AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

استخدام الخوارزميات الجينية لتحسين أداء الأجهزة الطبية

https://doi.org/10.29124/kjeas.1651.01

منتظر كامل ياسر وزيد[1]
كلية الإدارة والاقتصاد / بحوث العمليات

ا.م .د. فارس مهدي علوان[2]
كلية الإدارة والاقتصاد / قسم الإحصاء

المستخلص:

تعاني الأجهزة الطبية من العطلات والتوقفات المفاجئة أثناء العمل ،عطل الأجهزة بشكل عام أصبح متزايداً ولاسيّما بعد ان أصبحت سياسة المصانع المنتجة لهذه الأجهزة هي الاعتماد ليس على سعر بيع هذا الجهاز وانما على سعر المواد الاحتياطية ،ويمكن وضع حدود للعطلات المفاجئة باستعمال الخوارزمية الجينية لتحسين معولية الأجهزة وزيادة قيمة دالّة المعولية للأجهزة قيد الدراسة وتقليل كلف الصيانة الكلية والتي بدورها تسهم في إطالة حياة المستفيد . ونظرا لدور الصيانة المهم في إطالة العمر الإنتاجي للمكائن والاجهزة والمعدات وزيادة اتاحية تلك الأجهزة وتقليل عدد العطلات وتقليل وقت إصلاحها وزيادة الفترة الزمنية بين عطل واخر التي تنعكس إيجابيا على قدرة الشركة في أداء مهامها بانسيابيه عالية وتلافي الخسارة المادية ،ومن الوسائل المهمة في تحسين معولية الأجهزة بشكل عام هي عملية الصيانة وبشكل خاص الصيانة الوقائية والتي لها دور كبير في تجنب العطل قبل حدوثه وعلى هذا الأساس لابد من الوقوف على السبل الكفيلة بتحسين معولية الأجهزة . وتَمّ الاعتماد على التوزيع الاسي في بناء نظام المعولية واعتبار ان أوقات العطلات والتشغيل تتوزع حسب التوزيع الأسّي . وتَمّ تحليل البيانات المتعلقة بالأجهزة عينة البحث البالغ عددها أربعة أجهزة لحساب معولية تلك الأجهزة في مدة المعايشة الميدانية ثم القيام بتصميم خطة صيانة وقائية لُكّل جهاز . تَمّ تقدير معولية التوزيع الأسي للنظام بالاعتماد على طريقة الخوارزمية الجينية لكونها أفضل طريقة تقدير.

Abstract

Medical devices suffer from malfunctions and sudden stops during work. Device malfunctions in general have become increasing, especially after the policy of factories producing these devices has become to rely not on the selling price of this device, but rather on the price of spare materials. Limits can be set for sudden malfunctions using a genetic

algorithm to improve reliability. devices, increasing the value of the reliability function of the devices under study, and reducing the total maintenance costs, which in turn contributes to prolonging the life of the beneficiary. The exponential distribution was relied upon to build the reliability system, and it was considered that vacation and operating times are distributed according to the exponential distribution. Data related to the devices in the research sample, which numbered four devices, were analyzed to calculate the reliability of these devices during the period of field living, and then a preventive maintenance plan was designed for each device. The reliability of the exponential distribution of the system was estimated based on the genetic algorithm method, being the best estimation method.

Keywords: genetic algorithm, reliability, exponential distribution, Maximum Likelihood Estimation , failure time.

المقدمة (Introduction)

تلعب التكنولوجيا دورًا حاسمًا في حياتنا اليومية، فمن الضروري التأكد من أن أجهزتنا تعمل في أفضل حالاتها. ومع استمرار تقدم التكنولوجيا، من المهم التأكد من تحسين صيانة الجهاز للحصول على أفضل أداء. تتمثل إحدى طرائق القيام بذلك في استعمال خوارزمية جينية لتحديد الوقت الأمثل لصيانة الجهاز. تعمل هذه الخوارزمية من خلال مراعاة عوامل مختلفة مثل استعمال الجهاز والبيئة التي يتَمّ استخدامه فيها وحتى عمر الجهاز. من خلال أخذ هذه السمات في الحسبان، يمكن للخوارزمية تحديد أفضل وقت لصيانة الجهاز من أجل ضمان الأداء الأمثل. يمكن أن تكون الخوارزمية الجينية أداة قوية. تعمل هذه الخوارزمية من خلال إنشاء مجموعة من الحلول، ثم اختيار أفضل الحلول بناءً على وظيفة اللياقة على سبيل المثال، إذا كان الجهاز عرضة للانهيار، فيمكن استعمال الخوارزمية الجينية لتحديد الوقت الأمثل لإجراء الصيانة. ستأخذ الخوارزمية في الاعتبار تواتر الأعطال وتكلفة الإصلاحات وتكلفة الصيانة. يمكنه بعد ذلك تحديد الحلول التي تزيد من موثوقية الجهاز مع تقليل تكلفة الصيانة.يمكن أيضًا استعمال هذه الخوارزمية للعثور على أفضل توقيت للصيانة الدورية. بدلاً من إجراء الصيانة ببساطة في الوقت نفسه كل عام، يمكن للخوارزمية الجينية تحديد التوقيت الأمثل للصيانة. يمكن أن يستخدم هذا الأسلوب لتحسين كفاءة صيانة الجهاز من خلال التأكد من العناية بالجهاز في الوقت المناسب. يمكن أن يساعد ذلك في ضمان عمل الجهاز بأعلى مستوى وعدم الحاجة إلى إصلاحه أو استبداله قبل الأوان. فضلاً عن ذلك، يمكن أن يوفر هذا النهج الوقت والمال عن طريق تجنب الإصلاحات أو الاستبدال غير الضرورية. إذْ تُعّد الخوارزمية الجينية أداة قوية لتحديد الوقت الأمثل لصيانة الجهاز. يمكن أن يساعد في ضمان عمل الأجهزة.

