

Estudio de Fiabilidad mediante test de vida acelerados

Leyenda Rodríguez, María.

12 de Enero de 2011

- A menudo, un producto fabricado experimentará un mayor número de devoluciones en garantía de las esperadas. La causa suele remontarse a una debilidad sin analizar en el diseño del producto o inesperadas condiciones ambientales perjudiciales. Por lo general, un cambio de ingeniería para corregir el problema es fácil de implementar.
- Aunque los detalles de la situación puede variar mucho, invariantes test acelerados de vida (ALTs) para evaluar el efecto de los cambios vienen acompañados de una pregunta de gestión

Después de estos cambios se hacen, ¿qué proporción de nuestro futuro producto será devuelta por el servicio de garantía?

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.
- 2 En segundo lugar, presentaremos un segundo ejemplo, de un aparato diferente, aparato-B, que tenía dos causas de fracaso.

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.
- 2 En segundo lugar, presentaremos un segundo ejemplo, de un aparato diferente, aparato-B, que tenía dos causas de fracaso.
- 3 Se extenderá el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.
- 2 En segundo lugar, presentaremos un segundo ejemplo, de un aparato diferente, aparato-B, que tenía dos causas de fracaso.
- 3 Se extenderá el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.
- 4 Se presentarán métodos de máxima verosimilitud (ML) para estimar el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.
- 2 En segundo lugar, presentaremos un segundo ejemplo, de un aparato diferente, aparato-B, que tenía dos causas de fracaso.
- 3 Se extenderá el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.
- 4 Se presentarán métodos de máxima verosimilitud (ML) para estimar el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.
- 5 Se realizarán predicciones de fiabilidad de cambios en el diseño propuesto e importancia de la cuantificar la correcta dependencia entre los modos de fallo.

- 1 Construcción de un simple modelo de tasas de uso y mostraremos cómo se puede utilizar con los datos de ALT para predecir el comportamiento en el campo de un componente en un aparato.
- 2 En segundo lugar, presentaremos un segundo ejemplo, de un aparato diferente, aparato-B, que tenía dos causas de fracaso.
- 3 Se extenderá el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.
- 4 Se presentarán métodos de máxima verosimilitud (ML) para estimar el modelo de tasa de uso de productos con múltiples modos de fallo.
- 5 Se realizarán predicciones de fiabilidad de cambios en el diseño propuesto e importancia de la cuantificar la correcta dependencia entre los modos de fallo.
- 6 Finalmente comentaremos las conclusiones obtenidas y describiremos las áreas de mayor de investigación.

Un simple modelo de tasa de uso para predecir el campo de fiabilidad

Un problema con componente A

Un electrodoméstico estaba experimentando una tasa de garantía mayor de la esperada. La causa principal de ello era un defecto de diseño en un componente particular que llamamos componente A. Un cambio de diseño espera alargar la vida del componente A; se hizo el cambio, y se empleo un ALT diseñado para estimar la vida útil de las unidades fabricadas en el nuevo diseño.

Utilización de resultados de test de vida acelerados para predecir la tasa de fiabilidad de un producto

Un problema con componente A

Los ingenieros responsables de la fiabilidad de este producto proporciona la siguiente información:

- 1 El modo de falla que se ve en el campo puede ser reproducido con exactitud en el banco de pruebas ALT.

Utilización de resultados de test de vida acelerados para predecir la tasa de fiabilidad de un producto

Un problema con componente A

Los ingenieros responsables de la fiabilidad de este producto proporciona la siguiente información:

- 1 El modo de falla que se ve en el campo puede ser reproducido con exactitud en el banco de pruebas ALT.
- 2 A la componente A se le dio suficiente tiempo de enfriamiento entre cada ciclo de prueba.

Utilización de resultados de test de vida acelerados para predecir la tasa de fiabilidad de un producto

Un problema con componente A

Los ingenieros responsables de la fiabilidad de este producto proporciona la siguiente información:

- 1 El modo de falla que se ve en el campo puede ser reproducido con exactitud en el banco de pruebas ALT.
- 2 A la componente A se le dio suficiente tiempo de enfriamiento entre cada ciclo de prueba.
- 3 La distribución de ciclos hasta el fallo puede ser estimada con buena precisión de un número relativamente pequeño de unidades de prueba.

Utilización de resultados de test de vida acelerados para predecir la tasa de fiabilidad de un producto

Un problema con componente A

Los ingenieros responsables de la fiabilidad de este producto proporciona la siguiente información:

- 1 El modo de falla que se ve en el campo puede ser reproducido con exactitud en el banco de pruebas ALT.
- 2 A la componente A se le dio suficiente tiempo de enfriamiento entre cada ciclo de prueba.
- 3 La distribución de ciclos hasta el fallo puede ser estimada con buena precisión de un número relativamente pequeño de unidades de prueba.
- 4 Se muestra un histograma correspondiente a la estimación de la distribución de los ciclos por semana. Resulta ser una distribución lognormal discretizada, truncada a los 20 usos; el número de hogares con más de 20 usos por semana fue insignificante.

