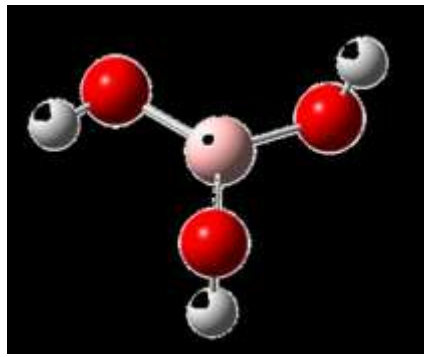
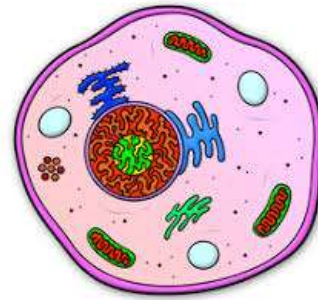


Modelowanie zjawisk kolektywnych

dr hab. Piotr Fronczak



molekuła



komórka



organ



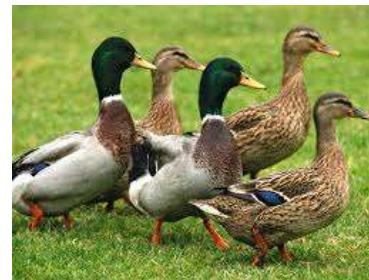
biosfera



organizm



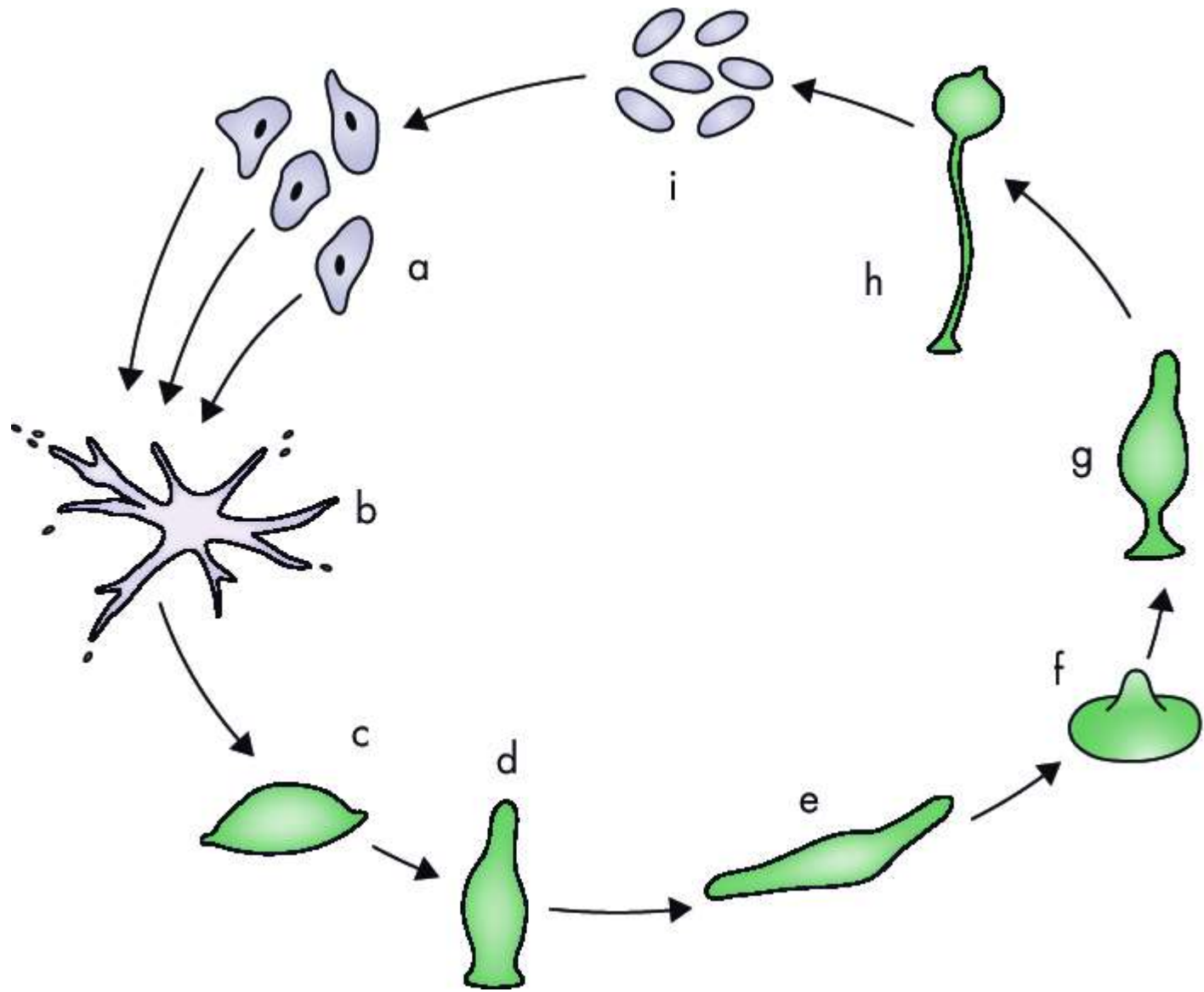
ekosystem



populacja

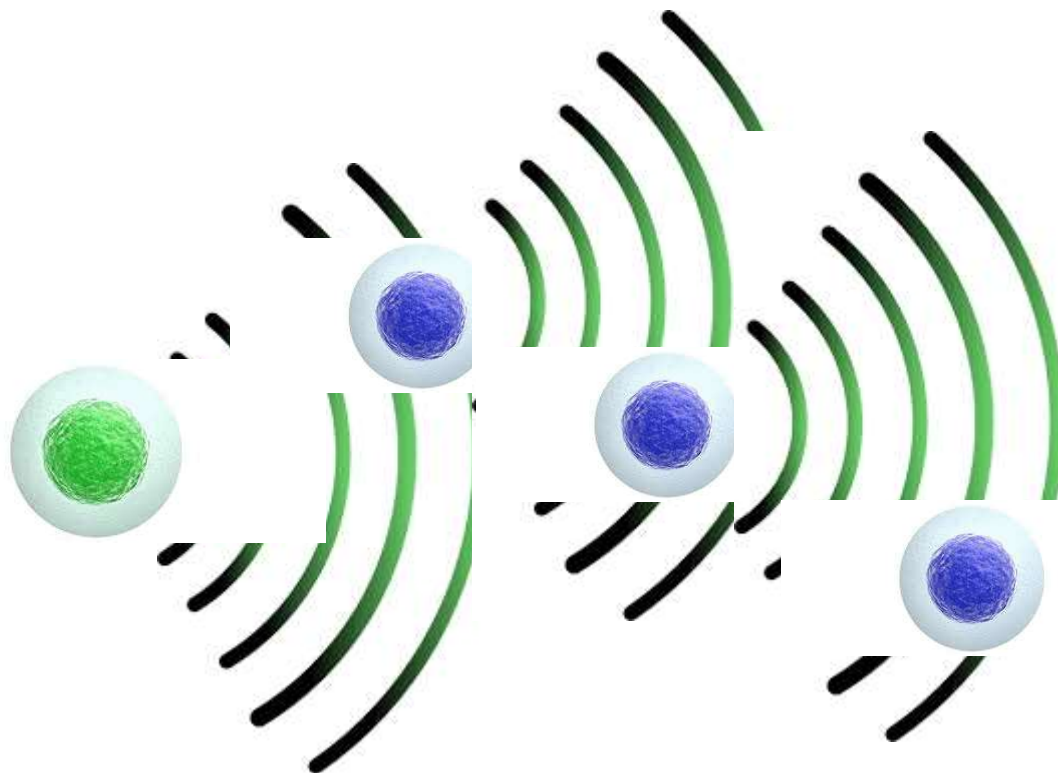








