



تحليل جودة الخدمات الصحية في قسم الأشعة / مستشفى الواسطي التعليمي باستعمال الخوارزمية الجينية

أ.د. حامد سعد نور الشمرتي¹ ، سعاد عبدالحسين موسى²

المستخلص

يتضمن هذا البحث استعمال الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm (GA في تحليل جودة الخدمات الصحية لقسم الأشعة / مستشفى الواسطي التعليمي ، بهدف تقليل أوقات انتظار المراجعين وتحسين الخدمة المقدمة لهم ، إذ إن العمل يكون مقسماً بحسب تسلسل المراجع ووقت وصوله الى قسم الأشعة ، إذ تم جمع البيانات لكل من (وقت الوصول، وقت الخدمة ، وقت المغادرة) لكل مراجع بالدقائق . بعد تنفيذ الخوارزمية الجينية والاستفادة من خواصها ومضمون خطواتها بينت النتائج انها اعطت حلول ذات مقبولية ودقة عالية يستند عليها الباحث في اتخاذ قراره وبناء ما هو يتناسب مع الواقع الصحي والنهوض به .

الكلمات المفتاحية : الخوارزمية الجينية، نظام الانتظار، الطفرة الوراثية

انتساب الباحثين

¹ كلية ادارة الاعمال، جامعة البیان،

العراق، بغداد، 10001

² كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة

المستنصرية، العراق، بغداد، 10001

¹Hamed.Saad@albayan.edu.iq

²Souadabdelhusseinmusa@gma
il.com

² المؤلف المراسل

معلومات البحث

تأريخ النشر : كانون الأول 2022

Affiliation of Authors

¹ College of Business
Administration, Al-Bayan
University, Iraq, Baghdad,
10001

² College of Business and
Economics, Al-Mustansiriya
University, Iraq, Baghdad,
10001

¹Hamed.Saad@albayan.edu.iq

²Souadabdelhusseinmusa@gma
il.com

² Corresponding Author

Paper Info.

Published: Dec. 2022

Analysis of the Quality of Health Services in the Radiology Department / Al-Wasiti Teaching Hospital Using the Genetic Algorithm

Prof. Dr. Hamed Saad Nour Al-Shamrti¹ , Souad Abdul-Hussein Musa²

Abstract

This research includes the use of the Genetic Algorithm (GA) in analyzing the quality of health services for the Radiology Department / Al-Wasiti Teaching Hospital, with the aim of reducing the waiting times of the auditors and improving the service provided to them, as the work is divided according to the sequence of references and the time of their arrival to the radiology department, where a collection of Data for each of (arrival time, service time, departure time) for each reference in minutes.

After implementing the genetic algorithm and taking advantage of its properties and the content of its steps, the results showed that it gave acceptable and high-accuracy solutions on which the researcher relies in making his decision and building what is commensurate with the health reality and its advancement.

Keywords: genetic algorithm, waiting system, genetic mutation

الاقسام في اداء عملها، ونظراً للأعداد الكبيرة للمراجعين في قسم الأشعة بمستشفى الواسطي التعليمي في مدينة بغداد لذا فإن من الأهمية دراسة مستوى الخدمات المقدمة في هذا القسم محل الدراسة، ولأن اغلب الشكاوى المقدمة من المراجعين هي بسبب الصعوبات في الحصول على مواعيد مناسبة او بسبب طول وقت انتظارهم لتلقي الخدمات الصحية وان ظهور المشاكل التي تسبب

المقدمة (Introduction):

تعد اوقات الانتظار في الاقسام الصحية من أهم الامور التي تولى إدارة المستشفيات اهتماماً كبيراً لها وذلك بالاستعانة بالعديد من الوسائل لتحسين مستوى الخدمات المقدمة للمراجعين والذي احدهما اختصار او التقليل من اوقات الانتظار، إذ إن اوقات الانتظار هي التي تبين فاعلية الخدمات المقدمة للمراجعين في هذه

عملية التوالد مما يتيح انتاج ذرية أفضل في المستقبل ، فضلاً عن ان عملية التكرار المستمر يحسن نوعية الذرية تدريجياً ، إذ إن هذه الخوارزمية هي محاكاة لنظرية داروين الشهيرة في الارتقاء والتطور التي وضعها عام 1859 ، كما تعتمد الخوارزمية الجينية على آلية الانتقاء الطبيعي ونظام الجينات الطبيعية .

1. منهجية وتفاصيل الخوارزمية الجينية:

ان التطور التكنولوجي الواسع والكبير في مجال الحاسبات الالكترونية دفع الكثير من الباحثين الى الاعتماد على اسلوب خوارزميات الذكاء الاصطناعي ومن بين هذه الخوارزميات هي الخوارزمية الجينية التي نجحت في تحقيق الامثلية والتوصل الى حلول جيدة ومنطقية ودقيقة .

كما هو معروف ان الخوارزمية الجينية تعدّ واحدة من طرق البحث المبينة على آلية الانتقاء (الاختيار) الطبيعي وعلم الوراثة الطبيعي. تصنف الخوارزمية الجينية كواحدة من الخوارزميات التطورية (Evolutionary Algorithm) والمبينة على اساس محاكاة عمل الطبيعة من منظور العالم دارون. تستخدم هذه الخوارزمية كطريقة بحث عشوائي لغرض ايجاد حلول مثلى او قريبة من المثلى عن طريق تحقيق مبدأ الامثلية واستخدام آليات احيائية طبيعية مثل الوراثة والتزاوج والطفرة الوراثية وتعدّ هذه الخوارزمية من التقنيات الحديثة الهامة في مجال البحث عن الحل الامثل من بين مجموعة من الحلول المتوفرة من خلال تحرير الصفات الجيدة لعمليات التوليد المتعاقب وانتاج ذرية مثلى وتكرار الدورات الوراثة لتحسين الذرية باطوار وانماط حديثة.

الخوارزمية الجينية تنفذ باستخدام برامج محاكاة حاسوبية عن طريق استخدام اصغر عنصر في الخوارزمية وهي الكروموسومات كافراد في عملياتها للوصول الى الحل الامثل. هناك عدة طرق لتمثيل الكروموسومات وأهمها التمثيل او الترميز الثنائي (Binary) والذي يستخدم فقط الارقام (1,0) والمستخدم في هذه الدراسة .