Un simple modelo de tasa de uso para predecir el campo de fiabilidad

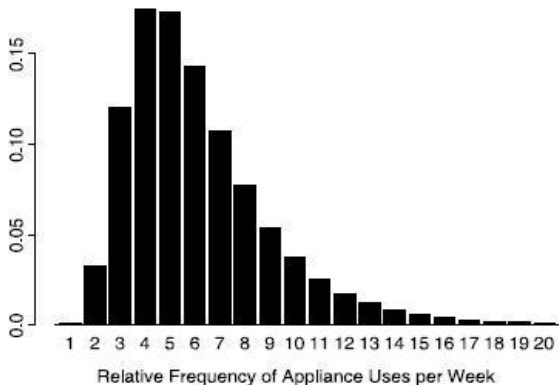


Figure: Distribución de la tasa de uso del componente A. Distribución lognormal discretizada

Un simple modelo de tasa de uso para predecir el campo de fiabilidad

Un modelo de tasa de uso para la fiabilidad de campo

Supongamos que la distribución de los ciclos hasta el fallo del componente en un ALT tiene una distribución log-localización escala

Distribución log-localización escala

$$F_C(c) = Pr(C \leq c) = \Phi \left[\frac{\log(c/\eta_C)}{\sigma_C} \right] = \Phi \left[\frac{\log(c) - \log(\eta_C)}{\sigma_C} \right]$$

Un simple modelo de tasa de uso para predecir el campo de fiabilidad

Un modelo de tasa de uso para la fiabilidad de campo

La distribución de las tasas del promedio de uso R en los hogares descrita por una distribución discreta mediante

$R = (R_1, R_2, \dots, R_k)$ y las probabilidades correspondientes $\Pi = (\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_k)$ donde $\sum_{i=1}^k \Pi_i = 1$. Si un ciclo de pruebas en un ALT tiene el mismo efecto en la vida como un ciclo de servicio de uso, luego, la fracción de fallo en el tiempo t real puede ser descrito por la distribución de la mixtura finita.

Distribución de la mixtura finita

$$F(t; \eta_C; \sigma_C; \Pi; R) = Pr(T \leq t) = \sum_{i=1}^k \Pi_i \phi \left[\frac{\log(R_i \times t / \eta_C)}{\sigma_C} \right]$$

(1)

Un simple modelo de tasa de uso para predecir el campo de fiabilidad

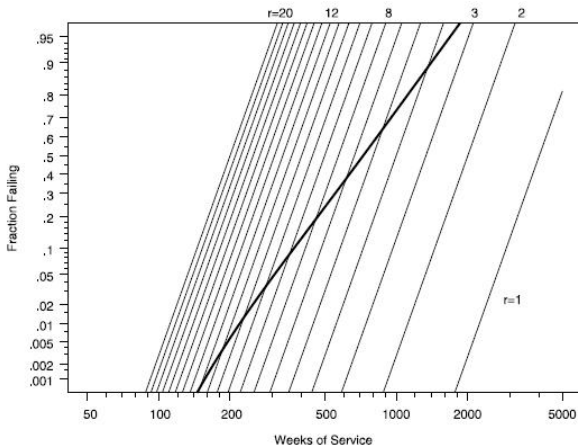


Figure: Fracción de fallo como una función de semanas en servicio $F(t; \eta_C; \sigma_C; \Pi; R)$ para la componente A como un promedio ponderado condicional de distribuciones de campo a tasa constante

Leyenda Rodríguez, María.

Introducción al nuevo problema

- 1 Electrodoméstico B tiene un componente del dispositivo de la turbina que estaba fallando a mayor ritmo de lo esperado. La garantía del aparato B se había basado en los resultados experimentales de los ciclos medio hasta el fallo de un ALT estándar industrial y alguna subjetiva tasa de uso media.

Introducción al nuevo problema

- 1 Electrodoméstico B tiene un componente del dispositivo de la turbina que estaba fallando a mayor ritmo de lo esperado. La garantía del aparato B se había basado en los resultados experimentales de los ciclos medio hasta el fallo de un ALT estándar industrial y alguna subjetiva tasa de uso media.
- 2 La gran mayoría de los modos de fallo se genera desgaste producido por el uso habitual que se realiza del producto, pero el modo de fallo grieta se debe principalmente por un abuso del producto debido a la sobrecarga.

Introducción al nuevo problema

- 1 Electrodoméstico B tiene un componente del dispositivo de la turbina que estaba fallando a mayor ritmo de lo esperado. La garantía del aparato B se había basado en los resultados experimentales de los ciclos medio hasta el fallo de un ALT estándar industrial y alguna subjetiva tasa de uso media.
- 2 La gran mayoría de los modos de fallo se genera desgaste producido por el uso habitual que se realiza del producto, pero el modo de fallo grieta se debe principalmente por un abuso del producto debido a la sobrecarga.
- 3 Ejemplo: lavadora.

Problemas de fiabilidad aparato-B

Table 1. Summary of the appliance B warranty data and ALT

Data source	Failure mode	Number of units	Five-point summary*				
			min	Quantiles			max
				0.25	0.50	0.75	
Warranty	Wear	93	53	205	278	389	641
	Crack	20	76	224	286	439	588
	Censored	4,615	6	169	320	449	728
Constant-run ALT	Wear	8	98	157	325	542	686
	Censored	2	796	796	796	796	796
Over-load ALT	Crack	20	218	323	459	482	483

*Units are days for the warranty data and cycles for the alt data.

