Комп’ютерні моделі.

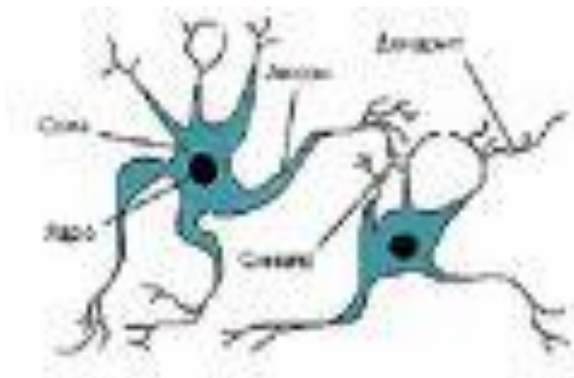
Комп’ютерна модель – це імітаційна модель реального процесу, або явища, виконана комп’ютерними засобами.

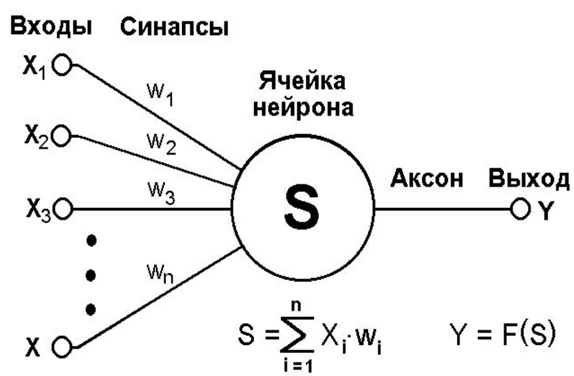
Комп’ютерні моделі

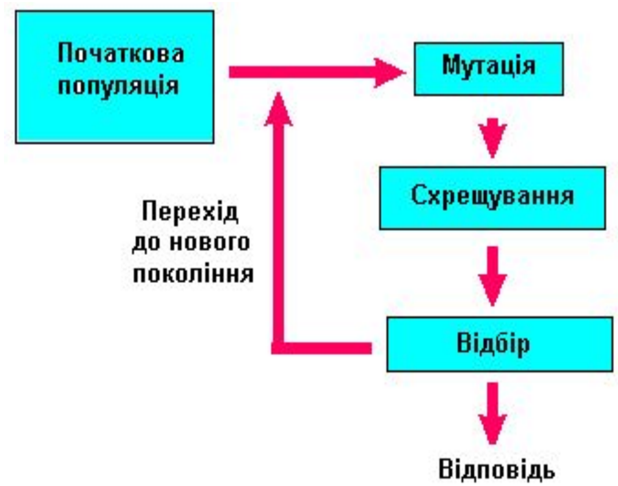
Клітинкові автомати

Нейронні мережі

Генетичні алгоритми







Клітинкові автомати.

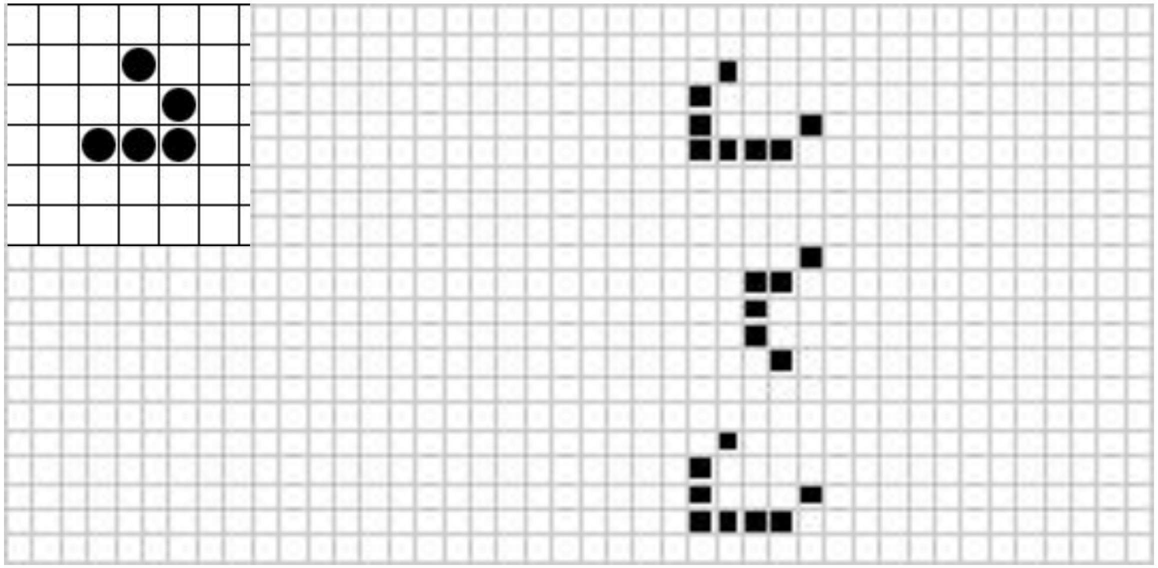
Якщо стан дискретної системи у певний момент часу залежить лише від попереднього її стану та правил переходу, то вона називається автоматом.

