

Research on Probability Theory Intelligent Assisted Teaching Method Based on Python and ChatGPT

Shuxian Li Guiling Sun Hongbo Zhang Mingxiang Li Yiling Wang

Sias University, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the rapid development of artificial intelligence technology, probability theory has been increasingly widely used in machine learning, natural language processing and other fields. The importance of Python as the primary tool for data science and machine learning is self-evident. ChatGPT, as an advanced natural language processing model, has powerful text generation and comprehension capabilities. The paper aims to explore the application of Python and ChatGPT in probability theory teaching: simulating random events—Buffon injection experiment, calculating probability distribution—normal distribution, conducting statistical inference—big number theorem, and proposing an innovative intelligent assisted teaching method. By combining the powerful data processing capabilities of Python with the advantages of ChatGPT in natural language processing, this study aims to provide a new approach for probability theory teaching and enhance students' learning interest and efficiency.

Keywords

Python; normal distribution; law of large numbers; ChatGPT

基于 Python 与 ChatGPT 的概率论智能辅助教学方法研究

李书贤 孙贵玲 张宏波 李明翔 王艺陵

郑州西亚斯学院, 中国·河南 郑州 450000

摘要

随着人工智能技术的快速发展, 概率论在机器学习、自然语言处理等领域的应用日益广泛。Python作为数据科学和机器学习的主要工具, 其重要性不言而喻。ChatGPT作为先进的自然语言处理模型, 具备强大的文本生成和理解能力。论文旨在探讨利用Python和ChatGPT在概率论教学中的应用: 模拟随机事件——Buffon投针试验、计算概率分布——正态分布、进行统计推断——大数定理, 提出了一种创新的智能辅助教学方法。通过结合Python强大的数据处理能力和ChatGPT在自然语言处理上的优势, 本研究旨在为概率论教学提供一种新的思路, 提升学生的学习兴趣 and 效率。

关键词

Python; 正态分布; 大数定律; ChatGPT

1 引言

随着人工智能技术的快速发展, 特别是自然语言处理(NLP)和机器学习领域的进步, ChatGPT作为一种基于大规模预训练模型的对话生成系统, 已经在多个领域展现出强大的应用潜力。同时, Python编程语言作为一种简洁易学、功能强大的编程工具, 被广泛应用于数据分析、科学计算等领域。概率论作为一门重要的数学学科, 具有广泛的应用领域, 如统计学、金融、人工智能等。传统的概率论教学往往以理论传授为主, 缺乏实践应用, 从而导致学生的学习兴趣 and 动力下降。论文旨在通过本研究旨在探讨如何利用Python与ChatGPT结合, 创新概率论的教学方法, 提高教学效果和学习体验。

【作者简介】李书贤(1996-), 女, 中国河南宜阳人, 硕士, 助教, 从事应用数学研究。

2 Python 在概率论教学中的应用

2.1 Python 在模拟随机事件中的应用——Buffon 投针试验

Buffon 投针试验是由 18 世纪法国数学家 Buffon 和勒克莱尔提出的一个经典的概率问题^[1]。试验的内容是在一个平面上画有一组间距为 d 的平行线, 将一根长度为 l ($l \leq d$) 的针随机投掷在这个平面上, 计算针与任一平行线相交的概率, 并进而利用这个概率来估算圆周率 π 的值。

显然, 如果利用传统的方法去计算, 非常困难, 并且不够精确, 想要保证计算效率以及精确度, 投针次数要足够多, 才能接近精确值。以下是使用 Python 实现 Buffon 投针试验的一个示例代码:

```
import random
import math
def buffon_needle(num_needles, length, distance):
```

```

crosses = 0
for _ in range(num_needles):
    x = random.uniform(0, distance / 2)
    theta = random.uniform(0, math.pi / 2)
    if x <= (length / 2) * math.sin(theta):
        crosses += 1
pi_estimate = (2 * length * num_needles) / (distance *
crosses)
return pi_estimate
num_needles = 10000
length = 1
distance = 2
pi_estimate = buffon_needle(num_needles, length,
distance)
print(f" Estimated π using {num_needles} needles: {pi_
estimate}")

