Laboratorium Bezpieczeństwa Systemów Teleinformatycznych (cz. 1)

Data oddania: 12.04.2021

Wykonali:
Tomasz Wołoszyn Patryk Resler

Podstawa opracowania:
Liang Zhao, Xiaofeng Liao, Di Xiao, Tao Xiang, Qing Zhou, Shukai Duan. „True random number generation from mobile telephone photo based on chaotic cryptography”

Systematyczny przegląd literatury:

1. Artykuł znaleziony w bazie danych Sciencedirect,
2. Słowa kluczowe: TRNG, Image, Chaos Map, PC,
3. Okres publikacji: 2009 - 2020,
4. Kilka metod implementacji,
5. Przedstawiony wzór.

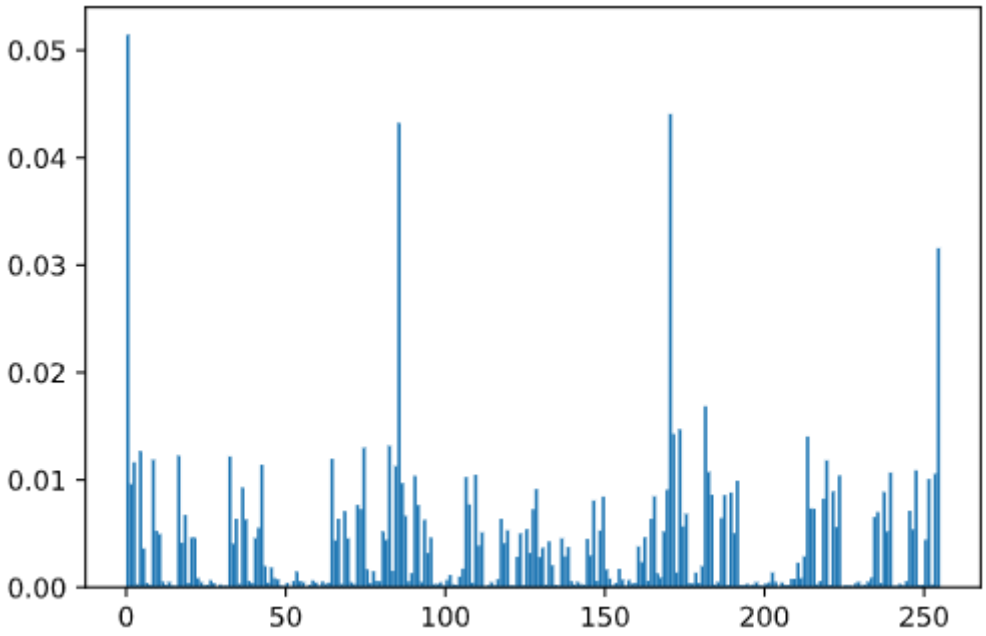
Analiza źródła entropii:

Algorytm wykorzystuje zdjęcia w celu tworzenia 8 – bitowych sekwencji, które tworzone są z wartości binarnej 0 lub 1 w zależności od występowania piksela na obrazku 512x512 po przejściu przez proces ditheru metodą Floyd-Steinberg. Z 3 zdjęć wyciągamy 112347 liczb 8 bitowych.

Oryginalne zdjęcie:

zdjęcie po ditherze:

Histogram prawdopodobieństwa wystąpienia liczb generowanych przez źródło



Entropia wyliczona zgodnie ze wzorem e = $\sum i\ pi\ log2\ (pi)$ dla powyższego rozkładu wynosi 6.814889365598388

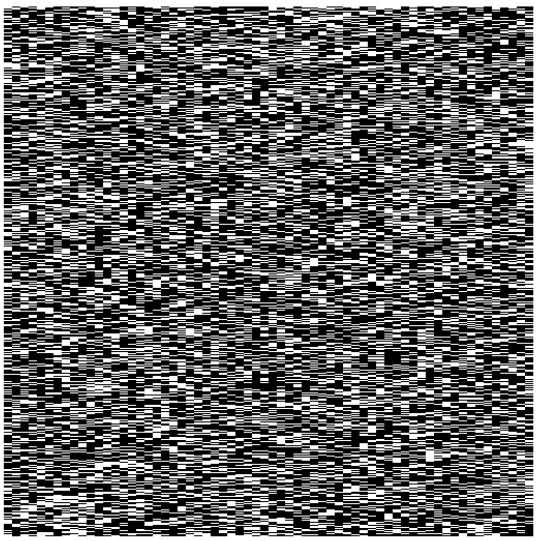
Metoda poprawy właściwości statystycznych:

Wykorzystana metoda zwana „Arnold cat map” (Metoda 3.1 z artykułu), polega na wytworzeniu mapy chaotycznej 2D, która będzie mieszała położenie poszczególnych pikseli w obrazie według wzoru :

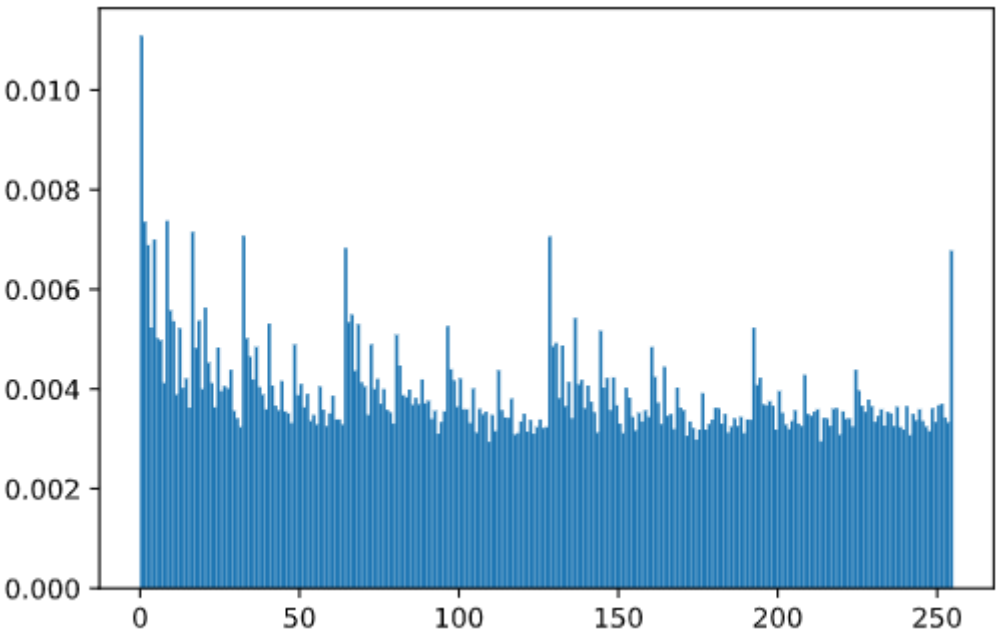
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \bmod N = \begin{bmatrix} 1 & p \\ q & pq+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \bmod N$$

Zmienne p oraz q to dodatnie integery, ich wartości to p=1, q=1 wykorzystane jako sekretny klucz. Zmienna N ustawiona na 512. Oryginalny obraz binarny jest iterowany 7 razy, dzięki czemu uzyskujemy wiarygodną losowość, lecz niestety wprowadza to dłuższy czas wykonywania algorytmu.

Obraz po post-processingu:



Histogram prawdopodobieństwa wystąpienia liczb generowanych po post-processingu



Entropia wyliczona zgodnie ze wzorem e = $\sum i\ pi\ log2\ (pi)$ dla powyższego rozkładu wynosi 7.95840439765469

Całość wygenerowania 112347 zajmuje około 4 minut za każdym razem.

Według artykuł algorytm spełnia testy statystyczne US NIST.

Bibliografia:

- Artykuł: Liang Zhao, Xiaofeng Liao, Di Xiao, Tao Xiang, Qing Zhou, Shukai DuanTrue random number generation from mobile telephone photo based on chaotic cryptography
- Artykuł: Xiao D, Liao X, Deng S. One-way Hash function construction based on the chaotic map with changeable-parameter. Chaos, Soliton and Fractals 2005;24(1):65–71.
- Artykuł: Chen G, Chen Y, Liao X. An extended method for obtaining S-boxes based on three-dimensional chaotic Baker maps. Chaos, Solitons and Fractals 2007;31(3):571–9.
- Dokumentacja Numpy i Scipy
- Dokumentacja PILLOW