مشكلة البحث (Search Problem)

إنّ عطل الأجهزة بشكل عام أصبح متزايداً لاسيّما بعد أن أصبحت سياسة المصانع المنتجة لهذه الأجهزة هي بالاعتماد ليس على سعر بيع هذا الجهاز وإنما على سعر المواد الاحتياطية لهذا الجهاز تهدف هذه المشكلة إلى دراسة معولية الأجهزة

وتحسينها باستعمال الخوارزمية الجينية التي بدورها تؤدّي إلى زيادة عمر اشتغال الجهاز بأطول فترة ممكنة ان الأجهزة الطبية تكون في بعض الأحيان مهمة لحياة الإنسان فعدم توفرها في حالة معينة يؤدي إلى فقدان هذا الإنسان لذلك خُصَّصتْ من الدراسة الخاصة بهذا البحث. بدراسة وضع مجال الأجهزة الطبية قيد الدراسة هي (جهاز الأسنان ،جهاز الأشعة، جهاز مختبر كوباس، جهاز تخطيط القلب) وضع خطّة مثلى لزيادة عمر الجهاز دون توقف أو فقدانه التي بدورها سوف تهتَمّ في إطالة حياة المستفيد من هذه الأجهزة

هدف البحث (Research objective)

يهدف البحث إلى زيادة وقت اشتغال الجهاز ووضع حدود للعطلات المفاجئة باستعمال الخوارزمية الجينية لتحسين معوليه الأجهزة .وزيادة قيمة دالّة المعولية للأجهزة قيد الدراسة وتقليل كلف الصيانة الكلية والتي بدورها تسهم في إطالة حياة المستفيد من تقديم الخدمة لهم عن طريق هذه الأجهزة .

معوليه الانظمة (Reliability of Systems):

استعمل مصطلح المعولية بعد الحرب العالمية الثانية وتقدم نتيجة للتطور الذي حدث في الاساليب الاحصائية والرياضية وتقدم برامج الحاسوب وإثر للحاجة الماسة في طول عمر النظام وزيادة درجه ثقة ولجوء المستهلك به وقد تبين أنّ المعولية بأنها : هي احتمال أنّ الآلة تستمر في العمل بنجاح (من دون فشل) خلال فترة زمنية معينة $(0، t)$ ، إذْ ان الآلة تبقى في العمل بعد مرور الوقت (t) او هي طاقة عنصر او جهاز معين لتنفيذ وظيفة المطلوبة عندما نريد استعماله ، في ظل ظروف بيئية وتشغيلية معينة وللمدّة المحددة من الوقت وكم من الوقت يمكنه الاداء تحت هذا المعيار[29:pp23] ، و المعولية مصطلح إحصائي يراد به تحليل المتغيّرات العشوائية ذات القيم الموجبة التي تمثّل الوقت حتى حدوث الفشل في النظام ويقصد بالنظام هنا (جهاز، ماكنة، مكونات الجهاز، وهكذا) أي ان احتمال عدم فشل الجهاز خلال مدّة زمنية معينة $(0,t)$ ويمكن التعبير عنها رياضياً بالشكل الآتي [20:pp23]

$$R(t) = P(T \geq t) \qquad \ldots(1\text{-}2)$$

(t) وقت الاشتغال وهو أكبر أو يساوي صفراً.

(T) الزمن المتراكم لحياة جهاز معين خلال المدّة $(0,t)$

$$R(t) = pr(T \geq t) = \int_{t}^{\infty} f(x)dx = 1 - p(\,T > t)\,;\ t \geq 0$$

وان $R(t)$ تسمى دالّة المعولية عند الزمن (t) وتكون عباره عن احتمال ان الزمن الذي يمكن ان يتعطل فيه النظام يكون اكبر من t ويمكن التعبير عن دالّة التوزيع التراكمي التي تمثل الاحتمال التجميعي للفشل حتى الزمن t.

اما احتمال بقاء المركبة دون فشل حتى الفترة (t) هو

$$F(t) = \bar{R}(t) = P(T < t) \qquad \dots (2-2)$$

وعليه نستطيع ان نقول ان المعولية هي احتمالية عدم الفشل للمركبة او الجهاز خلال الفترة (0,t) وعليه فان R(t) كأي داله احتماليه تقع قيمتها بين الصفر والواحد (0,1)، وتمتاز بخصائص

1. هي قيمة محصورة بين صفر و الواحد الصحيح وذلك لكونها دالّة احتمالية

$$0 \le R(t) \le 1$$

2. دالّة رتيبة متناقصة مع الزمن فكلما تقدم وقت عمل الآلة قلت دالّة المعولية (تناسب عكسي مع الوقت).

$$R(t_1) > R(t_2) > \cdots > R(t_\infty)$$

ويمكن إثبات ذلك على النحو الآتي

لو كانت الفترة الزمنية (t_1, t_2) تخص عمل الة معينة فان دالّة المعولية للمدّة t_2 اصغر من دالّة المعولية للمدّة t_1 و كالاتي

$$\int_{t_1}^{t_2} f(u)du \ge 0$$

إذْ يمكن ان نعبر عن المعادلة المذكورة بالصورة الاتية

$$= F(t_2) - F(t_1) \ge 0$$

$$F(t) = 1 - R(t)$$

$$= 1 - R(t_2) - [1 - R(t_1)] \ge 0$$

$$= 1 - R(t_2) - 1 + R(t_1) \ge 0$$

$$= R(t_1) - R(t_2) \ge 0$$

$$R(t_1) \ge R(t_2)$$

هذا يعني ان قابلية الجهاز للاشتغال في الزمن t=0 باحتمال يساوي واحد وكلما يندثر عمر الجهاز بعد مرور مدّة زمنية معينة نتيجة اشتغاله تقل هذه الاحتمالية نتيجة التقادم .

ووفقا لمصطلحات الاحتمال فان $\bar{R}(t)$ هي نفسها دالّة الكثافة التجميعية (CDF) للمتغيّر T:

ويتَمّ التعبير عنها [36:pp28-31] .

$$F(t)= \overline{R}(t) = P(T < t)$$

ومن هذه النظرية نستنتج البديهيات الآتية وان فضاء العينة يكون بالتبادل بين الفترتين الاولى $(T < t)$ و الفترة الثانية $(T \geq t)$.

$$p(0 < T < \infty) = 1$$

$$p(T < t \cup T \geq t) = 1$$

$$p(T < t) + p(T \geq t) = 1$$

ومن المعادلتين بالتعويض (2-1) و (2-2)

$$F(t) + R(t) = 1 \quad \ldots(3\text{-}2)$$

كذلك إنّ وقت الفشل هو متغيّر عشوائي مستمر وأنّ (t) سوف تقترب من الصفر اي إنّ احتمال الفشل يأخذ الصيغة الآتية :

$$P(t < T < t + \Delta t) = F(t + \Delta t) - F(t)$$

وإنّ دالّة (pdf) للمتغيّر العشوائي المستمر يعرف ب .

