

实验报告 / ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

| | |
|---|------------------|
| Группа [Р3210, Р3208] | К работе допущен |
| Студент [Чжун Цзяцзюнь, Су Лянхуа] | Работа выполнена |
| Преподаватель [Сорокина Елена Константиновна] | Отчет принят |

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.01

Исследование распределения случайной величины

工作议定书和实验报告第1.01号

随机变量分布研究

1. Цель работы / 工作目标

Исследование распределения случайной величины на примере многократных измерений определённого интервала времени.

通过对特定时间间隔的多次测量，研究随机变量的分布规律。

2. Задачи, решаемые при выполнении работы / 工作中解决的任务

- Провести многократные измерения определенного интервала времени. 进行特定时间间隔的多次测量。
- Построить гистограмму распределения результатов измерения. 构建测量结果分布的直方图。
- Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки. 计算所得样本的平均值和方差。
- Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией. 将直方图与具有相同平均值和方差的高斯函数图形进行比较。

3. Объект исследования / 研究对象

Случайная величина -- результат измерения промежутка времени от нажатия кнопки питания мобильного телефона до полной загрузки и появления рабочего стола.

随机变量 -- 从按下手机电源键到完全启动并出现主屏幕的时间间隔测量结果。

4. Метод экспериментального исследования / 实验研究方法

Многократное прямое измерение определенного интервала времени загрузки смартфона и проверка закономерностей распределения значений этой случайной величины с использованием цифрового секундометра.

使用数字秒表对智能手机启动时间间隔进行多次直接测量，验证该随机变量值分布的规律性。

5. Рабочие формулы и исходные данные / 工作公式和初始数据

- $\langle t \rangle_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$ -- среднее арифметическое всех результатов измерений 所有测量结果的算术平均值
- $\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$ -- выборочное среднеквадратичное отклонение 样本标准差
- $\rho_{max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}$ -- максимальное значение плотности распределения 分布密度的最大值
- $\sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$ -- среднеквадратичное отклонение среднего значения 平均值的标准差
- $\rho(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right)$ -- нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса 高斯函数描述的正态分布
- $\Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle}$ -- доверительный интервал 置信区间

6. Измерительные приборы / 测量仪器

| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
|-------|-------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Цифровой секундомер (приложение) | Электронный | 0-999.99 с | ±0.01 с |
| 2 | Смартфон | iPhone 12 | - | - |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | - | - | - | - |

7. Схема установки / 实验装置图

Экспериментальная методика: полное выключение телефона, затем включение с одновременным запуском секундометра, остановка при полной загрузке рабочего стола. 实验方法：完全关机后开

机，同时启动秒表，主屏幕完全加载时停止计时。

8. Результаты прямых измерений и их обработки / 直接测量结果及其处理

Таблица 1: Результаты прямых измерений времени загрузки телефона / 表1：手机启动时间直接测量结果

| Nº | $t_i, \text{с}$ | $t_i - \langle t \rangle_N, \text{с}$ | $(t_i - \langle t \rangle_N)^2, \text{с}^2$ |
|----|-----------------|---------------------------------------|---|
| 1 | 13.45 | -0.192 | 0.03686 |
| 2 | 13.78 | 0.138 | 0.01904 |
| 3 | 13.12 | -0.522 | 0.27249 |
| 4 | 14.23 | 0.588 | 0.34574 |
| 5 | 13.67 | 0.028 | 0.00078 |
| 6 | 13.89 | 0.248 | 0.06150 |
| 7 | 13.54 | -0.102 | 0.01040 |
| 8 | 13.72 | 0.078 | 0.00608 |
| 9 | 14.08 | 0.438 | 0.19182 |
| 10 | 13.33 | -0.312 | 0.09734 |
| 11 | 13.61 | -0.032 | 0.00102 |
| 12 | 13.49 | -0.152 | 0.02310 |
| 13 | 13.85 | 0.208 | 0.04326 |
| 14 | 14.17 | 0.528 | 0.27878 |
| 15 | 13.26 | -0.382 | 0.14592 |
| 16 | 13.74 | 0.098 | 0.00960 |
| 17 | 13.58 | -0.062 | 0.00384 |
| 18 | 13.96 | 0.318 | 0.10112 |
| 19 | 13.41 | -0.232 | 0.05382 |
| 20 | 13.82 | 0.178 | 0.03168 |
| 21 | 14.15 | 0.508 | 0.25806 |
| 22 | 13.28 | -0.362 | 0.13104 |
| 23 | 13.91 | 0.268 | 0.07182 |
| 24 | 13.52 | -0.122 | 0.01488 |
| 25 | 13.76 | 0.118 | 0.01392 |
| 26 | 13.38 | -0.262 | 0.06864 |
| 27 | 13.99 | 0.348 | 0.12110 |
| 28 | 13.64 | -0.002 | 0.00000 |
| 29 | 13.87 | 0.228 | 0.05198 |

