بناء وتقييم أنموذج تقريبي لنماذج المحاكاةباستخدام سطوح الاستجابة باستخدام البوتستراب

أ.م.د. نزيه عباس محيميد م.م.فاضله علي الطائي

الملخص

ان تطور الجوهري للقدرةالحسابية للحاسوب (Computational Capability) وفر امكانيات كثيره لحل كثير من المشاكل المعقده والكبيرة وذلك من خلال الاعتماد على بناء نماذج المحاكاة للحصول على الحلول المقبولة , وبالرغم من مميزات نماذج المحاكاة الانه ليس دائما بالطريقةالملائمة للتحليل بسبب ان بعض حالات المحاكاة تكون مكلفه ويستهلك وقتا كبيرا للحساب وللتغلب على هذه القيود , تم في هذه البحث أعاده نمذجه المحاكاة لاحد نماذج صفوف الانتظار والمتمثل بالأنموذج G\G\1 , وذلك من خلال استخدام نوع من انواع Metamodel هو انموذج انحدار من الدرجة الاولى بالاعتماد على مصفوفه التجارب العامليه وانموذج الانحدار المتعدد من الدرجةالثانية بالاعتماد على مصفوفه التقابلات المركزيةالمدورة ليكونا بديلين عن انموذج المحاكاةأذ تمتاز هذه نماذج بتمثيل العلاقة بين مدخلات ومخرجات النظام بشكل واضح وتحديد العوامل الاكثر اهميه وتأثيرا على المخرجات مما يجعل التحليل اكثر مرونة. ومن ثم تقييم كفاءه الانموذجين في تمثيليهما انموذج المحاكاة وذلك من خلال استعمال اسلوب (البوتستراب) ,أذ تم التوصل الى ان نماذج الانحدار البوتستراب افضل من نماذج الانحدار الاعتيادية.

Abstract

The evolution of the fundamental of the amount of arithmetic of the computer (Computational Capability) provides many possibilities to solve many problemsof complex and large, by relying on building simulation models for acceptablesolutions, in spite of the advantages of simulation models banker, is not alwaysthe appropriate way to analyze because of some cases of simulations areexpensive and consumes a great time for the account and to overcome theselimitations ,Has been in theSearch re-modeling simulation for one sampleamong the queue model G \ G \ 1, and through the use of a type of Metamodel isa first regression model depending on the matrix factorial experiments and amultiple regression model depending on the matrix central be retained for twoalternatives for a simulation model , Where the advantage of thismodels forrepresentation of the relationship between inputs and outputs of the system andclear to identify the factors most important and influential on the output, whichmakes analysis more flexible , and validation And to test the accuracy of atwo models by using (Bootstrap), Through this study it was found that bootstrapregression model is best standards regression model in the representation of a simulation of queues

1.1 المقدمة

المحاكاة ألرقميه هي اداه تستخدم بشكل واسع في تحليل الأنظمةالمعقدة الا ان تنفيذ برنامج المحاكاة لعدد كبير من المدخلات يمكن ان يأخذ وقتا وجهدا كبيرا في ترجمه الناتج لذا من الضروري تفسير العلاقة بين متغيرات الاستجابة مع متغيرات النظام من خلال استخدام انموذج رياضي اي تشكيل أنموذج لأنموذج المحاكاة او ما يسمى بـmetamodel والذي يستخدم في تحليل حساسيه استجابة النظام لمختلف العوامل فضلا عن ذلك يكون اكثر وضوحا من أنموذج المحاكاة في تبيان الطبيعةالجوهرية لعلاقه المدخلات مع

مخرجات النظام. ولقد حصل Linear Regression Metamodel في السنوات الأخيرة كثيرا من الاهتمام لدخوله في كثير من البرامج الإحصائية وقدرته في ترجمه مشاكل الحياه اليومية كالمشاكل التي يتضمن نظام الانتظار.

2.1 هدف البحث

بعد الانتهاء من اعادة نمذجة انموذج المحاكاة صفوف الانتظار لاحد المستوصفات الصحية من النوع G/G/1 وذلك من خلال استخدام انموذج الانحدار البسيط وانموذج الانحدار من الدرجة الثانية وتقدير الانموذجين باستخدام تصميم التجارب العامليه لأنموذج الاول وتصميم المركبات المتقابلة المدورة لا نموذج الاخر , فكان لابد من تحديد مدى دقة الانموذجين في تمثيلهما انموذج المحاكاة وذلك من خلال استعمال اسلوب اعاده المعاينة (Bootstrap) .

1.2 المحاكاة Simulation[5,7]

المحاكاة هوالتقليد اوالتمثيل لعمل نظام حقيقي على مدة زمنية معينة . وسواء أجرينا المحاكاة يدويا ام باستعمال الحاسب فإنها تشمل على توليد تأريخ مصطنع للنظام , وذلك لغرض استنتاج الخواص التشغيلية للنظام الحقيقي , والمحاكاة تعتمد على تطوير أنموذج للنظام الحقيقي, وهذا الانموذج يكون على شكل مجموعة من الفرضيات التي تتعلق بعمل النظام وهذه الفرضيات تكون على شكل علاقات رياضية او منطقية وكذلك تمثل الوسيلة الوحيدة والاخيرة لحل أي مشكلة اذا ما استعصى حلها بالطريقة التحليلية Analytic Methods او العددية Numerical Methods وتعتمد المحاكاة على طرق المعاينة Resampling Methods وتوليد الارقام والمتغيرات العشوائية.

