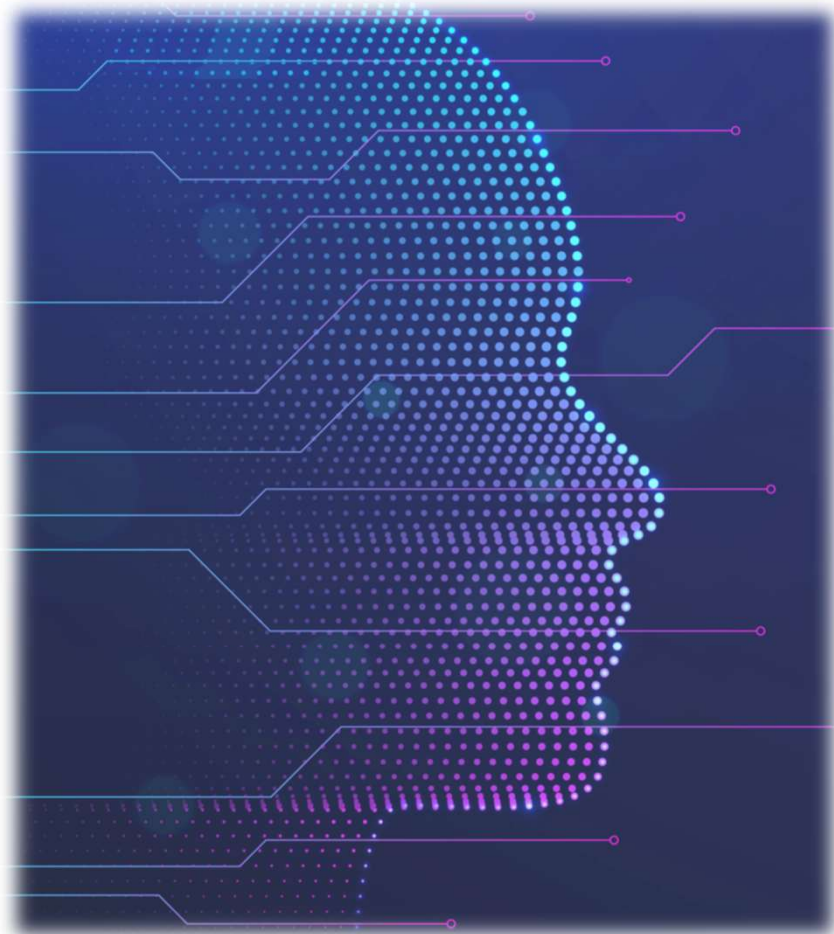


# Inteligencja obliczeniowa w analizie danych



**Inteligencja  
obliczeniowa -  
wprowadzenie**

**Prof. dr hab. inż. Norbert Skoczylas**

# Inteligencja obliczeniowa w analizie danych

## wykład:

każda środa, 9:35 — 11:05, sala 31

## ćwiczenia:

ćwiczenia laboratoryjne, **grupa nr 1**  
każdy **czwartek, 8:00 — 9:30**, sala 229

ćwiczenia laboratoryjne, **grupa nr 2**  
każdy **czwartek, 9:45 — 11:15**, sala 229

ćwiczenia laboratoryjne, **grupa nr 3**  
każdy **czwartek, 11:30 — 13:00**, sala 229

ćwiczenia laboratoryjne, **grupa nr 4**  
każdy **piątek, 8:00 — 9:30**, sala 8

ćwiczenia laboratoryjne, **grupa nr 5**  
każdy **piątek, 9:45 — 11:15**, sala 8

pok. **317**, budynek A0, III piętro

adres e-mail: [nskoczylas@agh.edu.pl](mailto:nskoczylas@agh.edu.pl)

## **Konsultacje:**

Dowolny termin,  
po wcześniejszym  
mailowym uzgodnieniu

Prof. dr hab. inż. Norbert Skoczylas

# Inteligencja obliczeniowa w analizie danych

## moja propozycja:

4 mini-projekty w ramach ćwiczeń:

- Algorytm Monte Carlo
- Algorytm genetyczny
- System ekspercki na fuzzy logic
- Sieci neuronowe

Obecność w sensie ścisłym obowiązkowa na 4 ćwiczeniach w czasie omawiania koncepcji kolejnych mini-projektów i streszczenia zagadnienia niezbędnego do realizacji

zaliczenie mini projektów: m-plik lub .py z programem + krótkie sprawozdanie .pdf z opisem i własnymi wnioskami ..