$$f(t) = \lim_{\Delta t \to 0} t \left[\frac{p(t < T < t + \Delta t}{\Delta t}\right]$$

$$= L_{\Delta t \to 0}\, t \left[\frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{\Delta t}\right]$$

$$= \frac{dF(t)}{dt}$$

$$= \frac{-dR(t)}{dt}$$ من معادلة (2-3)

$$f(t)= \frac{dF(t)}{dt} = \frac{-dR(t)}{dt}$$

و أن

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt$$

و أن الاحتمال الشرطي للفشل في الفاصل الزمني من t إلى $(t + \Delta t)$ بالنظر إلى أن النظام قد نجا إلى الوقت t هو

$$P(t \le T \le t + \Delta t) = \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{R(t)}$$

عندما $\frac{(t)-R(t+\Delta t)}{R(t)\Delta t}$ الاحتمال الشرطي للفشل في وحدة الزمن (نسبة الفشل)

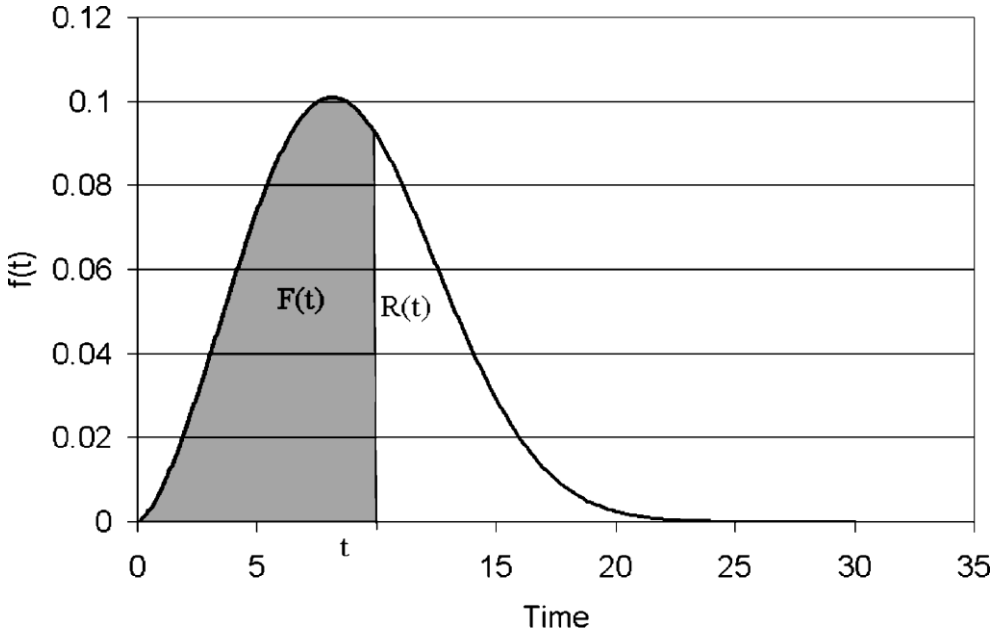
$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{R(t)\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{-[R(t + \Delta t)]}{\Delta t} \frac{1}{R(t)}$$

$$= \frac{-dR(t)}{dt} \frac{1}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

و $\lambda(t)$ تعرف بانها دالّة الخطر او معدل الفشل

$$\lambda(t) = \frac{-dR(t)}{dt} \frac{1}{R(t)}$$

$$\lambda(t)dt = \frac{-dR(t)}{R(t)} \qquad \dots (4-2)$$



الشكل (2-1) يوضح دالّة التوزيع الاحتمالية

الخوارزمية **الجينية (Genetic Algorithm (GA)) :**

الخوارزمية الجينية (GA) هي من تقنيات التحسين القوية وهي مستوحاة من مبادئ الانتقاء الطبيعي وتطور الأنواع نظراً لمتانتها وسهولتها طبقت بنجاح في العديد من مشاكل التحسين المعقدة واستعملت في الهندسة النووية وفي المشاكل المعقدة جميعها[25 pp: 236] ، وهي تعتمد على تقليد عمل الطبيعة من منظور داروينى و الخوارزميات الجينية تعمل على البحث الإرشادي وتقنيات التحسين التي تحاكي عملية التطور الطبيعي باختيار الأفضل وتجاهل البقية ، ومثال كان تغذية الزراف تعتمد على الأوراق في الاشجار العالية إذْ كانت الزرافات التي تملك رقبة اطول كان لديهم فرصة أفضل للبقاء على قيد الحياة ، وقد تطورت الأنواع واصبح الجيل الجديد ذو رقبة طويلة. وهذا كان التطور على مر الأجيال وقد تحدث طفرة عبر الأجيال وهذا الأنموذج سوف يحاكى باستعمال الخوارزميات الجينية بعمل أنموذج يعمل لاختيار الصفة الافضل واهمال الصفة الضعيفة التي تندثر عبر الزمن في كل دورة تحسين وهناك أساليب مختلفة لتنفيذ اختيار الكروموسومات في "الخوارزميات الجينية "، ومنها اختيار عجلة الروليت والنظام الثنائي (0,1) [19 pp: 7-8].

اما جدولة الصيانة بالخوارزميات الجينية فقد عُدّت من اكثر مجالات تطبيق الخوارزميات (GA) نجاحاً فمشاكل الجدولة معقدة وصعبة الحل وغالباً ما يتّم التعامل معها بأساليب عدّة و مشاكل الجدولة غير كاملة البرمجة ولا يمكن ان تضمن التجريبيات بمفردها الوصول إلى افضل حل وكذلك تشمل مشاكل الجدولة تنافساً على الموارد المحدودة وتكون معقدة بالكثير من القيود .ويكمن نجاح (GA) في تعريف دالّة الصلاحية التي تدخل كل القيود في الحسبان . وغالباً ما يتّمّ إنشاء جدولة الصيانة يدوياً فلا يوجد ضمان لـ انشاء جدولة مثالية او حتى قريبة من المثالية . اما العملية التقليدية لتطوير (GA) فتشمل الخطوات الآتية:

1- تحديد ماهي المشكلة ، وتعريف القيود، وما معيار الأمثلية.
2- تمثيل نطاق المشكلة على أنّه كروموسوم.
3- تعريف دالّة الصلاحية لتقويم أداء الكروموسوم.
4- بناء المؤثّرات الوراثية.

تحديد دورة الخوارزمي الجيني، وضبط معلماته.