Figure: Resumen de los datos de garantía y ATL del electrodoméstico B

Problemas de fiabilidad aparato-B

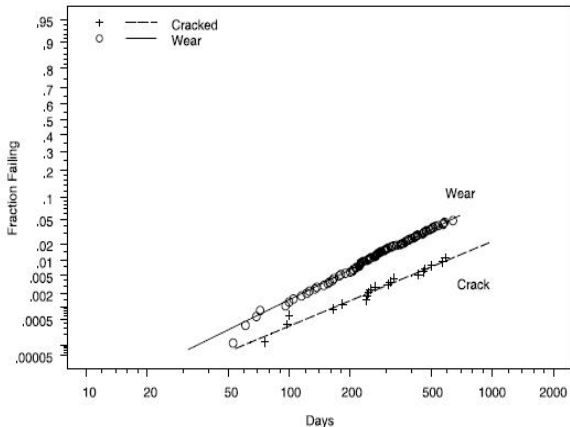


Figure: Representación de la probabilidad Lognormal del aparato B considerando que los modos de fallo de desgaste y grietas son independientes en el campo.

Problemas de fiabilidad aparato-B

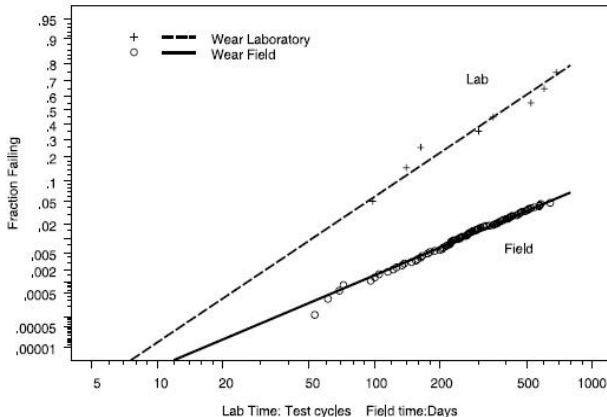


Figure: Representación probabilidad lognormal compara el desgaste de ALT (sin carga en ciclo test continua) y el desgaste de campo mediante estimaciones Kaplan-Meier para el aparato B. Los ajustes corresponden a los independientes ($\rho = 0$) modelo bidimensional lognormal / lognormal.

Problemas de fiabilidad aparato-B

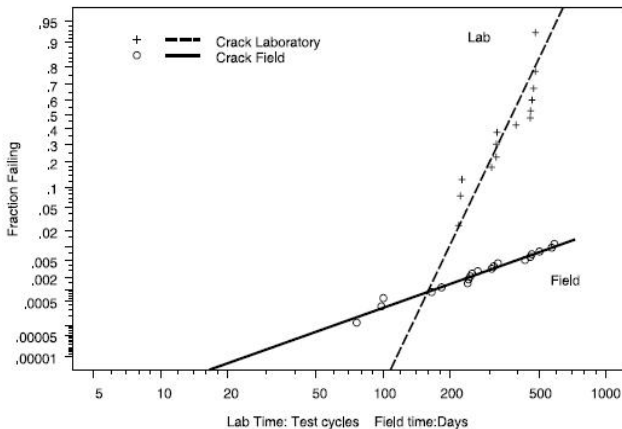


Figure: Representación probabilidad lognormal compara la grieta de ALT (con carga en ciclo test continua) y grieta de campo mediante estimaciones Kaplan-Meier para el aparato B. Los ajustes corresponden a los independientes ($\rho = 0$) modelo bidimensional lognormal / lognormal.

Un modelo con múltiples tasas de fallo

- Nos centramos en el caso de dos modos de fallo.
- Representamos a los modos de fallo múltiple del dispositivo de la turbina en el aparato B como un modelo de sistema de serie de dos componentes. El sistema falla cuando el primer componente falla, y no somos capaces de observar el tiempo de fallo de la componente que no falla.

Un modelo con múltiples tasas de fallo

Distribución de los ciclos de uso hasta el fallo

Supongamos que el tiempo de vida C_j , $j = 1, 2$ de dos componentes son independientes en los ciclos de escala de tiempo con las distribuciones log-localización-escala.

$$F_{C_j}(c) = \Phi \left[\frac{\log(c) - \log(\eta_{C_j})}{\sigma_{C_j}} \right] \quad (2)$$

Un modelo con múltiples tasas de fallo

Distribución del tiempo de servicio condicionado

Denotamos la vida útil del componente j en la escala en tiempo real (Días en el servicio de aparato B) $T_j = C_j/R_j$, $j = 1, 2$, donde R_j es la tasa de uso del componente j . Utilizando una escala simple el cambio de (2), para aplicaciones fijas, las tasas de uso ($R_1 = r_1, R_2 = r_2$) para el dos componentes, (T_1, T_2) son independientes y tienen distribución condicionada.

$$F_j(t_1 | R_j = r_j) = \Phi\left[\frac{\log(r_j \times t / \eta_{C_j})}{\sigma_{C_j}}\right] \quad (3)$$

Un modelo con múltiples tasas de fallo

Distribución conjunta de las tasas de uso

Sea $g(r_1, r_2)$ la densidad conjunta correspondiente. La función de distribución conjunta acumulada del fallo en la escala de tiempo de servicio (por ejemplo, días de servicio) es entonces

$$F(t_1, t_2; \theta_C, \theta_R) = \int_0^\infty \int_0^\infty F_1(t_1|r_1)F_2(t_2|r_2) \times g(r_1, r_2)dr_1dr_2 \quad (4)$$

- $\theta_C = (\eta_{C_1}, \sigma_{C_1}, \eta_{C_2}, \sigma_{C_2})$ son los parámetros de la distribución de los ciclos hasta el fallo.
- $\theta_R = (\eta_{R_1}, \sigma_{R_1}, \eta_{R_2}, \sigma_{R_2})$ son los parámetros de la distribución tasa de uso.
- R_1 y R_2 presentarán una correlación positiva.

