

# Wstęp do Fizyki Układów Złożonych

9 października 2016

## 1 2016-10-04

prof. d hab. Robert Kosiński.  
FUZ wyrasta z magnetyzmu.

### 1.1 Wymagania formalne

- Zaliczenie na podstawie 2 kolokwiów (2-3 tematy opisowe bądź "problemy" do rozwiązania)
- Na każdym kolokwium można 10 pkt.
- Zaliczenie suma min 10 pkt.

### 1.2 Działy

- Zjawiska dynamiczne w sieciach złożonych
- Zastosowania
- Sztuczne sieci neuronowe
- Sieci neuronowe

### 1.3 Literatura

- Sztuczne Sieci Neuronowe - R.A.Kosiński
- Complex Systems - T.R.Bossomaier Cambridge 2000
- Complexity - R.Badii A.Politi Cambridge 1997

### 1.4 Układy złożone

Bardzo różne układy złożone opisuje się podobnymi równaniami.

#### 1.4.1 Przykłady układów złożonych

- Typowym układem złożonym jest sieć neuronowa człowieka ( $10^{11}$  neuronów w mózgu człowieka, każdy neuron średnio 10k połączeń z innymi).
- Społeczność ludzka (połączenia interpersonalne, hierarchia połączeń (rodzina, sąsiedzi itd.)) - sieć połączeń interpersonalnych - formowanie opinii, przenoszenie się chorób (epidemie)
- Kwestie ekonomiczne, finansowe - przepływ kapitału, towarów
- Granulaty - ziarna, piasek, gleba - lawiny ziemne/śnieżne - samo organizująca się krytyczność
- Automaty komórkowe - Wykazują cechy życia

#### 1.4.2 Definicja

Najczęściej są to układy składające się ze znacznej liczby oddziałujących elementów, które mogą być rozmaitej natury np układy biologiczne (sieć neuronowa), w tym układy jednostek o różnym poziomie inteligencji (społeczeństwa mrówek), układy elementów z przyrody nieożywionej (np gleby, sieci hydrologiczne), układy stworzone przez człowieka (np. systemy ekonomiczne, Internet). Do układów złożonych należą też pewne matematyczne równania i odwzorowania (np automaty komórkowe, układy generujące obiekty charakteryzujące się *pattern formation*).

Są to układy o złożonej dynamice, zawsze nieliniowej, Mimo tej różnorodności, w prawach ewolucji układów złożonych obowiązują pewne uniwersalne prawa (np. prawa skalowania).

Dokładny opis ilościowy takich układów najczęściej nie jest możliwy (nieliniowość !) zasadniczą rolę w ich opisie ogrywają obliczenia numeryczne i metoda symulacji komputerowych. Stąd gwałtowny rozwój badań nad takimi układami w ostatnich dekadach wywołany rozwojem technik komputerowych.

### 1.5 Program

1. Układy złożone w przyrodzie i ich badania,
2. Automaty komórkowe
3. Sztuczne życie
4. Samo organizująca się krytyczność
5. Inteligencja rozproszona
6. Sieci złożone - Sztuczne układy społeczne
7. Modelowanie wybranych zjawisk zachodzących w internecie
8. Zjawiska formowania wzorców
9. Sztuczne sieci neuronowe

10. Szkła spinowe (roztwór złota z domieszką żelaza)
11. Podsumowanie zjawisk charakterystycznych dla układów złożonych. Perspektywy rozwoju.

## 1.6 Przykłady

- Sieć neuronowa człowieka
- Sieć ethernetowa pomiędzy stronami
- Mapa interakcji białek drożdży
- Epidemie
  - 1520 – 50% of Aztecs died because of a smallpox epidemic
  - 1919 – Hiszpanka 20 mln ludzi
  - AIDS
  - SARS
  - Bioterrorist attacks

## 1.7

Jest próg szczepień powyżej którego epidemie konkretnego patogenu nie rozprzestrzeniają się - następuje samo tłumienie

*pattern formation* - fraktale - płuca, liście, (quazi)periodyczne desenie, fale na oceanie (obserwowane przez satelity) - wykrywanie statków przez złamanie *patter formation*

Badania przesiewowe w celu automatyzacji wykrywania chorób, w wyniku zaburzeń *pattern formation*.

*pattern formation* - w muszlach, mechanizm złożony z 2 rodzajów centrów pigmentacji + silnych przesunięć fazowych między centrami