**Task 1: Pi Estimation**

The goal of this problem is to illustrate how π = 3.1415... can be computed by random sampling of the unit disk. Starting from the following pseudocode, write R program to calculate Pi.  
 In your simulation run the code multiple times for N=10i, i = 1, 2, 3, ... random numbers. See how the estimate for π improves with increasing N and compute the deviation from the exact result: error = | π - πestimate |.

Perform a log-log plot of the error as a function of N and show that the data can be fit to a straight line of slope -1/2.

**Code**

Text

Description automatically generated

จาก Code ทำการ Random ตัวเลขแบบ Uniform และ ทำการเข้าสมการ จะได้เป็นรัศมีวงกลม ทำการจุด ที่ค่ารัศมีที่น้อยกว่า 1 จะได้จุดที่ตกอยู่ในพื้นที่วงกลม ต่อจากนั้นทำการเทียบอัตราส่วนจากจุดทั้งหมด ว่าวงกลมมีพื้นที่เป็น อัตราส่วนเท่าใดในสี่เหลียม ทำการคูณกับพื้นที่สี่เหลียมจะได้พื้นที่วงกลมแต่สมการที่เราใช้เป็นแค่ ¼ ของ วงกลมดังนั้นต้องคูณ 4 เข้าไปจะได้ พื้นที่วงกลม ซึ่งเราใช้รัศมีเท่ากับ 1 ในการหาค่า PI ดังนั้นเราสามารถให้พื้นของวงกลมเท่ากับค่า Pi ได้เลยในการประมาณค่า ถ้าต้องการใช้ค่ามีค่าถูกต้องมากขึ้นเราต้องทำการเพิ่ม Trials sample (N) มากขึ้นจะได้ครอบคลุมพื้นที่ของ วงกลมมากขึ้น

**Result**

**Chart, scatter chart

Description automatically generatedA picture containing chart

Description automatically generatedChart, scatter chart

Description automatically generated**

**A picture containing text, stationary, envelope

Description automatically generated Chart

Description automatically generated Chart, pie chart

Description automatically generated**

จากการทดลองเราจะเห็นได้ว่า ยิ่งเราทำการเพิ่มค่า Sampling point (N) เราจะสามารถครอบพื้นที่ของวงกลมได้มากขึ้นทำให้เราสามารถ ประมาณค่า Pi ได้ดีมายิ่งขึ้น จะเห็นได้จากที่รูปที่ทำการให้ค่า Trials sample เท่ากับ จะได้รูปวงกลมที่ชัดเจนมาก

Chart, scatter chart

Description automatically generated Text

Description automatically generated

**(สีน้ำเงินคือทำการ Regression fit, สีแดงคือ ทำการวาดเส้นที่จุดตัดเดียวกัน กับ Regression fit แต่ Slope คือ -1/2)**

จากกราฟเราจะสามารถเห็นได้ว่าถ้าเราทำการเพิ่ม Trails sample ไปมากขึ้น เราจะยิ่งได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่า Pi จริง ๆ มากขึ้น จะเห็นได้จากค่า Error ที่ลดลง เมื่อทำการ Regression fit เราจะได้ ว่าตัวข้อมูล มีแนวโน้ม Slope อยู่ที่ -1/2 โดยประมาณ

**Task 2: Sales Simulation**

Jimmy prints a neighborhood newspaper with 10 subscribers. He also sells it to whoever comes by from his front lawn on Friday afternoons. His mother has kept track of his demand (including requests made after he had sold out) for the past 100 weeks, and observed the pattern shown below.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Paper Demanded** | **Number of weeks** | **Probability** | **Cumulative Probability** |
| 13 | 1 | 0.01 | 0.01 |
| 14 | 2 | 0.02 | 0.03 |
| 15 | 4 | 0.04 | 0.07 |
| 16 | 9 | 0.09 | 0.16 |
| 17 | 10 | 0.1 | 0.26 |
| 18 | 15 | 0.15 | 0.41 |
| 19 | 16 | 0.16 | 0.57 |
| 20 | 15 | 0.15 | 0.72 |
| 21 | 12 | 0.12 | 0.84 |
| 22 | 9 | 0.09 | 0.93 |
| 23 | 4 | 0.04 | 0.97 |
| 24 | 2 | 0.02 | 0.99 |
| 25 | 1 | 0.01 | 1 |
| 26 | 0 | 0 | 1 |
| **Total** | **100** | 1 | 1 |