1: التهيئة (*initialization*) [14pp:7]

هناك في البداية العديد من الحلول الفردية تكون مولدة عشوائياً على شكل أولي للكروموسومات. يعتمد حجم الكروموسومات على نوع المشكلة، ولكن غالباً ما يوجد عدة مئات أو آلاف من الحلول المقبولة بشكل نمطي يتَمّ توليد الكروموسومات بشكل عشوائي، و تغطي مجموعة كاملة من الحلول الممكنة البحث الفضائي(search spaces) في بعض الأحيان، فإن هذا الحل قد تكون "المصنف" في حالة الوصول إلى الحل الأمثل(optimal solution) كل حل مرشح لديه مجموعة من الخصائص (الكروموسومات أو النمط الوراثي) التي يمكن أن تحور وتغييرها تقليديا وغالباً ما يبدأ التطور من مجموعة من الأفراد الذين تَمّ إنشاؤهم بشكل عشوائي، وهو عملية تكرارية، مع السكان في كل تكرار يسمى جيل، في كل جيل يتَمّ تقييم المطابقة لُكّل فرد في السكان.

2 : الاختيـــــار(*Selection*) [14pp: 8]

خلال كل الأجيال المتتالية، هنالك نسبة من الكروموسومات الحالية هي المختارة لإنتاج جيل جديد. ويتَمّ اختيار هذه الكروموسومات الاعتماد على دالّة الحل الأمثل، و تكون نسبة الاختيار على أفضلية الدالّة المثلى ،وهنالك طريقة أخرى عن طريق اختيار مجموعة غير محدده بصوره عشوائية من الكروموسومات، لكن هذه العملية قد تستغرق وقتاً طويلاً جداً. تعرف الدالّة المثلى على التمثيل الجيني ويقيس*نوعية* الحل الممثلة، وهناك طرق مختلفة في الخوارزمية الوراثية تحدد الية الاختيار منها [12pp:19]

(اختيار البطولة ، اختيار عجلة الروليت، والتحديد النسبي ، واختيار الرتبة ، واختيار حالة ثابتة ، الخ)

3 : الجين (The Gene) [8pp: 106]

هو اصغر جزء من الفرد او اصغر جزء يكون حامل للمعلومة، و يتَمّ غالباً تشفير متغيرات الدالّة التي تخضع للاستمثال لتكون في الشكل الثنائي (صفر و واحد) وهنا البت يسمى الجين.

4 : المجتمع (Population) [8pp: 36]

هي مجموعة الحلول المتاحة ويتكون من مجموعة من الأفراد (الكروموسوم) كل كروموسوم يتكون من مجموعة من الجينات هي المتغيرات المستقلة كل كروموسوم يكون حل أولي للمشكلة ويمكن ترميز الجينات بالترميز الحقيقي أو الترميز الثنائي أو أنواع أخرى من الترميز

X_1	X_2	-	-	-	X_n

$Gene_1$	$Gene_2$	-	-	-	$Gene_n$

إذْ n: تمثل طول الكروموسوم

5 : دالّة المطابقة (Fitness Function): (12:pp2)

وهي الدالّة التي تعطي نتيجتها احتمال دخول فرد ما في الاختيار وتوريث خاصياته. و الحلول المثلى تعطى حظاً أكبر للدخول في عملية التكاثر وتوريث الخاصيات أو التغيير وتحسب قيمة هذه الدالّة لُكّل كروموسوم (Chromosome) و تستند على طبيعة دالّة الهدف فعندما تكون دالّة الهدف تقليل فان دالّة الجودة تكون كالآتي .

Fitness Function(string)=(Objective Function (string i))*-1

أمّا اذا كانت دالّة الهدف تعظيم فإنّ دالّة الجودة تكون كالآتي.

Fitness Function(string)=(Objective Function (string i))

6:عملية التزاوج (crossover) (12:pp2)

بعد أنْ تَمّ اختيار الآباء بشكل أولي عملية الاختيار هذه يتَمّ تزاوج بين كل اثنين من الآباء لإنتاج طفلين جديدين وهذه العملية تبقى حتى يتَمّ إيجاد مجوعة جديدة من الكروموسومات فضلاً عن المجموعة الاولية من الآباء، يتَمّ إنشاء جيل جديد الذي يشارك غالباً العديد من خصائص "الآباء" , ويتَمّ اختيار أولياء الأمور الجدد لُكّل طفل جديد، وتستمر العملية حتى يتَمّ توليد عدد جديد من الحلول ذات الحجم المناسب, توجد العديد من التقنيات التي تَستعمل في عملية التهجين ومنها:

أ - نقطة تهجين واحدة (One Point Crossover) (12:pp2)

هذه العملية في نهاية الحلول نحصل من خلالها على الجيل القادم من السكان الكروموسومات التي تختلف عن الجيل الأول، البيانات جميعها تنسق بالاعتماد على هذه النقطة و تحدث عملية تبدل للبيانات و يتَمّ قطع الحليين عندهما ويتبادل الاجزاء بينهما بشرط عدم تكرار الحدث .

ب - نقطتين تهجين(Two Point Crossover) [12:pp2]

هذه العملية في نهاية الحلول نحصل من خلالها على الجيل القادم من السكان الكروموسومات التي تختلف عن الجيل الأول، جميع البيانات تنسق بالاعتماد على هذه النقطتين، يحدث عملية تبدل للبيانات و يتَمّ قطع الحليين عندهما ويتبادل الأجزاء بينهما بشرط عدم تكرار الحدث.

ت – التزاوج المتعرج(Zigzag Crossover) [12:pp2]

هذه العملية تعمل على قطع البيانات من منطقة تختلف عن منطقة الكروموسوم الثاني بأسلوب المتعرج وتعتمد على الإبدال بين الأبوين لإنتاج جيل جديد من الأطفال (child) ودائما ما تكون نتائج هذا التزاوج افضل من السابقين .

7: الطفرة (Mutation) [11:pp121]

هو تغيّر يحصل في الأبناء الناتجة من عملية التهجين بحيث تكون تغيّراً متعمداً في شكل الكروموسوم عن طريق تغيّر أحد اجزاء الكروموسوم (تغيّر *bit*) تغيّر على صبغية معينة او تغيّر يطرأ على إحدى متغيراته هذه العملية ليست ناتجة من الآباء.

عملية الاستنساخ هذه تؤدي في النهاية إلى إنتاج كروموسومات جديدة فيتَمّ تطبيق الدالّة المثلى عليها لإنتاج أبناء جدد .