اما التطور (Evolutionary) فإنّه يبدأ عادة من اختيار الكروموسومات من المجتمع الاولي (الابتدائي) (Initial Population) وبشكل عشوائي وهذا الاختيار سينتكر من جيل الى اخر وفي كل جيل تحتسب قيمة المفاضلة عن طريق دالة المفاضلة (Fitness Function) لكل الكروموسومات وبشكل منفرد ومنفصل عن الاخر وبالاعتماد على قيمة هذه الدالة يتم اختيار الكروموسومات.

الاختناقات في المؤسسات الصحية ودوائر الدولة ، والتي تعيق التطور في جميع ميادين الحياة، مما دفع المؤسسات الى ايجاد الحلول المناسبة من خلال تحليل البيانات الموجودة تحليلاً كمياً ورياضياً للوصول الى القرارات الصحيحة ذات الكفاءة والدقة العالية كي يكون اداء المؤسسات متوافقاً وخدمة المجتمع.

لذا فإنّ التغيير الذي يحدث داخل المؤسسات الصحية والخدمية بصورة عامة دفع هذه المؤسسات والدوائر الى التوجه نحو البحث في طرائق التحليل المتنوعة من اجل الوصول الى حلول تصب في خدمة المراجعين من ناحية تقديم الخدمات لهم. ومن هذه الطرائق هي الخوارزمية الجينية والتي تعدّ من طرائق الذكاء الاصطناعي ومن الخوارزميات الحديثة والمتطورة وتمتاز بالدقة عالية والكفاءة والسرعة في الأداء في تحليل جودة الخدمات الصحية لقسم الاشعة في مستشفى الواسطي التعليمي.

يقدم مستشفى الواسطي التعليمي الرعاية الطبية والخدمية لعدد كبير من المرضى في مختلف التخصصات الطبية وبسبب ازدياد اعداد المراجعين والمرضى على مختلف الاقسام - ومن بينها قسم الاشعة - كونه مستشفى تحويلياً رئيساً لعدد من المدن والمناطق المجاورة لمدينة بغداد ؛ يترتب عليه الازدحام والتأثير في الخدمات المقدمة. ولأنّ مدة الانتظار للمراجعين والمرضى تعد من العوامل التي تحدد جودة الخدمات الصحية وان اغلب الشكاوى تكون بسبب الحصول على مواعيد متأخرة لذا فإنّ البحث سيحاول تسليط الضوء على الواقع الفعلي لفترة انتظار المرضى والصعوبات التي قد يتم مواجهتها في الحصول على مواعيد مرضية لتقديم الخدمة لهم لفترة تقديم الخدمات الصحية، والوقت المستغرق للمراجعة من لحظة الدخول حتى مغادرة المستشفى من خلال البيئة الحالية وتحليل الوضع ومحاولة الوصول الى مقترحات تساعد في زيادة جودة الاداء والوصول الى رضى المراجعين.

أولاً: نبذة تاريخية عن الخوارزمية الجينية (Abrief history of genetic algorithm)

ابتكرها^[1,2] العالم جون هولاند (John Holland) عام 1975 وطورها هو وطلابه في جامعة ميشيكان (University of Michigan) وقد نشر بحثاً عديدة في هذا المجال ، وكان الهدف الأساس منها بناء العديد من الخوارزميات والبرامجيات والأنظمة وتحسينها باستخدام هذه الخوارزمية . ويبدو اعتمادها الشديد على تمثيل عمل الجينات الوراثية خلال بحثها عن الحل الأمثل ، وهذا يتمثل في بقاء الفرد الأقوى الذي يحق له قبل غيره الدخول في

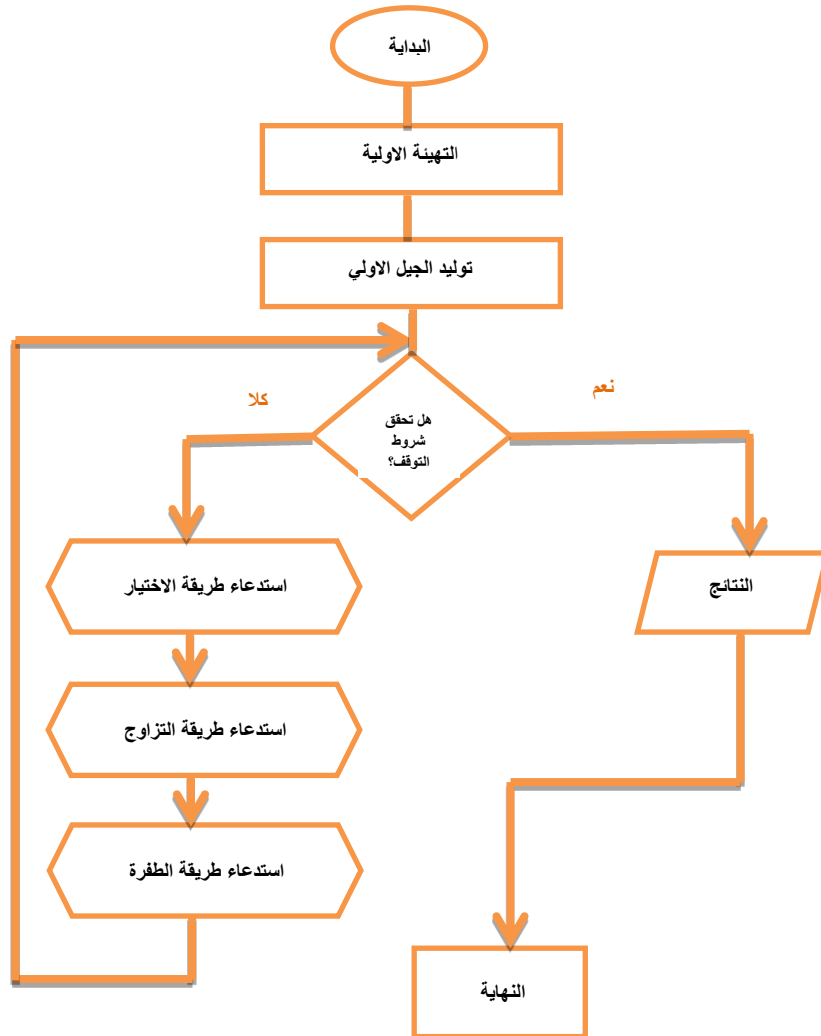
او الانتقاء لغرض توليد فردين جديدين وتستمر هذه العملية لغاية تكوين الجيل الجديد بكل افراده المتفق عليهم. توجد عدة انواع من التزاوج وقد تم تحديد crossover logic كنوع معتمد في هذا البحث.

