

การประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้นและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์

อชฌาณัท รัตนเลิศสุนทร¹, วินัย โพธิ์สุวรรณ²

Parameter Estimation by Nonlinear Least Square Method and Efficacy Comparison of Software Reliability Models

¹ นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 10944

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 10944

*E-mail: somrat2543@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์บนพื้นฐานการกระบวน การปัวส์ซงแบบไม่เอกพันธ์ ตัวแบบที่เลือกมาศึกษาในงานวิจัยนี้มี 4 ตัวแบบ คือ ตัวแบบ Geol-Okumoto ตัวแบบ Delayed S-Shaped ตัวแบบ Inflection S-Shaped และตัวแบบ Pham-Zhang โดยการวิเคราะห์ตัวแบบเหล่านี้กับข้อมูลจริงที่ทำการทดลองโดยนักวิศวกรซอฟต์แวร์ ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบเหล่านี้มีความสามารถในการอธิบายความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ตามลักษณะการเติบโตของจำนวนการเกิดความล้มเหลวในการทำงานของซอฟต์แวร์ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยอยู่ในขั้นการทดสอบซอฟต์แวร์ทั้งนี้พบว่าตัวแบบ Pham-Zhang สามารถใช้กับข้อมูลจริงที่เลือกมาได้ดีกว่าตัวแบบอื่น โดยมีค่า SSE และ AIC ต่ำกว่าตัวแบบอื่นอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: กระบวนกรปัวส์ซงแบบไม่เอกพันธ์ ความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง Akaike's Information Criterion (AIC)

Abstract

This research presents the studies of some software reliability models based on the homogeneous Poisson Processes. The selected models are: Geol-Okumoto model, delayed S-shaped model, inflection S-shaped model and Pham-Zhang model. Model parameters are estimated

nonlinear least square then model comparisons are considered. The results of this study under statistical analysis of these models with real dataset, found to explain the software reliability by reliability growth curve. That is very useful for a user to use it. When these models are compared by SSE and AIC, we found that the Pham-Zhang model can matching with real datasets more than the other models. It is obviously given the minimum of SSE and AIC.

Keywords: Non-homogeneous Poisson processes, Nonlinear least square, Software reliability, Sum of square error (SSE), Akaike's information criterion (AIC)

1. บทนำ

ความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ (Software Reliability) นับว่าเป็นดัชนีบ่งชี้ตัวหนึ่งสำหรับคุณภาพของซอฟต์แวร์ ดังนั้นในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์จึงต้องมีการคำนวณค่าความน่าเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ ซึ่งการบ่งบอกค่าความน่าเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์นั้นสามารถพิจารณาได้ตลอดเวลาที่ให้ซอฟต์แวร์นั้นๆ นักวิจัยได้พัฒนาตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ไว้เป็นจำนวนมาก แต่ผู้ใช้งานมีปัญหาและอุปสรรคในการเลือกใช้ตัวแบบให้เหมาะสม และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัวแบบก็เป็นปัญหาสำคัญในการประยุกต์ใช้ (Lyu, 1996, Musa *et al.*, 1987)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้นและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์บนพื้นฐานของกระบวนการปัวซองแบบไม่เอกพันธ์ (Non-homogeneous Poisson Processes : NHPP)

2. วัสดุและวิธีการ (ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

2.1 ตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์แบบ NHPP

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์แบบ NHPP ต่อไปนี้

1. ตัวแบบ Geol-Okumoto (Geol and Okumoto, 1979) ซึ่งมี mean value function ในรูป

$$m(t) = a(1 - \exp(-bt))$$

2. ตัวแบบ Delayed S-Shaped (Yamada *et al.*, 1983; Yamada *et al.*, 1984) ซึ่งมี mean value function ในรูป

$$m(t) = a[1 - (1 + bt) \exp(-bt)]$$

3. ตัวแบบ Inflection S Shaped (Yamada *et al.*, 1983; Yamada *et al.*, 1984) ซึ่งมี mean value function ในรูป

$$m(t) = \frac{a(1 - \exp(-bt))}{1 + \beta \exp(-bt)}$$

4. ตัวแบบ Pham-Zhang (Pham and Zhang, 2003) ซึ่งมี mean value function ในรูป

$$m(t) = \frac{1}{1 + \beta \exp(-bt)} \left[(c + a)(1 - \exp(-bt)) - \frac{ab}{b - \alpha} (\exp(-\alpha t) - \exp(-bt)) \right]$$

- โดยที่ $m(t)$ เป็นจำนวนข้อผิดพลาดเฉลี่ยที่พบ ณ เวลา t
 a เป็นจำนวนข้อผิดพลาดที่คาดว่าจะมีอยู่ในโปรแกรมนั้น
 b เป็นอัตราการพบข้อผิดพลาดเฉลี่ย
 c เป็นจำนวนข้อผิดพลาดที่คาดว่าจะเหลืออยู่ในโปรแกรมนั้น
 α เป็นอัตราการพบข้อผิดพลาด
 และ β เป็น inflection factor