8: تأثير عدد مرات تكرار الخوارزمية [9:pp121]**:**

تكرار الخوارزمية يعني الحصول على جيل جديد من الأبناء ، ومن ثَمَّ عدد مرات التكرار يمثل عدد أجيال الأبناء، وطبقا لمبدأ داروين في الوراثة الذي يعتمد على نظرية أن البقاء للأفضل وأن جيل الأبناء على الأغلب يكون أكثر توافقا مع الظروف البيئية الجديدة بسبب فناء الأفراد الأقل تكيفا، وبشكل مماثل فإنه كلما زدنا عدد الأجيال في الخوارزمية الوراثية فإن الحلول الأقرب للحل الأمثل سوف تبقي وتحافظ على نفسها على أقل تقدير في الأجيال التالية .

9 : الإنهاء [9:114]

عملية إيجاد جيل جديد تستمر حتى يحدث أحد أسباب الإنهاء و هي:

أ- الوصول إلى الحلّ الأمثل .

ب- الوصول إلى العدد المطلوب من الأجيال .

ج- الوصول إلى قيمة معينة (budget) مثل حساب الزمن المال .

د- الوصول إلى (local minimum) الحد الأدنى من السكان وعدم القدرة على الخروج منها. هـ- التخمين .
و- باستعمال

متوسط الفترة الزمنية بين العطلات((MeanTim Between failures): [6:pp489]

عند عمل النظام العمليات فيه تبدأ بين التصليح والإدامة يكون نظام عمل المعدات عبارة عن عمليات عطل _ عمل لذا فإن توزيع اوقات الفشل الذي يمثّل الفترة الزمنية حتى حدوث عطل بين عمليات التشغيل ((Time to Failure (TTF) و يشير(MTBF) إلى معدل الفترة الزمنية بين وقوع عطل وآخر ويحسب بقسمة مدة عمل الجهاز او المعدة على عدد العطلات وكلما كان متوسط الوقت بين العطلات مرتفع دَلّ على ارتفاع كفاءة الأجهزة[6:pp489]

الفشل (Failures) : [6:pp503]

ان الفشل او العطل هو التغيّر في الماكنة من حالة العمل إلى حالة ادنى دون المعيار المقبول وهناك العديد من أسباب للعطل منها طاقات التحميل العالية للأجهزة والعطلات الناتجة عن العجز في اختيار المواد وكذلك عطلات قصور التصميم وكذلك هناك أعطال ناتجة عن الصيانة غير الدقيقة او سوء الاستعمال للأجهزة او المعدات من قبل المشغلين او سوء أفعال المستعملين اما الادارة فلها دور أساس فعندما تقرر الإدارة خفض تكاليف الصيانة وتخصص مبالغ معينة لأداء ضمن حد ادنى دون الاخذ بالحسبان النتائج على المدى البعيد او استبدال السريع للمكائن او كلف اجراء صيانة طارئة .

التوزيع الأسّيexponential distribution

إنّ التوزيع الأسي يتعلق بمقدار الوقت حتى حدوث حدث معين. فعلى سبيل المثال، فإن مقدار الوقت (الذي يبدأ الآن) حتى حدوث الزلزال له توزيع أسي. وتشمل الأمثلة الأخرى مقدار الوقت، طول الوقت، بالدقائق، للمكالمات الهاتفية التجارية بعيدة المدى، بالأشهر.

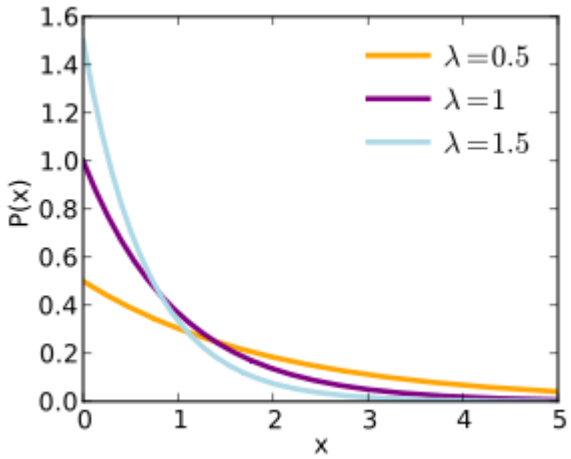
تحدث قيم المتغيّر العشوائي الأسي بالطريقة الآتية. هناك عدد أقل من القيم الكبيرة والمزيد من القيم الصغيرة. على سبيل المثال، أظهرت دراسات التسويق أن مقدار الأموال التي ينفقها العملاء في رحلة واحدة إلى السوبر ماركت يتبع توزيعًا هائلاً. هناك المزيد من الأشخاص الذين ينفقون مبالغ صغيرة من المال وعدد أقل من الأشخاص الذين ينفقون مبالغ كبيرة من المال.

تُستعمل التوزيعات الأسية بشكل شائع في حسابات موثوقية المنتج، أو طول الفترة الزمنية التي يستمر فيها المنتج. إنّ المتغيّر العشوائي للتوزيع الأسي مستمر، وغالبًا ما يقيس مرور الوقت، على الرغم من أنّه يمكن استعماله في تطبيقات أخرى

ان دالّة التوزيع الاسي تعطى بالصورة الآتية

$$f(x;\lambda) = \frac{1}{\lambda}\, e^{-\frac{x}{\lambda}}$$

إذْ يكون المتغيّر x وكذلك المعلمة λ كميات حقيقية موجبة.



الشكل (2) دالّة الاحتمالية للتوزيع الاسي عند قيم مختلفة

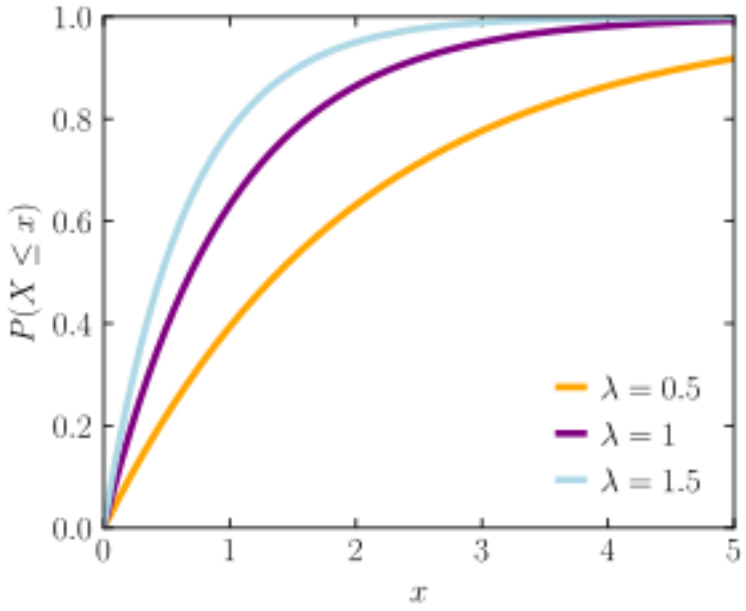
يظهر التوزيع الأسي في العديد من المجالات المختلفة مثل اضمحلال الإشعاع أو الجسيمات أو الوقت بين الأحداث في عملية بواسون إذْ تحدث الأحداث بمعدل ثابت.

