقوم فكرة عمل هذا النموذج على استخدام آلات خليوية ذات بعد واحد وبالتالي تحسين أداء العمل السابق (الدراسات السابقة) من حيث السرعة ومساحة الذاكرة المستخدمة، الخوارزمية الجديدة مسرودة بالتفصيل بالخوارزمية الوهمية الخاصة بالمزج.

خوارزمية النموذج المقترح

خوارزمية المزج :

المدخلات I = مُفهرس الصورة (الطول ، العرض أو العمق)

المخرجات J = المؤشرات الممزوجة

S = القيمة الابتدائية (البذرة)

إنشاء ثلاث مصفوفات من نوع البعد الواحد بطول I و هي: المصفوفة P تحتوي على أرقام الفهرسة، المصفوفة A تحتوي على أرقام ثنائية عشوائية، المصفوفة E و تحتوي جميع خاناتها على القيمة الثنائية 1 (مصفوفة واحدات)

$n = I$ // مفهرس جديد

نفذ 20 مرة // طویل بما يكفي

لكل عنصر في المصفوفة p

طبق القاعدة 7 في نموذج الآلات الخليوية

إذا كانت (القيمة الحالية في A) $= 1$ و كانت (القيمة الحالية في E) ~ 1

$j(n) =$ القيمة الحالية في P

القيمة الحالية في $E = 0$

$n = n + 1$

إذا كانت $A == J$ // لا يوجد تحديثات جديدة

اخرج من الخوارزمية

أرجع J

خوارزمية العلامة المائية

المدخلات: $A =$ الصورة الأصلية ، $W =$ صورة العلامة المائية

المخرجات: $B =$ صورة مع العلامة المائية

$n =$ عدد التكرارات

$S1, S2, S3 =$ ثلاث قيم مبدئية

امزج مفهرسات المصفوفة A (الطول، العرض، العمق) و احصل على مفهرسات

جديدة d, w, h و ثلاث قيم مبدئية (ثلاث بذرات) $S1, S2, S3 //$ أنشئ الصورة

الممزوجة

كرر k من التكرارات

لكل عنصر في المصفوفة A

$B(i,j,k) = A(h(i), w(j), d(k)) //$ ضمن صورة العلامة

$B = W * 0.9 + A * 0.1; //$ أنشئ الصورة المدمجة بالعلامة

كرر k من التكرارات

لكل عنصر في المصفوفة A

$B(h(i), w(j), d(k)) = A(i, j, k);$

ارجع B

في مرحلة المزج scrambling لهذه الخوارزمية نقوم بإنشاء آلة خلوبية ذات بعد واحد لكل بعد من أبعاد الصورة و هي الطول والعرض والارتفاع (بافتراض أن لدينا صورة ثلاثية الأبعاد) نقوم بملء هذه الآلات بإعداد ثنائية عشوائية كحالة ابتدائية.

ثم نطبق فكرة (Ruisong Ye, Huiliang Li) [3] على كل آلة خلوبية ولكن باستخدام احد قواعد الآلات الخلوبية ذات البعد الواحد مثلا القاعدة رقم 7 (شكل 2)، لاحظ تسلسل الأرقام الثنائية باللون الأحمر في الحالة الجديدة حيث يعطي العدد الثنائي 00000111 وهو العدد 7 في النظام العشري، الآلات الخلوبية ذات البعد الواحد عادة لديها جاران أيمن وأيسر. وتتغير قيمة الخلية حسب قيم جارها بالإضافة إلى قيمتها (مما ينتج 8 احتمالات من 0 إلى 7). فمثلا في الاحتمال الخامس إذا كانت الخلية قيمتها 0 وجيرانها قيمتهما واحد سنتظ في الحالة الجديدة كما هي، مثال آخر الاحتمال الأول حيث تُنص القاعدة إذا كانت الخلية قيمتها 0 والجار الأيمن 1 والجار الأيسر 0 فإنها تصبح 1 في الحالة الجديدة.