Клітинковий автомат – клас повністю дискретних геометричних моделей, поведінка яких визначається просторово локальними залежностями. У такий спосіб вдається зв’язати процеси на мікрорівні з макрорівневими змінами досліджуваного об’єкта.

Гра “Життя” (Конвей, 1970).

“Всесвіт” поділено на клітинки, у кожній з яких є або немає життя. У кожний дискретний момент часу стан клітинки визначається станом восьми її сусідів за правилами:

- Пуста клітина, що має 3 “живих” сусіди – “оживає”;
- Якщо сусідів менше двох (“одинокість”), або більше трьох (“перенасе-лення”) “життя” у ній зникає.



Формально клітинковий автомат визначимо як модель ***A (λ, ε, ν, φ)***, що складається з:

λ – регулярна просторова сітка однакових клітинок (сот). У двовимірному випадку найчастіше це сітка квадратів, або правильних шестигранників;

ε – обмежена множина станів, у яких можуть знаходитись клітинки автомата по ходу його еволюції;

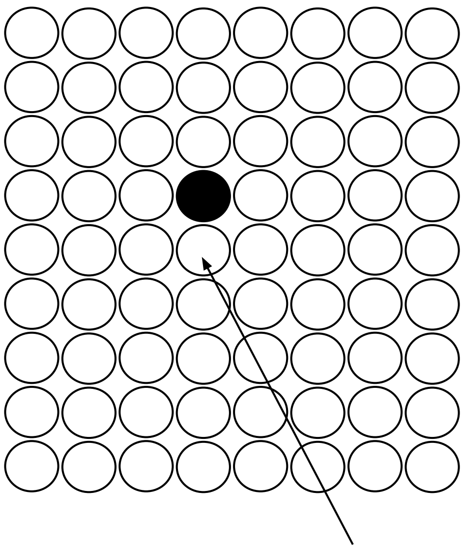
ν (c) – множина сусідів, які мають вплив на центральну клітину (с);

φ – правила, які визначають спосіб переходу клітинки від поточного стану до наступного, відповідно до стану її сусідів з множини ***ν***. Ці правила можуть мати детермінований, або ймовірносний характер

$$\varphi:\ e_t\,(\nu\,(c)\,) \to e_{t+1}\,(c), \qquad \text{де } e \in \varepsilon.$$

Клітинковий автомат є імітаційною математичною моделлю, де дискретними є не тільки незалежні змінні, а й шукані розв'язки.

Модель Вінера-Розенблюта.



