

# SZTUCZNE SIECI NEURONOWE W BIOTECHNOLOGII

## Wstęp do teorii sztucznej inteligencji (AI; Artificial Intelligence)

- O sobie...
- Cel zajęć; Zasady zaliczania przedmiotu
- Bogactwo zjawisk na pograniczu dyscyplin
- Sieci neuronowe a sztuczne sieci neuronowe
- Historia sztucznej inteligencji (AI, artificial intelligence)
- Czym jest sztuczna sieć neuronowa
- Zastosowania
- Podstawowe terminy
- Literatura

## Cel zajęć

Zapoznanie się z podstawowymi problemami sztucznej inteligencji rozumianej jako zdolność do samorzutnego przystosowywania się do zmiennych warunków, podejmowania skomplikowanych decyzji, uczenia się, rozumowania abstrakcyjnego itp.

Zaznajomienie się z metodami implementacji sztucznej inteligencji.

## Orientacyjny plan

Neuron biologiczny a neuron sztuczny. Charakterystyka sztucznego neuronu. Proste modele neuronu. Reguły uczenia sztucznych neuronów.

Sieci neuronowe. Idea sieci neuronowych. Rodzaje sieci neuronowych. Struktura sieci. Działanie najprostszej sieci.

Sieci liniowe i nieliniowe. Jednowarstwowe klasyfikatory neuronowe. Wielowarstwowe sieci jednokierunkowe. Podstawowe sposoby uczenia sieci jednokierunkowych.

Metoda wstecznej propagacji błędu. Wady i zalety metody. Sposoby przyspieszania uczenia metodą BP. Sieci neuronowe. Algorytm Self Organizing Map.

Sieci neuronowe. Jednowarstwowe sieci ze sprzężeniem zwrotnym. Inne modele sieci neuronowych. Zastosowanie sieci neuronowych do identyfikacji, diagnostyki oraz modelowania procesów biotechnologicznych

## Efekty kształcenia

Rozumienie analogii w budowie sztucznego neuronu z budową neuronu biologicznego

Rozumienie budowę, architektury, metody uczenia sztucznych sieci neuronowych

Zdolność do identyfikacji, kiedy zastosowanie sztucznych sieci neuronowych jest korzystniejsze od stosowania metod informatyki klasycznej

Umiejętność oceny możliwości wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do identyfikacji, diagnostyki konkretnych materiałów biotechnologicznych,

Umiejętność zaprojektowania sieci neuronowej adekwatnej do rozwiązywanego zadania

Kompetencje społeczne:

Zdolność oceny roli człowieka w systemie informatycznym

Orientacja w dylematach etycznych towarzyszących zagadnieniom sztucznej inteligencji

## Zasady zaliczania

- kontrola przygotowania do laboratorium
- kolokwium obejmujące wiedzę i umiejętności wynikające z przeprowadzonych odbycia zajęć laboratoryjnych,  
Ocena z kolokwium jest funkcją liczby zgromadzonych punktów (skala identyczna jak dla egzaminu). Ocena projektu obejmuje prawidłowe przygotowanie danych, dobór architektury SSN, uczenie SSN, testowanie SSN
- odpytywanie podczas zajęć, ustalenie oceny końcowej na podstawie ocen częściowych.

Wykład - zaliczenie;

Laboratorium - zaliczenie z oceną.

# Bogactwo zjawisk na pograniczu dyscyplin

# Czym jest sztuczna sieć neuronowa ?

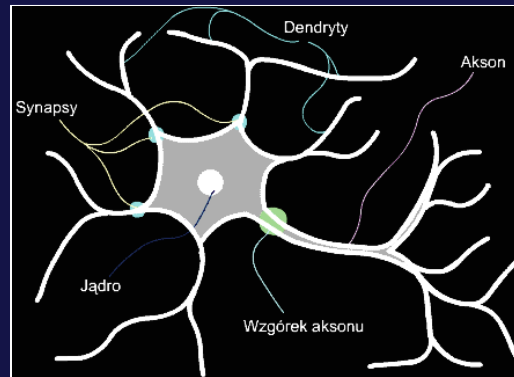
- zbiór połączonych ze sobą układów scalonych zdolnych do przetwarzania danych i układów pamięci imitujących strukturę ludzkiego mózgu.
- system symulujący działanie ludzkiego mózgu, który posiada zdolności rozpoznawania, kojarzenia i przewidywania, trudne do zrealizowania przy pomocy klasycznych algorytmów komputerowych.
- uproszczony model biologicznego systemu nerwowego, dzięki któremu możemy próbować naśladować mózg, obserwować pewne jego zachowania i zasady działania, których nie jesteśmy w stanie wciąż zbadać w rzeczywistości.



# Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych

- w rozpoznawaniu dźwięków i obrazów (mowy i pisma);
- do prognozowania, klasyfikacji i rozpoznawania stanów obiektów ekonomicznych;
- do analizy, kojarzenia i optymalizacji w podsystemach doradczych w procesach zarządzania;
- przy sterowaniu robotami;
- do kompresji i kodowania danych;
- do rozpoznawania obrazów;
- do rozpoznawania i syntezy mowy;
- prognozowanie sprzedaży, giełdy, wyścigów konnych;
  
- interpretacja badań biologicznych i medycznych;
- diagnostyka układów elektronicznych;
- dobór pracowników;
- selekcja celów śledztwa w kryminalistyce.

# Neuron a jego sztuczny odpowiednik



Dendryt - „wejście” neuronu. Tędy trafiają do jądra sygnały. Mające być w nim później poddane obróbce. Biologiczne neurony mają ich tysiące.

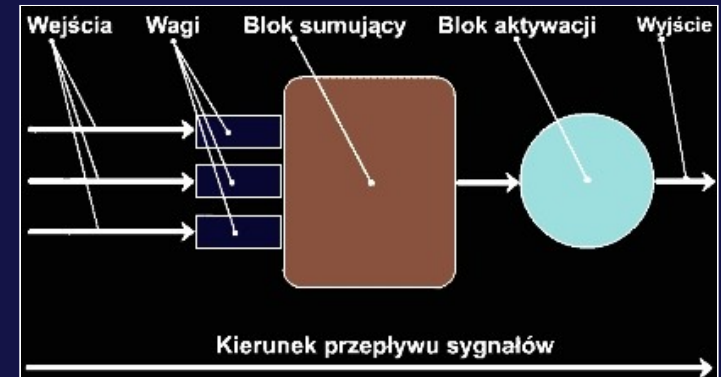
Synapsa - „furtka” do neuronu (poprzedza dendryt).

Może ona zmienić moc sygnału napływającego poprzez dendryt.

Jądro - „centrum obliczeniowe” neuronu. To tutaj zachodzą procesy kluczowe dla funkcjonowania neuronu.

Wzgórek aksonu - stąd wysyłany jest sygnał wyjściowy, który wędruje dalej poprzez akson.

Akson - „wyjście” neuronu. Za jego pośrednictwem neuron powiadamia świat zewnętrzny o swojej reakcji na dane wejściowe. Neuron ma tylko jeden akson.



Wejścia to dendryty, lub ściślej - sygnały przez nie nadchodzące.

Wagi stanowią cyfrowe odpowiedniki modyfikacji dokonywanych na sygnałach przez synapsy.

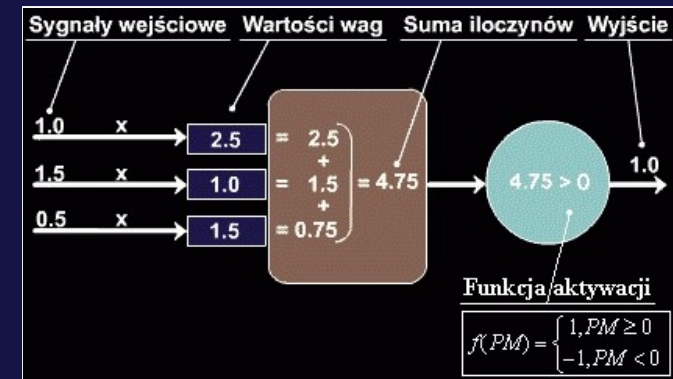
Blok sumujący to odpowiednik jądra.

Blok aktywacji to wzgórek aksonu.

Wyjście odpowiada aksonowi.