1.1.2 اسباب استعمال المحاكاة

تستعمل المحاكاة في الوقت الحاضر بشكل كبير ومكثف في كثير من الابحاث العلمية النظرية او التطبيقية والتي تدرس ضمن بحوث العمليات وتحليل النظم ومن اسباب استعمالها :

1- تمكن المحاكاة من دراسة واختبار التفاعلات الداخلية للمنظومة .

2- يمكن من خلال المحاكاة, دراسة تأثير التغيرات في المعطيات او المعلومات التنظيمية او البيئية اللازمة لتشغيل المنظومة عن طريق القيام بتعديلات في نموذج المنظومة وملاحظة تأثير هذه التعديلات في سلوكه.

3- ويمكن ان تقود الملاحظات التفصيلية للمنظومة التي تجري محاكاتها الى فهم افضل لها والى اقتراحات لتحسينها, الامر الذي لا يمكن تحقيقه الا بهذه الطريقة.

ولكن هناك بعض العيوب او بالأحرى صعوبات مثلا :

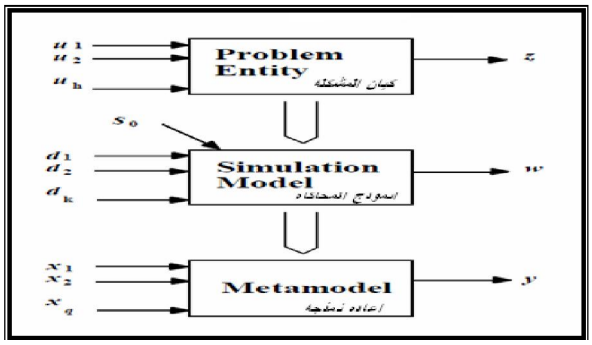
1- بناء انموذج يحتاج الى خبرة وتدريب خاص ولكن البعض يقول ان بناء انموذج هو فن .

2- نتائج المحاكاة او مخرجاتها قد يكون من الصعب تفسيرها ولاسيما اذا كانت المدخلات عشوائية مما ينتج عنه مخرجات عشوائية ومن ثم يكون من الصعب معرفة فيما اذا كانت الاختلافات الناتجة هي من العشوائية ام من تفاعل حقيقي بين المتغيرات .

3- النمذجه والتحليل وجمع البيانات لغرض المحاكاة يستغرق وقتا طويلا جدا ويكون مكلف احيانا كما ان اختصار او قطع بعض المصادر في عملية بناء الانموذج ينتج عنها انموذج ناقص لا ينطبق على النظام الحقيقي وتصبح نتائجه عديمة الفائدة.

2.2 اعاده النمذجه(Metamodel)[910,,8]

على الرغم من الفوائد الكثيرة للمحاكاة الا انها ليست دائما طريقه ملائمه للتحليل, بسبب ان المحاكاة تستهلك وقتا كبيرا, تم استعمال اساليب metamodelsوالتي تمتاز بالسرعة والدقة والتحليل الكفوء لتحقيق الامثلية والتعرف على المتغيرات المهمة. ان مفهوم metamodel يمكن تمثيلها بالشكل التالي :



شكل (2-1) مدخلات ومخرجات كيان المشكلة وانموذج المحاكاة وmetamodel[10]

اذا الفكرة الاساسية متمثلة بالشكل اعلاه لاحتساب او تقدير كيان المشكلة والمتمثلة بصفوف الانتظار, ان كيان المشكلة يمكن نمذجتها ببعض انواع نماذج المحاكاة وتقدير تأثيرات على انجاز النظام نتيجة التغيرات الحاصلة لمجموعة من المتغيرات الداخلة الا ان نماذج المحاكاة ربما تكون جدا معقدة وتستهلك وقتا كبيرا في حساب لذلك metamodeling(انموذج لأنموذج) model of model -غالبا- ما تكون البديل او تقريبي لأنموذج المحاكاة , اذ في عام 1975 اقترح استعمال metamodeling كدالة رياضية بسيطة لتمثيل العلاقة بين المخرجات (output) والمدخلات (input) والتي يمكن تشكيلها و حسابها بشكل سريع وكذلك الحصول على معلومات حساسة ومفيدة .

3.2 سطوح الاستجابة(Response Surface(RS

هذه نماذج طورت اصلا لتحليل تجارب المحاكاة المحددة والعشوائية وهو اسلوب شائع الاستعمال أذ يستعمل بشكل كفوء لبناء او تشكيل تقريبات Approximations لتمثيل اكواد الحسابية المعقدة ولمختلف التطبيقات , لهذا تم استعماله في هذا البحث.

