ล็อกลอจิสติก — อัตราเสี่ยงที่ขึ้นแล้วลง

เมนู: ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงล็อกลอจิสติก...

ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร แบบจำลองล็อกลอจิสติกบอกว่าลอการิทึมของอายุหน่วยมีการแจกแจงลอจิสติก: F(t) = 1/(1 + (t/e^μ)^(−1/s)) อายุจึงต่ำกว่าศูนย์ไม่ได้ เมื่อ s น้อยกว่า 1 อัตราเสี่ยงขึ้น ถึงจุดสูงสุด แล้วลดลง - ส่วนผสมของช่วงเริ่มใช้และการสึกหรอที่ไวบูลล์ทำไม่ได้ เมื่อ s ตั้งแต่ 1 ขึ้นไป อัตราเสี่ยงลดลงตั้งแต่ต้นและค่าเฉลี่ยเป็นอนันต์ ReliaEn ฟิต μ (ลอการิทึมของมัธยฐาน) และ s (การกระจายของ ln t) ด้วย ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดพร้อมขอบเขต

สิ่งที่ **ReliaEn พิมพ์**	**สิ่งที่บอก**
μ̂ และ **ŝ** พร้อมขอบเขต	ศูนย์กลางและการกระจายของ ln t ไม่ใช่ของ t เอง
อายุมัธยฐาน = e^μ **MTTF**	ศูนย์กลางสองแบบ MTTF สูงกว่ามัธยฐานเพราะหางขวายาว
อายุ B และ**ตารางเปอร์เซ็นไทล์**พร้อมขอบเขต	หน่วยส่วนหนึ่งล้มเหลวแล้วภายในอายุใด
กราฟความน่าจะเป็น	จุดเรียงบนเส้นล็อกลอจิสติกหรือไม่
R(t) และอัตราเสี่ยง	ความเชื่อถือได้ลดลงอย่างไร และอัตราเสี่ยงสูงสุดที่ใด

จากข้อมูลใด อายุที่ล้มเหลวในคอลัมน์เดียวของแผ่นงาน หนึ่งแถวต่อหนึ่งหน่วยที่ล้มเหลว แต่ละค่ามากกว่า 0 อายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว (ถ้ามี) อยู่ในอีกคอลัมน์หนึ่ง แบบฟอร์มนี้ยังอ่านช่วงการตรวจได้ด้วย (บทที่ 2.9)

วิศวกรใช้เมื่อใด เมื่ออัตราความล้มเหลวไต่ขึ้นในช่วงแรกแล้วผ่อนลง: หน่วยที่ผ่านช่วงกลางไปได้จะปลอดภัยขึ้นตามอายุ

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ใช้แทน
อัตราเสี่ยงเพิ่มขึ้นตามอายุไปเรื่อย ๆ	ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงไวบูลล์ (2P)...
ความล้มเหลวมาจากความเสียหายที่ทวีคูณ เช่น รอยร้าวจากความล้า	ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงล็อกนอร์มอล...
อัตราความล้มเหลวไม่เปลี่ยนตามอายุ	ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล...

ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. ข้อต่อเพลาปั๊ม 14 ชิ้นชุดเดียวกับบทที่ 2.10 การฟิตลอจิสติกในบทนั้นให้ข้อต่อประมาณ 5% อยู่ต่ำกว่าอายุ 0 วิศวกรความเชื่อถือได้จึงฟิตใหม่ด้วยแบบจำลองที่อายุต่ำกว่าศูนย์ไม่ได้

ข้อมูลนำเข้า	**ค่า**
อายุที่ล้มเหลว เป็นชั่วโมง (10)	42, 66, 87, 112, 128, 155, 176, 210, 240, 280
อายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว เป็นชั่วโมง (4)	50, 200, 300, 300
ไฟล์ในไฟล์ zip ของตัวอย่างพร้อมวิธีทำ	2-Loglogistic/Example-1.csv — คอลัมน์ Failure times (10) และ Censored times (4)
ความเชื่อมั่น % / ระดับอายุ B %	95 / 10 — ค่าที่แบบฟอร์มมีอยู่เมื่อเปิด