(minimum na zaliczenie ćwiczeń to 2z4 mini projektów)

2 projekty – 3.0

3 projekty – 4.0

4 projekty – 5.0

Na koniec prosty egzamin – zrobimy termin zerowy pod koniec semestru..

Projekty są kompaktowe i przekrojowe. Liczę na Państwa dojrzałość – każdy pracuje dla siebie.. Apeluję o samodzielność..

# Po co jeść tą żabę ?

Jeśli problem jest prosty, można rozwiązać go tradycyjnie w akceptowalnym czasie – tak powinniśmy zrobić

## Genetic Algorithms

Jeśli optymalizacji zagraża zatrzymanie się w lokalnym minimum

Jeśli moc obliczeniowa sprzętu nie przystaje do złożoności obliczeniowa zagadnienia..

Jeśli ale klasyczne metody zawodzą ..

## Fuzzy Logic

Budujemy systemy eksperckie z jawną i czytelną reprezentacją wiedzy

Jeśli człowiek coś wie, potrafi, intuicyjnie czuje jak przebiegają pewne procesy, a maszyna ma z tym problem..

Jeśli sterujemy procesem bez szczegółowej znajomości jego modelu

# AI

Jeśli dysponujemy bazą setek – tysięcy .. historycznych obserwacji procesu/zjawiska..

## Neural Networks

Jeśli oczekujemy od systemu rozpoznawania wzorców, kategoryzowania ...

Oczekujemy zdolności do prognozowania na podstawie przeszłości ...

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

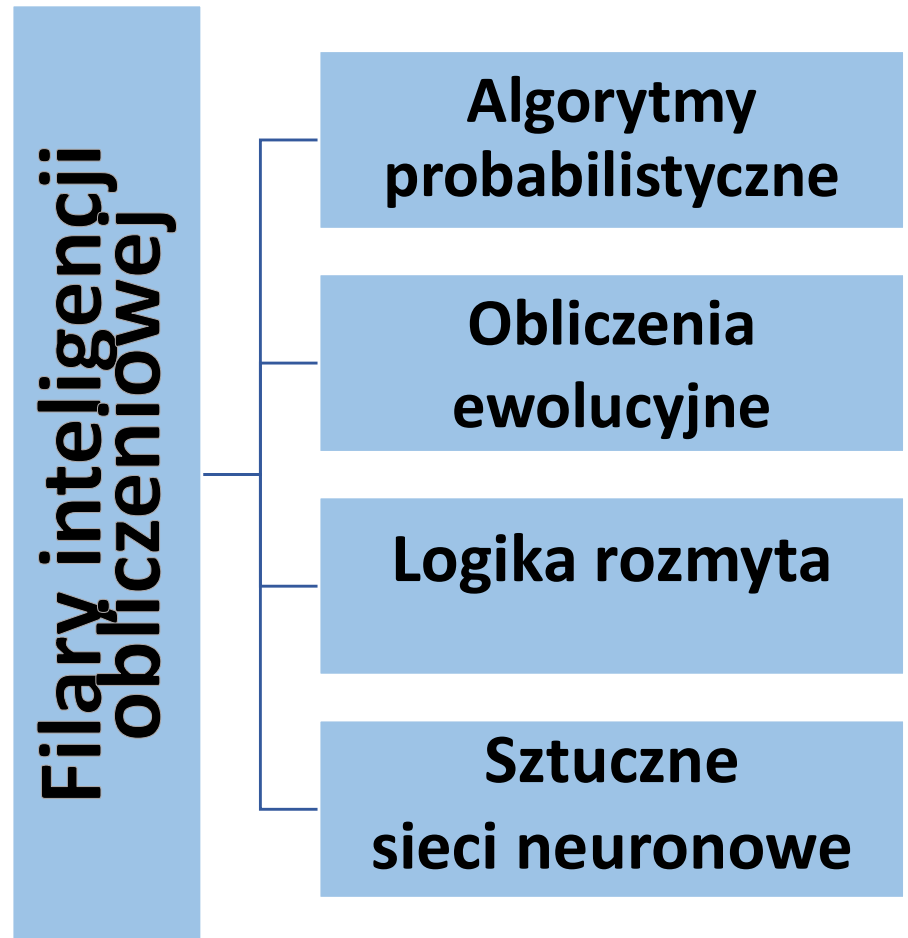
Sieci neuronowe – typowe aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