دالّة التوزيع التراكمي للتوزيع الاسي

ان دالّة التوزيع التراكمية للتوزيع الاسي تحسب على النحو الآتي

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(u)du = \int_{0}^{x} \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{x}{\lambda}} = 1 - e^{-\frac{x}{\lambda}}$$

الشكل (3) دالّة التوزيع التراكمي للتوزيع الاسي



1 .العزوم Moments

ان عزوم التوزيع الاسي يمكن كتابتها على النحو الآتي :

$E(x)$	λ	μ5	$44\lambda^5$
$V\ (x)$	λ^2	μ6	$265\lambda^6$
μ_3	$2\lambda^3$	μ7	$1854\lambda^7$
μ4	$9\lambda^4$	μ8	$14833\lambda^8$

بشكل عام، تعطى العزوم الجبرية بالعلاقة:

$$\mu' n \ = \ \lambda^n n!$$

ويمكن الحصول على العزوم المركزية من العزوم اللامركزية فتكون

$$\mu_n = \lambda^n n! \sum_{m=0}^{n} \frac{(-1)^m}{m!} \rightarrow \frac{\lambda^n n!}{e} = \frac{\mu'_n}{e} \ ; n \rightarrow \infty$$

التقريب، في الواقع، جيد جدا بالفعل ل n = 5 إذْ الخطأ المطلق هو $\lambda^5 0.146$ والخطأ النسبي 0.3٪.

2 .الدالّة المميزة

ان الدالّة المميزة للتوزيع الأسى تكون على النحو الآتي :

$$\phi(t) = E\left(e^{ixt}\right) = \frac{1}{\alpha}\int_0^{\infty} e^{(it-\frac{1}{\lambda})x} dx = \frac{1}{1-it\lambda}$$

2-10. طرائق تقدير معالم الأنموذج (Methods of Estimation of Model Parameter):

هناك طرائق رئيسة وأكثر شيوعاً واستعمالاً لتقدير معلمات الانموذج وهي:

- طريقة الامكان الأعظم (Maximum Likelihood Estimation): [3 :pp 17]

هو الأسلوب الاكثر استعمالاً لتقدير معلمات الأنموذج لأنّه يقوم على مبدا تحديد المعالم للأنموذج لأنها تمتلك خواص جيدة وتهدف إلى جعل دالّة الامكان الاعظم للمتغيرات أعظم ما يمكن وتكون أكثر دقّة كُلما زاد حجم العينة وهذه الخاصية تجعلها اكثر دقة من طرائق التقدير الاخرى [18-1 :pp27].

$$f_T(t;\alpha;\beta) = \frac{\beta}{\alpha}(\frac{t}{\alpha})^{\beta-1} Exp\left[-(\frac{t}{\alpha})^{\beta}\right]$$

$$L = \prod_{i=1}^{n}\left\{\frac{\beta}{\alpha^{\beta}}(ti)^{\beta-1} Exp\left[-\left(\frac{ti}{\alpha}\right)^{\beta}\right]\right\}$$

$$Log\ L = n\log\beta - n\beta log\alpha + (\beta-1)\sum_{i=1}^{n}\log(ti) - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{ti}{\alpha}\right)^{\beta}$$

$$\frac{\partial Log\ L}{\partial\ \alpha} = -\frac{n\beta}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha^{\beta+1}}\sum_{i=1}^{n}(ti)^{\beta} = 0 \qquad \dots \quad (10-2)$$

$$\frac{\partial Log\ L}{\partial\ \beta} = \frac{n}{\beta} - \text{n Log }\alpha + \sum_{i=1}^{n} Log\ (ti) - \frac{\sum_{i=1}^{n} ti^{\beta}\ Log\ ti}{\alpha^{\beta}} + \frac{Log\alpha\ \sum_{i=1}^{n} ti^{\beta}}{\alpha}$$

وصف البيانات

تَمّ الحصول على البيانات الخاصة بالأجهزة من مديرية صحة واسط الخاصة بمستشفى النعمانية ولمدة عشر سنوات (من الشهر الأول سنة 2012 إلى شهر 12 سنة 2021).

تحليل البيانات

1-تحليل البيانات الخاصة بجهاز تخطيط القلب، والبيانات للأجهزة الخمسة كانت كما يأتي:

الجدول (1): مدّة تعطيل للنظام بالأشهر

Machine	1	2	3	4	5	Machine	1	2	3	4	5
1	5.804	1.76	0.36	4.568	2.066	31	2.552	1.202	3.725	0.487	0.817
2	0.741	1.132	3.454	1.559	3.149	32	0.269	0.91	0.221	0.266	2.684
3	1.277	5.25	3.229	1.939	0.411	33	2.525	2.772	2.608	2.929	2.703
4	2.631	3.999	0.909	1.132	1.744	34	2.869	5.009	0.726	2.861	0.884
5	0.625	2.017	2.519	4.117	1.303	35	0.374	0.901	1.74	1.625	4.538
6	2.353	2.139	3.591	0.534	2.688	36	1.783	0.283	0.23	0.403	2.799
7	0.776	0.604	2.962	1.238	0.248	37	1.801	2.348	0.378	2.996	1.724
8	0.281	1.632	2.278	0.25	0.647	38	3.226	0.512	1.503	1.768	3.462
9	3.076	1.372	0.854	1.999	1.019	39	1.632	1.111	0.52	2.331	2.984
10	1.166	3.433	3.797	0.969	0.337	40	2.761	5.142	0.804	0.251	0.799
11	2.787	2.458	3.456	0.485	0.838	41	0.827	2.83	4.158	3.033	3.9
12	0.618	3.725	1.711	1.167	1.341	42	0.706	2.559	0.52	0.45	0.49
13	3.798	1.134	2.01	0.533	1.554	43	3.574	0.887	4.177	1.157	1.132
14	1.407	0.315	0.403	3.31	4.083	44	2.447	3.681	0.457	3.946	1.118
15	2.151	4.829	0.527	0.343	0.578	45	3.003	4.382	0.502	0.606	1.906
16	1.467	1.584	0.776	1.822	1.008	46	1.395	1.843	2.003	1.748	2.952