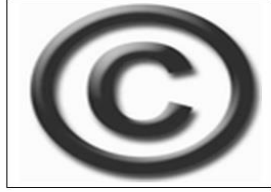
7	6	5	4	3	2	1	0	#
111	110	101	100	011	010	001	000	الحالة القديمه
101	100	101	100	001	010	011	010	الحالة الجديده

شكل (2): مثال على القاعدة رقم 7 لآلات خلوبية أحادية البعد

نشغل النموذج لعدة حالات حتى نحصل على كل عناوين البكسلات indices للصورة ولكن بترتيب متغير، نستخدم هذه العناوين المتغيرة لنقل كل بكسل في الصورة من مكانه الأصلي إلى مكانه الجديد حسب العنوان المتغير. يجب حفظ القيمة العشوائية الابتدائية لكل آلة خلوبية بالإضافة إلى نوع قاعدة الآلات الخلوبية المستخدمة حتى نستطيع استعادة الصورة الأصلية. نقوم بعد ذلك بإضافة صورة العلامة المائية إلى الصورة بعد المزج ونعكس الخوارزمية السابقة للحصول على الصورة الأصلية و بها العلامة المائية المخفية على شكل تشويش بسيط ولاستعادة العلامة المائية كل ما نحتاجه هو نطبق الخوارزمية العكسية بكل بساطه.

تحليل وتقييم نتائج

قمنا بتطبيق النموذج المقترح باستخدام بيئة ماتلاب Matlab التي توفر العديد من الإمكانيات والأدوات الجاهزة لمعالجة الصور. كما قمنا بعمل العديد من التجارب على مجموعة مختلفة من الصور الرقمية (ثنائية، رمادية وملونه) وقد راعينا اختلاف البيانات الموجودة في الصور (نوعية التفاصيل) واختلاف الأحجام لها من صغيرة الحجم إلى متوسطة وكبيرة الحجم كما هو موضح في الجدول رقم (1). تم استخدام آلات خلوبية مع القاعدة رقم سبعة 7 بعدد متغير من المراحل والجدول (1) و الأشكال التالية تبين ذلك



ب. العلامة المائية: صورة لرمز حقوق الملكية صورة رمادية بحجم 8 بت للبيكسل وأبعادها 97 × 100

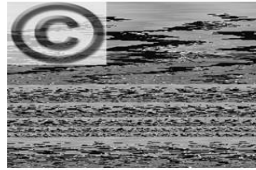


أ. الصورة الأصلية: صورة رجل الكاميرا صورة رمادية بحجم 8 بت للبيكسل وأبعادها 256 × 256

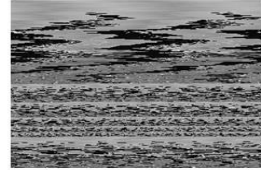
شكل (3): الصورة الأصلية و العلامة المائية



الصورة الأصلية و بها العلامة المائية مخفية بعد عكس عملية المزج Scrambling



الصورة الأصلية بعد عملية المزج وإضافة العلامة المائية



الصورة الأصلية بعد عملية المزج Scrambling

شكل (4): تجارب نموذج العلماء الصينيون قاعدة 224 من الدراسة الأولى [3]



الصورة الأصلية و بها العلامة المائية مخفية بعد عكس عملية المزج Scrambling



الصورة الأصلية بعد عملية المزج وإضافة العلامة المائية

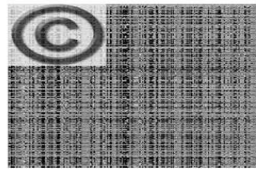


الصورة الأصلية بعد عملية المزج Scrambling

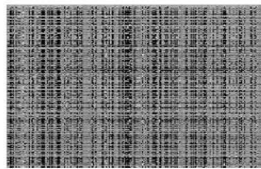
شكل (5): تجارب نموذج قاعدة لعبة الحياة من الدراسة الثانية [4]