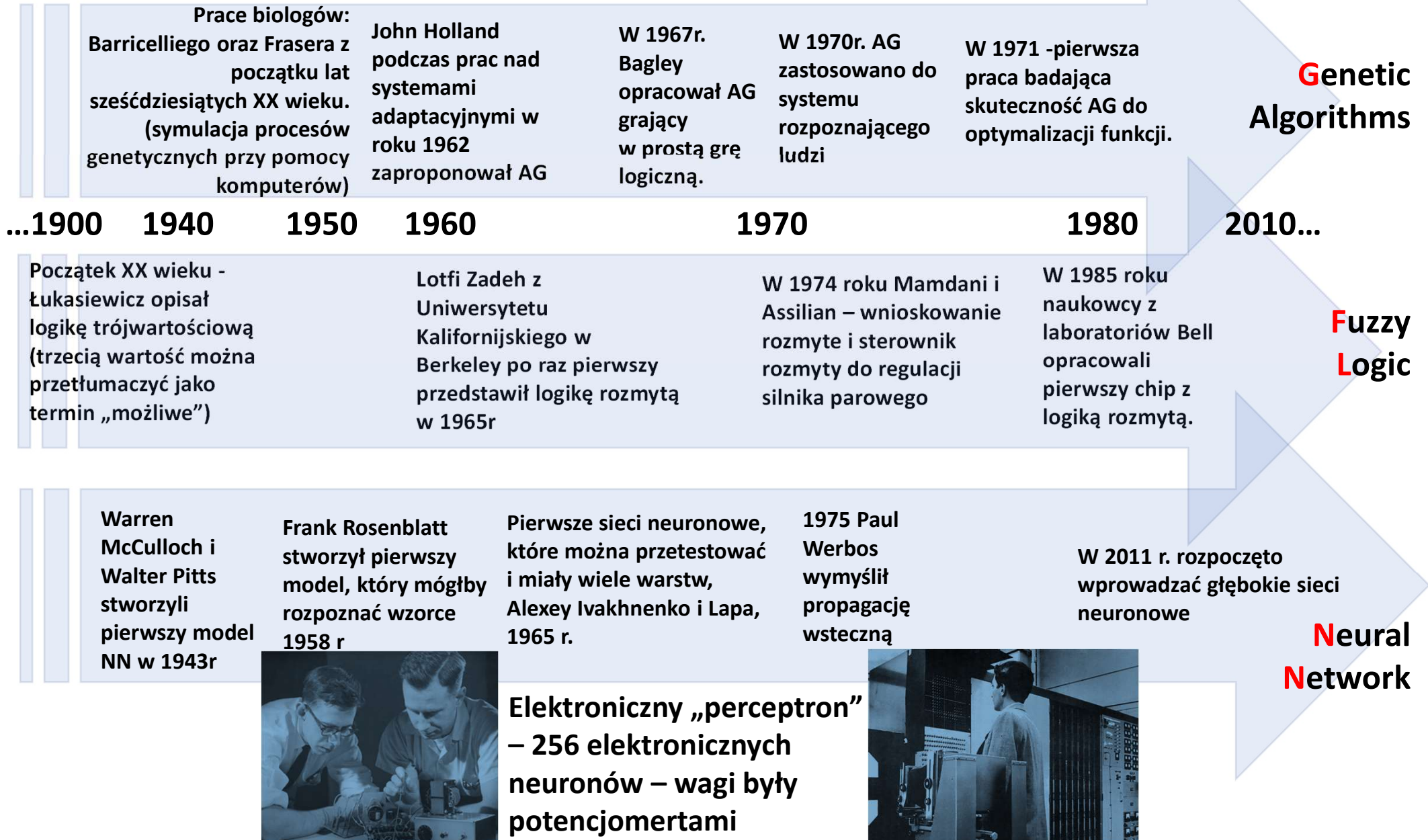
Sieci neuronowe – aplikacje inżynierskie

.....