Mechanizm komórek stymulatorów



Morfogeneza



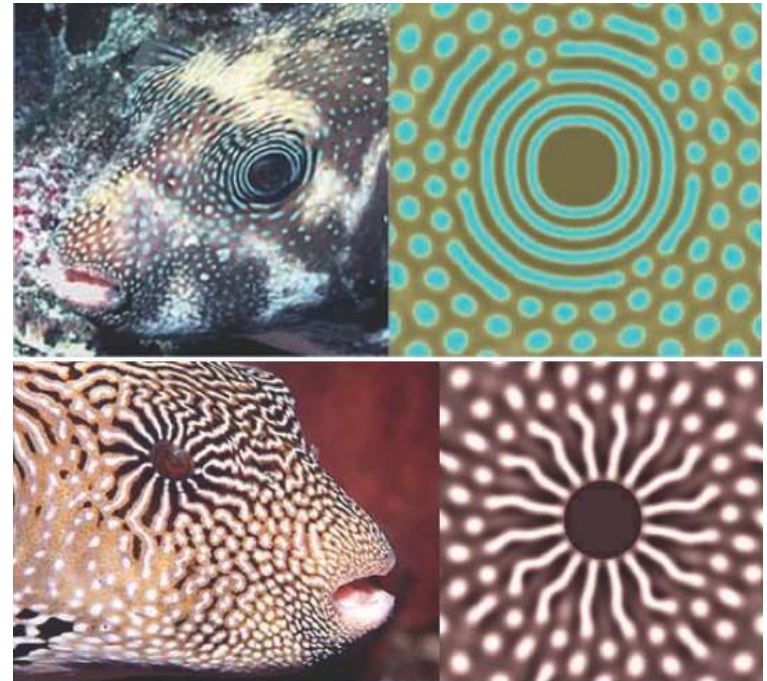
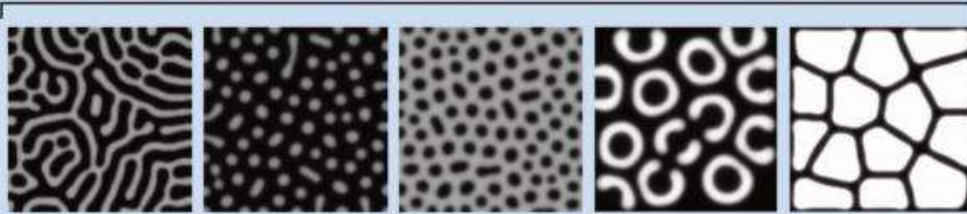
$$\frac{\partial u}{\partial t} = F(u,v) - d_u v + D_u \Delta u$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} = G(u,v) - d_v v + D_v \Delta v$$

Diagram illustrating the components of the reaction-diffusion equations:

- Rate of concentration change (indicated by the $\frac{\partial}{\partial t}$ terms)
- Production (indicated by $F(u,v)$ and $G(u,v)$)
- Degradation (indicated by $-d_u v$ and $-d_v v$)
- Diffusion (indicated by $D_u \Delta u$ and $D_v \Delta v$)

The Production and Degradation terms are grouped together under the label "Reaction".

Case VI (Turing pattern)