2.2 การประมาณพารามิเตอร์

การประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบแต่ละตัวแบบใช้วิธีการ Nonlinear Least Square (NLS) ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม R (R Development Core Team, 2010) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ฟังก์ชัน $nls()$ (Ritz and Streibig, 2008) ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ Geol-Okumoto, Delayed S-Shaped และตัวแบบ Inflection S-Shaped และใช้ฟังก์ชัน $mle()$ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ Pham-Zhang โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น คือ $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, $i = 1, 2, \dots, n$ และภายใต้ regularity condition ตัวประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะเป็นตัวประมาณด้วยวิธี Maximum Likelihood (Seber and Wild, 2003)

2.3 วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การพิจารณาและศึกษาตัวแบบความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์
2. เลือกข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นแบบจำนวนนับข้อผิดพลาดที่พบในซอฟต์แวร์ (Fault Count data) จำนวน 3 ชุด คือ ข้อมูลจากงานวิจัยของ Ohba (Ohba, 1984) ข้อมูลจากงานวิจัยของ Lyu (Lyu, 1996) และข้อมูลจากงานวิจัยของ Pham (Pham, 2000)

3. พัฒนาโปรแกรมเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ
4. ประมวลผลและวิเคราะห์ตัวแบบ
5. หาข้อสรุป

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ค่า SSE และ AIC ดังปรากฏตามตาราง 1.1-1.3

ตารางที่ 1.1 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ค่า SSE และ AIC สำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบความเชื่อถือได้ สำหรับชุดข้อมูลในงานวิจัยของ Ohba

Models	model parameters	NLS-MLE		
		estimated value	SSE	AIC
1.Goel-Okumoto model	a	760.5333	2656.4880	151.7858
	b	0.0323		
2.Inflexion S-shaped model	a	382.3642	1571.3760	143.8098
	b	0.1788		
	β	2.8865		
3.Delayed S-shaped model	a	374.0501	3204.7870	155.3509
	b	0.1977		
4.Pham-Zhang model	a	0.1672569	1163.1620	142.0944
	b	0.1142085		
	c	525.6299		
	α	-0.3887093		
	β	2.117152		

ตารางที่ 1.2 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ค่า SSE และ AIC สำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบความเชื่อถือได้ สำหรับชุดข้อมูลในงานวิจัยของ Lyu

Models	model parameters	NLS-MLE		
		estimated value	SSE	AIC
1.Goel-Okumoto model	a	514.3241	13490.5100	357.9959
	b	0.0324		
2.Inflexion S-shaped model	a	367.5243	5134.9840	320.3936
	b	0.1283		
	β	4.1668		
3.Delayed S-shaped model	a	377.3728	8005.8910	336.6018
	b	0.1182		
4.Pham-Zhang model	a	17.43509	4210.0280	316.2507
	b	0.09689301		
	c	464.7062		
	α	-0.0552357		
	β	3.427896		

ตารางที่ 1.3 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ค่า SSE และ AIC สำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบความเชื่อถือได้ สำหรับชุดข้อมูลในงานวิจัยของ Pham

Models	model parameters	NLS-MLE		
		estimated value	SSE	AIC
1. Goel-Okumoto model	a	538.0715	87658.0200	1059.5600
	b	0.0258		
2. Inflection S-shaped model	a	484.5656	32404.3400	951.0978
	b	0.0668		
	β	3.6489		
3. Delayed S-shaped model	a	488.1190	36171.2100	961.3046
	b	0.0663		
4. Pham-Zhang model	a	3.7412	30661.0800	948.9597
	b	0.0609		
	c	506.5347		
	α	-0.0232		
	β	3.1991		

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ตัวแบบที่เลือกมากับข้อมูลจริง ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบเหล่านี้มีความสามารถในการอธิบายความเชื่อถือได้ของซอฟต์แวร์ตามลักษณะของ ใ้ังการเติบโตของการเกิดความล้มเหลว ทั้งนี้พบว่าตัวแบบ Pham-Zhang สามารถใช้กับข้อมูลจริงที่เลือกมาได้ดีกว่าตัวแบบอื่น โดยมีค่า SSE และ AIC ต่ำกว่าตัวแบบอื่นอย่างชัดเจน รองลงมาก็คือตัวแบบ Inflection S-Shaped สำหรับการใส่ตัวแบบ Geol-Okumoto และตัวแบบ Delayed S-Shaped กับข้อมูลจริงในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่า SSE สูงกว่าตัวแบบ Pham-Zhang และ Inflection S-Shaped

เอกสารอ้างอิง

1. Geol, A.L., and Okumoto, K., Time-Dependent Error-Detection Rate Model for Software Reliability and Other Performance Measures, *IEEE Transactions on Reliability*. 1979; R-28(3): 206-211.
2. Lyu, M., *Handbook of Software Reliability Engineering*, McGraw-Hill, New York, 1996.
3. Musa, J.D., *Software Reliability Engineering*, McGraw-Hill, 1999.
4. Musa, J.D., Iannino, A., and Okumoto, K., *Software Reliability: Measurement, Prediction, Application*, Wiley, New York, 1987.
5. Ohba, M., Software Reliability Analysis Models. *IBM J Research and Development*. 1984; 28: 428-443.