ويمكن تمثيل الانموذج بالشكل التالي

$$y(x) = f(x) + e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.2)$$

الهدف الاساسي من هذه النماذج هو تحليل مخرجات التجارب الطبيعية اذ ان

$f(x)$ تمثل داله polynomialالمعرفه لـ X

وتكون هذه الدالة اما خطية σ^2 , $m = 0$ يمثل الخطأ والذي يفترض له التوزيع الطبيعي e

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{n=1}^{k} b_n x_n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.2)$$

اوقد تكون تربيعية quadratic equation

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{n=1}^{k} b_n x_n + \sum_{n=1}^{k} b_{nn} x_n^2 + \sum_{n} \sum_{m} b_{nm} x_n x_m \quad .....(3.2)$$

ولتقدير معلمات الانموذج $b_0, b_n, b_{nn}, ..., b_{nm}$ تم استعمالطريقه less square regression

$$b = (x'x)^{-1} x'\hat{y} \quad .....(4.2)$$

X تمثل مصفوفة التصميم X' , مبدل X

$\hat{y}$ عمود يحوي على كل قيم المتغيرات لكل نقاط العينة

ولتقليل عدد مرات التنفيذ لتجارب المحاكاة وللحصول على تقديرات اكثر كفاءة يتم استعمال تصميم التجارب من خلال استعمال مصفوفة التصميم D بدلا من مصفوفة المتغيرات التوضيحية X اي انه القيم الاصلية يتم تحويلها الى مستويات (± 1 , 0) لتبسيط العملية الجبرية ويتم ذلك من خلال اتباع الخطوات التالية

أ – عن طريق الخبرة والمعرفة السابقة بالقيم الحقيقية للمدخلات والتي من خلالها يتم

تحديد الحدود العليا Upper(u) والحدود الدنيا Lower (l) للعوامل

ب- تطبيق التحويل الخطي الاتي

$$z_{ij} = a_j + b_j z_{ij} \quad , \quad j = 1,2,...,k \quad .....(5.2)$$

$$a_j = \frac{l_j + u_j}{l_j - u_j} \quad , b_j = \frac{2}{u_j - l_j} .....(6.2)$$

اذ ان a_j تمثل معلمه الموقع , b_j تمثل معلمه التشتت

وهناك عدة تصاميم استعملت مع هذا النماذج والتي سيتم ذكرها لاحقا.

4.2 تصميم تجارب المحاكاةDesingof Simulation Experiment[9,11,13]

عند الانتهاء من بناء انموذج محاكاة والبدء بتوليد نتائج ذات مغزى, قد يبدي المجرب اهتماما بالحصول على المزيد من المعرفة المتعلقة في البنية التحتية للنظام المحاكي اوصفاته, وقد يكون من المرغوب به ولاسيما قياس مقدار تأثير التغيير المقصود لعوامل ذات الصلة في منطقة اهتمام محددة يمكن بوساطة البحث في مخرجات المحاكاة خلق سطح استجابة او metamodel تصنف فيه العوامل المتعددة المتضمنة عند مستويات مختلفة من عملية التشغيل. ولتمييز هذه السطوح.- غالبا- ما تستعمل (التصاميم التجريبية experimental designs) لتحليل وتعيين مقدار التغير في سطوح الاستجابة والتنبؤ بتأثيره , وقد استعملت في السابق بنجاح في تجارب المحاكاة تصاميم تجريبيه مثل العاملي التام full factorial والمربع الاتيني latin square والتصاميم الكسرية fractional designs اختزلت نتائج هذه التجارب الى صيغ نستطيع ان نتنبأ بأداء النظام وفق طيف واسع من التغيرات. ان الهدف الاولي للتصاميم التجريبية هو تعيين أي المتحولات الاكثر اهمية, وطريقة تأثير هذه المتحولات في استجابة انموذج المحاكاة.

لذا فأن التصميم عباره عن مصفوفة اعمدتها توافق المدخلات (معلمات) المحاكاة والتي يطلق عليها ايضا بالعوامل اما المخرجات فيطلق عليه بالاستجابة اما صف المصفوفة فتمثل تشكيلة المستويات combination of levels والتي يطلق عليه ايضا بنقاط التصميم desing point -وفي بعض الاحيان- يطلق عليها بـ scenario وترمز المستويات عاده بالطريقة القياسية standard way والرموز

الاكثر شيوعا للمستويات العليا 1+ اما المستويات الدنيا بـ 1- و0 تمثل الوسط , -وفي بعض الاحيان - يتضمن تصميم التجارب مستويات تقع خارج مدى القيم الحقيقية أي قد تكون اقل من 1- او اكبر من 1+ كما في تصميم التجارب التقابلات المركزية.

ومن اهم انواع تصميم التجارب المستعملة في نماذج المحاكاة.

1.4.2- تصميم التجارب العاملية التامةFull Factorial Desinge

وهي من التصاميم العاملية الاكثر كفاءة والتي تتضمن دراسة تأثيرات عاملين او اكثر مع اخذ التفاعل بين العوامل بالحسبان وتحقق جميع التشكيلات لمستويات العوامل لتجارب الكاملة. ويرتبط التصميم العاملي . بأنموذج الانحدار المتعدد الحدود من الدرجه الاولى بـ k من العوامل وكل عامل له مستويين $\mathbf{n} = 2^{\mathbf{k}}$ تشكيلة اوسيناريو scenarios وعلى سبيل المثال لو كان لدينا تصميم عاملي $\mathbf{n} = 2^2$ ويعد هذ الاسلوب جدا مفيد فقط لعدد قليل من العوامل أذ عدد التنفيذ يزداد بشكل اسي بزيادة عدد العوامل ومستويات العوامل وعلى سبيل المثال لو كان لدينا 2^6 أي يكون لدينا 64 run و 63 درجة للتأثيرات الرئيسية و 15 درجة لتأثير التفاعل الثنائي و 42 للتفاعلات الثلاثية والتفاعلات العليا .