	① A	② B	C
1	42	50	
2	66	200	
3	87	300	
4	112	300	
5	128		
6	155		
7	176		
8	210		
9	240		
10	280		
11			

ข้อมูลตัวอย่างในแผ่นงาน

- ① คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 10 ค่า หนึ่งค่าต่อแถว เป็นชั่วโมง
- ② คอลัมน์ B: อายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว 4 ค่า

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

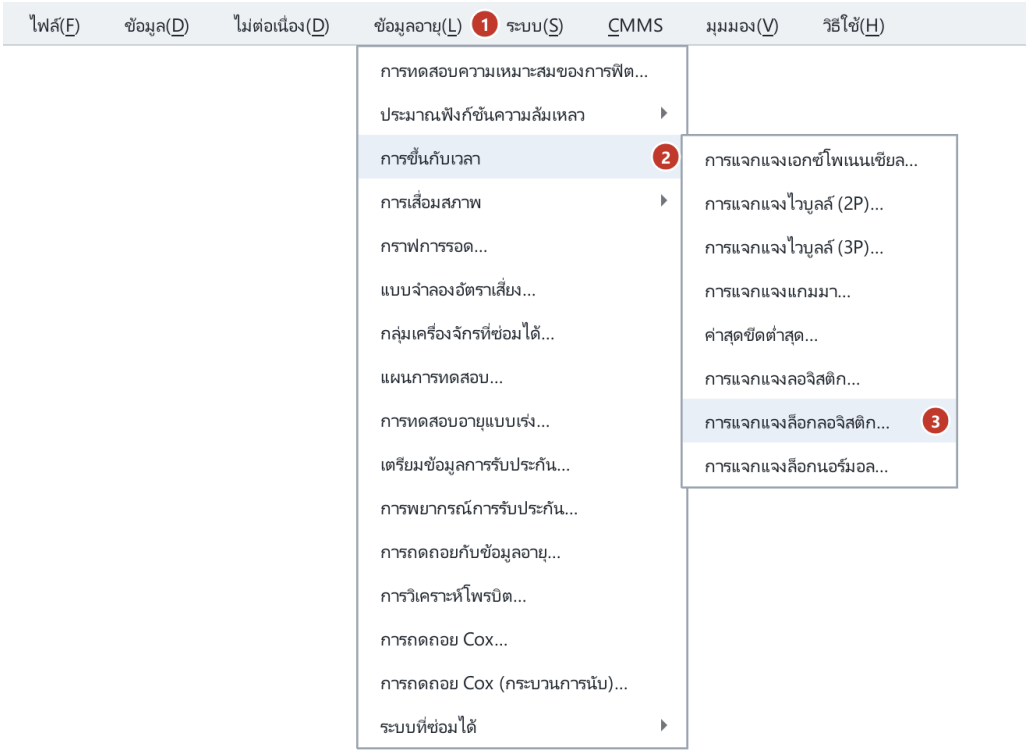
1. **ใส่อายุที่ล้มเหลวในคอลัมน์ A และอายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลวในคอลัมน์ B** คัดลอกค่าของ Example-1.csv ที่อยู่ใต้หัวคอลัมน์ Failure times และ Censored times ลงในคอลัมน์ A และ B ของแผ่นงาน เริ่มที่แถว 1

	① A	② B	C
1	42	50	
2	66	200	
3	87	300	
4	112	300	
5	128		
6	155		
7	176		
8	210		
9	240		
10	280		
11			

ขั้นตอนที่ 1 — อายุที่ล้มเหลวและอายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลวในคอลัมน์ A และ B

- ① คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 10 ค่า ตั้งแต่ 42 ถึง 280
- ② คอลัมน์ B: อายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว 4 ค่า ตั้งแต่ 50 ถึง 300