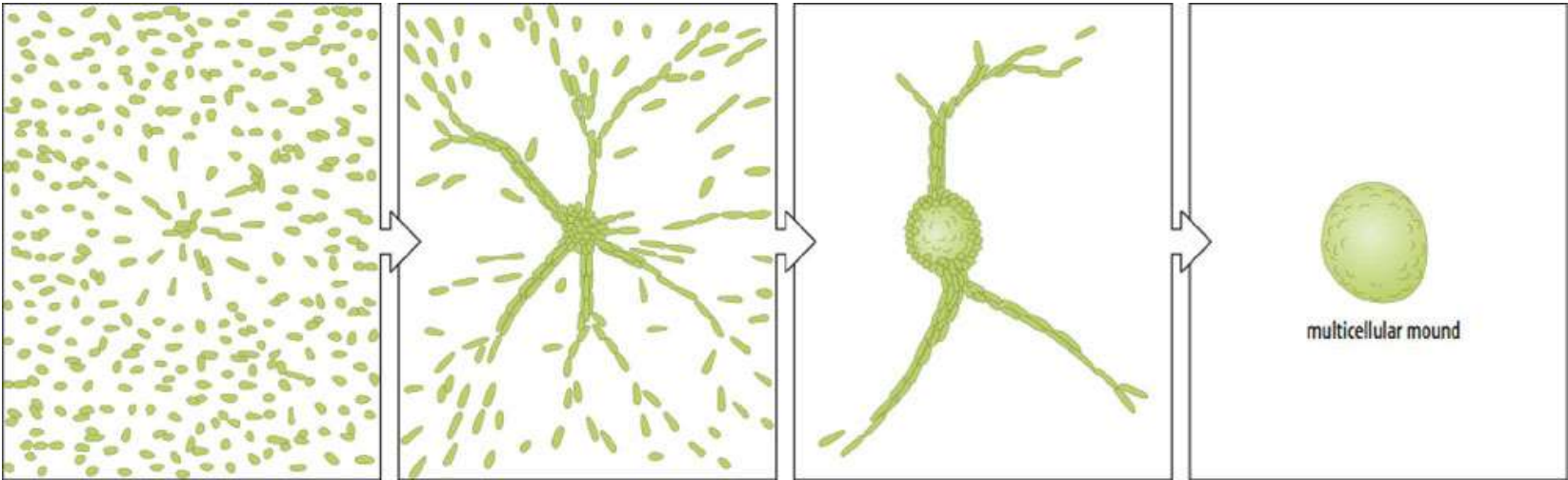
The Chemical Basis of Morphogenesis

A. M. Turing

Philosophical Transactions of the Royal Society of London.

Series B, Biological Sciences, Vol.

237, No. 641. (Aug. 14, 1952), pp. 37-72.



NetLogo:

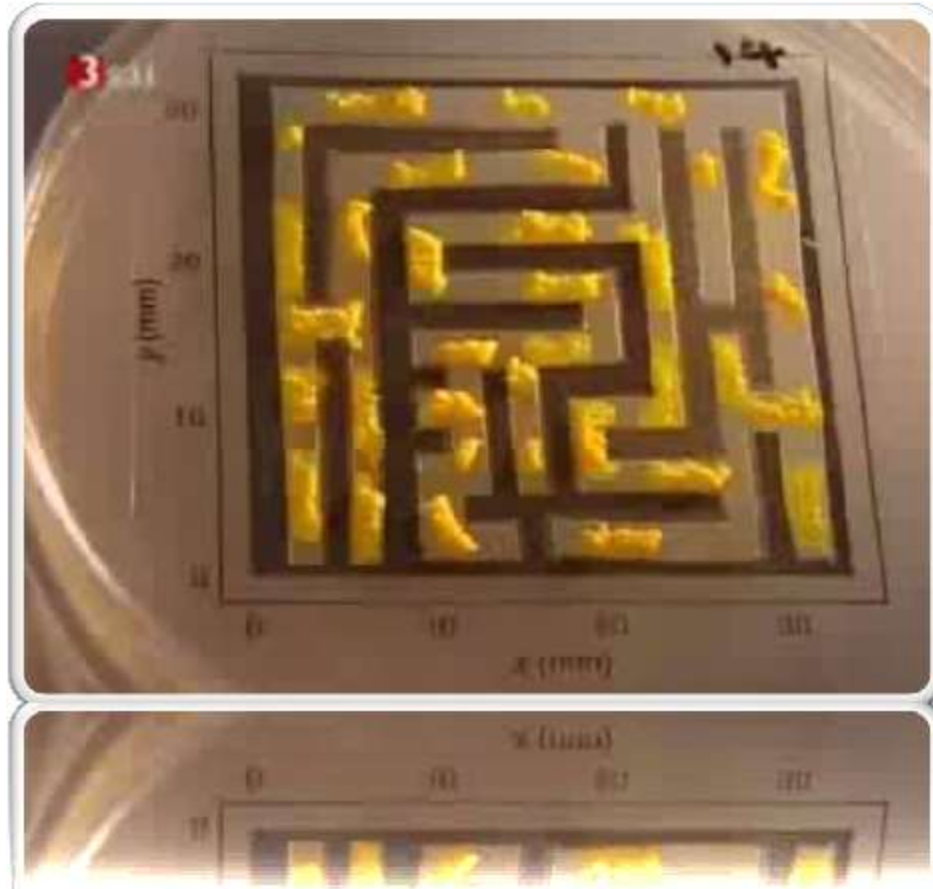
Set the colour of the houses surrounding person 12:

```
ask turtles 12 [  
    ask neighbors4 with [ ptype = "house" ] [ set pcolor blue ]  
]
```

Java:

```
for (int i=0; i<turtles.size(); i++) { // Loop over all people  
    if (turtles.get(i).getID() == 12 ) { // Find person 12  
        for (int j=0; j<houses.size(); j++) { // Loop over all houses  
            if ( <house next to turtle> ) { // Work out house/person position  
                house.setColour(blue); // Set the house colour  
            }  
        }  
    }  
}
```