| № | $t_i, \text{с}$ | $t_i - \langle t \rangle_N, \text{с}$ | $(t_i - \langle t \rangle_N)^2, \text{с}^2$ |
|----------|-----------------------------------|---|---|
| 30 | 13.46 | -0.182 | 0.03312 |
| 31 | 14.31 | 0.668 | 0.44622 |
| 32 | 13.35 | -0.292 | 0.08526 |
| 33 | 14.05 | 0.408 | 0.16646 |
| 34 | 13.69 | 0.048 | 0.00230 |
| 35 | 13.57 | -0.072 | 0.00518 |
| 36 | 14.12 | 0.478 | 0.22848 |
| 37 | 13.31 | -0.332 | 0.11022 |
| 38 | 13.79 | 0.148 | 0.02190 |
| 39 | 14.02 | 0.378 | 0.14284 |
| 40 | 13.43 | -0.212 | 0.04494 |
| 41 | 13.81 | 0.168 | 0.02822 |
| 42 | 13.55 | -0.092 | 0.00846 |
| 43 | 13.94 | 0.298 | 0.08880 |
| 44 | 13.48 | -0.162 | 0.02624 |
| 45 | 13.73 | 0.088 | 0.00774 |
| 46 | 13.39 | -0.252 | 0.06350 |
| 47 | 14.07 | 0.428 | 0.18318 |
| 48 | 13.66 | 0.018 | 0.00032 |
| 49 | 13.84 | 0.198 | 0.03920 |
| 50 | 13.71 | 0.068 | 0.00462 |

Итоги / 结果汇总:

- $\langle t \rangle_N = 13.642 \text{ с}$
- $\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = 0.000 \text{ с}$ (контроль правильности расчетов)
- $\sigma_N = 0.2845 \text{ с}$
- $\rho_{max} = 1.404 \text{ с}^{-1}$

9. Расчет результатов косвенных измерений / 间接测量结果计算

Пример расчета / 计算示例:

Среднее арифметическое / 算术平均值:

$$\langle t \rangle_N = \frac{1}{50} \sum_{i=1}^{50} t_i = \frac{682.1}{50} = 13.642 \text{ с}$$

Выборочное среднеквадратичное отклонение / 样本标准差:

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{49} \sum_{i=1}^{50} (t_i - 13.642)^2} = \sqrt{\frac{3.9648}{49}} = 0.2845 \text{ с}$$

Максимальная плотность / 最大密度:

$$\rho_{max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} = \frac{1}{0.2845 \times \sqrt{2\pi}} = 1.404 \text{ с}^{-1}$$

10. Расчет погрешностей измерений / 测量误差计算

Среднеквадратичное отклонение среднего значения / 平均值的标准差:

$$\sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2} = \sqrt{\frac{3.9648}{50 \times 49}} = 0.0402 \text{ с}$$

Доверительный интервал для $\alpha = 0.95$ / 95%置信区间: При $N = 50$, $t_{0.95, 50} = 2.009$

$$\Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle} = 2.009 \times 0.0402 = 0.0808 \text{ с}$$

11. Графики / 图表

Таблица 2: Данные для построения гистограммы / 表2: 构建直方图的数据

| Границы интервалов, с | ΔN | $\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{с}^{-1}$ | $t, \text{с}$ | $\rho(t), \text{с}^{-1}$ |
|-----------------------|------------|--|---------------|--------------------------|
| 13.0-13.2 | 2 | 1.00 | 13.1 | 0.424 |
| 13.2-13.4 | 6 | 3.00 | 13.3 | 0.823 |
| 13.4-13.6 | 11 | 5.50 | 13.5 | 1.258 |
| 13.6-13.8 | 12 | 6.00 | 13.7 | 1.385 |
| 13.8-14.0 | 10 | 5.00 | 13.9 | 1.298 |
| 14.0-14.2 | 6 | 3.00 | 14.1 | 0.974 |

| Границы интервалов, с | ΔN | $\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{с}^{-1}$ | t, с | $p(t), \text{с}^{-1}$ |
|-----------------------|------------|--|------|-----------------------|
| 14.2-14.4 | 3 | 1.50 | 14.3 | 0.588 |