2.4.2-تصميم المركبةالمركزيةCCDCentral Composite design

وهي من اكثر التصاميم استعمالا في تقدير نماذج من الدرجة الثانية ويطلق عليه- في بعض الاحيان- بتصميم بوكس – ولسن (Box-Wilson) نسبة الى العالمين Box و Wilson-اللذان طورا تصميم CCD والذي يشبه تصاميم Central Composite ذو المجال الكروي ماعدا موقع نقاط المحور أذ يحوي هذا التصميم على:

1- نقطه المركز (Center Point) والتي تضمن نقاط (0,..,0) .

2- 2k نقاط المحور Axial Point أذ $x_j = +c \quad j = 1,2,...,k$ تمثل نقطة المحور الموجبة للعامل j , اما $x_j = -c \quad j = 1,2,...,k$ فتمثل نقطة المحور السالبة للعامل j .

فاذا كان $c = 1$ فان التصميم يطلق عليه بالتصميم العاملي التام

وعندما نتحرك خارج المجال التجريبي الاصلي فان c سوف تزداد الى $c = \pm\sqrt[4]{k^p}$, فاذا كان $c = \pm\sqrt[2]{2}$ فان التصميم يطلق عليهrotatable design Central Composite

تصميم المركبة المركزية المدورة

5.2طريقة Bootstrap[10,12]

وهي من الطرق اللام علمية وتتكون من ثلاث مراحل

1- اولا سحب عينة البوتستراب

2- حساب المعلمات المقدرة تحت اطار البوتستراب

3- حساب التباين المقدر عن طريق البوتسترب

وتتضمن هذه الطريقة عده انواع اهمها:-

أ- بوتستراب بالاعتماد على اعاده المعاينة للمشاهدات

نفرض لدينا مجموعة من المشاهدات $(v_1, v_2, ..., v_n)$ **وان** $v_i = (y_i, x_{ji})$ **فأن طريقة bootstrap تتبع الخطوات التالية :-**

1- نحسب n عينة $(v_1^{(b)}, v_2^{(b)}, ..., v_n^{(b)})$ **bootstrap مع الارجاع باحتمال** $\left(\frac{1}{n}\right)$ **لكل** v_i

$$v_i^{(b)} = (y_i^{(b)}, x_{ij}^{(b)})$$

$$y_i^{(b)} = (y_1^{(b)}, y_2^{(b)}, ..., y_n^{(b)})$$

$$x_{ji}^{(b)'} = (x_{ji}^{(b)}, x_{ji}^{(b)}, ..., x_{ji}^{(b)})'$$

$$j = 1,2,....,k$$

$$i = 1,2,.....,n$$

2-نحسب مقدار ols من العينة bootstrap

3-

$$\hat{B}^{(b)} = \left(x^{(b)'} x^{(b)}\right)^{-1} x^{(b)'} y^{(b)} \quad .....(7.2)$$

تمثل عدد التكرارات عينة البوتستراب,B $r = 1,2,.....,B$ **من المرات اذ ان rاعادة الخطوات 1 و2**

4- تحسب التوزيع الاحتمالي $F(\hat{B}^{(b)})$ **لعينات bootstrap**

$$\hat{B}^{(b_1)}, \hat{B}^{(b_2)}, ..., \hat{B}^{(b_B)}$$

$$\hat{B}^{(b)} = \sum_{b=1}^{B} \frac{\hat{B}^{(br)}}{B} = \overline{\hat{B}}^{(br)} \quad .....(8.2)$$

5- معادلة الانحدار bootstrap ستكون بالشكل التالي

$$\hat{y} = x\hat{B}^{(b)} \qquad ....(9.2)$$

6- bootstrap standard error

$$se\left(\hat{B}^{b}\right) = \sqrt{\frac{\sum\left(\hat{B}^{(br)} - \hat{B}^{(b)}\right)^2}{B}} \quad ....(10.2)$$

$$\hat{B}^{(b)} = \sum_{b=1}^{B} \frac{\hat{B}^{(br)}}{B} \quad .....(11.2)$$

7- نحسب تباين مقدرات البوتستراب من خلال المعادلة ادناه

$$\operatorname{cov}\left(B_1^{(b)}, B_2^{(b)}\right) = \sum\left(B_1^{(br)} - \hat{B}^{(b)}\right)\left(\hat{B}_2^{(br)} - \hat{B}^{(b)}\right) / B - 1 \quad ....(12.2)$$

والتي يتم تشكيلها من عينة percentile interval حدود الثقة اللامعلمية ويطلق عليها ايضا بـ bootstrap $\left(\frac{\alpha}{2}\right)\%$, $\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)\%$

$$\hat{B}^{(br)}_{lower} \prec B \prec \hat{B}^{(br)}_{upper}$$

أذ تمثل

$$lower = \frac{\alpha}{2} B \quad , \quad upper = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) B$$

ب- البوتستراب بالاعتماد على اعاده معاينه الأخطاء

1- نقدر انموذج الانحدار

2- حساب الخطأ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$

3- سحب عينه حجمها n بشكل عشوائي مع ارجاع $\left(e_1^{(b)}, e_2^{(b)}, ..., e_n^{(b)}\right)$ **باحتمال** $1/n$ **لكل** e_i

4- من ثم نحسب Y البوتستراب $Y^{(b)} = X\hat{B} + e^{(b)}$

5- نقدر معلمات الانموذج اعلاه $\hat{B}^{(b1)} = \left(X\ X\right)^{-1} XY^{(b)}$

6- نعيد الخطوة 3,4,5(B) من المرات وان تحديد حجم عينه البوتستراب يعود الى (رأى الباحث وهدف البحث وكذلك يتحدد من خلال نوع الحاسبة ووقت التنفيذ) .