Koncepcja komputera kwantowego



# Historia rozwoju najważniejszych metod inteligencji obliczeniowej





# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe  
aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje  
inżynierskie

**Algorytm heurystyczny, heurystyka** – algorytm niedający (w ogólnym przypadku) gwarancji znalezienia rozwiązania optymalnego, umożliwiający jednak znalezienie rozwiązania dość dobrego w rozsądnym czasie.

**Algorytmy tego typu używane są** w takich problemach obliczeniowych, gdzie znalezienie rozwiązania optymalnego ma zbyt dużą złożoność obliczeniową (w szczególności są to problemy NP-trudne) lub w ogóle nie jest możliwe.

Metody heurystyczne zaliczają się do sztucznej inteligencji.

**Ogólny algorytm heurystyczny** (opisujący samą ideę poszukiwań) bywa określany w literaturze jako **metaheurystyka**. Zgodnie z tym nazewnictwem, metaheurystyką jest np. algorytm zachłanny (jako ogólna idea), zaś heurystyką jest np. algorytm najbliższego sąsiada (jako zastosowanie idei algorytmu zachłannego do konkretnego problemu).

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

### **Algorytmy probabilistyczne**

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe  
aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje  
inżynierskie

### **Algorytm probabilistyczny albo randomizowany**

to algorytm, który do swojego działania używa losowości. W praktyce oznacza to, że implementacja takiego algorytmu korzysta przy obliczeniach z generatora liczb losowych.

Główną zaletą algorytmów probabilistycznych w porównaniu z deterministycznymi jest działanie zawsze w „średnim przypadku”, dzięki czemu „złośliwe” dane wejściowe nie wydłużają jego działania.

Przypadek pesymistyczny jest zwykle na tyle mało prawdopodobny, że można go pominąć w analizie.

Przykład – metoda Monte Carlo

.....  
Koncepcja komputera kwantowego



# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

**Algorytmy genetyczne**

**Strategie ewolucyjne**

Metody roju cząstek

**Algorytm genetyczny – rodzaj heurystyki**  
przeszukującej przestrzeń alternatywnych  
rozwiązań problemu w celu wyszukania  
najlepszych rozwiązań.

Działanie algorytmu jest oparte  
na mechanizmach doboru naturalnego  
oraz dziedziczenia

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

**Uzupełnienie algorytmu**  
**„czysto” probabilistycznego**  
**o czynnik ukierunkowujący optymalizację**

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe  
aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje  
inżynierskie

Klasyczny algorytm genetyczny pracuje na  
binarnych chromosomach (ewolucyjny dopuszcza  
liczby zmiennoprzecinkowe), pełna reprezentacja  
populacji w trakcie reprodukcji (nawet najgorsze  
osobniki mają szansę), najpierw selekcja, potem  
rekombinacja)

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

**Metody roju cząstek**

Algorytmy powstały na bazie obserwacji natury.

Pozwala efektywnie rozwiązywać złożone problemy optymalizacyjne występujące w praktyce inżynierskiej.

Zwierzęta żyjące w stadach wybierają korzystne dla siebie czynniki środowiska, bazując na własnych doświadczeniach oraz informacjach przekazywanych przez inne osobniki stada.

Dzięki analogii do takich i zachowań istot żywych powstało wiele algorytmów.

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe

aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje

inżynierskie

Najbardziej znane z nich to:  
algorytm optymalizacji rojem cząstek  
(ang. particle swarm optimization, PSO),  
algorytm mrówkowy

(ang. ant colony optimization),  
algorytm pszczele (ang. bee algorithm),  
algorytm ławicy ryb (ang. fish school search).

