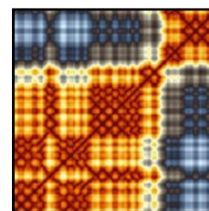


Modelowanie Komputerowe, Lista 8, Chaos (2 tyg.)

Przygotował: Maciej Matyka

Omówienie: <https://youtu.be/MKpDa1vboRQ>



1. (5pkt) Sprawdź, czy istnieje korelacja pomiędzy początkową odległością liczb, a skumulowaną odległością szeregu liczb wygenerowanych za pomocą prostego algorytmu chaosu w liczbach typu double.

Wykład: <https://youtu.be/uThyrSxouyE> (Chaos w liczbach double)

2. (5pkt) Przeiteruj proste równanie logistyczne i pokaż mapę kilkudziesięciu ostatnich iteracji w formie wykresu dla parametru  $r < 4$ .

Wykłady:

<https://youtu.be/33Q26S16K6A> Chaos w prostym równaniu

<https://youtu.be/yPP5mcuvjBQ> (Odwzorowanie logistyczne – na kartce)

<https://youtu.be/2QVA1VoBINY> (Powiększenie)

<https://youtu.be/zNITmxrhJpw> (Dźwięk)

3. (5pkt) Narysuj klasyczny wykres motyla Lorentza przedstawiający atraktor w układzie trzech równań różniczkowych.

Wykład: <https://youtu.be/XZ5QKKxHTXQ> (Motyl Lorentza)

4. (10pkt) Wykonaj symulację ruchu kilku wahadeł podwójnych i narysuj ich trajektorie. Wahadła powinny startować z bardzo bliskiego (ale nie takiego samego) stanu początkowego. Twoim celem jest zaobserwowanie chaotycznego zachowania układu, w tym celu:

a) wykonaj animację ruchu kilku wahadeł

b) narysuj przebieg trajektorii dwóch wybranych wahadeł w przestrzeni fazowej kąt vs prędkość kątowa zewnętrznego segmentu (dwa wykresy) i sprawdź, czy ruch jest chaotyczny

Wykład:

<https://youtu.be/pSSk3VYtKdw> (Efekt motyla)

<https://youtu.be/B-8UnO0BFJE> (Kodujemy wahadła podwójne)

Zadania dodatkowe:

Zad 1. Można spróbować jak największą ilość wahadeł, ja doszedłem do 100000, wymaga to jednak odpowiedniej wizualizacji i trochę cierpliwości – 5pkt

Zad 2. Narysuj macierz dla układu kilku wahadeł jednocześnie uwzględniając stan układu jako stan wszystkich wahadeł – 5pkt

Zad 3. Zbadaj właściwości „generatora liczb losowych” (?) opartego o ten algorytm – 5pkt

Zad 4. Narysuj wykres powtarzalności dla tego układu (stanem będzie punkt w przestrzeni fazowej) i porównaj się do literatury – 5pkt

Zad 5. Narysuj wykres powtarzalności, jak można zdefiniować tu stan układu? - 5pkt

Zad 6. (bardzo ciekawe!) - 10pkt

W zadaniu 1. narysuj wykres podobieństwa (tzw. recurrence plot) dla wahadła podwójnego odchylonego początkowo o kąty  $0.1\pi$ ,  $0.1\pi$  oraz  $0.55\pi$ ,  $0.55\pi$ . Omów i wskaż główne różnice między otrzymanymi wykresami.

Wykład: <https://youtu.be/S6uvm6swcp4> (Wykres podobieństwa dla podwójnego wahadła) – więcej w podpisie do filmu

Zad 7. 5pkt - W zadaniu 1 narysuj wykres energii potencjalnej, kinetycznej i całkowitej dla jednego wahadła (dowolne wychylenie)