

システムプログラミング実験

確率プログラミング

2023 年度
担当：中嶋一貴

第 3 回：くじの当選確率

第 1,2 回の実験を通してモンテカルロシミュレーションを学んだ。第 3 回は大数の法則の定義をより身近な例でシミュレーションすることで確率と統計について理解を深める。

実験課題（第 3 回）

課題 3-1

500 円で購入できるお菓子の特典でブロマイドカードが 1 枚もらえる。特典のカードは通常版と特別版の 2 種類で、それぞれの出る確率は $1/2$ とする。 n 人のグループで特別版のカードを全員が入手するために必要な予算について考える。ここで、各消費者は特別版を引くまで購入を繰り返し、特別版を一度引いた時点で購入をやめることとする。また、お菓子は無限にあるとする。この手順を n 人全員が行ったとき、入手した全ブロマイドカードのうち特別版の比率がどうなるかをシミュレーションするプログラムを作成せよ。

レポートには、以下を記載せよ。

1. $n = 100,000$ のときの特別版のブロマイドカードの比率及び消費者の平均使用金額、それぞれ有効数字 3 桁で報告すること。
2. 横軸をグループの人数 n 、縦軸を特別版のブロマイドカードの比率としたグラフ。 $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする。少なくとも 10 個の n に対して、特別版のブロマイドカードの比率をプロットすること。
3. 横軸をグループの人数 n 、縦軸を消費者の平均使用金額としたグラフ。 $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする。少なくとも 10 個の n に対して、消費者の平均使用金額をプロットすること。
4. 実験結果の考察。

課題 3-2

課題 3-1 の状況において，特別版と通常版の出る確率がそれぞれ 0.1 と 0.9 だった場合，特別版の比率と消費者の平均使用金額はどうなるかをシミュレーションせよ．

レポートには，以下を記載せよ．

1. $n = 100,000$ のときの特別版のブロマイドカードの比率及び消費者の平均使用金額．それぞれ有効数字 3 桁で報告すること．
2. 横軸をグループの人数 n ，縦軸を特別版のブロマイドカードの比率としたグラフ． $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする．少なくとも 10 個の n に対して，特別版のブロマイドカードの比率をプロットすること．
3. 横軸をグループの人数 n ，縦軸を消費者の平均使用金額としたグラフ． $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする．少なくとも 10 個の n に対して，消費者の平均使用金額をプロットすること．
4. 実験結果の考察．

課題 3-3

課題 3-1 の状況において、消費者 1 人あたり購入に使える予算が 2 千円だった場合、つまり各消費者が 4 個までしか購入することができないという制限がある場合を考える。この場合、特別版の比率と消費者の平均使用金額はどうなるかをシミュレーションせよ。

レポートには、以下を記載せよ。

1. $n = 100,000$ のときの特別版のプロマイドカードの比率及び消費者の平均使用金額、それぞれ有効数字 3 桁で報告すること。
2. 横軸をグループの人数 n 、縦軸を特別版のプロマイドカードの比率としたグラフ。 $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする。少なくとも 10 個の n に対して、特別版のプロマイドカードの比率をプロットすること。
3. 横軸をグループの人数 n 、縦軸を消費者の平均使用金額としたグラフ。 $10,000 \leq n \leq 100,000$ とする。少なくとも 10 個の n に対して、消費者の平均使用金額をプロットすること。
4. 課題 3-3 の実験結果の考察。
5. 課題 3-1, 3-2, 3-3 の実験結果の比較・考察。

追加課題 3-A

課題 3-1 で行った 500 円のお菓子によるシミュレーションにおいて、消費者数を $n = 10,000$ 人とし、お菓子 1 個につき企業の利益が 20 円だったとする。次の 2 つのそれぞれの場合において、特別版のブロマイドカードが出る確率を変化させたときの、消費者の平均使用金額及び企業の利益をシミュレーションせよ。なお、お菓子は無限にあるとする。

1. 各消費者は特別版を引くまで購入を繰り返し、特別版を一度引いた時点で購入をやめる。
2. 各消費者に購入上限額が設定されている場合。ここでは、 $n = 10,000$ 人の消費者のうち、購入上限額が 500 円の消費者を 5,000 人、1,000 円の消費者を 3,000 人、2,000 円の消費者を 1,500 人、3,000 円の消費者を 500 人と設定せよ。

レポートには、以下を記載せよ。

1. 上記の 2 つの場合それぞれについて、横軸を特別版の出現確率、縦軸を消費者の平均使用金額としたグラフ。なお、特別版の出現確率は 0.1 から 0.9 まで 0.1 刻みで変化させること。
2. 上記の 2 つの場合それぞれについて、横軸を特別版の出現確率、縦軸を企業の利益としたグラフ。なお、特別版の出現確率は 0.1 から 0.9 まで 0.1 刻みで変化させること。
3. 実験結果の考察。

レポート提出方法

以下を kibaco の課題ページから提出すること。

- 課題の内容を記載したレポート。
 - － 課題 3-1, 3-2, 3-3 の内容は必須である。追加課題 3-A の内容は必須ではないが、意欲があれば取り組むと望ましく、加点対象である。
 - － ファイル名は “syspro_pp_xxx_yyy.pdf” とする。xxx には学修番号, yyy には氏名を入力する。例えば学修番号が 22012345 で氏名が Kazuki Nakajima の場合, “syspro_pp_21012345_kazuki_nakajima.pdf” とする。漢字やひらがなをファイル名に含めないこと。
- 各課題を解くために使用したソースコード。
 - － ソースコードが複数に分かれている場合は, zip ファイルにまとめて提出すること。
 - － 各ソースコードが, 誰のもので, どの課題に対応しているかわかるようにファイル名を設定すること。例えば, 氏名が Kazuki Nakajima で課題 3-1 に対する C++ コードのファイル名は “kadai_3_1_kazuki_nakajima.cpp” とする。

注意事項

- **本課題の提出締め切りは 1 週間後 (2023/11/15) の 12:00 である。**
- レポート作成時には, テクニカルライティングの資料を確認し, 全体をよく検証してから提出すること。
- 提出期限を過ぎると, kibaco から課題を提出できない。提出期限後に課題を提出する場合, 下記に連絡をすること。連絡先: nakajima [at] tmu.ac.jp ([at] を@に変える)
- 提出ファイルを間違えていないか, 提出前に慎重に確認すること。間違ったファイルが提出されても, 教員から学生に逐一連絡することはない。
- 本授業の成績が確定するまで, tmu メールをよく確認すること。成績に関わる重大な事項で教員から連絡する場合がある。