Un modelo con múltiples tasas de fallo

Distribución conjunta de los tiempos de servicio

La función de supervivencia de dos variables para la escala en tiempo real es (5)

$$S(t_1, t_2; \theta_C, \theta_R) = P(T_1 > t_1, T_2 > t_2) = 1 - F_1(t_1) - F_2(t_2) - F(t_1, t_2) \quad (5)$$

La función de distribución acumulada (cdf), $T = \min T_1, T_2$, la vida útil del sistema en serie, es

$$F(t) = F(t; \theta_C, \theta_R) = 1 - S(t, t; \theta_C, \theta_R) \quad (6)$$

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Notación

Los resultados de garantía son censurados y las unidades fallan debido a uno de los dos modos de fallo. Luego utilizaremos un subíndice i en T para indicar las unidades observadas, observamos $(T_i, \delta_{i1}, \delta_{i2})$, $i = 1, 2, \dots, n$. Dónde $T_i = \min[T_{i1}, T_{i2}, t_{ic}]$, dónde T_{ij} es el tiempo de fallo correspondiente al modo de fallo para j para la unidad i . El indicador de censura es $\delta_{i2} = 1$ para un fracaso j tipo y $\delta_{i2} = 0$ en caso contrario. Si la unidad i es censurada en tiempo TIC, $\delta_{i1} = \delta_{i2} = 0$. En particular, $\delta_{ij} = 1$ si la unidad i falla debido al modo de fallo j y $\delta_{ij} = 0$ en otro caso.

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

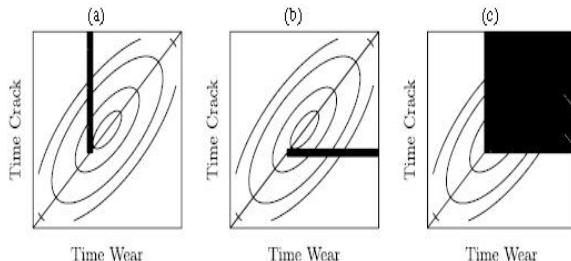
Verosimilitud

La verosimilitud de la observación i en el tiempo t_i puede ser expresada como

$$L_i = \left[-\frac{\partial S(t, t_i)}{\partial t}\right]_{t=t_i}^{\delta_{i1}} \left[-\frac{\partial S(t, t_i)}{\partial t}\right]_{t=t_i}^{\delta_{i2}} \times [S(t_i, t_i)]^{(1-\delta_{i1})(1-\delta_{i2})} e \quad (7)$$

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Verosimilitud



Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Verosimilitud pa el campo,ALT y total

$$L_{FIELD}(T; \theta_C, \theta_R) = \sum_{i=1}^n \delta_{i1} \log \left[-\frac{\partial S(t, t_i)}{\partial t} \Big|_{t=t_i} \right] + \delta_{i2} \log \left[-\frac{\partial S(t, t_i)}{\partial t} \Big|_{t=t_i} \right] \quad (8)$$

$$L_{ALT}(C; \theta_C) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{m_j} \tau_{ij} \log[f_{C_j}(c_{ij})] + (1 - \tau_{ij}) \log[1 - F_{C_j}(c_{ij})] \quad (9)$$

$$L(T, C; \theta_C, \theta_R) = L_{FIELD}(T; \theta_C, \theta_R) + L_{ALT}(C; \theta_C) \quad (10)$$

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Expresiones de verosimilitud para el caso especial Lognormal /Lognormal

Sean los ciclos (C_1 y C_2) variables aleatorias y las variables aleatorias tas uso (R_1 y R_2) ambas variables tienen distribución lognormal de dos , se deduce que

$$(T_1, T_2, R_1, R_2)' \sim MVLOGNOR(\eta, A) \quad (11)$$

$$A = \begin{bmatrix} \sum T & \sum R \\ \sum R & \sum R \end{bmatrix}$$

donde $\eta = [\frac{\eta_{C_1}}{\eta_{R_1}}, \frac{\eta_{C_2}}{\eta_{R_2}}, \eta_{R_1}, \eta_{R_2}]'$ es el vector de medianas.

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Expresiones de verosimilitud para el caso especial Lognormal /Lognormal

$$\sum_T = \begin{bmatrix} \sigma_{C_1}^2 + \sigma_{R_1}^2 & \rho\sigma_{R_1}\sigma_{R_2} \\ \rho\sigma_{R_1}\sigma_{R_2} & \sigma_{C_2}^2 + \sigma_{R_2}^2 \end{bmatrix}$$

$$\sum_R = \begin{bmatrix} \sigma_{R_1}^2 & \rho\sigma_{R_1}\sigma_{R_2} \\ \rho\sigma_{R_1}\sigma_{R_2} & \sigma_{R_2}^2 \end{bmatrix}$$

- La cdf marginal T_j es $F_j(t) = \phi_{norm}\left[\frac{\log(t) - \log(\eta_{C_j}/\eta_{R_j})}{\sqrt{\sigma_{C_j}^2 + \sigma_{R_j}^2}}\right]$
- La cdf conjunta de (T_1, T_2) es $F(t_1, t_2; \sigma^C, \sigma^R) = \phi_2(z_1, z_2, \rho_{TT})$