الخطوة التي تلي عملية التزاوج هي الطفرة mutation الوراثية وهي عملية تغير مفاجئ في الأبناء المتولدة عن طريق عملية التزاوج بحيث تؤدي الى تغير في شكل الكروموسوم عن طريق تغير أحد جينات الكروموسوم وايضاً هناك عدة انواع من الطفرات الوراثية اما المستخدمة في دراستنا هذه فهي (عملية تغير قيمة الجين) وكان معدل الطفرة الوراثية هو (0.15) .

2-خطوات الخوارزمية الجينية

تتألف الخوارزمية الجينية من الخطوات التالية كما هو موضح بالشكل (1).

ان عملية الاختيار (selection) تطبق على جميع الاجيال المتعاقبة اذ يتم اختيار مجموعة من الكروموسومات على وفق نسبة معينة وفي هذه الدراسة تكون نسبة الاختيار 0.5 لغرض انتاج وتوليد جيل جديد. وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على طريقة عجلة الروليت (Roulette well selection) في عملية اختيار الكروموسومات ولتمثيل هذه الطريقة نفرض وجود عجلة الروليت التي يتم تقسيمها الى عدة قطاعات ويتم توزيع افراد الجيل على هذه القطاعات اعتماداً على قيمة دالة المفاضلة لكل فرد من افراد الجيل الحالي ومن بعدها تتم دحرجة العجلة بشكل عشوائي وانتظار وقوف العجلة عند مؤشر ما وعندها يتم اختيار الفرد المشار اليه وكما زادت قيمة المفاضلة للفرد زاد عدد قطاعاته في عجلة الروليت ومن ثم تزداد احتمالية اختياره وانضمامه لافراد الجيل القادم. اما في عملية التقاطع (التزاوج) crossover فيتم اجراء هذه العملية على الابوين اللذين تم اختيارهم عن طريقة عملية الاختيار



شكل رقم (1) يبين المخطط الانسيابي للخوارزمية الجينية

Chromosome $i = \text{gene}_1, \text{gene}_2, \text{gene}_3, \dots, \text{gene}_j$

ب: التهيئة (Initialization):

وهي الخطوة الأولى في الخوارزمية الجينية إذ يتم توليد مجموعة حلول عشوائية على شكل كروموسومات وإن طول الكروموسوم وطريقة تمثيله يعتمد على طبيعة المشكلة وتوجد هناك أربع طرق أساسية لتمثيل وترميز الكروموسومات بشكل يسهل التعامل معها من قبل الحاسوب اعتماداً على طبيعة المشكلة بشكل تقليدي يتم توليد الكروموسومات بشكل عشوائي بحيث تعطي مجموعة كاملة من الحلول الممكنة للبحث الفضائي (Search Space). وفيما يلي نستعرض طرق تمثيل الكروموسومات:

1. التمثيل أو الترميز الثنائي (Binary Encoding):

هذا النوع من التشفير هو الأكثر شيوعاً وذلك لأنه التشفير الأول الذي استخدم مع الخوارزمية الجينية فضلاً عن بساطته النسبية، ففي هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام التي تضم (0,1) لا غير كما في الجدول (1):

جدول رقم (1) يبين الترميز الثنائي

1	0	1	0	0	1
---	---	---	---	-------	---	---

في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام الكسرية وكما هو موضح في الجدول (2):

جدول رقم (2) يمثل الترميز الكسري

4.321	7.258	5.103	2.333	1.011	كروموسوم 1
8.121	6.138	9.433	7.592	1.284	كروموسوم 2

3. التمثيل أو الترميز باستخدام الأعداد الصحيحة (Integer value Encoding):

في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام الصحيحة غير الكسرية وكما هو موضح في الجدول (3):

جدول رقم (3) يبين الترميز للأعداد الصحيحة

9	3	4	7	5	2	1	كروموسوم 1
2	5	8	6	9	7	1	كروموسوم 2

4. التمثيل أو الترميز الشجري (Tree Representation Encoding):

الكروموسوم يتمثل بشكل شجرة مكونة من عدد من العقد (nodes) والأشهر (arcs) وكل عقدة تتمثل بعملية رياضية أو متغير أو قيمة ثابتة وكما هو موضح في الشكل (2):

3-عناصر الخوارزمية الجينية^[3,4] (genetic algorithm)

:(Elements of a

تتألف الخوارزمية الجينية من عدد من العناصر ويمكن توضيحها بالآتي:

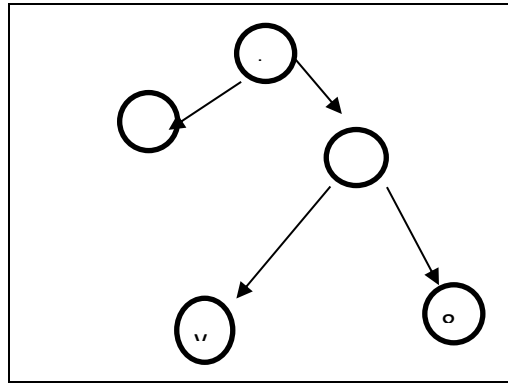
أ : المجتمع (Population):

يتكون المجتمع من عدد من الأفراد (Individuals)، ويحدد حجم المجتمع بحسب المسألة المراد حلها، إذ يحدد مصمم الخوارزمية الجينية عدد الأفراد، فإذا كان حجم المجتمع كبيراً جداً أحياناً قد لا يعطي أداء جيداً للخوارزمية وكذلك الحال إذا كان حجم المجتمع صغيراً جداً، إن كل فرد (كروموسوم) يتكون من عدد من القيم ويكون عدداً (طول الكروموسوم) محدداً بحسب المسألة وتكون قيمة البداية عشوائية ضمن محددات المعرفة من المسألة المراد حلها ونستعرض طرق تمثيل الكروموسومات بالآتي:

N : هي عدد الأفراد في المجتمع.

i : هو الكروموسوم (الفرد) المراد تمثيله، إذ أن $1 \leq j \leq N$

z : هو طول الكروموسوم، إذ إن $1 \leq z \leq I$



شكل رقم (2) يبين الترميز الشجري

5. التمثيل او الترميز باستخدام الحروف (Character Representation Encoding):

في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الحروف كما هو موضح في الجدول (4) :

جدول رقم (4) يبين الترميز للحروف

w	A	R	D	Q	كروموسوم 1
X	I	N	K	Y	كروموسوم 2

احتمالية لاختيار الأفراد في الأجيال اللاحقة. ولتمثيل هذه الطريقة نفرض وجود عجلة الروليت التي يتم تقسيمها الى 100 قطاع ويتم توزيع أفراد الجيل على هذه القطاعات اعتماداً على قيمة دالة المفاضلة لكل فرد من أفراد الجيل الحالي ومن بعدها تتم درجة العجلة بشكل عشوائي وانتظار وقوف العجلة عند مؤشر ما وعندها يتم اختيار الفرد المشار اليه وكلما زادت قيمة المفاضلة للفرد ، كلما زاد عدد قطاعاته في عجلة الروليت ومن ثم تزداد احتمالية اختياره وانضمامه لأفراد الجيل القادم . وان عمل طريقة عجلة الروليت يتم وبحسب المعادلة التالية:

$$P_{\text{selection } i} = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^n F_j} \quad \dots (1)$$

إذ إن :

$P_{\text{selection } i}$: تمثل احتمالية احتساب الفرد .