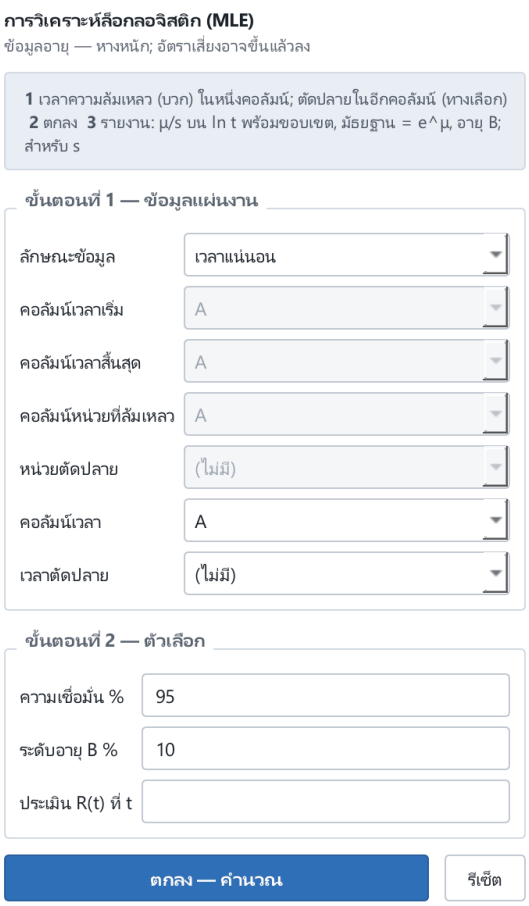
2. **เลือก ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา ▸ การแจกแจงล็อกลอจิสติก...** ในแถบเมนู แบบฟอร์ม การวิเคราะห์ล็อกลอจิสติก (MLE) เปิดขึ้นในแผงด้านซ้าย



ขั้นตอนที่ 2 — เส้นทางเมนู

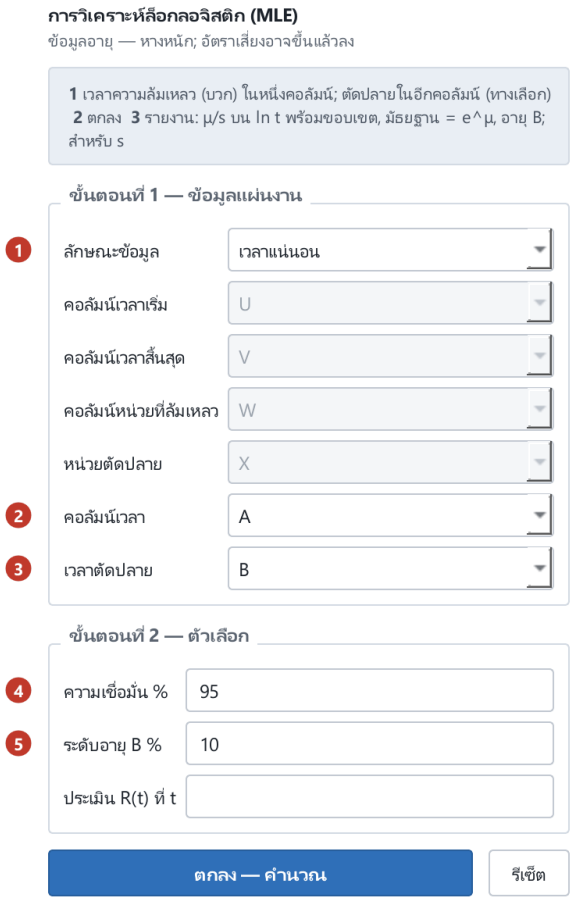
- ① ข้อมูลอายุ: เมนู
- ② การขึ้นกับเวลา: เมนูย่อย
- ③ การแจกแจงล็อกลอจิสติก...: รายการที่ต้องคลิก

แบบฟอร์มเมื่อเปิด ก่อนตั้งค่าช่องใด:



ขั้นตอนที่ 2 — แบบฟอร์มเมื่อเปิด

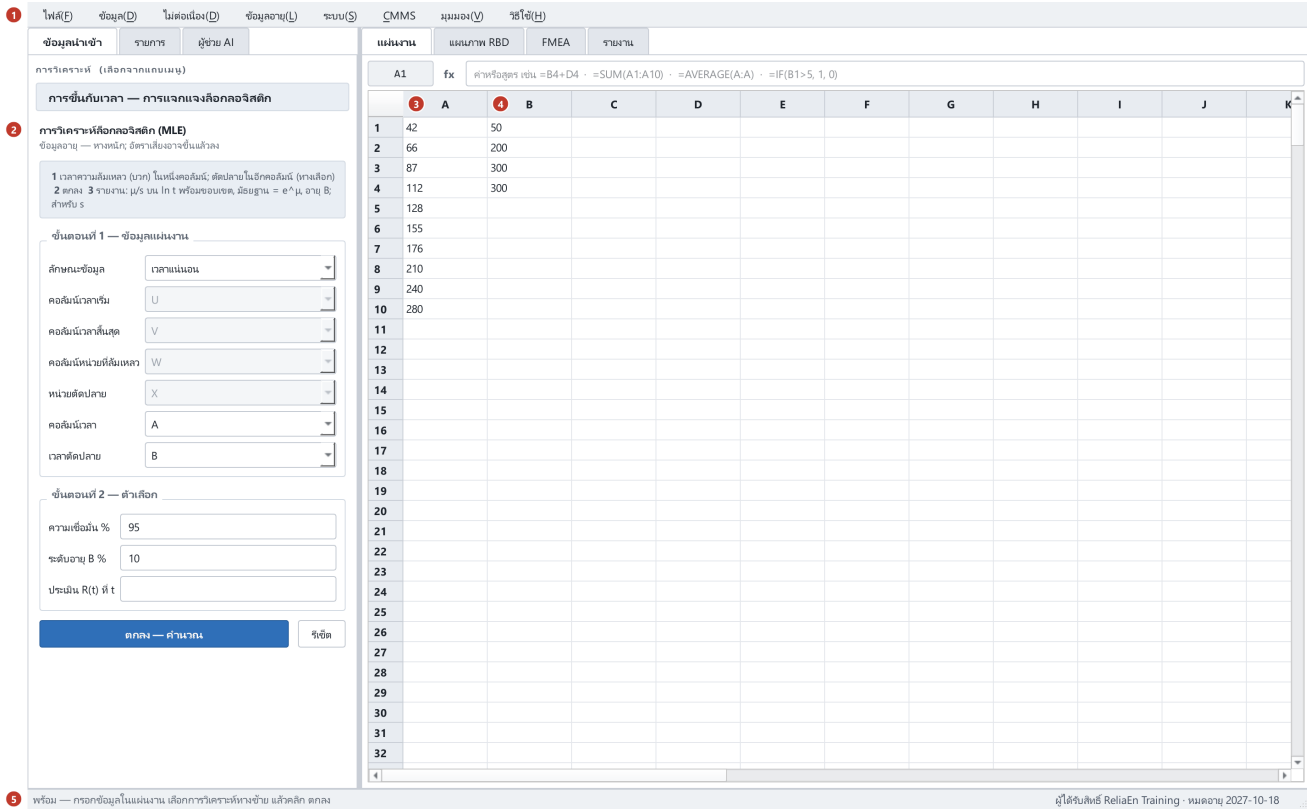
ขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 ตั้งหรือตรวจห้าช่องของแบบฟอร์ม ซึ่งมีเครื่องหมาย ① ถึง ⑤ ในภาพ:



ขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 — แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับตัวอย่างนี้

3. ① **ตรวจว่า ลักษณะข้อมูล เป็น เวลาแน่นอน**
4. ② **ใน คอลัมน์เวลา เลือก A**
5. ③ **ใน เวลาตัดปลาย เลือก B** คอลัมน์ B เก็บข้อต่อ 4 ชิ้นที่ถูกถอดออกขณะยังทำงานได้
6. ④ **ตรวจว่า ความเชื่อมั่น % เป็น 95**
7. ⑤ **ตรวจว่า ระดับอายุ B % เป็น 10** ค่านี้กำหนดอายุ B ในผลลัพธ์ ประเมิน R(t) ที่ t เว้นว่างไว้

8. **คลิก ตกลง — คำนวณ** ที่ท้ายแบบฟอร์ม (② ในภาพด้านล่าง) ReliaEn คำนวณและแสดงรายงาน