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

Donde $\phi_{norm}(\cdot)$ y $\phi_2(\cdot)$ son las distribuciones cdf normal estándar univariante y bivalente. Dónde $z_j = \frac{\log(t_j) - \log(\eta_{C_j}/\eta_{R_j})}{\sqrt{\sigma_{C_j}^2 + \sigma_{R_j}^2}}$ j=1,2 y

$$\rho_{TT} = Corr[\log(T_1), \log(T_2)] = \frac{\rho \sigma_{R_1} \sigma_{R_2}}{\sqrt{(\sigma_{C_1}^2 + \sigma_{R_1}^2) + (\sigma_{C_2}^2 + \sigma_{R_2}^2)}} \quad (12)$$

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

Los datos proporcionan poca información sobre ρ . Esto se debe a la pesada censura en los datos que limitó la cantidad de datos. Por lo tanto, es necesario hacer algún supuesto sobre ρ y utilizar el análisis de sensibilidad para evaluar los efectos de desviaciones de tales supuestos.

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

- $\rho = 0$ puede ser realista en algunas aplicaciones (defectos causados en la chapa de un automovil debido a estar expuesto a los rayos UV es independiente de los fallos causados por las millas recorridas).

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

- $\rho = 0$ puede ser realista en algunas aplicaciones (defectos causados en la chapa de un automovil debido a estar expuesto a los rayos UV es independiente de los fallos causados por las millas recorridas).
- $\rho > 0$, el problema de la lavadora observamos que la correlación entre en equilibrio frente a sin equilibrio observamos que las tasa de abuso casi sin duda serán positivo (similar al aparato B).

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

- $\rho = 0$ puede ser realista en algunas aplicaciones (defectos causados en la chapa de un automovil debido a estar expuesto a los rayos UV es independiente de los fallos causados por las millas recorridas).
- $\rho > 0$, el problema de la lavadora observamos que la correlación entre en equilibrio frente a sin equilibrio observamos que las tasa de abuso casi sin duda serán positivo (similar al aparato B).
- $\rho = 1$, dos o más modos de fallo tienen exactamente la misma o proporcional tasa de uso.

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

En general, esperamos que las unidades con un más uso tengan más abuso, lo que implica una correlación positiva entre R_1 y R_2 .

Suposición más razonable

La proporción de la cantidad de tiempo en el estado abusivo frente la cantidad de tiempo en estado normal es independiente de la tasa de uso para un uso normal. Esto implica que la relación R_2/R_1 es independiente de R_1 . Luego $\log(R_2) - \log(R_1)$ es independiente del registro R_1 .

Estimación mediante máxima verosimilitud para un modelo de tasa de uso con múltiples fallos

Correlación entre las tasas de uso de los diferentes modos de fallo

$$\text{Cov}[\log(R_1), \log(R_2)] = \rho \sigma_{R_1} \sigma_{R_2} - \sigma_{R_1}^2 = 0 \quad (13)$$

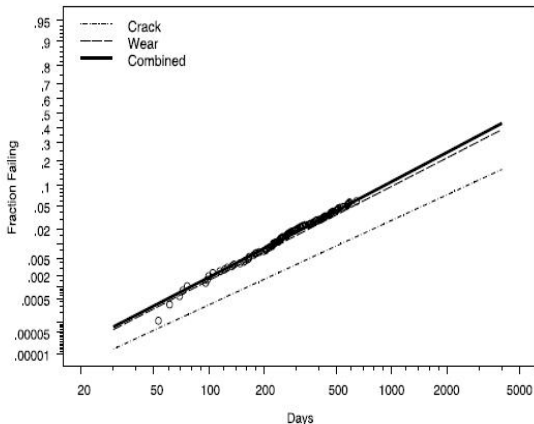
Así en el ejemplo del aparato B, (13) implica que $\rho = \frac{\sigma_{\text{degaste}}}{\sigma_{\text{grieta}}} < 1$ y por lo tanto $\sigma_{\text{grieta}} > \sigma_{\text{degaste}}$. Llamamos a esto el *modelo de tasas de degaste independientes*.

