التحليل الاحصائي للعديد من نماذج اختبار الحياة المعجلة

رسالة مقدمة من الباحث

محمد غالب ربيع

المدرس المساعد بقسم الرياضيات – كلية العلوم –جامعة الفيوم

للحصول على درجة الدكتوراه الفلسفة في نظرية الاحتمالات و الإحصاء الرياضي

إشراف

أ.د. سينشين ليو

الصين

٢٠٢٣

الملخص العربي

زيادة المنافسة في قطاع الصناعة تضع ضغوطات إضافية على الموثوقية والجودة. وفي الوقت نفسه، فإن مستويات موثوقية المواد والمنتجات الكهروميكانيكية عالية جداً بحيث لا يمكن تقييمها تحت ظروف التشغيل العادية أو المقصودة. كبديل، قد يختار الممارسون تسريع عملية الفشل لمثل هذه العناصر لتقدير أوقات فشلها. يتم تحقيق ذلك من خلال تعريض العناصر لضغوط خارجية مثل درجة الحرارة والضغط والجهد والاهتزاز والرطوبة والحمل وما إلى ذلك والتي تتجاوز ظروف التشغيل المعتادة، مما يؤدي إلى فشل مبكر. تُسمى هذه العملية عادةً بـ "اختبار الحياة المعجلة "(ALT) عند تطبيقها على الإلكترونيات والعناصر المماثلة. تصرف عن جاذبيتها البديهية، فقد ثبت علمياً أن ALT يقدم فوائد موضوعية من خلال دراسة فيزياء الفشل، ويمكن تنفيذه بطرق مختلفة. ومع ذلك، تعتمد الأهداف التجريبية عادةً على التحليل الإحصائي. على سبيل المثال، إذا أراد ممارس تقدير فئة مئوية معينة لعمر منتج أو احتمال الفشل خلال فترة ضمان محددة، فإن تقييماً دقيقاً لأخطاء التربيع المتوسط لتقديرات المعلمات في النماذج التجريبية للبيانات أمر ضروري. الجانبان الرئيسيان لـ ALT هما وقت الاختبار وحمل الإجهاد. وبالتالي، يمكن تصنيف ALTs إلى ثلاثة أنواع ALT: إجهاد الخطوة (SS-ALT)، والإجهاد التدريجي (PS-ALT)، والإجهاد الثابت(CS-ALT).في SS-ALT، يزداد الإجهاد تدريجياً على فترات معينة، بينما في CS-ALT، يظل الإجهاد ثابتاً بمرور الوقت، وفي PS-ALT، يزداد الإجهاد باستمرار. كما تفرق مستويات الإجهادين ALTs البسيطة ومتعددة؛ ALT البسيطة لها مستويان فقط من الإجهاد، بينما ALT متعددة لها ثلاثة مستويات إجهاد على الأقل.

تتكون الرسالة من ستة فصول:

الفصل الأول، يعمل كمدخل لهذه الرسالة. وهو يتضمن مراجعة للبحوث السابقة حول مواضيع مثل اختبار عمر تسريع، والنماذج الإحصائية للتسريع، وبيانات العمر، والتحليل البيزي. علاوة على ذلك، فهو يحدد الهيكل الأساسي للرسالة ومحاور الابتكار الرئيسية.

في الفصل الثاني، نناقش مشكلة اختبار الحياة المعجلة بالإجهاد الثابت عندما تكون بيانات الفشل من نمط الفاصل الزمني التقدمي للنوع الأول. تتم مناقشة كل من الأساليب الاستدلالية الكلاسيكية والبيزية لمعلمات التوزيع وخصائص الموثوقية. في السيناريو الكلاسيكي، يتم تقريب تقديرات الاحتمال الأقصى باستخدام خوارزمية EM وطريقة التقريب الوسطي. علاوة على ذلك، يتم تقدير معلمات النموذج بطريقة العزوم. بعد ذلك، في الإطار البيزي، يتم الحصول على تقديرات النقطة للمعلمات المجهولة باستخدام تقنية تيرني-كادين وطرق مونت كارلو المتسلسلة ماركوف (MCMC).

بالإضافة إلى ذلك، يتم إنشاء كل من فترات الثقة المقاربة (CIs) للمقدرينتوضيح ًا للأغراض، يتم إجراء محاكاة مونت كارلو للتحقيق في أداء التقديرات المقترحة، ويتم تحليل مجموعة بيانات حقيقية.

في الفصل الثالث، تم البحث في اختبارات الحياة االمعجلة ذات الإجهاد الثابت باستخدام الرقابة من النوع الثاني لبيانات الفشل من توزيع طبيعي مبتور. تتم مناقشة العديد من طرق التقدير الكلاسيكية لتقدير معلمات النموذج ومعدلات الخطر ودالة الموثوقية. من بين هذه الأساليب تقدير الاحتمال الأقصى، وخوارزميةEM ، وتقدير أقصى تباعد للمنتج. كما تم تقديم تقدير الفترات الزمنية في سياق فترات الثقة المقاربة وفترات الثقة التمهيدية. علاوة على ذلك، تم استخدام مبدأ المعلومات المفقودة لحساب مصفوفة معلومات فيشر الملحوظة. تم النظر في ثلاثة معايير مثالية مرتبطة بمصفوفة معلومات فيشر لمعرفة القيمة المثلى لكل مستوى إجهاد. لتوضيح التقنيات المقترحة، نجري محاكاة مونت كارلو بالتزامن مع تحليل البيانات الحقيقية.

في الفصل الرابع، نقوم بالتحقيق في اختبارات الحياة المعجلة ذات الإجهاد الثابت والتي يتم إنهاؤها بواسطة نظام الرقابة التدريجي من النوع الأولنقدم نموذج ًا يعتمد على توزيعChenمع معلمة شكل ثابتة وعلاقة لوغاريتمية خطية بين معلمة المقياس وتحميل الإجهاد. تتم معالجة معلمات النموذج وميزات الموثوقية باستخدام منهجيات الاستدلال الكلاسيكية والبيزية. تقدر الأساليب الكلاسيكية معلمات النموذج باستخدام طرق الاحتمالية القصوى ونقطة المنتصف. يتم تحقيق تقريب التقديراتالبيزيةمن خلال خوارزمية Metropolis–Hastings وطريقة–Tierney Kadaneوتقنية Importance sampling. بالإضافة إلى ذلك، تتم مناقشة تقدير الفترات الثقة مع الإشارة إلى فترات الثقة المقاربة والفترات الثقة الموثوقةأخير ًا، يتم تقديم دراسة محاكاةجنب ًا إلى جنب مع مناقشة بالإضافة إلى تحليل البيانات الحقيقية.

في الفصل الخامس، نناقش الأساليب الاستدلالية لمشكلة اختبار الحياة المعجلة بالإجهاد الثابت عندما تكون بيانات الفشل يتم الحصول عليها عن طريق الرقابة التدريجية من النوع الأول. يتم إجراء التقديرات المتكررة والبيزية على حد سواء بافتراض أن معلمة موقع اللوغاريتم الطبيعي ليست ثابتة وتتبع نموذج الحياة–الإجهاد اللوغاريتمي الخطي.تم أيض ًا إنشاء فترات الثقة للمعلمات غير المعروفة بناء ً على النظرية المقاربة و البيزية. يتم تناول تحليل مجموعة بيانات حقيقية مع محاكاة مونت كارلو لتوفير تقييم شامل للطرق المقترحة.

أخير ًا، في الفصل السادس، يتم تناول بعض الاستنتاجات العامة، ويتم اقتراح بعض النقاط البحثية المفتوحة لمزيد من البحث.