**Simulare Monte Carlo – Impactul Inflației asupra Economiilor**

**Proiect realizat de: Trifan Bogdan 251**

**Țîncu Alexandru 251**

**Mihăilă Denisa 252**

**Introducere**

Acest proiect analizează impactul inflației asupra valorii reale a unei sume economisite după o perioadă de timp definită, utilizând simulări Monte Carlo. Prin utilizarea datelor istorice ale inflației și a unei distribuții probabilistice, se estimează cum ar putea evolua puterea de cumpărare a unei sume economisite într-o perioadă definită de timp.

**Problema analizată**

* **Obiectiv**: Estimarea valorii reale a unei sume economisite (în lei) după o perioadă de 5 ani, luând în considerare variațiile istorice ale ratei inflației.
* **Justificare**: Inflația are un impact major asupra economiilor, iar estimările bazate pe simulări Monte Carlo oferă o metodă robustă pentru a analiza acest impact într-un mod probabilistic.
* **Metodologie**: Se folosesc datele istorice ale ratei inflației (1972-2023) pentru a genera simulări într-o distribuție normală (gaussiană). Ulterior, fiecare simulare ajustează valoarea economiilor pentru ratele simulate ale inflației.

### ****Formularea matematică****

1. **Formula valorii reale:**

Valoarea reală a economiilor după *t* ani este dată de:

unde:

* ​: suma economisită inițial (100 lei);
* : rata inflației (ca procent) pentru anul *n*;
* *t*: numărul de ani (5 ani).

1. **Generarea simulărilor:**

Simulările ratei inflației sunt generate folosind o distribuție normală cu media și deviația standard calculate din datele istorice ale inflației. Pentru a elimina valori nerealiste (de exemplu, inflație negativă prea mare), simulările sunt trunchiate la zero:

unde:

* = media inflației;
* = deviația standard a inflației.

1. **Convergența estimării:**

Conform **Teoremei Limită Centrală**, media valorilor simulate converge către valoarea reală pe măsură ce numărul de simulări crește. De asemenea, marja de eroare este estimată folosind deviația standard:

unde *N* este numărul de simulări.

### ****Implementarea algoritmului****

1. **Colectarea datelor istorice:** Lista anilor și a ratelor inflației istorice este utilizată pentru calcularea mediei și a deviației standard.
2. **Generarea simulărilor:**
   * Se generează N=100,000 simulări pentru ratele inflației pe o perioadă de 5 ani.
   * Fiecare simulare este un set de 5 valori aleatorii, una pentru fiecare an.
3. **Calculul valorii reale:**
   * Pentru fiecare simulare, valoarea reală a economiilor este ajustată pe baza ratelor simulate ale inflației.
4. **Analiza rezultatelor:**
   * Se calculează media și deviația standard a valorilor simulate.
   * Se reprezintă distribuția valorilor într-un grafic histogramă.
   * Se vizualizează evoluția istorică a inflației și intervalul dintre media și deviația standard.

### ****Rezultate****

1. **Valoarea medie și intervalul de confidență:**

După 5 ani, 100 lei economisiți astăzi vor avea o valoare reală medie de aproximativ **29.26 lei**, cu o variație de **17.45 lei**(1 deviație standard).

1. **Grafice relevante:**
   * **Distribuția valorii economiilor:**
     + Graficul arată distribuția valorilor simulate. Majoritatea valorilor sunt sub 50 lei, indicând efectul erodant al inflației.
     + Liniile verticale punctate indică media și intervalele de deviație standard (±1σ).
   * **Evoluția ratei inflației:**
     + Graficul indică fluctuațiile istorice ale inflației (1972-2023). Se observă instabilitatea majoră din anii 1990 și stabilizarea ulterioară.

### ****Analiza erorilor****

1. **Erori estimate:**
   * Marja de eroare scade pe măsură ce numărul de simulări crește, conform Teoremei Limită Centrală.
   * Cu 100,000 de simulări, eroarea standard a estimării mediei este neglijabilă.
2. **Validitatea datelor:**
   * Modelul presupune că rata inflației urmează o distribuție normală, ceea ce poate fi o simplificare exagerată.
3. **Limitări:**
   * Modelul nu ia în considerare efectele economice externe sau fluctuațiile extreme.

### ****Concluzii și extinderi****

* **Concluzie principală:** Inflația erodează semnificativ valoarea economiilor în timp. Acest model oferă o metodă probabilistică pentru a cuantifica acest efect.
* **Extinderi posibile:**
  1. Adăugarea unui randament anual al economiilor (ex. dobândă).
  2. Modelarea mai complexă a inflației folosind distribuții asimetrice (ex. log-normală).
  3. Simularea efectelor unor scenarii economice diferite (recesiune, hiperinflație).

### ****Instrucțiuni de utilizare****

1. **Executarea codului:**
   * Importați bibliotecile necesare: numpy și matplotlib.
   * Rulați codul furnizat pentru a genera rezultatele și graficele.
2. **Date de intrare:**
   * Ajustați parametrii suma\_economisita, peste\_ani, și numar\_simulari pentru scenarii alternative.
3. **Interpretați rezultatele:**
   * Analizați media, deviația standard și graficele pentru a evalua impactul inflației asupra economiilor.

### ****Referințe bibliografice****

1. **Documentația numpy.random.normal:**

<https://numpy.org/doc/stable/reference/random/generated/numpy.random.normal.html>

1. **Carte:** „Probability and Statistics for Computer Scientists”, pag. 90.
2. **Curs de simulare Monte Carlo:** Materialele furnizate la cursul universitar.

### ****Codul sursă****

Codul complet este inclus în proiectul final și poate fi găsit la linkul:  
<https://github.com/Bogdanctx/inflation-monte-carlo>