Resultados de máxima verosimilitud para el electrodoméstico B

Figure	Data source	Failure mode	Model	Total likelihood	Quantile estimates*					
					$\hat{\tau}_{0.001}$	$\hat{\tau}_{0.01}$	$\hat{\tau}_{0.20}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{P}_{IT}$	
Current product generation										
4	ALT	Wear	Fixed $\rho = 0$	-600.1	26	51	188	0.88	0	
5	ALT	Crack			160	198	300	0.28		
4	Warranty	Wear			85	246	1945	1.39		
5	Warranty	Crack	Ratio ind.	-600.0	169	595	6,868	1.65	0.54	
	Warranty	System			78	223	1612	NA		
	ALT	Wear			27	52	189	0.87		
	ALT	Crack			160	198	300	0.28		
8	Warranty	Wear			85	243	1877	1.38		
8	Warranty	Crack			162	522	5,095	1.53		
8	Warranty	System	Fixed $\rho = 1$	-600.0	79	223	1651	NA	0.76	
		ALT			Wear	26	52	188		0.87
	ALT	Crack			160	198	300	0.28		
	Warranty	Wear			84	239	1821	1.37		
	Warranty	Crack			148	450	3,911	1.46		
	Warranty	System			79	223	1661	NA		
Future product generation										
10	ALT	Wear	Fixed $\rho = 0$	-600.1	131	256	940	0.88	0	
	ALT	Crack			320	396	601	0.28		
	Warranty	Wear			425	1231	9,724	1.39		
	10	Warranty	Crack	Ratio ind.	-600.0	338	1190	13,736	1.65	0.54
		Warranty	System			277	831	6,105	NA	
		ALT	Wear			133	258	943	0.87	
	ALT	Crack	320			396	601	0.28		
9	Warranty	Wear	424			1215	9,387	1.38		
9	Warranty	Crack	324			1045	10,191	1.53		
9, 10	Warranty	System	Fixed $\rho = 1$	-600.0	275	805	6,157	NA	0.76	
		ALT			Wear	132	258	942		0.87
	ALT	Crack			320	396	601	0.28		
	Warranty	Wear			421	1195	9,106	1.37		
	Warranty	Crack			296	900	7,821	1.46		
10	Warranty	System			266	771	5,947	NA		

*Units are days for the warranty data and cycles for the ALT data.

Resultados de máxima verosimilitud para el electrodoméstico B



Cambios en el diseño

- La distribución de los ciclos de modo de fallo de desgaste podría mejorarse en un factor de aproximadamente $v_1 = 5$ en los ciclos escala.
- La distribución de los ciclos de modo de fallo de grieta podría mejorarse en un factor de aproximadamente $v_2 = 2$ en los ciclos escala.

Para llevar a cabo un análisis de costo-beneficio y el plan futuro de costes de garantía, la gestión desea una estimación de la distribución de toda la vida del nuevo diseño del aparato B.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Cdf estimada del tiempo de fallo para el nuevo diseño del aparato B

La cdf de T, del tiempo de fallo del aparato B con el nuevo diseño de la turbina viene dado por $F(t; \theta_C^{new}, \theta_R) = 1 - S(t, t; \theta_C^{new}, \theta_R)$ donde $\theta_C^{new} = (v_1 \eta_{C_1}, \sigma_{C_1}, v_2 \eta_{C_2}, \sigma_{C_2})$. Por tanto, el estimador de cdf del campo de vida del nuevo producto es $F(t; \hat{\theta}_C^{new}, \theta_R)$ donde $\hat{\theta}_C^{new} = (v_1 \hat{\eta}_{C_1}, \hat{\sigma}_{C_1}, v_2 \hat{\eta}_{C_2}, \hat{\sigma}_{C_2})$.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

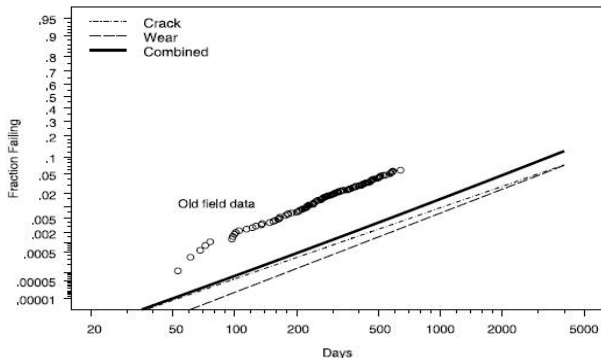


Figure: ML estimación de las cdf marginales del aparato B con el nuevo diseño y cdf modelo del sistema en serie con diferentes modos de fallo $F(t) = Pr(\min(T_1, T_2) \leq t) = 1 - S(t, t)$ bajo independencia tasa de desgaste $\hat{\rho} = 0.71$ y $\rho\hat{T} = 0.54$ usando el modelo de ratios, comparado con el viejo campo de datos

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

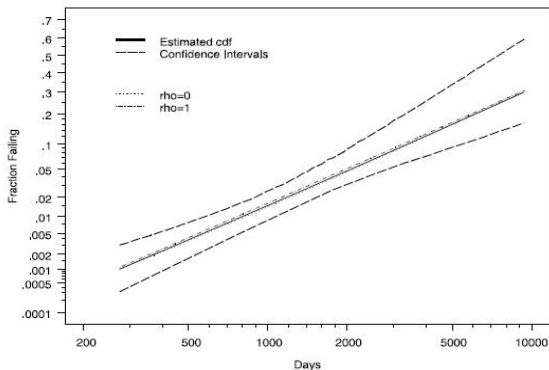


Figure: Estimaciones de ML para la relación de tasa de desgaste independiente, $\rho = 0$, y $\rho = 1$ punto a punto con los modelos de riesgo basados en la confianza aproximado del 95% intervalos para la función de distribución del nuevo diseño de B aparato sobre una gráfica de probabilidad lognormal

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Supuestos para la predicción de fiabilidad de campo

- Los modelos de ingeniería que permiten predecir la mejora en cambios de diseño propuestos son razonablemente precisos.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Supuestos para la predicción de fiabilidad de campo

- Los modelos de ingeniería que permiten predecir la mejora en cambios de diseño propuestos son razonablemente precisos.
- En las pruebas de aceleración, las unidades se les permitió "Enfriamiento" entre los usos, imitando el uso real y la garantía de que no hay acumulación de calor excesivo podría ocurrir que podría hacer que el ciclo a la distribución, la falta de cambio en el uso de aumento de la frecuencia.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Supuestos para la predicción de fiabilidad de campo