Окіл Мура

Змоделюємо мережу нейронів двовимірною чотирикутною регулярною сіткою $\boldsymbol{\lambda_{ij}}$ *(l =1..n, j =1..m)*

Правила переходу:

$$\Phi_{ij}^{n+1} = \begin{cases} \Phi_{ij}^{n} + 1, & \text{якщо} \quad 0 < \Phi_{ij}^{n} < \tau_e + \tau_r \\ 0, & \text{якщо} \quad \Phi_{ij}^{n} = \tau_e + \tau_r \\ 0, & \text{якщо} \quad \Phi_{ij}^{n} = 0 \quad і \quad u_{ij}^{n} < h \\ 1, & \text{якщо} \quad \Phi_{ij}^{n} = 0 \quad і \quad u_{ij}^{n} \geq h \end{cases}$$

Правила зміни рівня активації:

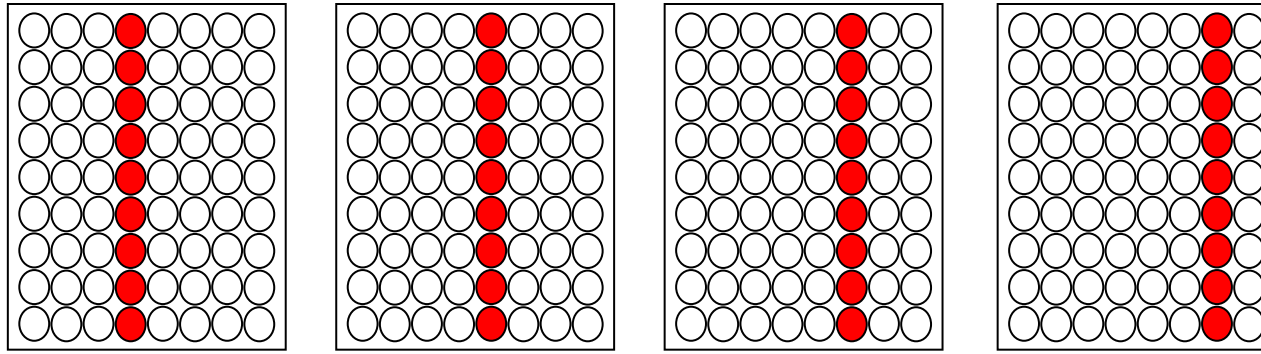
$$u_{ij}^{n+1} = q u_{ij}^{n} + \sum_{kl} C(k,l)\, I_{i+k,\, j+l}^{n}$$

де $\boldsymbol{q}$ – деякий параметр часової релаксації збудження, а коефіцієнт C_{kl} визначає величину сигнала активації від сусіда, наприклад у найпростішому випадку:

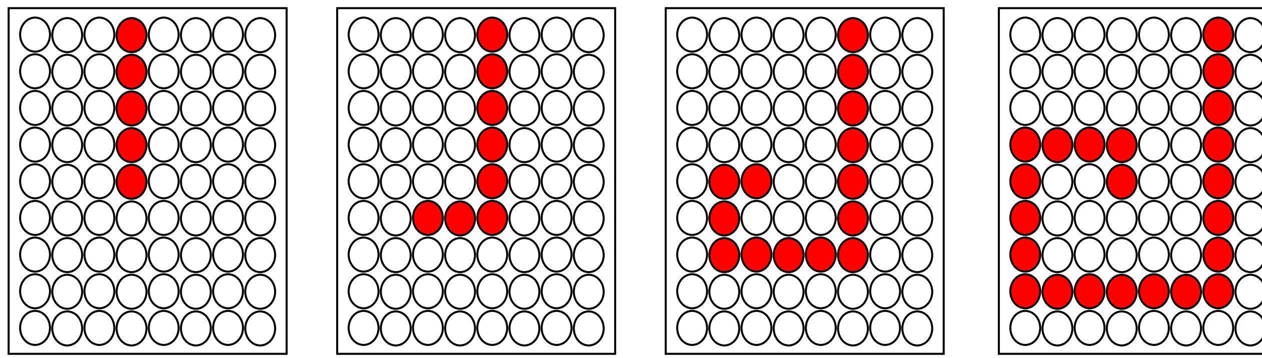
$$C(k,l) = \begin{cases} 1, & \text{якщо} \quad |k| \leq 1 \quad і \quad |l| \leq 1 \\ 0 & у \ решті \quad випадків \end{cases}$$

$$I_{i,j}^{n} = \begin{cases} 1, & \text{якщо} \quad 0 < \Phi_{ij}^{n} < \tau_e \\ 0, & \text{якщо} \quad 0 < \Phi_{ij}^{n} < \tau_e + \tau_r \quad або \quad \Phi_{ij}^{n} = 0 \end{cases}$$