6. Pham, H., *Software Reliability and Testing*, IEEE Computer Society Press, California, 1995.
7. Pham, H., *Software Reliability*, Springer-Verlag Singapore Pte. Ltd., 2000.
8. Pham, H., and Zhang, X., NHPP Software Reliability and Cost Models with Testing Coverage, *European Journal of Operational Research*, 2003; 145(2): 443-454.
9. Ritz, C., and Streibig, J.C., *Nonlinear Regression with R*, Springer Science & Business Media, New York, 2008.
10. R Development Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/> 2010.
11. Seber, G.A.F., and Wild, C.J., *Nonlinear Regression*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2003.
12. Yamada, S., Ohba, M. and Osaki, S., S-shaped Reliability Growth Modeling for Software Error Detection, *IEEE Transactions on Reliability*, 1983; R-32(5): 475-478.
13. Yamada, S., Narihisa, H., and Ohtera, H., Software Reliability Analysis Based on a Non-homogeneous Error Detection rate Model, *Microelectronics and Reliability*, 1984; 24(5): 915-920.
14. Yamada, S., Ohba, M., and Osaki, S., S-shaped Software Reliability Growth Models and Their Applications, *IEEE Transactions on Reliability*, 1984; R-33(4): 289-292.
15. Zeepongsekul, P., and Bodhisuwan, W., On a Generalized Dual Process Software Reliability Growth model, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 1999; 6(1): 19-30.

- Medical
วิทยาศาสตร์การแพทย์

- วิทยาลัยการศึกษาด้าน
การศึกษาระดับปริญญาตรี
[8010021111]



การประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ระดับชาติ
ครั้งที่ 12 ประจำปี 2554

เปิดโลกวิจัย

ด้วยการเชื่อมโยงวิธีที่เหมาะสม

*Open Network for Gaia Research
Using Appropriate Methodologies*

ONGRUAM

18-22 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรม เมย์ อ. ทาดใหญ่ อ. สังขละ



กำหนดการ

พุธที่ 18 พฤษภาคม 2554 อบรมเชิงปฏิบัติการ

09.00 น. - 17.00 น. อบรมเชิงปฏิบัติการ หัวข้อ Survey Sampling
Methodology, Graphical display of data,
Statistical Models

16.30 น. - 18.00 น. ลงทะเบียนล่วงหน้าและรับเอกสารการประชุมวิชาการ

พฤหัสบดีที่ 19 พฤษภาคม 2554 ประชุมวิชาการ

07.30 น. - 08.45 น. ลงทะเบียน

08.45 น. - 09.00 น. พิธีเปิด

09.00 น. - 10.00 น. บรรยายพิเศษโดยพญ. คุณหญิงพรทิพย์ โรจนสุนันท์

10.00 น. - 10.30 น. พักรับประทานอาหารว่าง

10.30 น. - 12.00 น. นำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย 5 ห้องประชุมย่อย

12.00 น. - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 น. - 14.00 น. นำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย 5 ห้องประชุมย่อย

14.00 น. - 14.30 น. นำเสนอและประกวดผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์

14.30 น. - 15.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.00 น. - 16.00 น. บรรยายพิเศษโดยศ.ดร.นพ. วีระศักดิ์ จงสู่วิวัฒน์วงศ์

16.00 น. - 17.30 น. เสวนาวิชาการ โดยเครือข่ายวิจัยสถิติศาสตร์ (CRN)
ร่วมกับ สมาคมสถิติแห่งประเทศไทย

19.00 น. - 22.30 น. งานเลี้ยงรับรอง (Conference dinner)

ศุกร์ที่ 20 พฤษภาคม 2554 ประชุมวิชาการ

08.30 น. - 09.30 น. บรรยายพิเศษโดย Prof. Graham Wood

09.30 น. - 10.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

10.00 น. - 11.20 น. นำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย

11.30 น. - 12.30 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

12.30 น. - 13.30 น. นำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย

13.30 น. - 14.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

14.00 น. - 15.00 น. บรรยายพิเศษโดยศ.ดร. โยชิน แสวงดี

15.00 น. - 16.45 น. สัมภาษณ์ความคิดเห็นและเสวนาเกี่ยวกับ Climate change
โดย Prof. Don McNeill และทีม
ดำเนินรายการโดย Assoc. Prof. Nader Tajvidi

16.45 น. - 17.00 น. รายงานผลการสำรวจและพิธีปิด

เสาร์ที่ 21 - อาทิตย์ที่ 22 พฤษภาคม 2554 ทัศนศึกษาและดูงาน

1. สวบลานเมืองเก่า เสาร์ที่ 21 พฤษภาคม 2554

2. เกาะลันตาวิ- เสาร์ที่ 21 ถึง อาทิตย์ที่ 22 พฤษภาคม 2554