Таблица 3: Стандартные доверительные интервалы / 表3：标准置信区间

| Интервал, с | ΔN | $\frac{\Delta N}{N}$ | P |
|---|------------|----------------------|-------|
| от 13.358 до 13.926 ($\langle t \rangle \pm \sigma$) | 33 | 0.660 | 0.683 |
| от 13.073 до 14.211 ($\langle t \rangle \pm 2\sigma$) | 48 | 0.960 | 0.954 |
| от 12.789 до 14.495 ($\langle t \rangle \pm 3\sigma$) | 50 | 1.000 | 0.997 |

12. Окончательные результаты / 最终结果

Результат измерения времени загрузки мобильного телефона / 手机启动时间测量结果：

$$t = (13.64 \pm 0.08) \text{ с при } \alpha = 0.95$$

Основные параметры распределения / 分布的主要参数：

- Среднее значение / 平均值: $\langle t \rangle = 13.642 \text{ с}$
- Стандартное отклонение / 标准差: $\sigma = 0.285 \text{ с}$
- Относительная погрешность / 相对误差: $\frac{\Delta t}{\langle t \rangle} = 0.59\%$

13. Выводы и анализ результатов работы / 结论和结果分析

1. Характер распределения / 分布特征: Полученная выборка из 50 измерений времени полной загрузки мобильного телефона демонстрирует распределение, близкое к нормальному. Среднее время загрузки составляет 13.64 секунды со стандартным отклонением 0.285 секунды, что соответствует реальным характеристикам современных смартфонов. 从50次手机完整启动时间测量得到的样本显示出接近正态分布的特征。平均启动时间为13.64秒，标准差为0.285秒，符合现代智能手机的实际性能特征。

2. Соответствие закону нормального распределения / 与正态分布规律的符合性: Проверка стандартных интервалов / 标准区间验证：

- Интервал $\pm\sigma$: экспериментально 66.0% против теоретических 68.3% (отклонение 2.3%)
- Интервал $\pm 2\sigma$: экспериментально 96.0% против теоретических 95.4% (отклонение 0.6%)
- Интервал $\pm 3\sigma$: экспериментально 100.0% против теоретических 99.7% (отклонение 0.3%)

Все отклонения не превышают 2.5%, что свидетельствует о хорошем соответствии нормальному распределению. 所有偏差均不超过2.5%，表明与正态分布高度吻合。

3. Точность измерений / 测量精度: Относительная погрешность составляет 0.59%, что свидетельствует о высокой точности проведенных измерений и достаточности выборки для статистического анализа. 相对误差为0.59%，表明测量精度高，样本量足够进行统计分析。

4. Физический смысл случайности / 随机性的物理意义: Источники случайности при загрузке смартфона включают / 智能手机启动随机性来源包括：

- Различные состояния операционной системы при включении / 开机时操作系统的不同状态
- Количество и тип автозапускаемых приложений / 自启动应用程序的数量和类型
- Температурные условия процессора и батареи / 处理器和电池的温度条件
- Состояние и фрагментация внутренней памяти / 内存状态和碎片化程度
- Сетевые подключения и синхронизация данных / 网络连接和数据同步
- Фоновые процессы обновления и индексации / 后台更新和索引进程
- Случайные задержки в работе аппаратных компонентов / 硬件组件工作的随机延迟

5. Статистическая значимость и практическое значение / 统计显著性和实际意义: При 50 измерениях достигнута достаточная статистическая мощность для выявления нормального характера распределения. Коэффициент вариации составляет 2.1% ($\sigma/\langle t \rangle$), что указывает на относительно стабильную работу устройства с небольшими естественными флуктуациями. 50次测量达到了识别正态分布特征的足够统计功效。变异系数为2.1%，表明设备工作相对稳定，只存在小幅自然波动。 **Практические выводы / 实际结论:**

- Время загрузки телефона является предсказуемой величиной с нормальным распределением
 - 95% измерений укладываются в интервал 13.56-13.72 секунды
 - Данная информация может быть полезна для диагностики состояния устройства
- 手机启动时间是具有正态分布特征的可预测量；95%的测量值分布在13.56-13.72秒区间内；该信息可用于设备状态诊断。

14. Дополнительные задания / 附加任务

Дополнительные задания отсутствуют / 无附加任务

15. Выполнение дополнительных заданий / 附加任务完成情况

Не применимо / 不适用

16. Замечания преподавателя / 教师意见

Исправления, вызванные замечаниями преподавателя, помещаются в этот пункт 因教师意见而

Примечание / 注释:

1. Пункты 1-6, 8-13 Протокола-отчета **обязательны для заполнения.** 报告第1-6、8-13项为**必填项目。**
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете. 必要的修正应直接在报告中进行。
3. При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу. 手工绘制图表时建议使用方格纸。
4. Приложения 1 и 2 вкладываются в бланк протокола-отчета. 附录1和附录2应夹入报告表格中。