17	2.174	0.703	3.116	2.461	2.407	47	0.281	0.587	1.931	0.944	0.548
18	3.542	0.789	0.92	1.312	0.911	48	0.468	0.216	1.481	1.457	0.485
19	0.934	5.254	0.586	1.344	1.024	49	3.703	0.261	3.021	4.568	0.7
20	5.23	2.903	1.429	0.756	0.645	50	0.474	2.289	0.791	5.576	0.837
21	0.688	1.173	1.568	0.287	1.561	51	2.528	1.251	2.363	0.695	0.852
22	0.821	2.26	0.35	1.54	0.461	52	2.697	0.288	0.985	2.46	4.662
23	2.547	0.561	0.612	2.617	0.944	53	0.37	5.253	0.678	3.749	0.457
24	0.487	0.593	0.759	3.428	4.66	54	1.887	1.286	1.449	0.634	5.199
25	0.492	0.881	0.403	2.055	2.291	55	2.527	2.507	2.811	1.721	3.278
26	1.615	0.544	0.935	0.352	0.354	56	1.45	0.838	1.174	2.713	0.829
27	3.314	0.353	3.113	0.594	0.261	57	1.289	2.681	3.561	2.286	2.715
28	0.354	0.855	0.357	0.814	1.769	58	0.299	3.701	1.235	2.192	1.11
29	5.69	1.811	0.259	4.489	1.97	59	0.73	0.312	3.682	1.76	0.249
30	0.547	0.218	0.359	0.277	3.641	60	0.394	3.025	0.36	0.778	1.128

- **تقدير معولية النظام**

تَمّ تقدير معولية التوزيع الأسي للنظام بالاعتماد على طريقة الخوارزمية الجينية لكونها أفضل طريقة تقدير، وذلك بالاعتماد على برنامج مكتوب بلغة R، إذْ تَمّ كتابة نتائج معولية كل جهاز من الأجهزة، فضلاً عن معولية النظام، وكانت النتائج كما يأتي:

الجدول (2): معولية الأجهزة المقدرة بالاعتماد على طريقة الخوارزمية الجينية

Ti	1	2	3	4	5	System
0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0.33	0.86530	0.87004	0.84937	0.86148	0.85675	0.47196
0.67	0.74874	0.75697	0.72143	0.74215	0.73402	0.22275
1.00	0.64789	0.65860	0.61277	0.63935	0.62887	0.10513
1.33	0.56062	0.57300	0.52047	0.55079	0.53879	0.04962
1.67	0.48510	0.49854	0.44207	0.47449	0.46161	0.02342
2.00	0.41976	0.43375	0.37548	0.40877	0.39548	0.01105
2.33	0.36322	0.37738	0.31893	0.35215	0.33883	0.00522
2.66	0.31429	0.32833	0.27089	0.30337	0.29029	0.00246
3.00	0.27196	0.28566	0.23008	0.26135	0.24871	0.00116
3.33	0.23533	0.24854	0.19543	0.22514	0.21308	0.00055
3.66	0.20363	0.21624	0.16599	0.19396	0.18256	0.00026
4.00	0.17620	0.18814	0.14099	0.16709	0.15641	0.00012
4.33	0.15246	0.16369	0.11975	0.14395	0.13400	0.00006
4.66	0.13193	0.14241	0.10171	0.12401	0.11481	0.00003
5.00	0.11416	0.12391	0.08639	0.10683	0.09836	0.00001

نلاحظ أن قيم دوال المعولية تنقص بمرور الزمن وهذا يتوافق مع الحقيقة النظرية القائلة أن دالّة المعولية هي دالّة تناقصية، إذْ نلاحظ أن احتمال أن يعمل النظام من غير عطل لمدة 0.33 شهر (10 أيام) هو 0.47196، واحتمال أن يعمل من غير

عطل لمدة 0.67 (20 يوم) هو 0.22275، ولشهر هو 0.10513، وهكذا تتناقص إلى أن تصل إلى احتمالية قريبة من الصفر عند الشهر الخامس.

تقدير معولية النظام

تَمّ تقدير معولية التوزيع الأسي للنظام بالاعتماد على طريقة الخوارزمية الجينية لكونها أفضل طريقة تقدير، وذلك بالاعتماد على برنامج مكتوب بلغة R، إذْ تَمّ تقدير نتائج معولية كل جهاز من الأجهزة، فضلاً عن معولية النظام، وكانت النتائج كما يأتي:

الجدول (3): معولية الأجهزة المقدرة بالاعتماد على طريقة الخوارزمية الجينية

Ti	1	2	3	4	5	System
0.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0.33	0.90332	0.89435	0.90221	0.90003	0.87357	0.56287
0.67	0.80053	0.82346	0.87267	0.82383	0.85332	0.50086
1.00	0.79234	0.80084	0.81560	0.80035	0.82573	0.50003
1.33	0.76849	0.77356	0.80005	0.76894	0.80248	0.47697
1.67	0.72376	0.72214	0.72387	0.71598	0.72698	0.40081
2.00	0.69985	0.69824	0.67335	0.68245	0.68390	0.38966
2.33	0.67398	0.65478	0.62783	0.64893	0.66491	0.32665
2.66	0.57423	0.52765	0.43875	0.47683	0.48256	0.28653
3.00	0.46288	0.43887	0.37689	0.38797	0.38795	0.20009
3.33	0.36378	0.30097	0.29847	0.30091	0.32760	0.14386
3.66	0.27684	0.27684	0.26584	0.26587	0.26734	0.10065
4.00	0.23768	0.22587	0.20987	0.21865	0.23276	0.00768

4.33	0.17653	0.17693	0.15476	0.18793	0.17683	0.00035
4.66	0.13658	0.12528	0.12657	0.11562	0.12685	0.00006
5.00	0.10081	0.10546	0.10096	0.00957	0.00675	0.00002

نلاحظ أن قيم دوال المعولية تنقص بمرور الزمن وهذا يتوافق مع الحقيقة النظرية القائلة أن دالّة المعولية هي دالّة تناقصية، إذْ نلاحظ أن احتمال أن يعمل النظام من غير عطل لمدة 0.33 شهر (10 أيام) هو 0.56287، واحتمال أن يعمل من غير عطل لمدة 0.67 (20 يوم) هو 0.50086، ولشهر هو 0.50003، وهكذا تتناقص إلى أن تصل إلى احتمالية قريبة من الصفر عند الشهر الخامس.