F_i : تمثل قيمة المفاضلة للفرد .

n : تمثل عدد افراد الجيل .

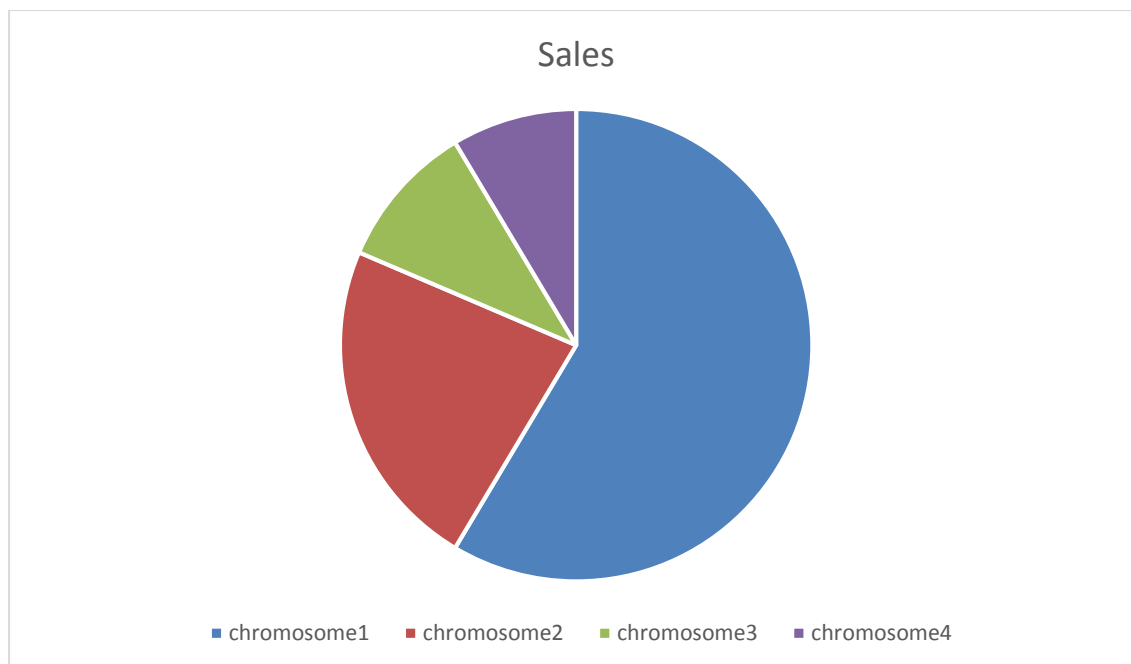
والشكل (3) يوضح عجلة الروليت .

ج: الانتقاء أو الاختيار [5] (Selection) :

يقصد بالانتقاء عملية اختيار الآباء من المجتمع لأجل التزاوج وانتاج جيل جديد ، فبعد اختيار طريقة التفسير المناسبه يصبح القرار الذي يجب اتخاذه هو كيفية اجراء الانتقاء . وطبقاً لنظرية دارون التي تنص على مبدأ البقاء للأصلح يحصل الأفراد ذوو الصلاحية الأعلى عموماً على فرصة أكبر للعيش والتزاوج من الافراد ذوي الصلاحية الواطئة بمعنى أن عملية الاختيار هذه تعتمد أيضاً على قيمة دالة المفاضلة (Fitness Function) ، هذه العملية تطبق على جميع الأجيال المتعاقبة إذ يتم اختيار مجموعة من الكروموسومات على وفق نسبة معينة لغرض أنتاج وتوليد جيل جديد . هناك طريقة أخرى للاختيار تكون عن طريق اختيار مجموعة عشوائية من الكروموسومات ومن مساوئ هذه الطريقة هو يتطلب وقتاً طويلاً جداً ، ويمكن توضيح طرق الاختيار بالآتي :

1. طريقة عجلة الروليت (Roulette Wheel Selection):

تعتمد هذه الطريقة على اختيار أفضل ما في المجتمع من أفراد ، وذلك بعد احتساب مجموع الجودة للمجتمع وتستخدم القيم الناتجة



شكل رقم (3) انتقاء عجلة الروليت

فردين جديدين وتستمر هذه العملية لغاية تكوين الجيل الجديد بكل أفرادهم المتفق عليهم ، صيغ التزاوج أو التقاطع ذو نقطتي القطع (Two-Point Crossover) وفي هذا النوع نحتاج إلى اختيار نقطتي تقاطع عشوائيتين ضمن حدود (طول) الكروموسوم ثم نبدل الكروموسومات للأبوين بين هاتين النقطتين لإنتاج طفلين جديدين . كما في المثال الآتي الذي استخدم فيه التشفير الثنائي :

Parent 1: 110/010/10

Parent 2: 001/001/11

إذ إن الإشارة / تمثل موقع نقطتي التقاطع فبعد تبديل المابين النقطتين

يكون لدينا طفلان جديدان:

Child 1: 110/001/10

Child 2: 001/010/11

هـ: عملية الطفرة الوراثية [2] (Mutation) :

الطفرة هي عملية تغيير مفاجيء في الأبناء المتولدة من خلال عملية التزاوج بحيث تؤدي الى تغيير في شكل الكروموسوم عن طريق تغيير إحدى جينات الكروموسوم (تغيير بت واحد أو أكثر) وهذه العملية ليست ناتجة عن الآباء لأن عملية إعادة التوليد أو الانتاج تؤدي الى توليد وانتاج الكروموسومات الجديدة التي يتم تطبيق دالة المفاضلة عليها لغرض حساب قيمة المفاضلة التي تساعد في عملية انتاج وتوليد الجيل الجديد ، وفي حالة حصول الطفرة فإن حلاً جديدة (لم يسبق تكوينها في الأجيال السابقة) تضاف إلى المجتمع الجديد (قد يكون أحسن أو أسوأ من الأفراد