ขั้นตอนที่ 8 — หน้าต่างก่อนกดตกลง

- ① แถบเมนู: ไฟล์, ข้อมูล, ไม่ต่อเนื่อง, ข้อมูลอายุ, ระบบ, CMMS, มุมมอง, วิธีใช้
- ② แบบฟอร์มที่ตั้งค่าตามขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 มี ตกลง — คำนวณ อยู่ที่ท้าย
- ③ คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 10 ค่า
- ④ คอลัมน์ B: อายุของหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว 4 ค่า
- ⑤ แถบสถานะ: พร้อม — กรอกข้อมูลในแผ่นงาน เลือกการวิเคราะห์ทางซ้าย แล้วคลิก ตกลง และ ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · หมดอายุ 2027-10-18

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ข้อมูลอายุ — การวิเคราะห์ล็อกลอจิสติก (MLE)

2026-11-02 20:32:56

$F(t) = 1/(1 + (t/e^{\mu})^{-1/s})$

ส่วนหัวของรายงาน

- ชื่อเรื่อง ข้อมูลอายุ — การวิเคราะห์ล็อกลอจิสติก (MLE) วันที่และเวลาที่คำนวณ และแบบจำลองในหนึ่งบรรทัด: F(t) = 1/(1 + (t/e^μ)^{−1/s})

ข้อมูลนำเข้า

1	n — หน่วยที่ทดสอบ	**14**
2	r — ความล้มเหลว	**10**
3	ตัดปลาย (หน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว)	**4**
4	ลักษณะข้อมูล	**เวลาแน่นอน**
5	การประมาณค่า	**MLE (ตำแหน่ง-สเกลแบบตัดปลาย)**

ข้อมูลนำเข้า

- ① n — หน่วยที่ทดสอบ 14
- ② r — ความล้มเหลว 10
- ③ ตัดปลาย (หน่วยที่ยังไม่ล้มเหลว) 4: ข้อต่อที่ถูกถอดออกขณะยังทำงานได้
- ④ ลักษณะข้อมูล เวลาแน่นอน
- ⑤ การประมาณค่า MLE (ตำแหน่ง-สเกลแบบตัดปลาย)

ผลลัพธ์

1	μ̂ — ตำแหน่ง	**5.1505 (SE 0.2049) [4.7489, 5.5521]**
2	ŝ — สเกล	**0.4201 (SE 0.1091) [0.2525, 0.6990] (CI สเกลลอการิทึม)**
3	MTTF	**235.04**
4	อายุมัธยฐาน	**172.52**
5	อายุ B10	**68.54 [37.67, 124.74]**

ผลลัพธ์

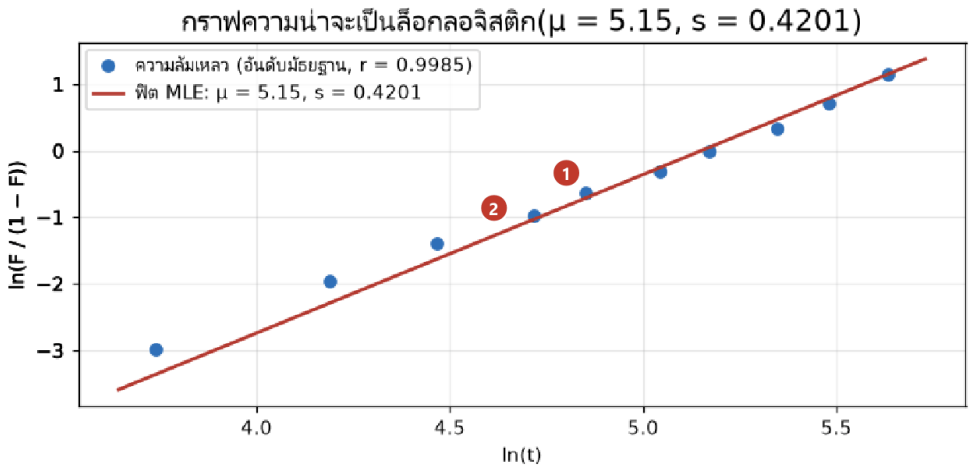
- ① μ̂ — ตำแหน่ง 5.1505 (SE 0.2049) [4.7489, 5.5521]: ศูนย์กลางของ ln t เป็นลอการิทึมของชั่วโมง
- ② ŝ — สเกล 0.4201 (SE 0.1091) [0.2525, 0.6990] (CI สเกลลอการิทึม): การกระจายของ ln t น้อยกว่า 1 อัตราเสี่ยงจึงขึ้นแล้วลง
- ③ MTTF 235.04: ถูกหางขวาที่ยาวลากขึ้น
- ④ อายุมัธยฐาน 172.52: e^μ̂ - ข้อต่อครึ่งหนึ่งล้มเหลวภายในอายุนี้
- ⑤ อายุ B10 68.54 [37.67, 124.74]: ข้อต่อหนึ่งในสิบล้มเหลวภายใน 69 ชั่วโมง และขอบเขตทั้งสองมากกว่าศูนย์

