المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (14) 2008
ص ص [233–243]

دراسة مقارنة بين محاكاة مونت كارلو والخوارزمية الجينـية على مسألة المقدر ذي التباين الأصغر

همسة معن محمد ثابت*

الملخص

تم في هذا البحث تطبيق محاكاة مونت كارلو والخوارزمية الجينيـة علـى مسالة المقدر ذي التباين الأصغر، إذ تم اقتراح خوارزمية لإيجاد قيمة المقدر التـي تحقق التباين الأصغر وأدى تطبيقها إلى إيجاد عدد من الحلول بعدد مـرات توليـد الخوارزمية ومن ضمنها القيمة الأصغر وكذلك تطبيق محاكاة مونت كارلو علـى المسألة نفسها وإيجاد حلول عشوائية ، ولقد أثبتت الدراسة أن الخوارزمية الجينيـة هي الأفضل لحل مثل هذه المسائل .

A Comparative Study between the Mote Carlo Simulation and Genetic algorithm regarding the Problem of Minimum Variance Estimate

ABSTRACT

In this research, the Monte Carlo simulation and genetic algorithm have been carried out on the problem of minimum variance estimate, algorithm was suggested to find out the estimate that realizes the minimum variance which its application leads to a number of resolutions equivalent to the number of times of generating algorithm including the minimum estimate and application the Monte Carlo simulation on the same problem

---

* مدرس مساعد - كلية الآداب - جامعة الموصل
تاريخ التسلم : 24 /2007/9 ـــــــــــــــ تاريخ القبول : 26 /2008/5

to find out random resolutions. This study assured that the Genetic algorithm is the best to resolve such kinds of problems.

1- المقدمة Introduction

هنالك العديد من المسائل التي لا يمكن تمثيلها تمثيلا رياضيا بسـبب الطبيعـة العشوائية للمسألة المدروسة ، أو بسبب صياغتها المعقدة . وتعد المحاكاة أداة يمكن من خلال استخدامها الحصول على حلول مناسبة .

إن المحاكاة تقنية عددية تستخدم لإجراء التجارب على الحاسـبة الالكترونيـة وتتضمن علاقات منطقية ورياضية محددة تتداخل فيما بينها لتصف سلوك الأنظمة (أو أجزاء منها) على فترات زمنية طويلة . [6]

ولتحليل نظام معين وتشغيله على الحاسبة يجـب أن نحـدد أجـزاء النظـام الرياضية والمنطقية ومن الأجزاء الرياضية في المحاكاة :

1. المتغيرات الداخلة (Endogenous variables) : وهذه المتغيرات يولـدها برنامج المحاكاة ، كمعدل فترة الانتظار ، معدل تعطل محطات الخدمة .
2. المعلمات (Parameters) : برنامج الحاسبة قد يصف النظام بصورة عامـة وبإعطاء قيم محددة للمعالم يمكن الحصول علـى النظـام المعـين كالوسـط الحسابي، والمتغير للتوزيعات التكرارية التي توفر المتغيرات الخارجية التـي تصف طول فترة المحاكاة وأنظمة التشغيل .
3. المتغيرات الخارجية (Exogenous variables) : وهي المتغيرات التـي تفرض على النظام من الخارج والتي يستجيب إليها النظام ، وبلغة الحاسبة هي تلك المتغيرات التي نحصل على قيمها بأخذ عينات من التوزيعـات التكراريـة كفترات الخدمة ، أوقات الوصول ، الطلب اليومي . **[1]**

ومن طرائق المحاكاة التي تولد المتغيرات الخارجية محاكاة مونت كارلو .