2. طريقة حكم النخبة (Elitist selection) :

لكي يتم انتاج جيل جديد بالاعتماد على الجيل السابق فإنه يجب الأخذ بنظر الاعتبار احتمالية أن الحل الأمثل موجود في الجيل الحالي ولأنه من الممكن ان لا يكون موجودا في الجيل السابق فمن هذا المنطلق ولأجل الاحتفاظ بالحلول الجيدة من جيل الآباء وجدت طريقة تعتمد على نسخ الحلول الجيدة لغرض الاستفادة منها في الأجيال اللاحقة ومن ثم إجراء الاختيار لأكمال الجيل لعدد الأفراد المقترح بالعمليات الجينية الأخرى .

3. طريقة المباريات [6] (Tournament Selection) :

في هذه الطريقة يتم اختيار فردين عشوائياً من الجيل الحالي ومن ثم مقارنتها مع بعضهما البعض استناداً إلى قيمة دالة المفاضلة ومن ثم اختيار الاصلح منهما لكي ينضم للجيل الجديد ومن الممكن إعادة اختيار هذين الفردين مرة أخرى . هذه الطريقة تعطي فرصة لكل الأفراد من أن يتم اختيارهم كأبناء لتكوين الجيل الجديد وبهذه الطريقة فإن الجيل الجديد سيكون متنوعاً .

د: عملية التزاوج أو التقاطع (Crossover) :

التقاطع في الخوارزمية الجينية هو دمج كروموسومين (والدين) لتكوين كروموسوم جديد (ابن)، والفكرة من هذه العملية هي أن الكروموسوم الناتج يكون أفضل من الأبوين إذا أخذ الصفات الجديدة من كليهما ، ويتم إجراء عملية التزاوج على الأبوين اللذين تم اختيارهما عن طريقة عملية الاختيار أو الانتقاء لغرض توليد

تختلف بحسب المسألة المراد حلها ومن أهم العوامل التي تسبب حدوث التوقف هي :

1. إيجاد الحل الأمثل .
2. الوصول الى عدد الأجيال المطلوبة .
3. الوصول الى قيمة معينة مثل كلفة الانتاج .
4. الوقوع في الحد الأدنى المحلي (Local Minimum) وعدم المقدرة على الخروج منها .

ثانياً: الجانب التطبيقي

نستعرض في الجانب التطبيقي مدى فاعلية الخوارزمية الجينية في تحقيق افضل النتائج والوصول الى غايات واهداف مرجوة فيما يتعلق بجودة الخدمات الصحية في قسم الاشعة المستشفى الواسطي التعليمي .

1- جمع البيانات

تم جمع البيانات بشكل دقيق حول (أوقات الوصول، أوقات الخدمة، اوقات المغادرة) من خلال استمارة استبانة موضح فيها وقت وصول المراجع ووقت تقديم الخدة ووقت انتهاء الخدمة (وقت المغادرة) وأخذ الفرق بين وقت الخدمة ووقت الوصول وتحليل النتائج وبيان جودة الخدمات وتحسينها باستعمال الخوارزمية الجينية تم وضع البيانات على شكل جداول كما في الجدول (5) التالي .

السابقين) وتهدف هذه العملية إلى توسيع مجال الحلول الممكنة والمتمثل بتكوين أكبر عدد من الأفراد المختلفين ضمن المجتمع ذلك أن الأفراد كلما كانوا مختلفين في المجتمع ، فإن هذا يوفر حلولاً إضافية مما يؤثر إيجابياً في سرعة اقتراب الحل ، ومن صيغ الطفرة الوراثية:

1. بت (Bit) : تستعمل مع التشفير الثنائي (Binary Encoding) ، إذ سيقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم إذ يختار موقعا عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم فإذا كانت القيمة هي 0 تستبدل ب 1 وأذا كانت 1 تستبدل ب 0 .
2. الحدود (Boundary) : تستعمل مع التشفير الحقيقي أو الصحيح (Real Value Encoding) ، إذ نقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم يختار موقعا عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم وتستبدل القيمة بقيمة عشوائية ضمن حدود القيم المتاحة للكروموسوم .
3. المنتظم (Uniform) : تستعمل مع التشفير الحقيقي أو الصحيح ، إذ نقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم يختار موقعا عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم ونستبدل القيمة بقيمة عشوائية ولكن ضمن حدود يعرفها المستعمل .

والانتهاء والتوقف [7,8] (Termination Conditions):

إن مقياس التوقف في الخوارزمية الجينية يحدد ما إذا كانت الخوارزمية ستستمر في البحث أو ستتوقف، ويفحص مقياس التوقف للخوارزمية بعد كل جيل لنرى إذا ما كانت الخوارزمية ستتوقف أو لا ، وهناك عدة مقاييس لتوقف الخوارزمية الجينية

جدول رقم (5) يوضح اوقات الوصول والخدمة ووقت المغادر والفرق بينهم

ت	وقت الوصول	وقت الخدمة	وقت المغادرة	الفرق
1	08:30	08:31	08:37	00:01
2	08:36	08:37	08:42	00:06
3	08:38	08:42	08:47	00:09
4	08:40	08:47	08:53	00:13
5	08:41	08:53	08:58	00:17
6	08:43	08:58	09:03	00:20
7	08:44	09:03	09:08	00:24
9	08:45	09:08	09:13	00:28
10	08:47	09:13	09:18	00:31
11	08:48	09:18	09:23	00:35