الصورة الأصلية و بها العلامة المائية مخفية بعد عكس عملية المزج Scrambling



الصورة الأصلية بعد عملية المزج وإضافة العلامة المائية



الصورة الأصلية بعد عملية المزج Scrambling

شكل (6): تجارب النموذج المقترح

مناقشة النتائج من خلال الصور

الصورة الأصلية بعد عملية المزج Scrambling

نلاحظ أن تدرج اللون الرمادي واضح بمعنى اللون الأبيض و الأسود عند مزج الصورة في الدراسات السابقة وهذا يعني ان عملية مزج الصورة لم تتم بشكل كامل (بعثرة بكسلات الصورة)

أما في النموذج المقترح فنلاحظ مزج الصورة بشكل أفضل من خلال توزيع تدرج الرمادي علي شكل مصفوفة من اللونين الأبيض و الأسود وهذا يعني إن عملية المزج تمت بشكل أفضل بكثير .

الصورة الأصلية وبها العلامة المائية مخفي بعد عكس عملية المزج Scrambling

نلاحظ أن العلامة المائية عند إضافتها و إعادة تنفيذ عملية المزج لترتيب الصورة الأصلية بشكل صحيح في هذه المرة تتوزع العلامة المائية (تتم له عملية المزج) داخل أجزاء الصورة الرقمية ومن خلال الصور يتضح أن صورة العلامة المائية تظهر علي شكل تشويش بسيط في الصورة الأصلية كما نلاحظ أن العلامة المائية توزعت علي أجزاء الصورة بنسبة تفوق 70% من أجزاء الصورة تقريباً فعند محاولات حذف العلامة المائية من الصورة يتطلب حذف الجزء الذي تتواجد به العلامة المائية من الصورة الرقمية (البيانات الرقمية) ويتبقى الجزء الآخر خالياً من أي مظهر للعلامة المائية كما أن الجزء المتبقي الذي لم يتواجد به أي جزء من العلامة المائية عرضة لوضع علامات مائية أخرى زائفة .

أما في النموذج المقترح فنلاحظ أن العلامة المائية عند إضافتها و إعادة تنفيذ عملية المزج لترتيب الصورة الأصلية بشكل صحيح في هذه المرة تتوزع العلامة المائية (تتم له عملية المزج) داخل أجزاء الصورة الرقمية بشكل كامل والتي تظهر علي شكل تشويش بسيط في الصورة الأصلية وهنا نلاحظ أن العلامة المائية توزعت علي كافة أجزاء الصورة وهذا يعني أن في أغلب أجزاء الصورة الرقمية يوجد جزء من العلامة المائية فعند محاولات حذف العلامة المائية من الصورة يتطلب حذف أجزاء متفاوتة منها وبالتالي تشويشها بالكامل وهنا تكمن قوة النموذج المقترح في توزيع العلامة المائية

على بكسلات الصورة الرقمية (البيانات الرقمية) بشكل منتظم من البداية إلى النهاية . كما أنه عند إضافة علامة مائية زائفة يعني إضافة تشويش آخر للصورة. و تمت مقارنة زمن التنفيذ لهذا النموذج المقترح على مجموعة من الصور ،شكل (7)، مع نموذجي قاعدة 224 و قاعدة لعبة الحياة و هذه المقارنة في الجدول (1) و الشكل (8)

