

人間的な意思決定を導入した乱数の生成

大谷 紀子 研究室

0332158 多田 真吾

1. 本研究の背景と目的

1.1 従来の擬似乱数の特徴と用途

擬似乱数生成アルゴリズムの開発において、これまで特に重視されてきたものは長周期性、均等性、高速性の3要素である。サイコロのように一定の範囲内の数字が全て等確率で出現するような乱数は一様乱数と呼ばれているが、擬似乱数は一様乱数に可能な限り近づけるために前述の要素を重視している[1]。

乱数の主要な用途のひとつとして物理現象の可視化などが挙げられるが、可視化をはじめとしたシミュレーションでは多くの場合、数千あるいは数万単位で乱数を繰り返し生成することになる。もし、擬似乱数が自然界の一様乱数と比べて乖離していた場合、正確なシミュレートができなくなり、満足のいく結果が出せないことがある。ゆえに擬似乱数が乱数として正常に機能するためには、可能な限り一様乱数に近づける必要がある。

1.2 コンピュータとの対話

上で挙げたシミュレーションの例の場合、ユーザは最終的にはじき出された結果自体に着目することはあっても、結果を出す過程で生成された乱数に着目することはない。しかし、ゲームなどユーザとコンピュータとの間で入力や出力を繰り返して対話するタイプのアプリケーションの場合は、ユーザがコンピュータに対して乱数の生成を直接要求することがある。要求される乱数は、偏りのない一様乱数として認識されることが重要だ。

1.3 研究の目的

擬似乱数を生成する過程はユーザにとってブラックボックスであり、実際に擬似乱数が一様乱数

に限りなく近いものであっても、ユーザ自身が乱数の一様性を認識できなければ意味がない。現実に現在の擬似乱数は、ほとんど一様乱数と同等であるにも拘らず、出力された乱数に対する不満や疑念を口にするユーザは少なくない。本研究の目的は、人間特有の思考に即して人間に広く受け入れられる擬似乱数の生成手法を提案することで差異を埋め、前述したユーザの不満を解消することである。

2. 人間の生成する乱数の特徴

2.1 平均の法則

サイコロを連続で3回振る処理を人間が考えた場合、ある特定の状況下で純粋な一様乱数による判定と比べて違いが出る。例えば3回の判定のうち2回とも6が出た場合、人間の場合3回目の試行で6以外の目が出る確率を一様乱数と比べて高く考える。3回の試行結果が全て同じというのは人間の目から見ると逆に作為的で不自然に映るからである。本来なら独立した試行であるものを関連付けて自然な結果へ導こうとする思考プロセスは平均の法則と呼ばれている[2]。

2.2 ヒューリスティクス

平均の法則のような人間特有の思考プロセスはヒューリスティクスと呼ばれるもののひとつである。ヒューリスティクスとは人間が複雑な問題解決や意思決定を行う際に、多少の正確さを犠牲にする代わりに解決の過程を簡易化するやり方のことを指している[3]。

2.3 人間的な乱数の生成過程

人間が一様乱数を生成し続けることは非常に困難である。可能な限り、一様乱数に近い乱数を生

成するために人間が取ることのできる行動は直前に生成した試行結果に着目することである。直前の結果を元に、バランスをとる形で生成し続けていく。具体的には、人間は直前に大きい数字が出た場合にその次の試行で小さい数字を優先的に出すことで、バランスを取ろうとする。ゆえに完璧な均等性の実現はできなくてもある程度の均等性を実現することができる。

3. 実験

3.1 実験の内容

2節で説明した人間の生成する乱数の特徴を裏付けるための実験を行った。被験者に対して0から99までの乱数を3回繰り返して生成させ、生成結果をコンピュータが発生させる擬似乱数と比較した。比較にあたって特に注目したのは、3回目の試行結果である。3回目の試行結果と1回目及び2回目の試行結果に何らかの関係性を見出すことができれば、人間の生成する乱数の性質を示す手掛かりになる。

3.2 実験の結果

全ての試行結果の中から、1回目と2回目の試行結果の合計が3回目の試行結果よりも低くなるような結果だけを抽出し、該当する結果が全体に占める割合を影響値と名付けて、影響値の程度を調査した。1回目及び2回目の試行結果の合計が低いときに、3回目の試行が直前の試行結果に反映される形で高くなったというケースを想定したものである。結果、実験によって集めた人間による試行結果の影響値は47%であり、一様乱数における理論値と比べて高いことがわかった。

3.3 考察

調査結果より人間によって生成される乱数は直前の試行結果の影響を強く受けることが裏付けられた。加えて、全ての調査結果の平均値も本来の平均値である50と比べてかなり低めの値である32と乖離しており、ヒューリスティクスによる偏りが予想以上に強いものになっていることがわかった。

4. 人間的乱数の再現

4.1 乱数生成の概要と期待効果

調査結果を元に人間的な意思決定を導入した乱数を生成するプログラムを作成した。人間が直前の結果に着目してバランスを取ろうとすることから過去3回の試行結果を記録し、結果に偏りが認められた場合は、次の試行に結果を反映させる仕組みになっている。乱数の生成過程にヒューリスティクスを意図的に適用することで人間の考える妥当な結果に近づけることができる。また、高い数が連続で出現するなどの人間にとって作為的で不自然に映るような試行結果は出にくくなっている。

4.2 従来の乱数との比較実験

今までの擬似乱数との試行結果の違いを明示するために実験を行った。2回の試行の結果をそれぞれ横軸、縦軸としてグラフを作成し、従来の乱数と本研究で生成した乱数とで比較を行った。従来の乱数は異なる試行が、相互に関連を持つことはないため結果にまったく相関はなかったが、本研究で生成した乱数の場合は1回目の試行に応じて2回目の試行が影響を受けるため双方の試行結果には負の相関が認められた。

5 まとめと今後の改善点

人間がヒューリスティクスを用いて可能な限り一様乱数に近い乱数を生成する過程や、同時に生じる一定の偏りの存在は本研究を通して明らかにされた。また、人間の意思決定を模倣した乱数の生成を行うプログラムを作成することにも成功した。しかしながら今回作成したプログラムが、コンピュータとの対話の円滑化に貢献できることを実証する段階には至っていない。実証するためには、実際にゲーム等を作成してプレイヤーの反応を調査する必要がある。

・参考文献

- [1] O.ゴールドライヒ「現代暗号・確率的証明・擬似乱数」
- [2] ダレル・ハフ「確率の世界 チャンスを計算する法」
- [3] 上田泰「個人と集団の意思決定」