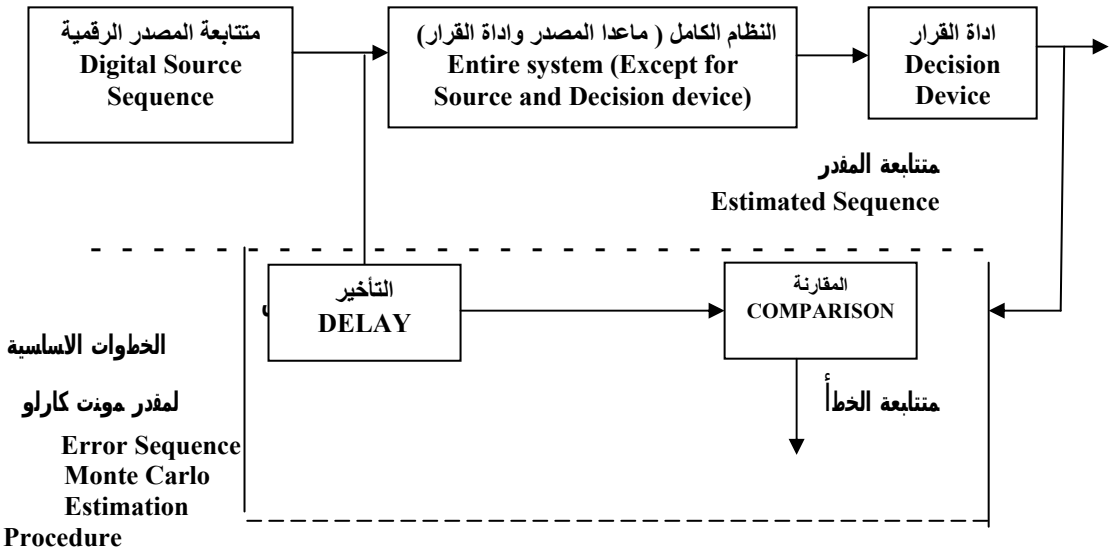
محاكاة مونت كارلو (Mote Carlo Simulation) :

استخدمت محاكاة مونت كارلو (MCS) قبل عدة عقود وأخـذت فـي العقـود الأخيرة من الزمن الأسلوب التقنـي ، ولهـا تطبيقـات فـي مجـالات مختلفـة كالرياضيات والاقتصاد والفيزياء وغيرها .

إن الطرائق العددية المعروفة من طرائق مونت كارلو توصف بصورة مطلقـة بوصفها طرائق محاكاة إحصائية اذ تعرف المحاكاة الإحصائية بأنها طريقة يستفاد من متتابعة الأرقام العشوائية فيها لإنجاز المحاكاة . **[2]**

أما العناصر الأساسية لمحاكاة مونت كارلو فهي :

1. دوال الكثافة الاحتمالية (Probability Distribution Function)
2. مولد الأعداد العشوائية (Random Numbers Generator) .
3. قاعدة معاينة (Sampling Rule) .
4. خطأ التقدير (Error Estimation) .
5. أساليب تقليص التباين (Variance Reduction Techniques).
6. خوارزميـــا ت متوازيـــة ومتجهـــة (Parallelization and Vectorization algorithems) . [10] ، والشكل (1) يوضح خطوات المحاكاة .



الشكل (1) يمثل خطوات محاكاة مونت كارلو

ولقد تم استخدام المحاكاة بلغة (Matlab) لتوليد اصغر قيمة لتباين دالة توزيع برنوللي
(Bernoulli distribution) ودالة التوزيع الاسي (Exponential distribution) عن طريق توليد قيم عشوائية وجدنا من خلالها المقدر ذا التباين الاصغر والنتائج موضحة في الجانب العملي من البحث .

الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm):

إن الخوارزمية الجينية (GA) واحدة من خوارزميات البحث العامة المعتمدة على آلية الانتقاء الطبيعي ونظام الجينات الطبيعية وفكرة عملها تعتمد بشكل دقيق على أفكار الهندسة الوراثية التي تتميز بالإنتاج المقصود للمجموعات الموروثة بهدف تكوين أفراد ذات صفات جيدة . [9]

تتضمن الخوارزمية الجينية عددا من الخطوات الأساسية التي تكون مترابطة مع بعضها البعض ولا يمكن تطبيق هذه الخوارزمية على أية مسالة ما لم تطبق جميع هذه الخطوات ، حيث يتم أولا توليد مجموعة من الأرقام العشوائية لتمثيل القيم الابتدائية لجينات الأفراد في المجتمع ثم تشفر هذه القيم تشفيرا مناسبا للمسالة قيد الدراسة إذ يعد التشفير عاملا أساسيا لنجاح الخوارزمية الجينية (GA).[8]