7- نحسب تباين مقدرات البوتستراب من خلال المعادلة ادناه

$$\operatorname{cov}\left(B_1^{(b)}, B_2^{(b)}\right) = \sum \left(B_1^{(br)} - \hat{B}^{(b)}\right)\left(\hat{B}_2^{(br)} - \hat{B}^{(b)}\right) / B - 1 \quad ...(13.2)$$

حدود الثقة اللامعلمية ويطلق عليها ايضا percentile interval والتي يتم تشكيلها من عينة bootstrap بـ $\left(\frac{\alpha}{2}\right)\%$, $\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)\%$

$$\hat{B}^{(br)}_{lower} \prec B \prec \hat{B}^{(br)}_{upper}$$

أذ تمثل

$$lower = \frac{\alpha}{2} B \quad , \quad upper = \left(1-\frac{\alpha}{2}\right) B$$

العملي

تم جمع البيانات عن المرضى المراجعين للمركز وفق الاستمارةالمعدة لغرض الاستبيان وللمدة من 16-25 / 4/2011 ابتداء من الساعة 8:30 وحتى الساعة 12:30 و لـ 500 حاله , أذ في هذه المدة كان الزخم كبيرا في المركزولغرض تحديد التوزيع الملائم لا وقات الوصول البينية واوقات الخدمةالفعلية فقد تم استخدام البرنامج الجاهز (Statistical) و Arena على الحاسبةالإلكترونية في توفيق التوزيعات الإحصائيةالخاصة بوقت الوصول ووقت الخدمة وقد تم اختبار ذلك باستخدام Kolmogorov – Smirnove وكانت نتائج تحليل البيانات كالاتي :

لقد تبين ان التوزيع الطبيعي Normal Distributionبالمعلمتين $\sigma = 1.57,\ m = 2.8$ **هو افضل توزيع لا وقات الوصول البينيةأذ ان Dالمحسوبة لهذا التوزيع هي (0.9662) بمستوى معنويه (0.05) اما توزيع اوقات الخدمة فتبين ان التوزيع الملائم لا وقاتالخدمة هو ايضا يتوزع توزيع الطبيعي بالمعلمتين** $\sigma = 0.997 \quad ,\mathrm{m} = 2.745$ **أذ كانت القيمةالمحسوبة لهذا التوزيع هو (0.4077) بمستوى معنويه (0.05)**

وصف تجربه المحاكاةالخاصه بالبحث :تم برمجة وتحليل انموذج المحاكاة للنظام المشار اليه أنفا وذلك بأستعمال نظام Q.Basic وعلى وفق الخطوات الاتية :-

1- توليد 2r من الارقام العشوائية ذات التوزيع المنتظم $r_i \approx U(0,1)$.

2- تحويل الارقام العشوائية التي تم الحصول عليها سابقا من التوزيع المنتظم الى اعداد عشوائية x من التوزيع الطبيعي وذلك باستعمال العلاقة الاتية

$$x = \sigma z + M$$

أذ تمثل z ارقام عشوائية ذات التوزيع الطبيعي القياسي , وتعتمد الطريقة التي اقترحها بوكس ومولر لتوليد اعداد عشوائية z من التوزيع الطبيعي القياسي , وللحصول على متغيرين عشوائين مستقلين وموزعين توزيعا طبيعيا قياسيا من خلال استعمال المعادلتين ادناه

$$z_1 = (-2\ln r_1)^{\frac{1}{2}}.\cos(2\Pi r_2)$$

$$z_2 = (-2\ln r_1)^{\frac{1}{2}}.\sin(2\Pi r_2)$$

اذ ان r_1, r_2 يمثلان متغيران عشوائيان مستقلان ذات توزيع منتظم $u(0,1)$

3- توليد متغيرين تمثلان اوقات الخدمة واوقات الوصول البيني يتبع كلا منها التوزيع الطبيعي باحجاممختلفه

m=50,60,70, 80,90,100,200,300

$$S(i) = (sqr(vSf) * (z_1(i)) + \mathrm{M}_S$$

$$A(i) = (sqr(vAf) * (z_2(i)) + \mathrm{M}_A$$

علما ان

M_S = متوسط اوقات الخدمة ,= M_A متوسط اوقات الوصول ,= vSf تباين اوقات الخدمة

vAf = تباين اوقات الوصول

وبهذا يتم محاكاة النظام الحقيقي والمتمثل بأوقات الانتظار من النوع G/G/1 وفق العلاقة الاتية:

$$W_{i+1} = \max(w_i + S_i - A_{i+1}, 0)$$

اذ ان

w_i تمثل وقت الانتظار لـ زبونi , S_i تمثل وقت الخدمة لـ زبونi

A_{i+1} تمثل وقت الوصول البيني بين الزبونi والزبون i+1

4- ولتحديد الحدود العليا والدنيا لكل عامل من العوامل الداخلة , تم اقتراح اضافة وطرح 10% من القيمه الاساسية لكل من M_s , M_A لتكون القيم لكل عامل كما هي مبينة بالجدول ادناه

جدول(1-1)

الحدود العليا والدنيا والاساس للعوامل الداخلة

المستويات / المدخلات	الادنى	نقطة الاساس	الاعلى
M_s	2.52	2.8	3.08
M_A	2.42	2.7	2.98

وبالاعتماد على الحدود العليا والدنيا للعوامل تم توليد عينات من متغيري اوقات الوصول البيني واوقات الخدمه ليتم وفق ذلك تقدير مستويات العليا والدنيا والاساس لشدة الازدحام ρ .