การตีความ

1	แบบจำลองอายุล็อกลอจิสติก (ลอจิสติกบน ln t): มัธยฐาน = e^μ = 172.52 พอดี สำหรับ s < 1 อัตราเสี่ยงขึ้นแล้วลง — ส่วนผสมของช่วงเริ่มใช้/สึกหรอที่ไวบูลล์ทำไม่ได้; สำหรับ s ≥ 1 มันลดลงตั้งแต่ต้นและค่าเฉลี่ยเป็นอนันต์ (พิมพ์ตามตรง)

การตีความ

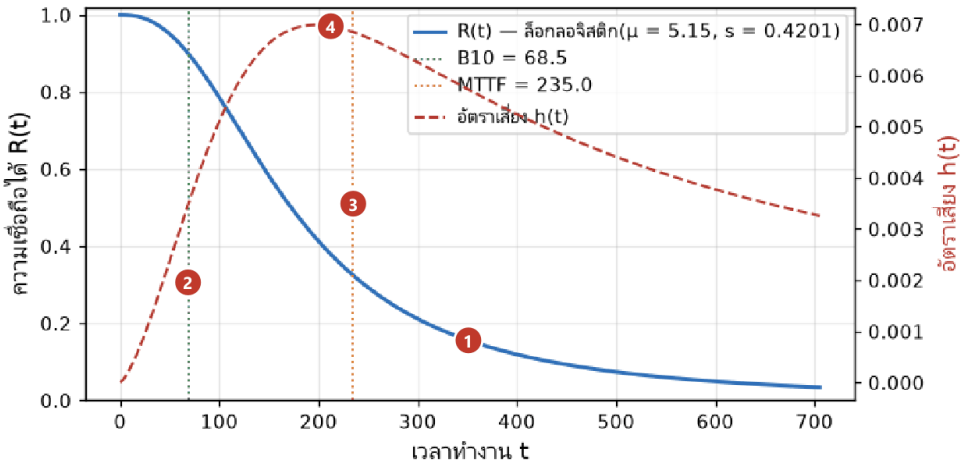
- ① การอ่านของ ReliaEn: แบบจำลองอายุล็อกลอจิสติก (ลอจิสติกบน ln t): มัธยฐาน = e^μ = 172.52 พอดี สำหรับ s < 1 อัตราเสี่ยงขึ้นแล้วลง — ส่วนผสมของช่วงเริ่มใช้/สึกหรอที่ไวบูลล์ทำไม่ได้; สำหรับ s ≥ 1 มันลดลงตั้งแต่ต้นและค่าเฉลี่ยเป็นอนันต์ (พิมพ์ตามตรง)



กราฟแบบโต้ตอบ

กราฟความน่าจะเป็นล็อกลอจิสติก(μ = 5.15, s = 0.4201)

- ① ความล้มเหลว (อันดับมัธยฐาน, r = 0.9985): อายุที่ล้มเหลว 10 ค่าบนกระดาษล็อกลอจิสติก เทียบกับ ln t
- ② ฟิต MLE: μ = 5.15, s = 0.4201: เส้นที่ฟิต



กราฟแบบโต้ตอบ

ความเชื่อถือได้และอัตราเสี่ยง

- ① R(t) — ล็อกลอจิสติก(μ = 5.15, s = 0.4201): สัดส่วนของข้อต่อที่ยังทำงานอยู่ ณ แต่ละอายุ เริ่มที่ 1 ที่อายุ 0
- ② B10 = 68.5: จุดที่ R ตัด 90%
- ③ MTTF = 235.0: อายุเฉลี่ย R ณ จุดนั้นประมาณ 0.32 - ข้อต่อสองในสามล้มเหลวแล้วเมื่อถึงอายุเฉลี่ย
- ④ อัตราเสี่ยง h(t): ขึ้นถึงจุดสูงสุดประมาณ 0.007 ต่อชั่วโมงใกล้ 200 ชั่วโมง แล้วลดลง