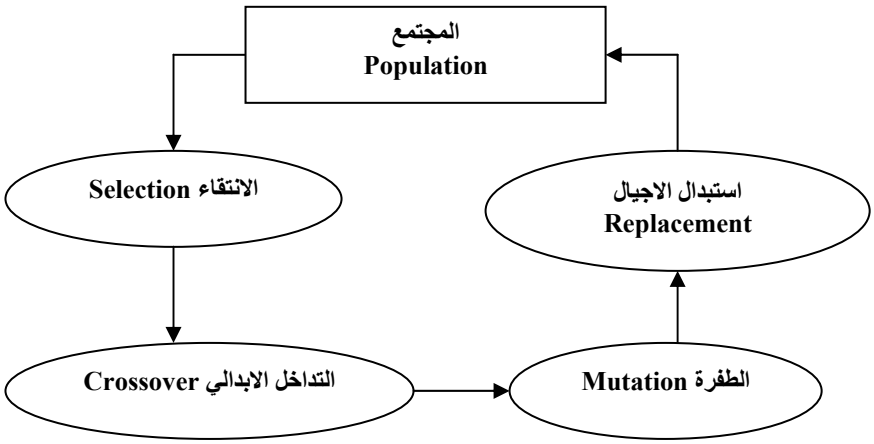
يتم بعد ذلك حساب دالة الهدف (Objective function) لكل فرد من أفراد المجتمع وتكون إما دالة تقليل (Minimize) أو دالة تعظيم (Maximize) في مسائل الامثلية ، واعتمادا على القيم الناتجة يتم حساب قيم الجودة (Fitness values) لجميع أفراد المجتمع .

وهنالك عمليات لها دور مهم في تطور الخوارزمية الجينية (GA) ويؤدي تطبيقها إلى الحصول على حل أكثر اقترابا من الحل الأمثل وهذه العمليات هي :

1. **الانتقاء (Selection).**
2. **التداخل الابدالي (Crossover).**
3. **الطفرة (Mutation) .**

1. **الانتقاء (Selection) :** وهي عملية اختيار الآباء في المجتمع لأجل التزواج وإنتاج جيل جديد ، وقد تكون عملية الاختيار عشوائية كما في الانتقاء المنتظم (Uniform Selection) أو يكون الاختيار لأفضل ما في المجتمع من أفراد كانتقاء عجلة الروليت (Roulette Wheel Selection) أما إذا كان الآباء على شكل متجهات فيستخدم انتقاء الأشكال المنتظمة (Stochastic Uniform Selection) . [6]
2. **التداخل الابدالي (Crossover)** : تتمثل هذه العملية بإجراء تبديل بين قيم متقابلة من مقطعي الأبوين المنتخبين لتكوين الفرد الجديد ، وتتحدد مواقع التبادل بين المقطعين إما بصورة عشوائية ، كالتداخل ذا نقطة القطع الواحدة (Single Point Crossover) والتداخل ذا نقطتي القطع (Crossover with two point) ، أو قد تحدد المواقع اعتمادا على طريقة تتناسب مع صيغة تمثيل الفرد أو على خصوصية المسالة المراد تطبيقها ، كالتداخل المنتظم
(Uniform Crossover) والتداخل الابدالي المتوسط (Intermediate Crossover) والتداخل الرياضي (Arithmetic Crossover).[7]
3. **الطفرة (Mutation) :** وهي عملية تغيير أو تبديل بين قيم الفرد الواحد لتكوين أفراد تعطي حلولا جديدة إلى الجيل اللاحق لم يسبق تكوينها في الأجيال السابقة وذلك بهدف توسيع الحلول الممكنة .وهنالك عدة أنواع لهذه العملية كالطفرة الطبيعية (Gaussian Mutation) والطفرة العقدية (Node Mutation) وطفرة الإضافة والطرح (Adding or Subtracting Mutation) . [9]