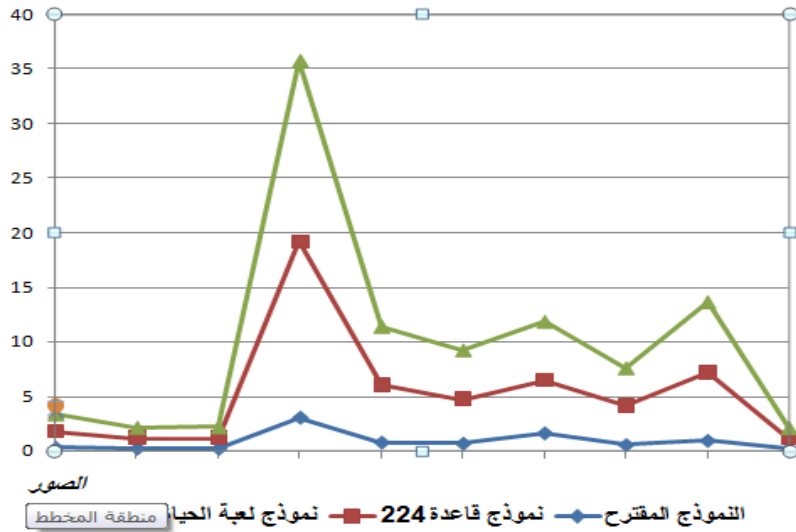


شكل (7): مجموعة الصور التي تم استخدامها في المقارنة

جدول (1) يقارن بين زمن التنفيذ للنموذج المقترح والنماذج السابقة :-

الصورة	حجم الصورة	النموذج المقترح	قاعدة 224	قاعدة لعبة الحياة
جان الصغيرة	362, 300	0.268708	1.54671	1.538432
رجل الكاميرا	256 , 256	0.221215	0.970117	0.953681

0.990631	0.995987	0.206585	256 , 256	فون نيومان
16.54439	16.21242	2.997151	1024,1024	ورده
5.380383	5.269635	0.760729	600, 600	بيت
4.478634	4.094254	0.656744	512, 512	امراة
5.345602	4.907995	1.595279	585, 581	اينشتاين
3.453527	3.604197	0.529204	464, 448	لوحة الكترونية
6.458779	6.26671	0.917492	666, 666	كاس فراولة
0.945227	0.960852	0.194402	256, 256	لينا



شكل (8) شكل بياني يمثل الفرق في زمن التنفيذ لجدول 2

الخلاصة Conclusion

قمنا في هذا البحث بتقديم نوع جديد لنموذج آلات خلية أحادية البعد يتميز بالبساطة والكفاءة ويمكن تطبيقها في حماية حقوق الملكية. تم تطبيق النموذج المقترح في بيئة الماتلاب على الصور الرقمية كمثال على بيانات رقمية مع ملاحظة أنه يمكن تطبيق

الطريقة على إي نوع من البيانات بسهولة.تم التأكد بأن العلامة المائية المخفية بطريقتنا تنتشر و تتوزع على معظم أجزاء الصورة الرقمية و بشكل منتظم من البداية حتى النهاية كما إن وقت التنفيذ قل بشكل ملحوظ مقارنة مع الدراسات السابقة المذكورة في هذا البحث.

المراجع

- [1]. Gonzalez, R. and Woods, R., Digital Image Processing, (3rd Ed), Addison-Wesley, (2008).
- [2]. Cox et al., Digital Watermarking and Steganography. 2nd Edition. Morgan Kaufmann; Elsevier, (2008).
- [3]. Ruisong Ye, Huiliang Li. , 2008. A Novel Image Scrambling and Watermarking Scheme Based on Cellular Automata. International Symposium on Electronic Commerce and Security; pp: 938 – 941. Guangzhou, China.
- [4]. Abu Dalhoum, A et al, 2011, Digital Image Scrambling Method Based On Two Dimensional Cellular Automata: A Test of the Lambda Value. IEEE .vol 99; pp:1.
- [5]. S. P. Mohanty, “Watermarking of Digital Images”, [Masters Thesis](#), Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, India, 1999.
- [6]. Ye, R. and Le, H., 2008, A Novel Image Scrambling and Watermarking Scheme Based on Cellular Automata, International Symposium on Electronic Commerce and Security, Vol. 3, No. 5, pp.: 938 – 941.
- [7]. Chen, R. and Laia, J., (2007), Image security system using recursive cellular automata substitution, *Pattern Recognition*, Vol. 40, Issue 5, pp.: 1621-1631
- [8]. Liu, S., Chen, H. and Yang, S.,(2008), A Mathematical Theory of Communicationa , Proceedings of the 2008 Congress on Image and Signal Processing, Vol. 3 pp. 294-297