ตารางเปอร์เซ็นไทล์ — อายุ B พร้อมขอบเขต

1 B_p = อายุที่ p% ของหน่วยล้มเหลวแล้ว ขอบเขตโดยกลไกช่วงของแต่ละตระกูลเอง; ช่องที่เป็น — หมายความว่าตระกูลนั้นไม่มีกลไกขอบเขต — แสดงเฉพาะค่าประมาณจุด

เปอร์เซ็นไทล์ (2)	อายุ B (3)	ขอบเขต 95% (4)
1%	25.03	[8.864, 70.69]
5%	50.08	[24.24, 103.4]
10% (5)	68.54	[37.67, 124.7]
25%	108.7	[69.17, 171]
50%	172.5	[115.5, 257.8]
75%	273.7	[169.7, 441.4]
90%	434.2	[229.6, 821]
95%	594.3	[275.7, 1,281]
99%	1,189	[401.8, 3,518]

ตารางเปอร์เซ็นไทล์ — อายุ B พร้อมขอบเขต

- ① B_p = อายุที่ p% ของหน่วยล้มเหลวแล้ว ขอบเขตโดยกลไกช่วงของแต่ละตระกูลเอง; ช่องที่เป็น — หมายความว่าตระกูลนั้นไม่มีกลไกขอบเขต — แสดงเฉพาะค่าประมาณจุด
- ② ถึง ④ คอลัมน์ เปอร์เซ็นไทล์, อายุ B, ขอบเขต 95%
- ⑤ แถว 10%: 68.54 [37.67, 124.7] - อายุ B10 ของการ์ดผลลัพธ์ ทุกแถวมากกว่าศูนย์ ตั้งแต่ 25.03 ที่ 1% ถึง 1,189 ที่ 99%

1 ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017

ท้ายรายงาน

- ① บรรทัดสิทธิ์การใช้งาน ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017: สิทธิ์การใช้งานที่ใช้สร้างรายงานนี้

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

ข้อต่อล้มเหลวเมื่อใด ข้อต่อครึ่งหนึ่งล้มเหลวภายใน 172.52 ชั่วโมง (มัธยฐาน e^μ̂) MTTF 235.04 อยู่สูงกว่ามัธยฐานมากเพราะหางขวายาว: เมื่อถึงอายุเฉลี่ย ข้อต่อประมาณสองในสามล้มเหลวไปแล้ว จึงควรรายงานมัธยฐานพร้อมเปอร์เซ็นไทล์ ไม่ใช่ค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว ข้อต่อหนึ่งในสิบล้มเหลวภายใน 68.54 ชั่วโมง (B10)

อัตราความล้มเหลวเป็นอย่างไร ด้วย ŝ = 0.4201 ซึ่งน้อยกว่า 1 อัตราเสี่ยงขึ้นถึงจุดสูงสุดใกล้ 200 ชั่วโมงแล้วลดลง: ข้อต่อที่ทำงานเกินประมาณ 200 ชั่วโมงมีโอกาสล้มเหลวในชั่วโมงถัดไปน้อยลง ไม่ใช่มากขึ้น ถ้าข้อต่อสึกหรอและอัตรายังไต่ขึ้นเรื่อย ๆ แบบจำลองนี้ไม่ใช่กรอบที่ถูก

เทียบกับการฟิตลอจิสติกในบทที่ 2.10 อายุชุดเดียวกันให้กราฟความน่าจะเป็นที่ตรงกว่าในบทนี้ (r = 0.9985 เทียบกับ 0.9712) และทุกอายุมากกว่าศูนย์: B1 คือ 25.03 ชั่วโมง และขอบล่างของ B10 คือ 37.67 ขณะที่ลอจิสติกให้ -99.22 และ -34.41 ถ้าต้องการตัวเลขความล้มเหลวช่วงแรกไว้วางแผน ข้อต่อชุดนี้อ่านด้วยล็อกลอจิสติกได้ดีกว่า