5- تحويل قيم العوامل الداخله في الانموذج الى قيم المعياريه من خلال تحويل القيم الاصليه الى مستويات $\pm 1{,}0$ وذلك بأستخدام المعادلات (5.2) , (6.2) , ومن ثم بناء مصفوفه التصميم (تصميم التجارب

العامليهالتامه) $D=\begin{bmatrix}-1\\0\\1\end{bmatrix}$ للانموذج الانحدار من الدرجه الاولى ,ومصفوفه التصميم (التقابلاتالمركزيه)

$$D=\begin{bmatrix}-1.189 & 1.414\\ -1 & 1\\ 0 & 0\\ 1 & 1\\ 1.189 & 1.414\end{bmatrix}$$ للانموذجالانحدارمنالدرجهالثانيه .

6 –عند كل تشكيله نولد اوقات الانتظار W_{ij}ونكررها m من المرات ومن ثم اخذ المتوسط لها

$$\underline{W_{ij}} == \begin{pmatrix} w_{11}\\ w_{12}\\ \vdots\\ w_{1m}\\ w_{21}\\ w_{22}\\ \vdots\\ w_{2m}\\ w_{31}\\ \vdots\\ w_{3m}\end{pmatrix} = \begin{bmatrix}\underline{w_{1j}}\\ \underline{w_{2j}}\\ \underline{w_{3j}}\end{bmatrix} \quad , \quad \underline{W_{ij}} == \begin{pmatrix} w_{11}\\ w_{12}\\ \vdots\\ w_{1m}\\ w_{21}\\ w_{22}\\ \vdots\\ w_{2m}\\ \vdots\\ w_{51}\\ \vdots\\ w_{5m}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\overline{\underline{w_{1.}}}\\ \overline{\underline{w_{2.}}}\\ \overline{\underline{w_{3.}}}\\ \overline{\underline{w_{4.}}}\\ \overline{\underline{w_{5.}}}\end{pmatrix} = \overline{\underline{W_{i.}}}$$

أذ ان $\overline{W_{i.}}=\frac{\sum_{j}^{M} W_{ij}}{M}$ تمثل متوسط اوقات الانتظار لكل تشكيله

$\overline{\overline{W}}=\frac{\sum_{i}^{n} \overline{w_i}}{n}$ تمثل متوسط متوسط اوقات الانتظار

7– نقوم بأعاده أنمذجه المحاكاة وذلك باستخدام انموذج الانحدار من الدرجة الاولى والدرجةالثانيةلدراسة تأثير معامل المنفعة على اوقات الانتظار

$y=B_o+B_1x+e$

$y=B_o+B_1x+B_2x^2+e$

نتيجة لعدم تحقق شروط طريقه المربعات الصغرى(وجود مشكله الارتباط) تم اللجوء الى طريقه GLS لتقدير معلمات للانموذجين

$E(y)=b_o+b_1x$

$E(y)=b_o+b_1x+b_2x^2$

علما ان $x=\rho=\frac{\lambda}{\mu}$ معدل الازدحام , λ متوسط وقت الانتظار , μ متوسط وقت الخدمه ,

b_0,b_1,b_2 معلمات المقدرةأذ ان

$\underline{b}=(X'S^{-1}X)^{=1}X'S^{-1}\overline{w}.$

أذ ان $s_{i;j}$تمثل تباين وتباين المشترك لاستجابهالمحاكاة والتي تكون بالشكل التالي

$$s_{i,i'} = \frac{\sum\left(w_{i,r} - \overline{w}_{i.}\right)\left(w_{i',r} - \overline{w}_{i'}\right)}{m-1}. \quad (i,i' = 1,2,..n)$$

8- اعادة معاينه m من مخرجات المحاكاة $w = \left(w_1, w_2, ..., w_n\right)^T$لكل سيناريو scenario

, وبهذا يتولد لدينا $w^* = \left(w^*{}_1, w^*{}_2, ..., w^*{}_n\right)^T$, $\overline{w}_{i.}^* = \frac{\sum_j^n W_{ij}^*}{m}$, $\overline{\overline{W}}^* = \frac{\sum_i^k \overline{w}_i^*}{n}$,

أذ تمثل $s_{i,i'}^* = \frac{\sum\left(w_{i,j}^* - w_i^*\right)\left(w_{i',j}^* - \overline{w}_i^*\right)}{m-1}$. $(i,i' = 1,2,..n)$, $(r = 1,2,...m)$ الـ Bootstrap (*)