Inteligencja śluzowców



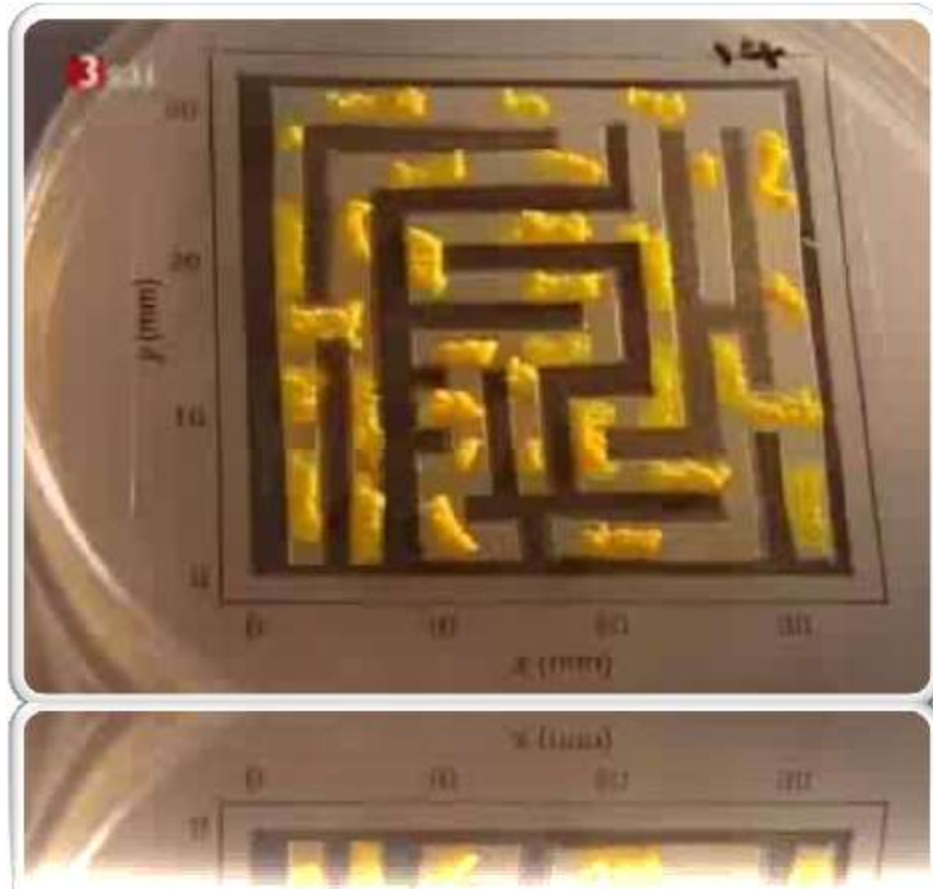
Intelligence: Maze-solving

T. Nakagaki, H. Yamada & Á.

Nature,

Vol. 407, page 470 (Sep. 2000)