نستمر بتوليد الأجيال وإجراء العمليات الثلاثة أعلاه وملاحظة النتائج بعد كل توليد إلى أن يتحقق شرط التوقف الذي يعتمد على مقياس توقف الخوارزمية الجينية (GA) ويختلف هذا المقياس باختلاف المسالة ، والشكل (2) يوضح الخطوات . [5]



الشكل (2) يمثل خطوات الخوارزمية الجينية

خطوات الخوارزمية الجينية المقترحة لإيجاد قيمة المقدر التي تحقق التباين الأصغر

(Steps of the Proposed GA for finding the value of the estimate value which realizes the minimum variance):

في الخطوات المقترحة للخوارزمية الجينية (GA) ، تم استخدام دالة المقدر التي تحقق اصغر تباين ، حيث تم استخدام توزيع برنوللي (Bernoulli distribution) والتوزيع الاسي (Exponential distribution) في هذا البحث لإيجاد النتائج ومقارنتها ، والخطوات موضحة في أدناه :

- البيانات الأولية (Initial Data): وهي قراءة لمجموعة من المتغيرات التي استخدمت في الخوارزمية :
- مصفوفة المشاهدات (T) : تمثل عناصرها مجموعة من الأرقام (المشاهدات)
- Y: تمثل دالة مقدر التباين الأصغر.
- N : عدد المشاهدات

2. إنشاء الجيل الابتدائي (Initial Generation) : الكروموسوم الواحد في هـذا الجيل يمثل قيمة معلمة التوزيع ولقد تم وضع القيمة الحقيقية للمعلمة في جـين الكروموسوم أي ان التشفير كان تشفيراً حقيقياً .

3. قيمة الجودة (Fitness Value) : ان قيمة الجودة في هذه الخوارزميـة تمثـل لوغاريتم دالة الإمكان الأعظم لتوزيـع برنـوللي (Bernoulli distribution) ولوغارتيم دالة الامكان للتوزيع الاسي (Exponential distribution) ولقد تـم استخدام اللوغارتيم لأنه الأساس في استخراج المقدرات التي تجعل التبـاين أقـل مايمكن .

بعد أن وجدنا قيمة الجودة نقوم باستخدامها لإيجاد دالـة الهـدف (مقـدر أصغر تباين) وذلك عن طريق إدخال هذه القيمة فـي (Toolbox) للخوارزميـة الجينية (GA) في برنامج (MATLAB7) وبعد ذلـك نحـدد عـدد المتغيـرات (المعلمات) التي ستحقق القيمة الأصغر ونختار أيضاً نوع كـل مـن (التـداخل ألإبدالي ، الطفرة ، الانتقاء) وكذلك عدد مرات توليد الأجيال وملاحظة النتائج بعد كل توليد اذ تم توليد مابين 10 إلى 2500 جيل واعتمدنا على التحديد المسبق لعدد الأجيال لبيان مدى التقرب من الحل الأمثل ولقد حققت هذه الخوارزمية أصغر قيمة للتباين ، والجانب العملي يوضح النتائج في الطريقتين .

الجانب العملي (Experimental Part):

1- تم تنفيذ خطوات الخوارزمية الجينية المقترحة ومحاكاة مونت كارلو على دالة توزيع برنوللي:

$$f(x) = p^{x}(1-p)^{1-x}, \quad x = 0,1 \quad . [4]$$

والجدول الاتي يوضح النتائج :

	عدد مرات التوليد	الخوارزمية الجينية (GA)	محاكاة مونت كارلو (MCS)
		قيمة أصغر تباين	قيمة أصغر تباين
1.	10	12.141	39.094
2.	20	19.581	39.058
3.	35	25.737	41.038
4.	50	24.157	39.019
5.	100	14.917	38.999
6.	250	2.409	38.951
7.	500	35.258	38.891
8.	750	34.322	39.912
9.	1000	31.151	38.957
10.	1150	21.261	38.900
11.	1250	29.026	38.896
12.	1500	31.237	38.893
13.	1750	13.443	38.911
14.	2000	26.898	40.830
15.	2500	19.029	42.075