00:37	09:28	09:23	08:51	12
00:41	09:33	09:28	08:52	13
00:44	09:38	09:33	08:54	14
00:47	09:42	09:38	08:55	15
00:51	09:47	09:42	08:56	16
00:55	09:52	09:47	08:57	17
00:58	09:57	09:52	08:59	18
01:02	10:02	09:57	09:00	19
01:05	10:06	10:02	09:01	20
01:09	10:11	10:06	09:02	21
01:12	10:15	10:11	09:03	22
01:16	10:20	10:15	09:04	23
01:20	10:25	10:20	09:05	24
01:24	10:30	10:25	09:06	25
01:28	10:35	10:30	09:07	26
01:31	10:40	10:35	09:09	27
01:35	10:45	10:40	09:10	28
01:39	10:50	10:45	09:11	29
01:43	10:55	10:50	09:12	30
01:46	11:00	10:55	09:14	31
01:51	11:06	11:01	09:15	32
01:55	11:11	11:06	09:16	34
01:58	11:16	11:11	09:18	35
02:01	11:20	11:16	09:19	36
02:05	11:25	11:20	09:20	37
03:08	12:30	11:25	09:22	38
02:13	11:35	11:30	09:22	39
02:17	11:40	11:35	09:23	40
02:20	11:45	11:40	09:25	41
02:22	11:50	11:45	09:28	42
02:29	12:00	11:55	09:31	43
02:33	12:05	12:00	09:32	44
02:33	12:10	12:05	09:37	45
02:35	12:15	12:10	09:40	46
02:39	12:20	12:15	09:41	47
02:41	12:25	12:20	09:44	48
02:45	12:30	12:25	09:45	49

02:53	12:41	12:36	09:48	51
02:57	12:46	12:41	09:49	52
02:59	12:50	12:46	09:51	53
03:01	12:55	12:50	09:54	54
#####	01:00	12:55	09:54	55
#####	01:05	01:00	09:56	56
#####	01:10	01:05	09:57	57
#####	01:15	01:10	09:59	58
#####	01:20	01:15	10:00	59
#####	01:24	01:20	10:01	60
#####	01:29	01:24	10:02	61
#####	01:35	01:30	10:02	62
#####	01:40	01:35	10:03	63
#####	01:45	01:40	10:05	64
#####	01:50	01:45	10:07	65
#####	01:55	01:50	10:08	66
#####	02:00	01:55	10:11	67
#####	02:05	02:00	10:12	68
00:06	08:36	08:31	08:30	69
00:10	08:40	08:36	08:30	70
00:15	08:45	08:40	08:30	71
00:19	08:50	08:45	08:31	72
00:23	08:55	08:50	08:32	73
00:27	08:59	08:55	08:32	74
00:31	09:04	08:59	08:33	75
00:35	09:09	09:04	08:34	76
00:39	09:14	09:09	08:35	77
00:42	09:18	09:14	08:36	78
00:46	09:23	09:18	08:37	79
00:51	09:28	09:23	08:37	80
00:54	09:32	09:28	08:38	81
00:58	09:37	09:32	08:39	82
01:02	09:42	09:37	08:40	83
01:06	09:47	09:42	08:41	84
#VALUE!	09:51	09:47	8:42	85
01:13	09:56	09:51	08:43	86
01:17	10:01	09:56	08:44	87

01:21	10:06	10:01	08:45	88
01:26	10:11	10:06	08:45	89
01:30	10:15	10:11	08:45	90
01:34	10:20	10:15	08:46	91
01:38	10:25	10:20	08:47	92
01:42	10:30	10:25	08:48	93
01:46	10:35	10:30	08:49	94
01:50	10:40	10:35	08:50	95
01:53	10:45	10:40	08:52	96
01:56	10:50	10:45	08:54	97
02:00	10:55	10:50	08:55	98
02:03	11:00	10:55	08:57	99
02:05	11:05	11:00	09:00	100
02:08	11:10	11:05	09:02	101
02:13	11:16	11:11	09:03	102
02:15	11:20	11:16	09:05	103
02:20	11:25	11:20	09:05	104
02:24	11:30	11:25	09:06	105
02:25	11:35	11:30	09:10	106
02:29	11:40	11:35	09:11	107
02:33	11:45	11:40	09:12	108
02:35	11:50	11:45	09:15	109
02:39	11:55	11:50	09:16	110
02:43	12:00	11:55	09:17	111
02:45	12:05	12:00	09:20	112
02:49	12:10	12:05	09:21	113
02:52	12:15	12:10	09:23	114

2-تحليل البيانات:

تم تحليل البيانات باستخدام الخوارزمية الجينية والاستفادة من خصائصها وخطواتها المتسلسلة الذكية، إذ تم استخدام (MATLAB) في كتابة البرنامج الخاص بالخوارزمية الجينية .

إذ تم توظيف الآتي في الخوارزمية الجينية:

-حجم المجتمع (population size) هو (100)

-الـ selection=0.5

-عدد المعلمات 2 2 npar=

-عدد الـ nbits

Maxit=sample size Maximum Number of Iterations

-الطفرة الوراثية mutrate=0.15

-تمثيل الكروموسومات binary

-الـ crossover المستخدم crossover logic

-نظام الصف المستخدم (M/M/1)(FCFS/N/∞)

والكود التالي يبين استخدام الخوارزمية الجينية لبيانات صف
الانتظار

```
% _____Design and Developement of Gentic Operators_____

% you can try using different generations and populations

% for cross over i have used a logic which is given in the attached PDF "crossover logic"

% to see solution look at 'solution' matrix in workspace.
pop=100;           %total population always
gen=100;           %total generations
n=15;              %no of jobs
initpop=zeros(pop,n);           %initial population
pop_fitness=zeros(pop,1);       %population fitness matrix
pop_fitness_sorted=zeros(pop,1); %for sorted fitness
fitness_temp=0; %fitness temporary variable used in fitness loops between k and j
for i=1:pop
    x(i,:)=randperm(n); %random initial population --indicates queen position on board
end;
%counter=0;
%for i=1:100
% counter=counter+1;
% f(counter,:)=evaluate_objective(x(i,:));
% format shortg;
%end
%for i=1:100
% x(:,16)=f(:,1);
%end
%for i=1:100
% x(:,17)=f(:,2);
%end
%M=2;
%V=15;
%non_domination_sort_mod(x,M,V);
%actual_pop=initpop;
%duplication for working on this variable and keeping initial population intact
```

```

%generations loop
pop=(pop/2);
for q=1:gen
    %selection
    for i=1:pop
        cross_over_temp_mat(i,:)=x(i,:);
    end
    cross_over_ready_pop=repmat(cross_over_temp_mat,2,1);
    cross_over_pop_final=cross_over_ready_pop;

    %cross over part begins
    %for detail explanation cross over logic refer to the pdf attached
    %logic---get random crossover point--then cross over at that point
    %if two same values of rows in one individual..then adjust crossover
    %according to the logic give in the pdf
    while 1,
        cross_over_point=floor(n*rand(1));
        if cross_over_point~=0
            break;
        end
    end

    i=1;
    while i<(pop-1),
        cross_over_pop_temp_one(1,:)=cross_over_ready_pop(i,:);    %copied parents
        cross_over_pop_temp_two(1,:)=cross_over_ready_pop(i+1,:);    %copied parents
        %for child one
        for j=1:cross_over_point
            for k=j:n
                if (cross_over_pop_temp_one(1,j)==cross_over_pop_temp_two(1,k))
                    cross_over_pop_temp_adjust=cross_over_pop_temp_two(1,j);
                    cross_over_pop_temp_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,k);
                    cross_over_pop_temp_two(1,k)=cross_over_pop_temp_adjust;
                    break;
                end
            end
        end
        for j=1:cross_over_point