الاستنتاجات (conclusions):

1. إنّ توزيع اوقات الفشل لأجهزة تخطيط القلب وأجهزة الاشعة وأجهزة الأسنان واجهزة مختبر كوباس تتبع التوزيع الاسّي ذي المعلمتين.
2. من خلال تطبيق انموذج الصيانة المقترح تَمّ الحصول على جدولة أوقات الصيانة والاستبدال والذي يعظم معولية الجهاز ويقلل التكاليف المترتبة لمدة عشر سنوات.
3. كان أسلوب الخوارزمية الجينية هو أفضل الأساليب المستعملة في هذه الرسالة في تقليل كلفة الصيانة الوقائية .

التوصيات (Recommendations):

1. الاعتماد على الخوارزمية الجينية في تقدير فترة الصيانة الوقائية المثلى لأنّ هذا الاسلوب يؤدي إلى تقليل التكاليف وزيادة كفاءة الاجهزة من خلال تحديد وقت الصيانة الوقائية الامثل لهذه الاجهزة .
2. تسجيل البيانات الخاصة بأوقات الصيانة والكلف بصورة منتظمة كونها تسهم وبشكل كبير في ضمان دقة النتائج في الحصول على وقت الصيانة الوقائية الامثل.
3. استعمال النموذج المقترح لصيانة الأجهزة الاخرى التابعة للمستشفى قيد البحث، التي من شأنها ان تظهر للباحثين توزيعات احتمالية أخرى في حساب معولية الأجهزة.
4. .بالإمكان عمل جدولة شهرية أو فصلية أو موسمية لأوقات الصيانة الوقائية والاستبدال لتسهيل عملية تسجيل المشاهدات والعمليات الحسابية.

المصادر

1. عباس، غصون حربي. (2018). انموذج الصيانة الوقائية باستعمال الخوارزمية الوراثية مع تطبيق عملي. بغداد: رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد جامعة بغداد.
2. اللامي، غسان قاسم داوود؛ البياتي، اميرة شكرولي. (2008). ادارة الانتاج والعمليات مرتكزات معرفية وكمية. عمان، الاردن دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
3. ميشيل نيجنفنيسكي. (2004). الذكاء الصناعي دليل النظم الذكية. الرياض، المملكة العربية السعودية دار المريخ للنشر
4. الصومالي ،علي حسن عثمان (1995)،"أفضل تقدير للمعولية في حالة التوزيع الآسي للبيانات الكاملة مع تطبيق عملي"، رسالة ماجستير –كلية الإدارة والاقتصاد-الجامعة المستنصريه .
5. الكبتي ،هديل سليم . (2005)."حول مقارنة طرائق التقدير لمعلمة ودالّة البقاء للتوزيع الآسي باستعمال المحاكاة" ،أطروحة دكتوراه ،كلية التربية ابن الهيثم – جامعة بغداد.
6. محمود، محمود شاكر(1980) "استعمال نظام المعولية في دراسة العطلات لمعدات معمل 14 تموز: قسم النسيج :" رسالة ماجستير ،كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
7. Dijkhuizen, & Heijden. (1999, January 11). Preventive maintenance and the interval availability distribution of an unreliable production system. Reliability Engineering and System Safety 66, pp. 13–27
8. Dr. Rajib, Kumar Bhattacharjya. (2013). Introduction To Genetic Algorithms. Department of Civil Engineering IIT Guwahati R.K. BhattacharjyaCEIITG
9. Ebeling, Charles E. (2010). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Canada Secon edition.
10. Jun-peng ZHAN & Chuang-xin GUO & Qing-huaWU & Lu-liang ZHANG & Hong-jun FU; (15 11, 2014). Generation maintenance scheduling based on multiple objectives and their relationship analysis. Journal of Zhejiang University-
11. Lapa, C. & Pereira, C. & Barros, M. (2006). A model for preventive maintenance planning by genetic algorithms based in cost and reliability. Reliability Engineering and System Safety 91, pp. 233–240.
12. Lapa, Celso & Pereira, Cla´udio & Mol, Antoˆnio Carlos. (2000). Maximization of a nuclear system availability through maintenance scheduling optimization using a genetic algorithm. Nuclear Engineering and Design 196, p.
13. Michael, S.Hamada & Alyson G. Wilson & C. Shane Rees . (2008). Bayesian Reliability. New York Springer Seriesin Statistics.

14. Muñoz, A. & Martorell, S. & Serradell, V. , (1997, February 24). Genetic algorithms in optimizing surveillance and maintenance of components. Reliability Engineering and System Safety 57, pp. 107-120.
15. Mohammad, A. Al-Fawzan. (2000, May). Methods for Estimating the Parameters of the Weibull Distribution. King Abdulaziz City for Science and Technology
16. Rommert Dekker. (1996). Applications of maintenance optimization. Reliability Engineering and System Safety 51, pp. 229-240.
17. Verma, Ajit Kumar & Ajit, Srividya & Karanki, Durga . (2010). Reliability and Safety Engineering. Springer Series in Reliability Engineering.
18. AL-Nasser, Abdul Majeed ,(2009) "Statistical Reliability" Ithraa Publishing and Distribution ,University of Baghdad .
19. Nochai.Titda & Bobhisuwa, Wina (2006) "Statistical Reliability Analysis of Some Type of Two Parameter Life Time Distributions ",Second Edition , University Sains Malaysia,
20. Rausand &Mavvin .(2004) "System Reliability Theory ", John Wiley and Sone , Second Edition .
21. Trivedl &Kishors .(2002) " Probability and Statistics With Reliability Queuing and Computer Science Application " John Wiley and Sons .
22. Yarmohammadi , Masoud & Pazira ,Hassan .(2010) "Classical and Bayesian Estimations on the Generalized Exponential Distribution Using Censored Data ",Journal of Math .Analysis ,Vol.4, no.29 , PP.1417-1431 .
23. Zio, Enrico .(2006) "Introduction to Basic of Reliability and Rick Analysis " Polytechnic of Milan, Italy.
24. F.P.A.Coolen&M.J.Newby,(1994),"Bayesian reliability analysis with imprecise prior probabilities",Raliability engineering and system Safety 43,75-85