- Los modelos de ingeniería que permiten predecir la mejora en cambios de diseño propuestos son razonablemente precisos.
- En las pruebas de aceleración, las unidades se les permitió "Enfriamiento" entre los usos, imitando el uso real y la garantía de que no hay acumulación de calor excesivo podría ocurrir que podría hacer que el ciclo a la distribución, la falta de cambio en el uso de aumento de la frecuencia.
- El desgaste y grietas son los tipos de fallo primario. Siempre es posible que otros modos de falla pueden surgir en el futuro, aunque hay un alto grado de confianza que ningún otro importante modo de fallo se produciría durante el período de garantía.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Supuestos para la predicción de fiabilidad de campo

- ATL imita adecuadamente los mecanismos de fallo de campo.

Predicción de fiabilidad del nuevo aparato B diseñado

Supuestos para la predicción de fiabilidad de campo

- ATL imita adecuadamente los mecanismos de fallo de campo.
- La distribución de los índices de consumo y patrones de uso en el campo no cambian con el tiempo (es decir, desde el diseño anterior al nuevo diseño).

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Los análisis de sensibilidad demostró que nuestras conclusiones acerca la fiabilidad del nuevo aparato B no depende mucho de la hipótesis sobre la correlación entre dos diferentes tasas de uso, cuando la correlación fue variado a lo largo del rango de los posibles valores 0-1.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

Todas las cosas en igualdad de condiciones, el efecto de usar una incorrecta $\rho = 0$ será más fuerte si ρ_{TT} es más grande. Para la distribución logarítmica normal, la expresión de ρ_{TT} en (12) sugiere que

- ρ_{TT} es proporcional a ρ
- ρ_{TT} tiende a ser mayor cuando la variabilidad de la tasa de uso domina a la variabilidad de los ciclos hasta el fallo.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

A continuación se muestran los resultados de dos simulaciones.

- Hemos simulado un modelo en el que las distribuciones marginales de los modos de fallo de grietas y desgaste son similares, y por eso ρ_{TT} será grande en el modelo de tasas desgaste independientes.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

A continuación se muestran los resultados de dos simulaciones.

- Hemos simulado un modelo en el que las distribuciones marginales de los modos de fallo de grietas y desgaste son similares, y por eso ρ_{TT} será grande en el modelo de tasas desgaste independientes.
- Por eso en nuestros datos simulados $\rho_{TT} = 0.98$.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

A continuación se muestran los resultados de dos simulaciones.

- Hemos simulado un modelo en el que las distribuciones marginales de los modos de fallo de grietas y desgaste son similares, y por eso ρ_{TT} será grande en el modelo de tasas desgaste independientes.
- Por eso en nuestros datos simulados $\rho_{TT} = 0.98$.
- Para los datos, $\rho_{TT} = 0.45$.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.
- Ambas figuras comparan las cuatro combinaciones de mejoras en los modos de fallo desgaste y el crack igual a $1\times$ y $3\times$.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.
- Ambas figuras comparan las cuatro combinaciones de mejoras en los modos de fallo desgaste y el crack igual a $1\times$ y $3\times$.
- Para cada conjunto de datos (un dato establecido para cada figura), nos ajustamos el modelo correcto y la $\rho = 0$ a los datos simulados.

La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.
- Ambas figuras comparan las cuatro combinaciones de mejoras en los modos de fallo desgaste y el crack igual a $1\times$ y $3\times$.
- Para cada conjunto de datos (un dato establecido para cada figura), nos ajustamos el modelo correcto y la $\rho = 0$ a los datos simulados.
- Las columnas de la izquierda dan las estimaciones de modelo correcto.

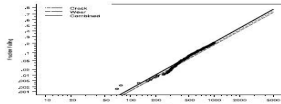
La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.
- Ambas figuras comparan las cuatro combinaciones de mejoras en los modos de fallo desgaste y el crack igual a $1\times$ y $3\times$.
- Para cada conjunto de datos (un dato establecido para cada figura), nos ajustamos el modelo correcto y la $\rho = 0$ a los datos simulados.
- Las columnas de la izquierda dan las estimaciones de modelo correcto.
- Las columnas de la derecha dan el modelo estimado $\rho = 0$ para los datos correspondientes establecidos.

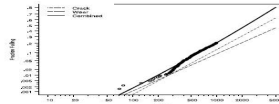
La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos

- Se comparan los efectos de los cambios en los ciclos hasta el fallo en la distribución de las estimaciones marginales cdf de los tiempos de fallo $[\hat{F}_{desgaste}(t), \hat{F}_{grieta}(t)]$ y en el campo fallo estimación del sistema de la serie tiempo $[\hat{F}(t)]$.
- Ambas figuras comparan las cuatro combinaciones de mejoras en los modos de fallo desgaste y el crack igual a $1\times$ y $3\times$.
- Para cada conjunto de datos (un dato establecido para cada figura), nos ajustamos el modelo correcto y la $\rho = 0$ a los datos simulados.
- Las columnas de la izquierda dan las estimaciones de modelo correcto.
- Las columnas de la derecha dan el modelo estimado $\rho = 0$ para los datos correspondientes establecidos.
- Las filas corresponden a las cantidades diferentes de mejora de las componentes del sistema.