.ومن ثم حساب b^* و y^*

9- بعد اختيار عينه البوتستراب وتشكيل انموذج الانحدار البسيط من الدرجة الاولى وانموذج الانحدار المتعدد من الدرجة الثانية يتم حساب معامل التحديد المعدل والمتوسط النسبي للقيم المطلقه $R_{adj2*}^{2*}, RAAE^*$

10- نكرر عينه البوتستراب , B من المرات (B=700) وبهذا يكون لدينا

$b_1^*, b_2^*, ..., b_B^*$, $R_{adj1}^*, R_{adj2}^*, ..., R_{adjB}^*$, $RAAE_1^*, RAAE_2^*, ..., RAAE_B^*$

11 -نرتب الاحصاءات بعد اعاده معاينتها من الاسفل الى الاعلى

12 -نقدر داله التوزيع EDF لـ $R_{adj*}^{2*}, RAAE^*$ والتي $\frac{1}{\mathbf{B}}$

13 -نحسب حدود الثقة لـ R_{adj*}^{2*} , $RAAE^*$والتي فترتها تتراوح على التوالي$\left(R_{B\alpha}^{2*}, 1\right)$, $\left(0, RAAE_{B\alpha}^*\right)$.

جدول (1- 2)نتائج مقاييس الصلاحية لانموذج الانحدار من الدرجة الاولى ولانموذج الانحدار متعدد من الدرجة الثانية

حجم العينه	نماذج	50	60	70	80	90	100	200	300
المقدرات	الانموذج الاول	b0=7.6578 b1=6.2947	b0=7.9502 b1=6.5218	b0=9.6194 b1=8.1593	b0=7.934 b1=6.920	b0=15.91 b1=12.49	b0=9.1926 b1=7.8240	b0=9.2402 b1=7.236	b0=9.4252 b1=7.2875
المقدرات	الانموذج الثاني	b0=4.8603 b1=0.849 b2=-2.604	b0=5.8669 b1=1.6443 b2=-3.584	b0=6.1503 b1=1.9002 b2=-4.106	b0=6.568 b1=2.482 b2=-4.27	b0=6.061 b1=1.916 b2=-3.63	b0=6.4993 b1=2.4098 b2=-4.151	b0=6.6777 b1=2.5673 b2=-3.903	b0=10.320 b1=4.7892 b2=-7.172
RAAE	الانموذج الاول الانموذج الثاني	0.570106 0.602232	0.555851 0.591142	0.546597 0.586497	0.52521 0.579846	0.52732 0.58491	0.518830 0.566928	0.49399 0.558319	0.485854 0.554683
R^2_{adj}	الانموذج الاول الانموذج الثاني	0.7791201 0.6997673	0.7803652 0.7125814	0.824795 0.736867	0.822292 0.7451955	0.833823 0.7494364	0.859446 0.766715	0.936992 0.804776	0.965789 0.8156077

جدول (1- 3)نتائج الانموذج الانحدار البسيط البوتستراب من الدرجة الاولى والانموذج الانحدار البوتستراب متعدد منالدرجة الثانية

حجم العينه	الانماذج*	50	60	70	80	90	100	200	300
المقدرات *	الانموذج الاول البوتستراب	b0=7.5922 b1=6.2957	b0=7.7549 b1=6.0481	b0=7.4657 b1=6.3209	b0=7.554b1=6 .016	b0=8.942 b1=7.303	b0=8.8347 b1=7.3846	b0=90.971 b1=-84.18	b0=9.4237 b1=7.1883
المقدرات *	الانموذج الثاني البوتستراب	b0=5.2672 b1=1.3340 b2=-5.233	b0=5.9945 b1=1.7790 b2=-3.8728	b0=6.0427 b1=1.9296 b2=-3.717	b0=6.684 b1=2.201 b2=-4.257	b0=5.596 b1=1.946 b2=-5.462	b0=30.542 b1=-100.96 b2=70.72	b0=6.2738 b1=2.4359 b2=-3.947	b0=72.267 b1=-256.7 b2=179.04
RAAE *	الانموذج الاول الانموذج	0.559606 0.59979	0.550137 0.58517	0.53834 0.574577	0.523391 0.57660	0.52783 0.577941	0.518965 0.52221	0.49990 0.552631	0.48221 0.43255

R^{2*}_{adj}	الانموذج الاول الانموذج الثاني	0.8040534 0.710765	0.80644 0.7324	0.818242 0.7509277	0.828277 0.727696	0.849088 0.745371	0.871990 0.773710	0.92236 0.8151711	0.96326 0.873810

أ - أذ يتضح من الجدول (1-3) انه عند حجم العينة(m=50) ان الانموذج الاول (أنموذج الانحدار من الدرجة الاولى) والتي تم تشكيله بعد اعاده المعاينه (بوتستراب) مخرجات انموذج المحاكاة بمعلمتين البوتستراب المقدرتين (b1 = 6.2957 , b0 = 7.5922) افضل من الانموذج الثاني البوتستراب ذي المقدرات (b0 = 5.2672 , b1 = 1.3340, b2 = -5.2335)وذلك من خلال :

1- أذ بلغت قيمة معامل التحديد المعدل لانموذج الاول ($R^{2*}_{adj} = 0.8040534$) , اما الانموذج الثاني فبلغت قيمة معامل التحديد المعدل ($R^{2*}_{adj} = 0.710765$) أذ نلاحظ ان معامل التحديد المعدل للانموذجيين بعد تطبيق اسلوب البوتسراب اكبر من معامل التحديد للانموذجيين الاعتياديين (دون تطبيق البوتستراب) .