The papers cost 30 cents to print and Jimmy sells them for 50 cents. Assume that he prints 20 copies a week. Mom makes him throw away unsold copies. Simulate his sales for the next 12 weeks and determine his earnings.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Week** | **Random Number** | **Number Demanded** | **Number Sold** | **Number Thrown** | **Revenue** | **Cost** | **Profit** |
| 1 | 0.4175 | 19 | 19 | 1 | 950 | 600 | 350 |
| 2 | 0.8434 | 22 | 20 | 0 | 1000 | 600 | 400 |
| 3 | 0.5227 | 19 | 19 | 1 | 950 | 600 | 350 |
| 4 | 0.1624 | 17 | 17 | 3 | 850 | 600 | 250 |
| 5 | 0.0149 | 14 | 14 | 6 | 700 | 600 | 100 |
| 6 | 0.0067 | 14 | 14 | 6 | 700 | 600 | 100 |
| 7 | 0.0957 | 16 | 16 | 4 | 800 | 600 | 200 |
| 8 | 0.6233 | 20 | 20 | 0 | 1000 | 600 | 400 |
| 9 | 0.9990 | 25 | 20 | 0 | 1000 | 600 | 400 |
| 10 | 0.0391 | 15 | 15 | 5 | 750 | 600 | 150 |
| 11 | 0.2901 | 18 | 18 | 2 | 900 | 600 | 300 |
| 12 | 0.0779 | 16 | 16 | 4 | 800 | 600 | 200 |
| **Total** | | | | | | | 3200 |

จากการ Simulation เราจะได้กำไร 3200 cent หรือ 32 USD

Should Jimmy increase his paper copies to 30? Would it increase the earning? Why?

จากการทดลองถ้าเราทำการ เพิ่มจำนวน Copies ให้เป็น 30 ฉบับเราจะ ขาดทุน 50 cent สามารถสังเหตุได้จากตารางข้างล่างนี้ เพราะ การเพิ่มเป็น 30 ฉบับจะต้องใช้เงินลงทุนที่มากขึ้นและเราต้องทิ้งมากขึ้นด้วยถ้าขายไม่ออก จากการทำ Simulation เราจะได้ว่า วิธีการขายนี้จะทำให้ Jimmy ขาดทุน 50 cent ใน ระยะเวลาการขาย 12 สัปดาห์

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Week** | **Random Number** | **Number Demanded** | **Number Sold** | **Number Thrown** | **Revenue** | **Cost** | **Profit** |
| 1 | 0.4175 | 19 | 19 | 11 | 950 | 900 | 50 |
| 2 | 0.8434 | 22 | 22 | 8 | 1100 | 900 | 200 |
| 3 | 0.5227 | 19 | 19 | 11 | 950 | 900 | 50 |
| 4 | 0.1624 | 17 | 17 | 13 | 850 | 900 | -50 |
| 5 | 0.0149 | 14 | 14 | 16 | 700 | 900 | -200 |
| 6 | 0.0067 | 14 | 14 | 16 | 700 | 900 | -200 |
| 7 | 0.0957 | 16 | 16 | 14 | 800 | 900 | -100 |
| 8 | 0.6233 | 20 | 20 | 10 | 1000 | 900 | 100 |
| 9 | 0.9990 | 25 | 25 | 5 | 1250 | 900 | 350 |
| 10 | 0.0391 | 15 | 15 | 15 | 750 | 900 | -150 |
| 11 | 0.2901 | 18 | 18 | 12 | 900 | 900 | 0 |
| 12 | 0.0779 | 16 | 16 | 14 | 800 | 900 | -100 |
| **Total** | | | | | | | -50 |