```

运行结果:

Estimated π using 10000 needles: 3.14070351758794

2.2 Python 在计算概率分布中的应用——正态分布

定义^[2]: 设 μ 和 σ 均为常数且 $\sigma > 0$, 若随机变量 X 的密度函数为:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}, x \in (-\infty, +\infty)$$

则称 X 服从参数为 (μ, σ^2) 的正态分布, 记作 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ 。若 $X \sim N(0, 1)$, 则称为标准正态分布。以上都是一非初等函数, 其函数值计算比较困难, 可利用 Python 进行计算以及可视化, 学生能够直观地感受正态分布的性态, 从而提高教学质量。以下是 Python 在计算正态分布中的应用示例:

```

import numpy as np
from scipy.stats import norm
import matplotlib.pyplot as plt
mu = 0 sigma = 1
x = np.linspace(mu - 3*sigma, mu + 3*sigma, 1000)
pdf = norm.pdf(x, mu, sigma)
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(x, pdf, 'r-', lw=2, label=' Norm PDF' )
plt.title( 'Normal Distribution Probability Density
Function' )
plt.xlabel( 'x' ) plt.ylabel( 'f(x)' )
plt.grid(True) plt.legend()
plt.show()

```

运行结果:

从图 1 中可以清晰看出, 正态分布的密度函数关于 $x=\mu$ 对称, 当 $x=\mu$ 时, 取最大值 $\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}$ 。容易看出, 标准正态分布的密度函数是偶函数。当 σ 相同时, 不同的 μ 对

应密度曲线形状一样, 但对称轴位置不同。上述事例仅涵盖了 Python 在计算正态分布中的应用, 实际上 Python 还支持许多其他类型的概率分布, 如指数分布、贝塔分布、威布尔分布等^[3]。

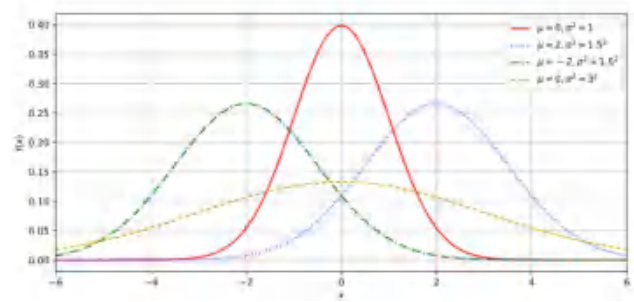


图 1 正态分布的密度函数图形

2.3 Python 在进行统计推断中的应用——大数定律

大数定律^[4]: 设 X_1, X_2, \dots 是独立同分布的随机变量序列, 且具有数学期望 $E(X_k)=\mu (k=1, 2, \dots)$ 。作前 n 个变量的算术平均 $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_k$, 则对于任意 $\varepsilon > 0$, 有:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left\{\left|\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_k - \mu\right| < \varepsilon\right\} = 1$$

大数定律表明, 当随机试验次数足够多时, 随机变量的算术平均值依概率收敛于其数学期望。下面用 Python 代码来演示二项分布的收敛过程:

```

import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import binom
import numpy as np
plt.rcParams["font.family"] = "SimHei" # 设置字体
plt.rcParams["axes.unicode_minus"] = False # 正常显示负号
if __name__ == '__main__':
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(10,8))
    n, p = 10, 0.4
    expected_mean = n * p
    sample_size_list = range(10, 100000, 50)
    mean_list = []
    for sample_size in sample_size_list:
        sample = binom(n = n, p = p).rvs(size = sample_size)
        mean = np.mean(sample)
        mean_list.append(mean)
    ax.plot(sample_size_list, mean_list, label = 'sample
mean' )
    expected_mean_list = [expected_mean for i in sample_
size_list]
    ax.plot(sample_size_list, expected_mean_list, label =
'expected_mean' )
    ax.legend()
    plt.show()

```

运行结果:

从图2中可以看出,随着样本量的增大,样本的均值逐渐收敛于总体期望,这有助于理解大数定律在实际中的应用。

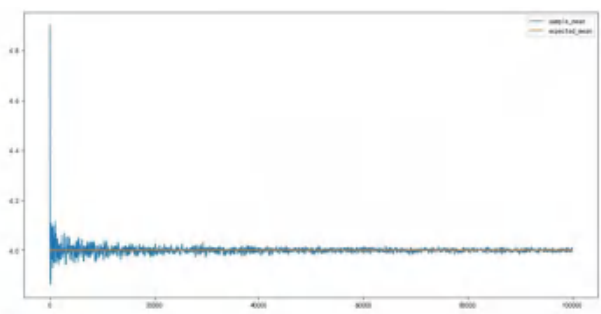


图2 二项分布依概率收敛示意图

3 ChatGpt 在概率论教学中的应用

ChatGPT^[5]在概率论教学中的应用主要体现在以下几个方面。

3.1 基础知识讲解

ChatGPT 基于其庞大的知识库和强大的自然语言处理能力,为学生提供概率论基础知识的讲解。例如,它可以解释概率的基本概念、概率分布、随机变量、期望与方差等核心概念,并通过对话形式加深学生对这些概念的理解。

3.2 案例分析

利用 ChatGPT 进行概率论案例分析是一种有效的教学方法。教师可以设计一系列与概率论相关的实际问题,如掷骰子、抽奖、股票价格波动等,然后让学生通过 ChatGPT 进行模拟实验和概率计算。ChatGPT 可以根据学生的输入和条件,计算出相应的概率结果,并给出详细的解释和推理过程。

3.3 交互式学习

ChatGPT 的交互式对话使其成为概率论教学的理想工具。学生可以通过与 ChatGPT 的对话,提出自己的疑问、分享自己的见解,并得到即时的反馈和解答。

4 Python 与 ChatGpt 的结合在概率论教学中的应用

Python 与 ChatGPT 的结合在概率论教学中的应用主要

体现在构建智能辅助教学系统和开发概率论实验平台^[6]。

4.1 智能辅助教学系统

将 Python 与 ChatGPT 结合,可以构建一个智能辅助教学系统。该系统可以根据学生的学习进度和反馈,自动生成个性化的学习资源和练习题目。这种智能辅助教学系统能够为学生提供更加个性化和高效的学习体验。

4.2 概率论实验平台

利用 Python 和 ChatGPT,可以开发一个概率论实验平台。该平台可以模拟各种概率论实验场景,如掷骰子、抛硬币、抽奖等,并允许学生进行实验操作和数据分析。这种实验平台能够增强学生的实践能力和创新能力。

5 结论与展望

基于 Python 与 ChatGPT 的概率论智能辅助教学方法研究,不仅有助于提升概率论的教学效果和学习体验,还能够培养学生的编程能力、数据处理能力和自主学习能力。未来,随着人工智能技术的不断发展和完善,Python 与 ChatGPT 在概率论教学中的应用将更加广泛和深入。我们期待看到更多创新的教学方法和应用案例涌现出来,为概率论的教学和研究带来更多的可能性。

参考文献

- [1] 王永娟,姜喜春,谢兵兵.Python在概率论与数理统计教学中的应用案例研究[J].黑河学院学报,2022,13(9):104-105+149.
- [2] 盛林雪,王凯.结合Python编程的《概率论与数理统计》教学案例设计[J].科学咨询,2023(8):107-109.
- [3] 茆诗松,周纪芾.概率论与数理统计[M].北京:中国统计出版社,2015.
- [4] 孙晓玲,王宁.Python动画辅助大数定律的数学实验[J].合肥师范学院学报,2021,39(3):73-75.
- [5] 陈增照,石雅文,王梦珂.人工智能助推教育变革的现实图景——教师对ChatGPT的应对策略分析[J].广西师范大学学报(哲学社会科学版),2023,59(2):75-85.
- [6] 张绒.生成式人工智能技术对教育领域的影响——关于ChatGPT的专访[J].电化教育研究,2023(2):5-14.