

Generowane liczb pseudolosowych z wykorzystaniem odwrotnej dystrybuanty

dr hab. inż. Przemysław Śliwiński

5 marca 2015

1 Algorytm generowania liczb (pseudo-)losowych

Mamy dystrybuantę $F(x)$. W ogólności, dystrybuantę odwrotną $F^{-1}(u)$ można, dla $x \in [0, 1]$, zdefiniować jako

$$F^{-1}(u) = \inf_x \{x \mid F(x) \geq u\}$$

Mając teraz zmienne losowe U_i o rozkładzie równomiernym w przedziale $[0, 1]$, możemy wygenerować zmienne X_i o rozkładzie $F(x)$ korzystając z odwrotnej dystrybuanty $F^{-1}(u)$

$$X_i = F^{-1}(U_i).$$

2 Rozkład Cauchy'ego

1. Znaleźć gęstość $f(x)$ tego rozkładu, a następnie wyznaczyć jego dystrybuantę $F(x)$ i jej odwrotność $F^{-1}(u)$.
2. Wygenerować ciąg $N = 1024$ liczb pseudolosowych mających ustandaryzowany rozkład Cauchy'ego.
3. Wykreślić histogram otrzymanego ciągu.
4. Zaproponować test statystyczny¹ i zweryfikować z jego pomocą hipotezę, że wygenerowany ciąg ma żądany rozkład.

3 Rozkład Gaussa

1. Znaleźć gęstość $f(x)$ rozkładu normalnego, a następnie (spróbować!!!) wyznaczyć jego dystrybuantę $F(x)$ i jej odwrotność $F^{-1}(u)$.
2. Jeśli się nie uda... skorzystać z algorytmu Boxa-Müllera, a następnie

¹Np. test Kołmogorowa-Smirnowa.

3. wygenerować ciąg $N = 1024$ liczb pseudolosowych mających ustandaryzowany rozkład normalny.
4. Wykreślić histogram otrzymanego ciągu.
5. Zaproponować test statystyczny² i zweryfikować z jego pomocą hipotezę, że wygenerowany ciąg ma żądany rozkład.

4 Uzasadnienie poprawności algorytmu

Proof. Przypomnijmy, że dystrybanta $F(x)$ określa prawdopodobieństwem zdarzenia, że $X \leq x$, tj.

$$F(x) = P(X \leq x).$$

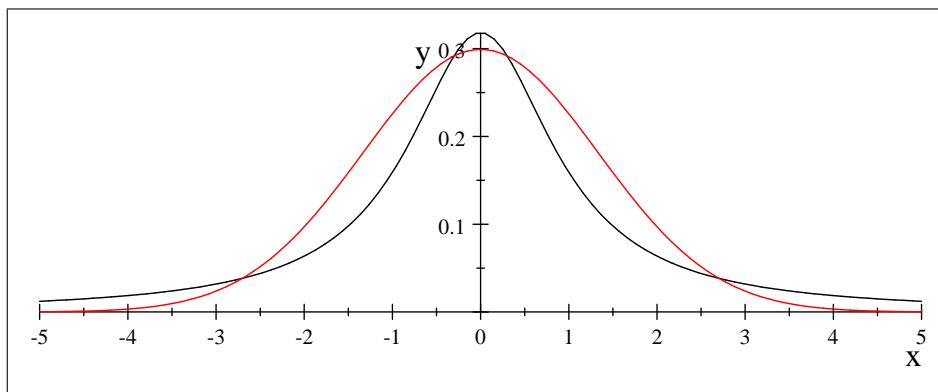
Aby zatem wyznaczyć dystrybantę zmiennej losowej $F^{-1}(U)$ wystarczy odpowiednio przekształcić $P(F^{-1}(U) \leq x)$. Zauważmy, że dla ściśle monotonicznych $F(x)$ mamy, że

$$P(F^{-1}(U) \leq x) = P(F(F^{-1}(U)) \leq F(x)) = P(U \leq F(x)),$$

a ponieważ $U \sim [0, 1]$, to ostatecznie

$$P(U \leq F(x)) = F(x).$$

■



Rysunek 1: Cauchy & Gauss

²Może być ten sam, co dla rozkładu Cauchy'ego.