

人間乱数の分析

Analysis of “random” number generated by human

楊静宏^{*1} 川原正弘^{*2} 五味壮平^{*3} 新貝 鉦藏^{*1}
 Jinghong Yang Masahiro Kawahara Sohei Gomi Ryuzo Singai

^{*1} 岩手大学工学研究科 ^{*2} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{*3} 岩手大学人文社会科学部
 Graduate School of Engineering, Iwate University Graduate School of Information Sciences, TOHOKU University Faculty of Humanities & Social Sciences, Iwate University

In this paper, we analyze the property of “random” number sequences generated by human subjects. Especially we study the relationship between the speed of number generation and the quality of the randomness. The sequences consist of 100 numbers are generated by subjects with each speed of 0.04~2 responses per second. Several indices characterising the quality of randomness are calculated from the results of the principal component and other analyses, we find at least two different strategies for generating “randomness” and human selectively adopt one of these strategies depending on the speed of number generation. The relationship between these strategies and the short-term memory is discussed.

1. はじめに

人間が作った乱数列のことを人間乱数と呼ぶことがある。被験者に「乱数列」を生成してもらい、その数列の特徴を調べるという研究は、古くから心理学などの分野で多く行われてきた。本論文では、脳の情報処理機構との関連で、この人間乱数についての分析を行う。乱数生成時に脳内で進行する情報処理のプロセスは、実験条件によっても変わってくると考えられる。とりわけ、「生成速度」(個々の数字あるいはアルファベットを並べ挙げていく際のスピード)のファクターは、記憶機構とも直接に関連するものであり、その影響は大きいと考えられる。本論文では、乱数列の性質が生成速度によってどのように異なるかを調べる。そして、その分析結果から「乱数」が生成される際の脳内情報処理のプロセスと生成速度の関係について考察することを目的とする。(過去にも様々な問題意識から、生成速度と人間乱数の関係について調べた先行研究は存在する。:参考文献参照。)

2 方法

2.1 実験方法

8名の被験者に、一定の生成速度で、口頭で0~9の数字からなる「ランダムな」数列を発声してもらう。生成速度として2,1,0.2,0.1,0.04個/秒の五種類を設定する。被験者は、これらの速度で、それぞれ100個の数字からなる数列を生成するよう要求される。一人の被験者につき3日間連続で同様の実験を繰り返す。

2.2 分析方法

生成された数列について Towse らの論文[Towse 1998]で取り上げられている16個の指標を計算する(Towse らによるソフトウェアを利用)とともに、スキーマ(頻出する数列)の出現回数を計算する。これらの指標が生成速度によってどのような影響を受けるか、分析を行う。

連絡先: 楊静宏, 岩手大学工学研究科, 岩手県盛岡市上田4丁目3番5号, 電話番号 019-621-6802, Fax 番号 019-621-6803, 電子メールアドレス t5305005@iwate-u.ac.jp.

3 結果

3.1 主成分分析

前述の17個の乱数指標について、主成分分析を行う。スクリープロットから第3主成分までの寄与率が高いことがわかる。図1は、第1主成分を横軸、第2主成分を縦軸とし、生成速度による色分けを行ったものである。これらの成分に生成速度が大きく影響を与えていることがわかる。特に0.04~0.2個/秒までの速度と1~2個/秒までの速度では、データの分布が明らかに異なっている。

これらの成分の意味をもとの指標との関係から考えると、第1主成分は主に「きまった数列パターンが偏って使用される傾向」、第2主成分は「繰り返しパターンの頻出傾向」、第3主成分は「徐々に上昇、あるいは、下降するようなパターンの頻出傾向」を表すと考えられる。以下では特に寄与率が高い第1主成分を構成する主な指標について、その値と生成速度との関係をより詳細に見ていくことにする。

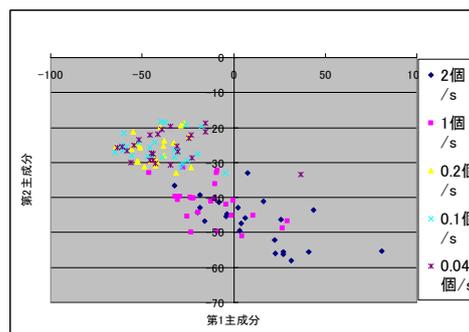


図1 生成速度による第1、第2主成分に対する影響

3.2 各指標に生成速度が与える影響

第1主成分への関係が深いのはR(冗長度), Coupon(すべての選択肢が登場するまでの応答数), Adjacency(1-2,3-2など,

隣接数字列の出現度数), Repetition Gap (同じ選択肢間の距離),そしてスキーマ出現度数であった。図 2~4 は R, Repetition Gap の平均値 Mean, スキーマ出現度数と生成速度(個/s)との関係を示す。