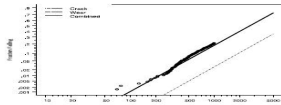
La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos



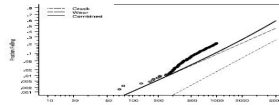
(a) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 1, $\hat{\rho}_{TT} = 0.98$



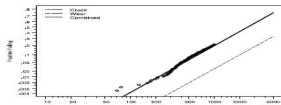
(b) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 1, $\rho_{TT} = 0$



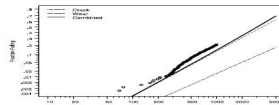
(c) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 3, $\hat{\rho}_{TT} = 0.98$



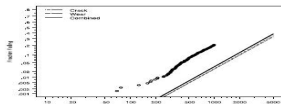
(d) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 3, $\rho_{TT} = 0$



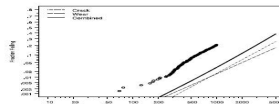
(e) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 1, $\hat{\rho}_{TT} = 0.98$



(f) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 1, $\rho_{TT} = 0$

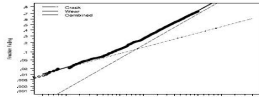


(g) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 3, $\hat{\rho}_{TT} = 0.98$

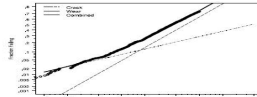


(h) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 3, $\rho_{TT} = 0$

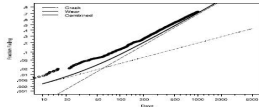
La importancia de usar modelos de correlación correctos con modos de fallo competitivos



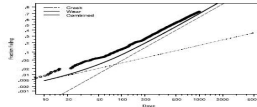
(a) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 1, $\hat{\rho}_{TT} = 0.45$



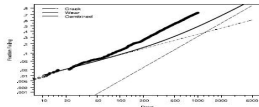
(b) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 1, $\rho_{TT} = 0$



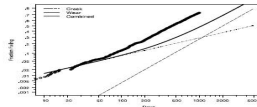
(c) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 3, $\hat{\rho}_{TT} = 0.45$



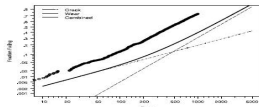
(d) Wear $\times$ 1 Crack $\times$ 3, $\rho_{TT} = 0$



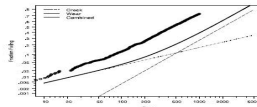
(e) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 1, $\hat{\rho}_{TT} = 0.45$



(f) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 1, $\rho_{TT} = 0$



(g) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 3, $\hat{\rho}_{TT} = 0.45$



(h) Wear $\times$ 3 Crack $\times$ 3, $\rho_{TT} = 0$

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Es posible predecir campo de actuación a partir de datos ALT, si se hace con cuidado y con modelos motivados físicamente.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Es posible predecir campo de actuación a partir de datos ALT, si se hace con cuidado y con modelos motivados físicamente.
- Hemos ilustrado esto con un modelo de tasa de uso y dos ejemplos.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Es posible predecir campo de actuación a partir de datos ALT, si se hace con cuidado y con modelos motivados físicamente.
- Hemos ilustrado esto con un modelo de tasa de uso y dos ejemplos.
- Hay una serie de extensiones a situaciones más complicadas que hemos visto. Estos son las siguientes:

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Con componentes de alta fiabilidad, pocos o ningún fallo se espera in ALT de duración razonable. En algunas aplicaciones, es posible observar la degradación en la prueba unidades.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Con componentes de alta fiabilidad, pocos o ningún fallo se espera in ALT de duración razonable. En algunas aplicaciones, es posible observar la degradación en la prueba unidades.
- Envejecimiento o degradación química de los materiales y la exposición a las variables que afectan el envejecimiento o a la degradación y que varían con el tiempo hacen las cosas mucho más complicadas.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Con componentes de alta fiabilidad, pocos o ningún fallo se espera in ALT de duración razonable. En algunas aplicaciones, es posible observar la degradación en la prueba unidades.
- Envejecimiento o degradación química de los materiales y la exposición a las variables que afectan el envejecimiento o a la degradación y que varían con el tiempo hacen las cosas mucho más complicadas.
- Para la aplicación aparato B, era razonable suponer que cada uso tuvo el mismo efecto sobre el tiempo de desgaste, y que cada uso abusivo tenía el mismo efecto en tiempo de grieta. En algunas aplicaciones, cada uso tiene un estrés asociado, descrito por una probabilidad distribución o, más en general, un proceso estocástico.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Para los productos considerados, hay una correspondencia uno a uno entre el modo de fallo y el tipo de tasa de uso. El modelo puede ser ampliado para hacer frente a una situación general; un tipo de uso podría conducir a modos de dos o más fallos, un modo de fallo a varios modos de fallo.

Conclusiones y áreas para futuras investigaciones

- Para los productos considerados, hay una correspondencia uno a uno entre el modo de fallo y el tipo de tasa de uso. El modelo puede ser ampliado para hacer frente a una situación general; un tipo de uso podría conducir a modos de dos o más fallos, un modo de fallo a varios modos de fallo.
- En vez de hacer análisis de sensibilidad para evaluar los efectos de diferentes supuestos sobre el valor de v_1 y v_2 , podría utilizar un enfoque bayesiano para la inferencia en este tipo de aplicación.

Estudio de Fiabilidad mediante test de vida acelerados

Leyenda Rodríguez, María.

12 de Enero de 2011