# Zasada działania SSN na przykładzie pojedynczego neuronu

Na wejścia neuronu trafiają 3 sygnały wejściowe (są to pewne parametry badanego obiektu czy zjawiska). Każde wejście posiada swoją własną wagę. Wagi są pewnymi właściwościami charakterystycznymi dla poszczególnych neuronów – są swojego rodzaju „współczynnikami ważności” danego sygnału wejściowego. Sygnały są mnożone przez wartości wag (czyli ważone), wyniki owego mnożenia dodawane są do siebie w bloku sumującym. W ten sposób powstaje konkretna liczba, którą określa się pojęciem *potencjału membranowego*. Jest ona wysyłana do bloku aktywacji, gdzie zostaje dodatkowo przetworzona zgodnie z określoną funkcją aktywacji – w omawianym przypadku (Rys.3.) jest to *bipolarna funkcja skoku jednostkowego*. Przyjmuje ona wartość 1 dla potencjału membranowego większego bądź równego zero oraz  $-1$  dla wartości potencjału membranowego mniejszych od zera. Po przejściu sygnału przez blok aktywacji otrzymujemy sygnał wyjściowy, czyli odpowiedź neuronu, gdzie wartość równa 1 oznacza akceptację, zaś sygnał na poziomie  $-1$  jest jednoznaczny z odrzuceniem (negatywną reakcją neuronu).



# Z czego składa się sztuczna sieć neuronowa

Neurony tworzą sieć – formują się w warstwy. Neuron w warstwie zachowuje się dokładnie tak samo jak pojedynczy neuron. Jak przedstawić można schematycznie całą sieć neuronową?

W sieciach neuronowych wyróżniamy następujące warstwy:

- *wejściową*, która dostarcza danych wejściowych,
- *wyjściową*, zwracająca wynik działania sieci,
- pośrednie warstwy neuronów tzw. „*warstwy ukryte*” (zwane niejawnymi), które występują pomiędzy warstwą wejścia i wyjścia; przy wykorzystywaniu sieci do skomplikowanych obliczeń potrzebujemy czasami kilku takich warstw, aby zapewnić efektywniejsze działanie sieci.

# Podział sztucznych sieci neuronowych

Sztuczne sieci neuronowe można podzielić ze względu na:

- **ilość warstw** (tutaj nie bierze się pod uwagę warstwy wejściowej)

– wyróżniamy sieci jednowarstwowe oraz sieci wielowarstwowe;

- **kierunek przepływu sygnałów**

- wyróżnić możemy sieci jednokierunkowe, w których sygnał płynie zawsze w jednym kierunku

- sieci rekurencyjne, w których występują tzw. *sprężenia zwrotne*. Za ich pośrednictwem sygnały mogą po przejściu danej warstwy wracać na jej wejście, zmieniając przy tym swoje wartości, co powtarza się wiele razy, aż do osiągnięcia pewnego ustalonego stanu.

# Proces uczenia sztucznych sieci neuronowych

## Metoda z nauczycielem

Nauczyciel podaje:

- wzorcowe obiekty na wejściu;
- oczekiwane wartości na wyjściu;

Sieć:

- uczy się wzorców „na pamięć” oraz nabywa zdolność uogólniania wiedzy (rozpoznawanie podobnych obiektów);
- zmienia wartości wag w celu dopasowania swojego działania do wzorców (nauczonych wyników).

## Metoda samouczenia

- brak wzorcowych wag (sieć generuje je losowo);
- sieć odbiera sygnał wejściowy i na jego podstawie wyznacza swoje wyjście;
- sieć ocenia wartość na wyjściu każdego neuronu warstwy wyjściowej;
- wagi poszczególnych neuronów zmieniane są zgodnie z określonymi w danej metodzie zasadami.

## Podstawowa literatura

1. Ryszard Tadeusiewicz, „*Sieci neuronowe*”, Państwowa Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1993
2. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch, „*Sztuczne sieci neuronowe*”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996
3. J. Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński, „*Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania*”, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994
4. Osowski S. - *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*. WNT Warszawa 1996.
5. Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L. - *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*. PWN 1999
6. Rutkowski L - *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. PWN, W-wa 2005
7. Żurada J., Barski M., Jędruch. - *Sztuczne sieci neuronowe*, PWN, 1996

### Literatura uzupełniająca:

- 1, Czogała E., Pedrycz W. - *Elementy i metody teorii zbiorów rozmytych*. PWN, W-wa 1985.
2. Duch W. Korbicz J. Rutkowski L. Tadeusiewicz R. - *Sieci neuronowe*.  
T. 6 z cyklu Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Exit, W-wa 2000.