**Code**

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

Table

Description automatically generatedTable

Description automatically generated

**Task 3: Simulation from Data**

Using the Superstore data,

1. Analyze the distribution of daily demand of each order.

**Code**

Graphical user interface

Description automatically generated with low confidence

**Result**

**Chart, histogram

Description automatically generated**

จาก Histogram เราจะเห็นได้ว่าจำนวน Order ในแต่ละวันจะมีการกระจายใกล้เคียงกับ Poisson ซึ่งเราจะเห็นการกระจุกตัวของข้อมูลที่ด้านซ้าย แปลว่าในหนึ่งวัน ไม่ได้มีจำนวน Order ที่มากกว่า 10 Order มากนัก

1. Analyze the time between order of different product category.

**Code**

**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated with medium confidence**

**Result**

**Chart, bar chart

Description automatically generated**

จากกราฟเราจะสามารถเห็นได้ว่า เวลาเฉลี่ยของ Order ในแต่ละ Category นั้นไม่ได้แตกต่างกันมาก ซึ่งอาจจะหมายความว่า Category ของ Order ไม่ได้ส่งผลต่อเวลาในการดำเนินการ

1. Analyze the distribution of order processing time of each order.

**Code**

**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated**

**Result**

**Chart, line chart, histogram

Description automatically generated**

จากการกระจายของข้อมูล เราจะเห็นได้ว่าข้อมูลการกระจายที่สม่ำเสมอ ใกล้เตียงกับ Normal Distribution ซึ่งจะทำให้เราเห็นว่า Processing time ใช้ของแต่ละ Order ไม่ได้แตกต่างกันมาก

1. Simulate the superstore order and processing time.

**Code**

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

**Result**

**Table

Description automatically generated**

จากการทำ Simulation ถ้าเราทำการ Simulate อีก 10 วันข้างหน้าเราจะได้ ผลลัพธ์ตามดังนี้

1. Is there relationship between order size and average processing time?

**Code**

**Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated**

**Result**

**Chart, line chart

Description automatically generated**

เมื่อลอง Plot ความสัมพันธ์ระหว่าง Order size กับ Processing time เราจะเห็นได้ว่า 2 ตัวแปรนี้ มีความสัมพันธ์กันเชิงผกพันกัน ถ้า Order size ยิ่งมาก จะทำให้ Processing time มากตามขึ้นด้วย

1. What would happen, if every Friday, the number of orders is boosted by 50%?

**Code**

วิเคราะห์ Profit ที่จะได้มากขึ้น

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

วิเคราะห์การกระจายตัวของจำนวน Order ในแต่ละวัน

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

**Result**

**Chart, bar chart

Description automatically generated**

การที่เราเพิ่มจำนวน Order ให้มากขึ้น 50% ทุกวันศุกร์ เราจะได้ Profit มากขึ้นด้วยประมาณ 50% จากจำนวน Profit เดิมที่มี

Chart, histogram

Description automatically generated Chart, scatter chart

Description automatically generated  
**เพิ่มจำนวนของ Order 50 %**

Chart, histogram

Description automatically generatedChart, scatter chart

Description automatically generated  
**จำนวน Order ปกติ**

ถ้าเราดูที่การกระจายตัวของ Order (PDF) กับ CDF จะเห็นได้ว่าจำนวนของ Order ในแต่ละวันจะไปจุกตัวเข้าใกล้กับตรงกลางมากขึ้น และ จะเห็นได้ว่าค่า CDF จะถูกบีบให้แคบลงด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ได้ทำให้การกระจายตัวแตกต่างไปจากเดิมมาก ยังคงเป็นการกระจายตัวแบบ Poisson อยู่เหมือนเดิม