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje inżynierskie

Logika rozmyta stanowi uogólnienie klasycznej dwuwartościowej logiki.

W teorii zbiorów rozmytych element może częściowo należeć do pewnego zbioru, a przynależność tę można wyrazić przy pomocy liczby rzeczywistej z przedziału 0-1.

Logika rozmyta okazała się bardzo przydatna w zastosowaniach inżynierskich, gdzie klasyczna logika klasyfikująca jedynie według kryterium prawda/fałsz nie potrafi skutecznie poradzić sobie z wieloma niejednoznacznościami i sprzecznościami.

Znajduje wiele zastosowań, między innymi w elektronicznych systemach sterowania (maszynami, pojazdami i automatami), zadaniach eksploracji danych czy też w budowie systemów ekspertowych.

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

**Rozmyte systemy wnioskujące**

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe  
aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje  
inżynierskie

Największą zaletą systemów wnioskowania opartych na logice rozmytej jest możliwość wykorzystania zasobów wiedzy i doświadczenia ludzi, których nie da się skodyfikować za pomocą innych modeli.

Istnieje możliwość stosowania jej wszędzie tam, gdzie stopień złożoności procesów nie pozwala na jednoznaczne i pewne określenie warunków sprzyjających danemu zjawisku lub w pełni go wykluczających.

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

W wielu zagadnieniach dotyczących sterowania procesami technologicznymi niezbędne jest wyznaczenie modelu rozważanego procesu.

Znajomość modelu pozwala dobrać właściwy regulator (sterownik).

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

**Sterowanie rozmyte**

Jednakże często znalezienie odpowiedniego modelu jest problemem trudnym, niekiedy wymagającym przyjęcia różnego typu założeń upraszczających.

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje inżynierskie

Zastosowanie teorii zbiorów rozmytych do sterowania procesów technologicznych nie wymaga znajomości modeli tych procesów. Należy jedynie sformułować reguły postępowania w formie rozmytych zdań warunkowych typu IF ... THEN.

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

## Sztuczne sieci neuronowe

**Sieci neuronowe – teoria**

**Sieci neuronowe – typowe aplikacje**

**Głębokie sieci neuronowe**

**Sieci neuronowe – aplikacje inżynierskie**

Sieć neuronowa – system przeznaczony do przetwarzania informacji, którego budowa i zasada działania są w pewnym stopniu wzorowane na funkcjonowaniu fragmentów rzeczywistego (biologicznego) systemu nerwowego.

Z punktu widzenia zagadnienia, sieć neuronowa to czarna skrzynka, która najczęściej poprawnie realizuje powierzone jej cele na bazie generalizacji wiedzy pozyskanej w trakcie uczenia.

Sieci neuronowe mogą: dokonywać uogólnień i wnioskować; ujawniać ukryte powiązania, prawidłowości i prognozy; modelować wysoce zmienne dane i wariacje potrzebne do przewidywania rzadkich zdarzeń (np. w celu wykrywania oszustw).

.....  
Koncepcja komputera kwantowego

# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej

## Algorytmy heurystyczne

Algorytmy probabilistyczne

Algorytmy genetyczne

Strategie ewolucyjne

Metody roju cząstek

Przyszłość

dzieje

się

już

teraz...

Algorytm kwantowy – rodzaj algorytmu przeznaczanego do działania na maszynie kwantowej

## Logika rozmyta

Rozmyte systemy wnioskujące

Sterowanie rozmyte

algorytm Shora  
(faktoryzacji, czyli rozkładu  
liczb na czynniki pierwsze) 1994,