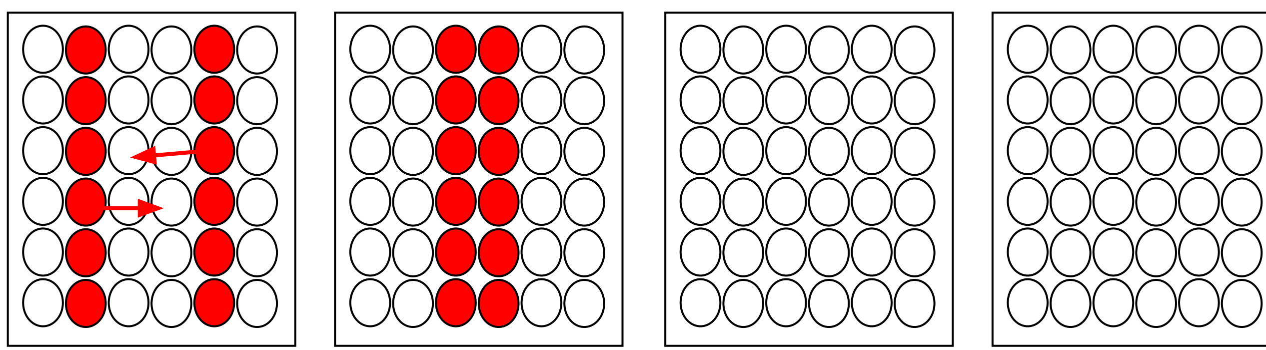
Проходження фронту автохвилі в однорідному нейронному середовищі



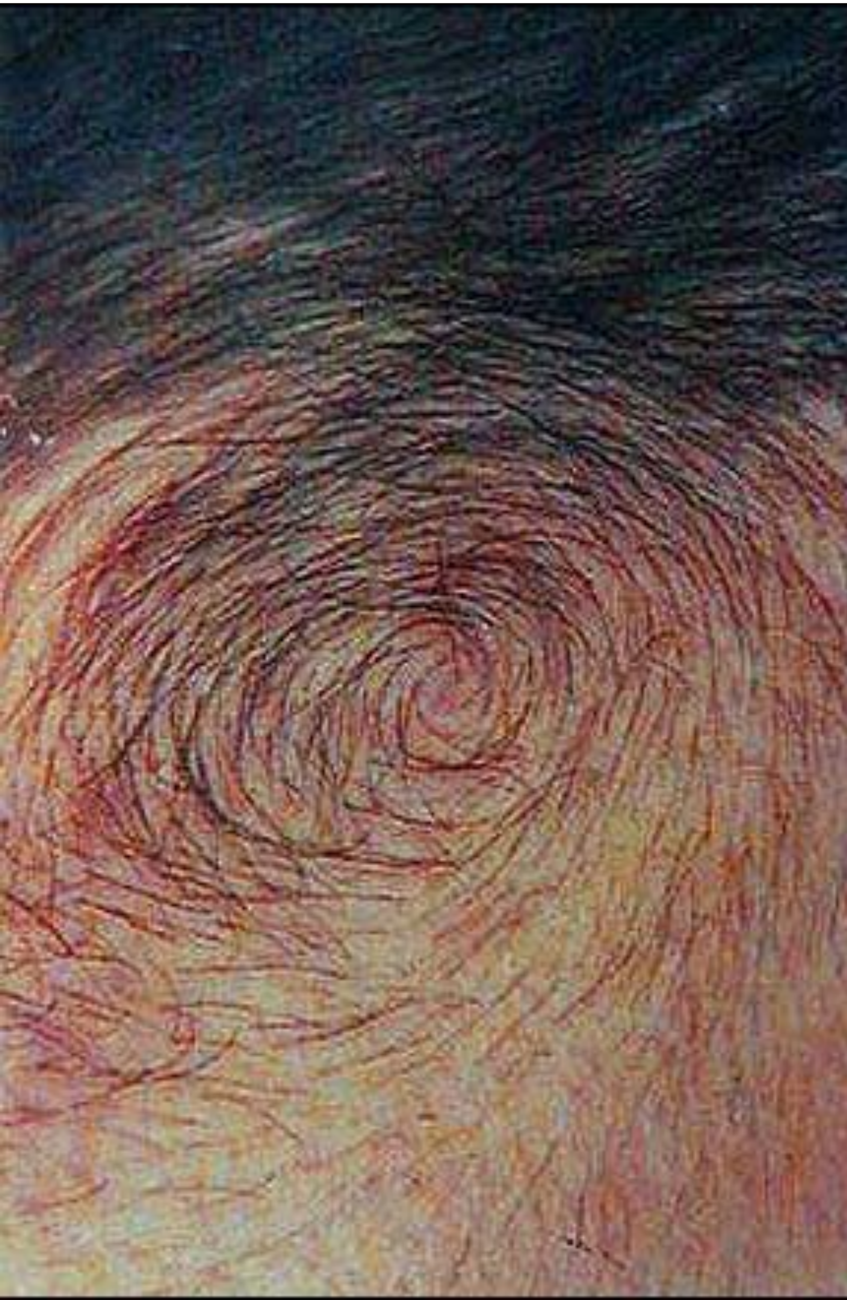
Спіральні автохвилі (ревербератори)