Inteligencja śluzowców



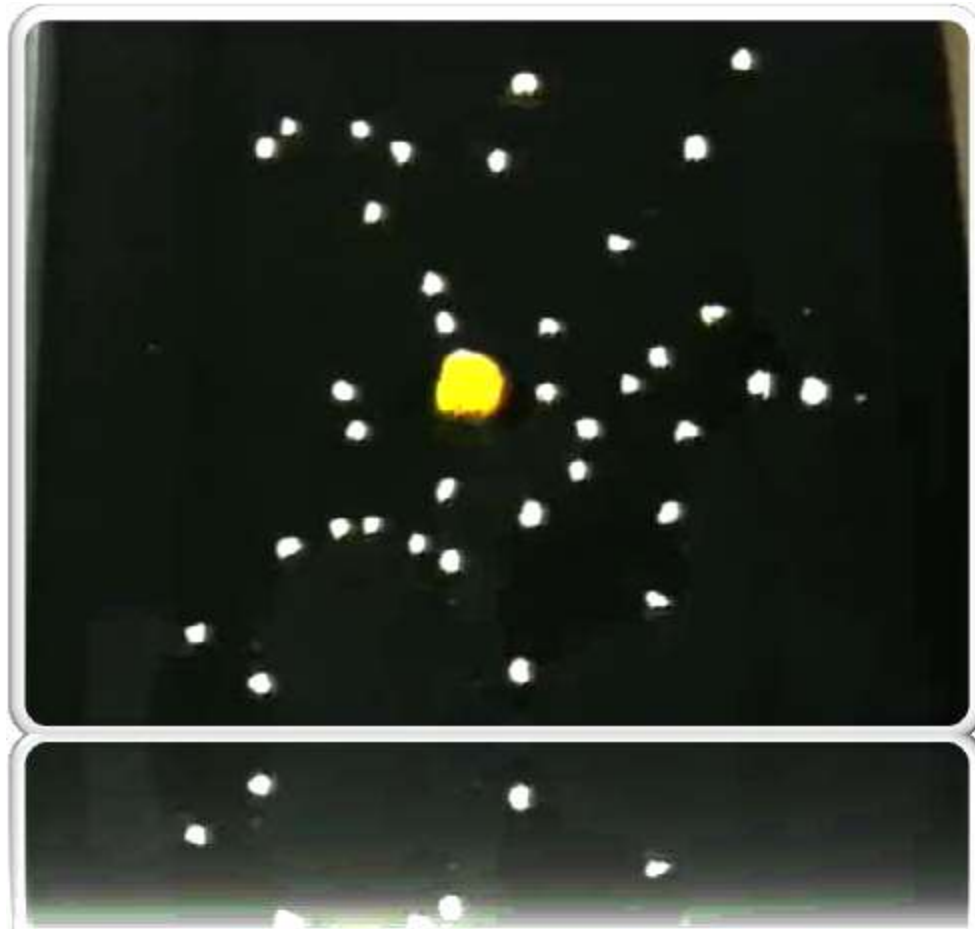
Intelligence: Maze-solving

T. Nakagaki, H. Yamada & Á.

Nature,

Vol. 407, page 470 (Sep. 2000)

Inteligencja śluzowców



Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design

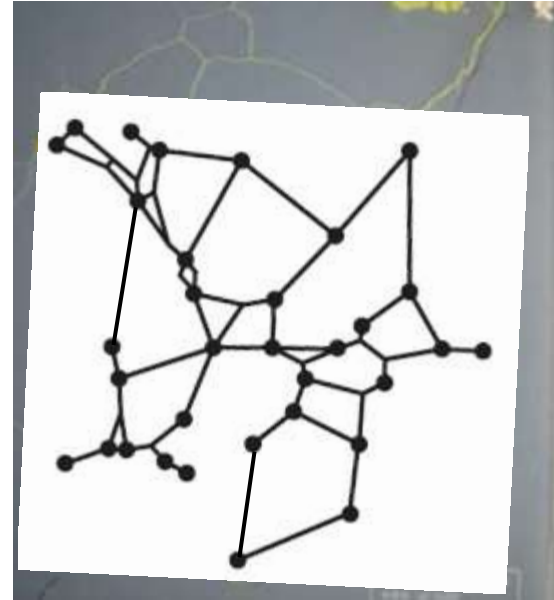
A. Tero et. al.

Science,

Vol. 327, page 439 (2010).

Inteligencja śluzowców

Sieć śluzowca



Sieć połączeń kolejowych
w aglomeracji Tokio



Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design

A. Tero et. al.

Science,

Vol. 327, page 439 (2010).

Inteligencja śluzowców

- Bramki logiczne
- Diody
- Tranzystory
- Filtry dolnoprzepustowe
- ...