2- اما اختبار المتوسط النسبي للقيم المطلقه للخطأ للانموذج الاول فكان اما $RAAE^* = 0.5596$ اما المتوسط النسبي للقيم المطلقه للخطأ للانموذج الثاني فكان $RAAE^* = 0.59979$.

ب – اما عند الحجم العينة (m=60)فيتضح من الجدول (1-3) عند اختبار صلاحيه انموذج الانحدار من الدرجة الاولى البوتستراب (b1 = 6.0481 , b0 = 7.7549) والانموذج الثاني (b0 = 5.9945 , b1 = 1.7790 , b2 = -3.8728) واختبار مدى مطابقتها للانموذج المحاكاة وجد مايلي :

1- بلغت قيمة معامل تحديد المعدل للانموذج الاول ($R^{2*}_{adj} = 0.80644$) , اما الانموذج الثاني فبلغت قيمة معامل التحديد المعدل له ($R^{2*}_{adj} = 0.7324$) ,أذ نلاحظ ان معامل تحديد المعدل للانموذجيين بعد تطبيق اسلوب البوتسراب اكبر من معامل التحديد للانموذجيين الاعتياديين (دون تطبيق البوتستراب) .

2 -اما اختبار المتوسط النسبي للقيم المطلقهللانموذج الاول فكانت $RAAE^* = 0.55013$ اما للانموذج الثاني فكانت $RAAE^* = 0.58517$

وهكذا تتبين كفاءة الانموذج الاول ليكون انموذجا بديلا عن انموذج المحاكاة عند الحجم 60.

ج- وهكذا نلاحظ ايضا زياده حجم عينه حتى نصل عند حجم العينه (m=300) سوف تزداد ثقتنا بالانموذج الاول (انموذج الانحدار من الدرجة الاولى) البوتستراب .

1 - أذ بلغت اعلى قيمه لـ R^{2*}_{adj} لانموذج الاول أذ كانت ($R^{2*}_{adj} = 0.96326$) اما الانموذج الاخر فبلغ مقياس R^{2*}_{adj} =0.824277 .

2 -اما اختبارالمتوسط النسبي للقيم المطلقهللانموذج الاول فكان $RAAE^* = 0.4822$,اما للانموذج الاخر فكان $RAAE^* = 0.54984$ وهكذا يكون الانموذج الاول البوت الستراب والمتمثل بـ

$\hat{y}^*_i = 9.4237 + 7.188\rho^*$ افضل من الانموذج الثاني عندما يكون حجم العينه 300 اي ان عدد المرضى الواصلين الى المركز له تأثير كبير على وقت الانتظار.

المصادر العربية

1-احمد, عمار شهاب ;"تطبيقات لنظريه صفوف الانتظار في مستشفى التعليمي لكليه طب الاسنان / جامعه بغداد " ماجستير علوم بحوث العمليات , اداره والاقتصاد , جامعه بغداد ,(2007).

2- النزال ,رافد اسماعيل احمد;" دراسه طرق الـ Jackknife والـ Bootstrap" ماجستير احصاء , اداره والاقتصاد , جامعه المستنصريه ,(1989) .

3- بري, عدنان ماجد " النمذجه والمحاكاة باستخدام Excel, SIMAN, Arena and Purpose Simulation System (GPSS WORLD)" (2002), جامعه الملك سعود ,

4- الراوي , خاشع محمود ;" المدخل الى الاحصاء "(1984) .

5- رشيد , هدى عبد الله ; "استخدم تصميم التجرب في تحليل حساسيه انماذجالمحاكاة " , دكتوراه احصاء , اداره والاقتصاد , جامعه مستنصريه ,(2007).

المصادر الاجنبيه

6-Chang- XUE, J; Zhi-Guang, Y and Andrew, K; "Selection andValidation Regression and Neural Network Model Based On Designed Experiments "IIE Transactions 38,13- 23,(2006).

7-De-Graft ,H;"Comparison of Akaike information criterion (AIC) andBayesian information criterion (BIC) in selection of anasymmetric price relationship" Journal of Development and Agricultura Economics Vol. 2(1) pp. 001-006, (2010)

8-Dirk, G; "Heterogeneous Evolution of Surrogate Models "thesis submitted for theAcademic Year (2007).programme master of artificial intelligence ,

9-Kleijnen ,J;"Design and Analysis of Simulation Experiments" ISBN-13: 978-0-387-71812-5,(2008).

10-Kleijnen,J and Deflandre, D;"Validation of regression metamodels in Simulation: Bootstrap approach" European Journal of Operational Research,170 ,120–131,(2006).

11-Scott, H;"The Effectiveness of Information Criteria in Determining Unit Root and Trend Stratus " CESIS ,NO.213 ,(2010).

12- Yhcstillo ,E"Process Optimization A Statistical Approach" ISBN 978-0-387-71435-6 (e-book),2007.

13-Yun,F ;Wang , G.; Shan, S" Survey of Modeling and Optimization Strategies to Solve High-Dimensional Design Problems with Computationally- Expensive Black box Functions" Structural and Multidisciplinary Optimization ,41:219-241,(2010)