2- تم تنفيذ خطوات الخوارزمية الجينية المقترحة ومحاكاة مونت كارلو على دالة التوزيع الاسي:

$$f(x;\beta)=\begin{cases}\frac{1}{\beta}e^{-x/\beta} & ,\ x\geq 0,\\ 0 & ,\ x<0.\end{cases} \quad . \quad [3]$$

والجدول الاتي يوضح النتائج :

	تسلسل التوليد	الخوارزمية الجينية (GA)	محاكاة مونت كارلو (MCS)
		قيمة أصغر تباين	قيمة أصغر تباين
1.	10	27.192	37.973
2.	20	25.759	37.023
3.	35	23.300	37.213
4.	50	25.653	36.699
5.	100	26.381	36.811
6.	250	24.036	36.663
7.	500	27.261	36.732
8.	750	21.596	36.664
9.	1000	23.809	36.683
10	1150	16.881	36.673
11.	1250	19.657	36.654
12.	1500	23.854	36.701
13.	1750	31.050	36.663
14.	2000	25.160	36.666
15.	2500	27.959	36.891

الاستنتاجات :

1. نلاحظ بأن أصغر قيمة للتباين في توزيع برنوللي تساوي (2.409) والتي ظهرت عند توليد (250) جيلا للخوارزمية الجينية المقترحة وفي الجيل (52) حيث كان التداخل الابدالي من نوع (Scattered) والانتقاء من نوع (Roulette Wheel)، بينما في محاكاة مونت كارلو كانت أصغر قيمة تساوي (38.891) والتي ظهرت من التوليد العشوائي رقم (500) للمحاكاة. بينما أصغر قيمة للتباين في التوزيع الاسي تساوي (16.881) والتي ظهرت في الجيل) (1150 من التوليد للخوارزمية الجينية المقترحة .بينما في محاكاة مونت كارلو كانت أصغر قيمة تساوي (36.654) والتي ظهرت من التوليد العشوائي رقم(1250) للمحاكاة .

2. من خلال استخدامنا للخوارزمية الجينية استطعنا ايجاد قيم لمقدر التباين أصغر من القيم التي تم ايجادها لدى استخدامنا لمحاكاة مونت كارلو ، اي ان الخوارزمية الجينية هي الافضل .

التوصيات :

نوصي باستخدام الخوارزمية الجينية في تحليل شبكات الأعمال أو في أنظمـة التخزين ، لما توفره من حلول مثالية بوقت اقصر وجهد اقل .

References : المصادر

1. بقجة جي ، صباح الدين ، معلا، وائل ، نايفة ، محمد ، مراد ، حسام و العوا ، محمد نوار . (1998): "بحوث العمليات"، المركز العربي للتعريـب والترجمـة والتأليف والنشر، دمشق.

2. النعيمي، محمد ، الحمداني ، رفاه وعبد الرزاق ، كنعان . (1991): "نظريـة الاقتصاد القياسي "، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، الجامعة المستنصرية.

3 -Devroye, L. (1986): "Non-Uniform Random Variate Generation", New York, Springer-Verlag.

4- Evans, M., Hastings, N., and Peacock, B.(2000) : "Bernoulli Distribution" , New York, Wiley.

5- Fisher,R., Perkin,S., Walker,A. and wolfart ,E.,(2000) : " Image Processing Learning Resources " , HIPR2 , Explore with JAVA.

6- "GATSS Information", the web Site at www.acc.umu.se/~top/travel-information.html. (2003)

7- "Genetic Algorithms" the web Site at www.cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga/main.html. (1998).

8- GEN, M. (2000): "Genetic Algorithms and Engineering Optimization,
John Wiley and Sons, Inc.

9- Mitchell, M. (1998): "An Introduction to Genetic Algorithms", MIT Press London.

10- Rubenstein, Y. (1981): "Simulation and the Monte Carlo Methods", John Wiley and Sons, Inc.