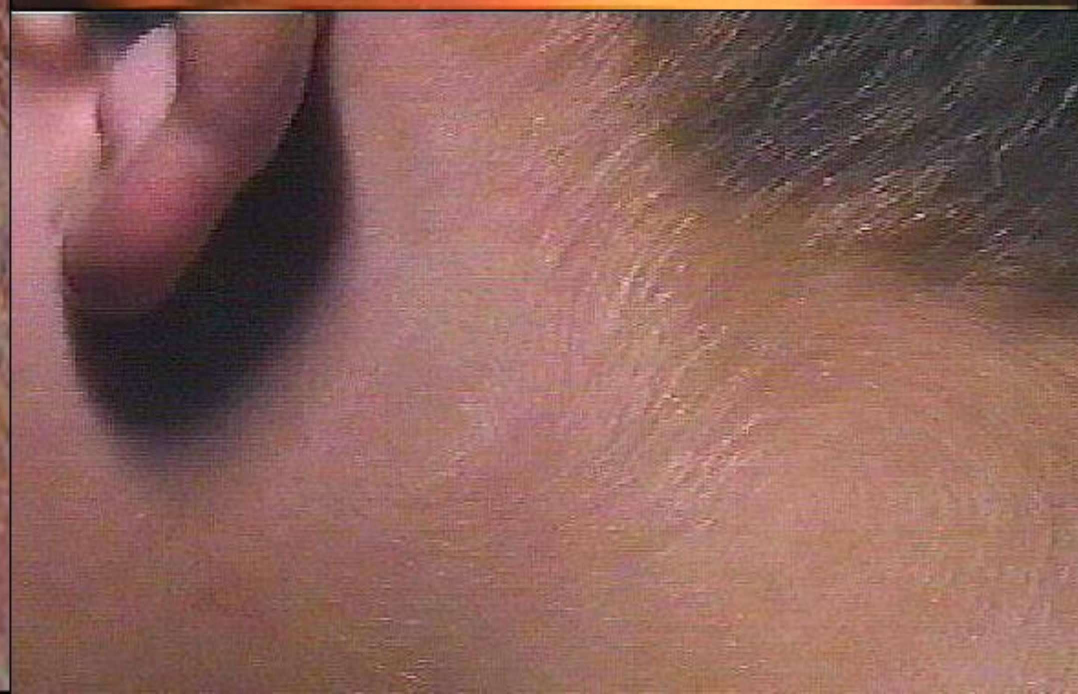


Анігіляція автохвиль



Застосування в медицині.





Література.

1. Т. Тоффоли, Н. Марголус, *Машины клеточных автоматов*, М.: «Мир», 1991.
2. http://www.fizmat.vspu.ru/books/model-m5/