```

```

    cross_over_child_one(1,j)=cross_over_pop_temp_one(1,j);
end
for j=cross_over_point:n
    cross_over_child_one(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,j);
end
%for child two
    cross_over_pop_temp_two(1,:)=cross_over_ready_pop(i,:);    %copied parents
cross_over_pop_temp_one(1,:)=cross_over_ready_pop(i+1,:);    %copied parents

for j=1:cross_over_point
    for k=j:n
        if (cross_over_pop_temp_one(1,j)==cross_over_pop_temp_two(1,k))
            cross_over_pop_temp_adjust=cross_over_pop_temp_two(1,j);
            cross_over_pop_temp_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,k);
            cross_over_pop_temp_two(1,k)=cross_over_pop_temp_adjust;
            break;
        end
    end
end
for j=1:cross_over_point
    cross_over_child_two(1,j)=cross_over_pop_temp_one(1,j);
end
for j=cross_over_point:n
    cross_over_child_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,j);
end
cross_over_pop_final(i,:)=cross_over_child_one(1,:);
cross_over_child_two_flipped=wrev(cross_over_child_two);
cross_over_pop_final(i+1,:)=cross_over_child_two_flipped(1,:);

i=i+2;
end

%mutation introduced
%mutation occurs :at every 5th individual..swapping of two random
%          column values(that is queen positions)

%Any individual can change the mutation probability by simply changing
%the value.@Vigneshwar

```

```

i=n;
while i<pop,
  mutation_temp_one=floor(rand(1)*n/2);
  mutation_temp_two=floor(2*(rand(1)*n/2));
  if (mutation_temp_one==0 || mutation_temp_two==0)
    continue;
  else
    mutation_temp_data=cross_over_pop_final(i,mutation_temp_one);
    cross_over_pop_final(i,mutation_temp_one)=cross_over_pop_final(i,mutation_temp_two);
    cross_over_pop_final(i,mutation_temp_two)=mutation_temp_data;
  end
  i=i+5;
end
i=0;
x=cross_over_pop_final;

end

```

اما تفاصيل صف الانتظار بعد نتائج الخوارزمية الجينية فكما هو موضح في الجدول (6) التالي :

جدول رقم (6) يبين تفاصيل صف الانتظار (M/M/1)(FCFS/70/∞)

Data Description	ENTRY
Number of service	1
Service rate (per server per hour)	15
Customer arrival rate (per hour)	14
Queue capacity (maximum waiting)	69
Customer population	M
Busy server cost per hour	
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

عند الاطلاع على نتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية كما هو موضح في الجدول (7) التالي :

جدول رقم (7) يبين النتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية

07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/70	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	14.0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	15.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	13.9925
5	Overall system effective service rate per hour =	13.9925
6	Overall system utilization =	93.2833%
7	Average number of customers in the system (L) =	13.4665
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	12.5337
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	13.4362
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.9624 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.9602 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.9624 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	6.7168%
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	93.2832%
15	Average number of customers being balked per hour =	0.0075
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0

وللتعرف على المؤشرات المهمة وهي كالآتي :

5. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف

الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي

0.96 ساعة.

6. متوسط الوقت الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار

للحصول على الخدمة هي 0.90 ساعة.

7. متوسط الطلب الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار

في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.96 ساعة.

8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا

النسبة 6.72%.

9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا

النسبة هي 93.3%.

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية

لاستغلال النظام هي 93.3%.

2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد

الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 13.

3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد

الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي $12.5 \approx 13$.

4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات

الازدحام والتي تنتظر دورها هي $13.4 \approx 13$.

10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.0075 اي 0 مراجع. وعند تنفيذ الخوارزمية الجينية للنتائج السابقة تم تحسين النتائج وكما يلي:

System Performance Summary for QA Problem (Genetic Algorithms)

From Formula	System: M/M/1/70	
14.0000	Customer arrival rate (lambda) per hour =	2
15.0000	Service rate per server (mu) per hour =	3
13.9925	Overall system effective arrival rate per hour =	4
13.9925	Overall system effective service rate per hour =	5
% 93.2833	Overall system utilization =	6
13.4665	Average number of customers in the system (L) =	7
12.5337	Average number of customers in the queue (Lq) =	8
13.4362	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	9
hours 0.2624	Average time customer spends in the system (W) =	10
hours 0.1957	Average time customer spends in the queue (Wq) =	11
hours 0.2302	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	12
% 4.7168	The probability that all servers are idle (Po) =	13
% 95.2832	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	14
0.0005	Average number of customers being balked per hour =	15
0\$	Total cost of busy server per hour =	16
0\$	Total cost of idle server per hour =	17
0\$	Total cost of customer waiting per hour =	18
0\$	Total cost of customer being served per hour =	19
0\$	Total cost of customer being balked per hour =	20
0\$	Total queue space cost per hour =	21
0\$	Total system cost per hour =	22

- إذ إنّ:
1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 93.3%.
 2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 14.
 3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 13.
 4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 13.
 5. متوسط الوقت الذي يقبضه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.26 ساعة.
 6. متوسط الوقت الذي يقبضه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.20 ساعة.
 7. متوسط الطلب الذي يقبضه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.23 ساعة.
 8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 4.72%.