Thirty Seven Things to Do with Live Slime Mould

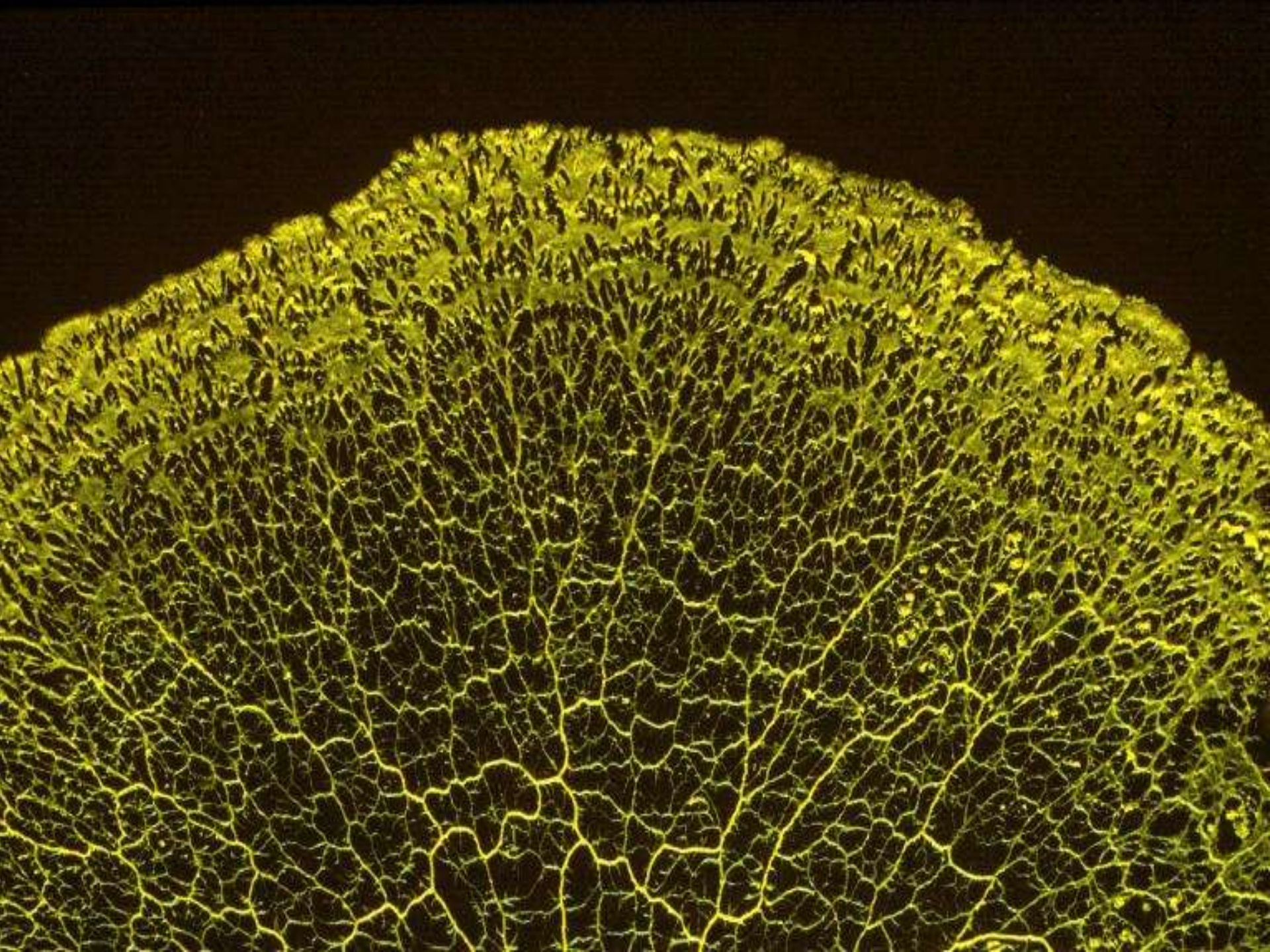
Andrew Adamatzky

In: Adamatzky A. (eds) Advances in Unconventional Computing.

Emergence, Complexity and Computation, vol 23. Springer, (2017).









Adaptacyjne układy złożone

Adaptacyjne układy złożone to złożone z wielu współpracujących ze sobą części systemy, które ewoluują i dostosowują się w miarę upływu czasu do zmian środowiska.

Jest to dynamiczna sieć agentów działających równolegle, stale reagujących na to, co inni agenci robią, co z kolei wpływa na zachowanie sieci jako całości. Kontrola jest rozproszona i zdecentralizowana, a zachowanie systemu jest wynikiem wielu nieustannie podejmowanych decyzji przez poszczególnych agentów. Złożony porządek systemu adaptacyjnego wyłania się raczej niż jest z góry ustalony.

John H. Holland

Agenci - elementy (jednostki) układu posiadające zdolność do samodzielnego działania, to znaczy do działania bez zewnętrznego sterowania w odpowiedzi na napotkane sytuacje. Agenci wyposażeni są w zespół reguł, które pozwalają im podejmować niezależne decyzje. Zazwyczaj agenci są aktywni, inicjują swoje działania, aby osiągnąć swoje prywatne cele, rzadziej pasywni, reagujący tylko na innych agentów i środowisko.

Adaptacyjne układy złożone

Cechy złożonych systemów adaptacyjnych:

- duża liczba elementów
- każdy element systemu doświadcza wpływu i wpływa na przynajmniej kilka innych elementów systemów
- interakcje są nieliniowe, co powoduje, że małe zmiany mogą mieć duże skutki
- układy są otwarte, więc określenie granic systemu może być trudne
- stały przepływ energii w celu utrzymania organizacji systemu
- elementy systemu nie są świadome zachowania systemu jako całości i reagują tylko na lokalne bodźce.