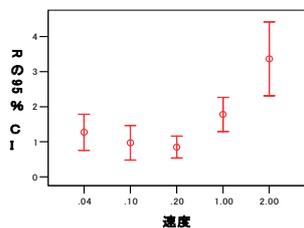


図 2 R の結果

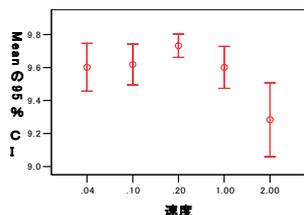


図 3 Repetition Gap (Mean) の結果

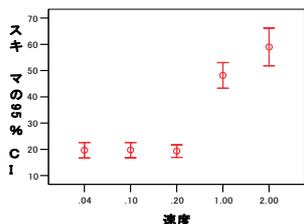


図 4 スキーマの出現度数の結果

4 考察

以上の結果から、生成速度が 1 個/秒以上の場合と、それ以下の場合では、乱数列の特徴は大きく異なることが明らかになった。生成速度が速い場合、R が大きくなることやスキーマが多く利用されることからわかるように、個々人の好む数列パターンが多く利用される。そしてこれらの数列パターンがモザイク上に組み合わせられたものとして、乱数列が生成されているものと考えられる。ある数字を発声する際、それ以前に何の数字を利用したかについての記憶(短期記憶)は、この場合もちろん残っているはずであるが、実際には、このメモリ内の数字を利用する時間的余裕はなく、スキーマが多用されることになる。

一方、生成速度が遅い場合には、メモリの中に残っている数字の集合を吟味しながら、できるだけそこにはない数字を利用しようとする傾向がある[WIEGERSMA 1982]。これは Repetition Gap などの速度依存性から示唆されることである。

このように少なくとも2つの乱数生成メカニズムが存在し、生成速度によって、それらが使い分けられているといえよう。

興味深いのは、より生成速度が遅くなった場合にはどのようなメカニズムが用いられるかである。以前に利用した数字の集合

を覚えていられないほど、時間間隔が空いた場合には、また異なるメカニズムが用いられるに違いない。今回の実験のもっとも遅い生成速度の場合、時間間隔は25秒(生成速度 0.04 個/s)であり、短期記憶の保持時間の目安であると言われている 30 秒と比較しても、それほど長い時間間隔とはいえない。(被験者への負担から、これ以上遅い速度での実験は難しかった。)なんらかの方法により、より長い時間スケールでの情報処理プロセスを調べることは今後の課題である。

もう一点注意すべきことがある。図 2~4 などは、すべて8人の被験者のデータを平均したものであるが、データの個人差も大きい。一般に人間乱数の研究を行う際には、統計処理には特に注意が必要であり、個々人の特徴が統計処理によって消されてしまうこともよくある。より多くの被験者について実験を行い、ここで得られた結果の一般性を確かめる必要がある。

本研究では、生成速度が人間乱数に与える影響について調べ、乱数生成のメカニズムがその生成速度によってどのように異なるかについての考察を行った。

参考文献

- [AZOUVI 1996] PHILIPPE AZOUVI, CORINNE JOKIC, MARTIAL VAN DER LINDEN, NICOLE MARLIER & BERNARD BUSSEL: Working memory and supervisory control after severe closed-head injury. A study of dual task performance and random generation. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 1996.
- [BADDELEY 1966] A.D.BADDELEY: The capacity for generating information by randomization, Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1966.
- [MICHAEL 1989] F. MICHAEL RABINOWITZ, WILLIAM P. DUNLAP, MALCOLM J. GRANT and JOSEPH C. CAMPIONE: The rules used by children and adults in attempting to generate random numbers, Journal of Mathematical Psychology, 1989.
- [OKUSAO 1987] MASAO OKURA and TAKUMI IKUTA: Optimal tempo for the random number generation test, Tokushima J.,1987.
- [ROBERTSON 1996] C.ROBERTSON, R.HAZLEWOOD and M.D.RAWSON: The effects of Parkinson's disease on the capacity to generate information randomly, Neuropsychologia, 1996.
- [TERAOKA 1963] TAKASHI TERAOKA: Some serial properties of " subjective randomness ", Japanese Psychological Research, 1963.
- [TOWSE 1998] JOHN N. TOWSE and DEREK NEIL: Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance, Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 1998.
- [WIEGERSMA 1982] S.WIEGERSMA: Sequential response bias in randomized response sequence, Acta Psychologica,1982.
- [WIEGERSMA 1984] S.WIEGERSMA: High-speed sequential vocal response production, Perceptual and Motor skills, 1984.