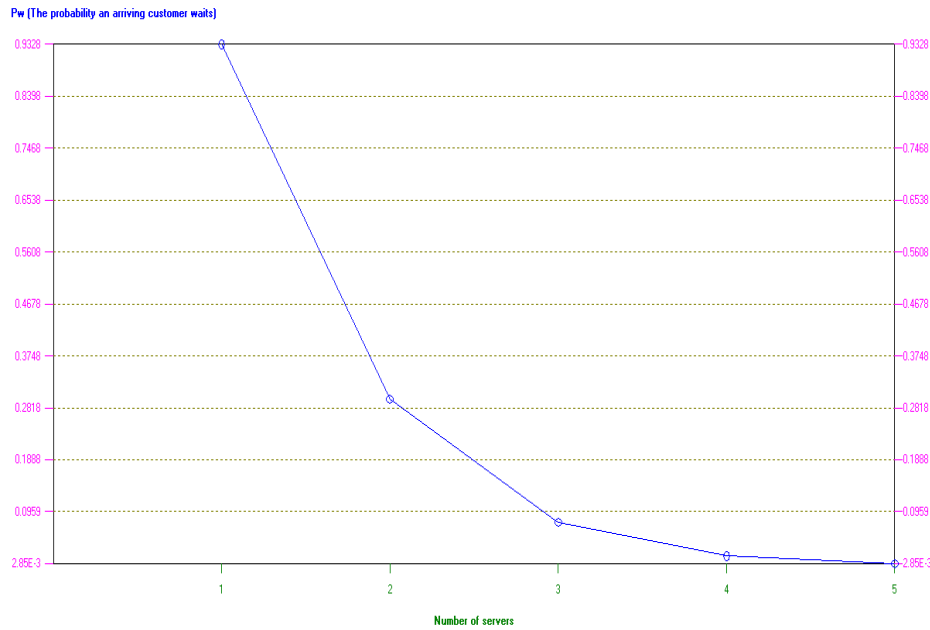
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا
النسبة هي 95.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على
الخدمة هو 0.0005 اي 0 مراجع.
- ويمكن استخلاص جدول الاحتمالات الذي يوضح احتمالية وجود n
من الزبائن في النظام في اي لحظة زمنية كما موضح في الجدول
(8) وكالاتي:

جدول رقم (8) يبين احتمالات الزبائن في النظام

07-23-2021	Estimated probability of customer in the system	Cumulative probability
0	0.0672	0.0672
1	0.0627	0.1299
2	0.0585	0.1884
3	0.0546	0.2430
4	0.0510	0.2939
5	0.0476	0.3415
6	0.0444	0.3859
7	0.0414	0.4274
8	0.0387	0.4660
9	0.0361	0.5021
10	0.0337	0.5358
11	0.0314	0.5673
12	0.0293	0.5966
13	0.0274	0.6240
14	0.0256	0.6496
15	0.0239	0.6734
16	0.0223	0.6957
17	0.0208	0.7165
18	0.0194	0.7359
19	0.0181	0.7540
20	0.0169	0.7709
21	0.0158	0.7867
22	0.0147	0.8014
23	0.0137	0.8151
24	0.0128	0.8280
25	0.0120	0.8399
26	10.112	0.8511
27	0.0104	0.8615

28	0.0097	0.8713
29	0.0091	0.8804
30	0.0085	0.8888
31	0.0079	0.8967
32	0.0074	0.9041
33	0.0069	0.9110

والشكل (4) يوضح أن محطة الخدمة مشغولة :



شكل رقم (4) مخطط احتمالية محطة الخدمة مشغولة

لغرض إجراء محاكاة للنموذج للتأكد من أن مؤشرات النظام سوف تبقى ثابتة او متقاربة مع الحل النهائي للنموذج كما يمثل نظام البرنامج في الشكل (5):

Simulation Specification

Random Seed

Use default random seed

Enter a seed number

Use system clock

Queue Discipline

FIFO

LIFO

Random

Random seed number: 27437

Simulation time: 1000 hours

Start collection time: 0 hours

Queue capacity: 69

Max. number of data collections: M

OK Cancel Help

شكل رقم (5) يمثل المحاكاة للنموذج ومقارنة النتائج

من خلال ملاحظة النتائج في الجدول (9) التالي لمؤشرات صف الانتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية نلاحظ أن نسبة مشغولية النظام قد قلت بشكل صغير نسبي ولكن اوقات الانتظار في النظام وصف الانتظار قلت ما يعادل 12 دقيقة.

جدول رقم (9) يبين نتائج صف الأنتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية

07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/70	From Simulation
2	Customer arrival rate (λ) per hour =	14.0000
3	Service rate per server (μ) per hour =	15.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	13.8687
5	Overall system effective service rate per hour =	13.8317
6	Overall system utilization =	92.4377 %
7	Average number of customers in the system (L) =	10.8866
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	9.9621
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	10.7771
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.7846 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.7178 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.7765 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	7.5623%
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	92.4377%
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	1000.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	13832
26	Maximum number of customers in the queue =	59
27	Total simulation CPU time in second =	2.6860

2. تخصيص فترة استراحة للعاملين بالقسم بالتناوب في ما بينهم بشكل منتظم حتى لا يؤثر على انتظار المراجعين وتزيد من طول صف انتظارهم.

ومن خلال هذه النتائج نلاحظ تحسین جميع نتائج المقاييس باستخدام الخوارزمية الجينية

الاستنتاجات

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 93.3%.
2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 13.
3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 12.5.
4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 13.4.
5. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.96 ساعة.
6. متوسط الوقت الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.90 ساعة.
7. متوسط الطلب الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.96 ساعة.
8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 6.72%.
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 93.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.0075 اي 0 مراجع.

التوصيات

1. استعمال خوارزميات متطورة لمواكبة العصر ولحل مثل هذا النوع من المشاكل كخوارزمية سرب الطيور وخوارزمية النمل .

المصادر

- [1] Kluwer Ed. , (1997) :” Intelligent hybrid systems :Fuzzy Logic ,Neural networks and Genetic Algorithms, Kluwer Academic Publishers”.
- [2] Mitchell M.,(1996):” An Introduction to Genetic [Algorithms “ Abradford Book
- [3] Bala, J. K. Dejong, (1995), “Hybrid learning using Genetic Algorithms and decision tree for pattern classification” IJCAI Conference, Montreal .
- [4] Koray, Korkut Bilal Alatas and Ali Karci ,(2004) ,”Mining classification rules by using Genetic Algorithms with non- random initial population uniform operator “ TU RK J. Elec .Engin., Vol. 12, No.1:43-52.
- [5] Antionia J.J, (1993): “Genetic Algorithms “and their application to the design of neural Network, neural computing and Application, Springer-Verlag, London Limited.
- [6] Andrew Deason , (2004) , Webmaster, “Genetic Algorithms “ Last Modified
- [7] Aaron Voegelé, “Artificial Neural Network Feature Selection Optimization with Genetic Algorithms “ , Department of General Engineering ,University of Illinois at Urbana-Champaign . .
- [8] David E. Goldberg , (1993), “Genetic Algorithm In search optimization and machine learning “ ,the university of Alabama.