Adaptacyjne układy złożone

Emergencja

Emergencja (łac. emergo – wynurzam się) – powstawanie jakościowo nowych form i zachowań z oddziaływania między prostszymi elementami.

The whole is greater than the sum of its parts

Całość jest czymś więcej, niż tylko sumą swoich części.





Przykłady emergencji w układach nieożywionych

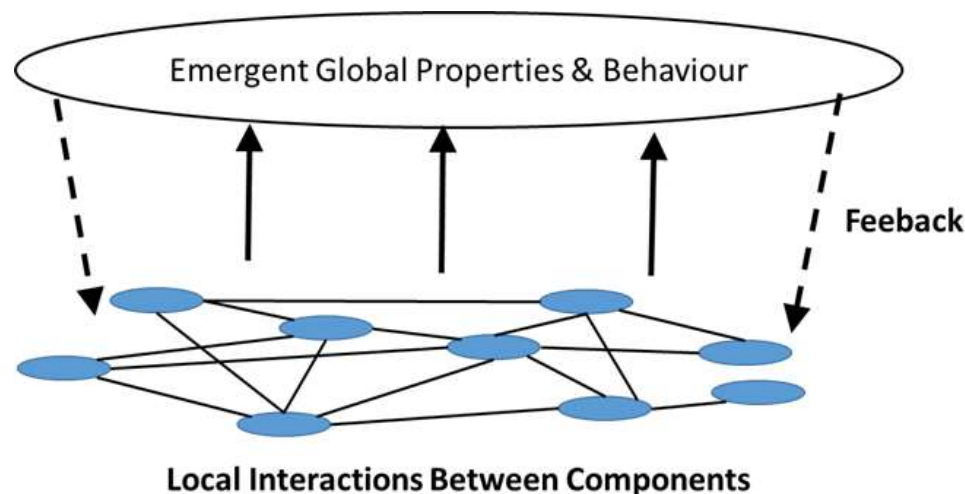
- kolor
- tarcie
- masa
- przestrzeń

Adaptacyjne układy złożone

Koewolucja

Gdy zmienia się otoczenie, zmieniają się również układy, aby zapewnić sobie jak najlepsze dopasowanie do środowiska. To z kolei wpływa na środowisko i tworzy stały cykl zmian.

- złożone systemy adaptacyjne
- złożone systemy ewoluujące



Proste zasady

Złożone systemy adaptacyjne nie są skomplikowane i często podlegają prostym regułom. Wyłaniające się wzorce mogą mieć bogatą różnorodność, ale podobnie jak w kalejdoskopie zasady funkcjonowania systemu są dość proste.

Syllabus

1. Zjawiska grupowania
2. Transfer informacji
3. Kolektywne podejmowanie decyzji.
4. Mądrość tłumu
5. Dynamika tłumu
6. Modele transportowe
7. Synchronizacja
8. Powstawanie struktur złożonych
9. Modele predykcyjne rozprzestrzeniania się epidemii
10. Awarie kaskadowe w sieciach technologicznych
11. Zjawiska kolektywne w ekonomii
12. Robotyka i algorytmy przetwarzania rozproszonego

Regulamin

1. Przedmiot obejmuje wykład (15h) oraz laboratorium (15h).
2. Zaliczenie wykładu następuje przez uzyskanie pozytywnej oceny na dwóch kolokwiach na siódmych i ostatnich zajęciach (ocena z przedmiotu - średnia ocen z kolokwiów i laboratorium).
3. Kolokwium dotyczyć będzie zagadnień i modeli omawianych na wykładzie oraz przedstawionych w pracach naukowych, które należy przeczytać jako zadanie domowe.
4. Zaliczenie laboratorium polega na przygotowaniu symulacji wybranego zjawiska kolektywnego z środowisku NetLogo.

Literatura

1. James Surowiecki, *The Wisdom of Crowds*
2. David J. T. Sumpter, *Collective Animal Behavior*
3. Uri Wilensky, William Rand, *An Introduction to Agent-Based Modeling*
4. Artykuły naukowe podane na stronie przedmiotu
www.if.pw.edu.pl/~agatka/mzk.html