## Sztuczne sieci neuronowe

Sieci neuronowe – teoria

Sieci neuronowe – typowe  
aplikacje

Głębokie sieci neuronowe

Sieci neuronowe – aplikacje  
inżynierskie

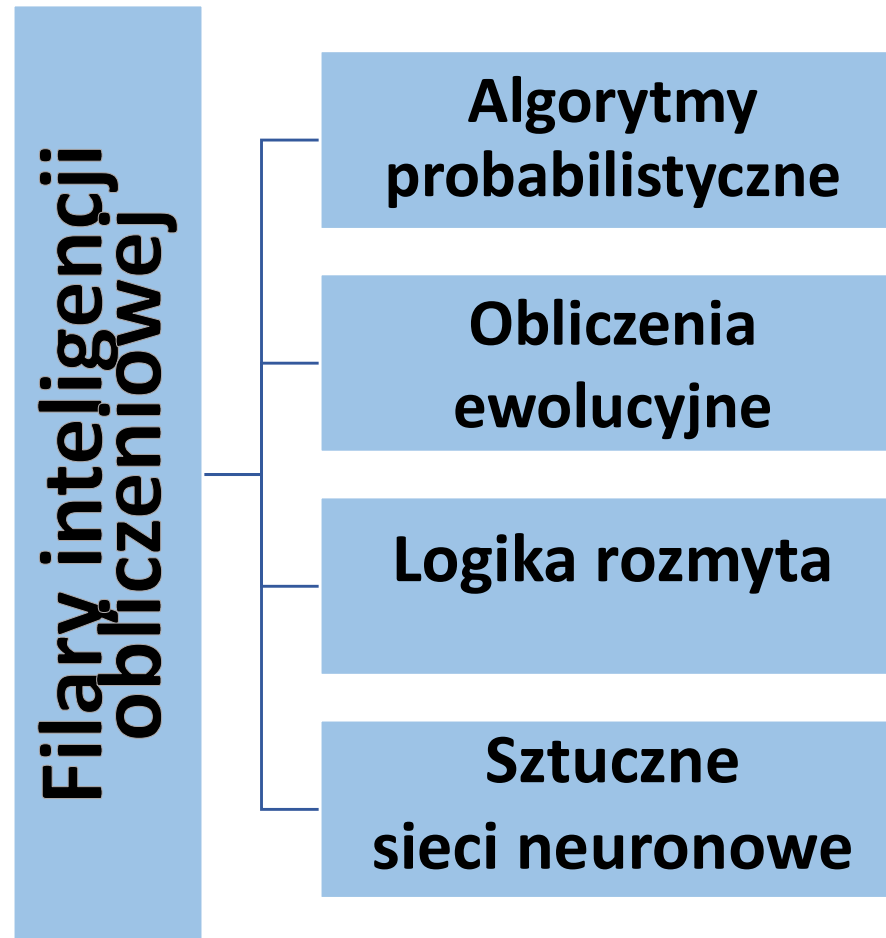
algorytm Grovera  
(przeszukiwania bazy danych) 1995,

Algorytmy kwantowe to algorytmy probabilistyczne,  
czyli oparte na rozkładzie prawdopodobieństwa i  
ewolucji układu kwantowego w czasie.

.....  
**Koncepcja komputera kwantowego**



# Wstęp do zagadnienia inteligencji obliczeniowej



# Algorytmy probabilistyczne na przykładzie metody Monte Carlo

Stosujemy gdy nie można bezpośrednio obliczyć wyniku.

Zalety

- Metoda Monte Carlo jest łatwa do zaimplementowania i zrozumienia.
- Metoda Monte Carlo może być stosowana do wielu różnych zastosowań, w tym w finanse, fizyce, inżynierii, naukach przyrodniczych i wielu innych dziedzinach.
- Metoda Monte Carlo jest skuteczna w rozwiązywaniu problemów, które są trudne do rozwiązania za pomocą innych metod.

# Algorytmy probabilistyczne na przykładzie metody Monte Carlo

Stosujemy gdy nie można bezpośrednio obliczyć wyniku.

## Zalety

- Metoda Monte Carlo jest łatwa do zaimplementowania i zrozumienia.
- Metoda Monte Carlo może być stosowana do wielu różnych zastosowań, w tym w finanse, fizyce, inżynierii, naukach przyrodniczych i wielu innych dziedzinach.
- Metoda Monte Carlo jest skuteczna w rozwiązywaniu problemów, które są trudne do rozwiązania za pomocą innych metod.

## Wady (ograniczenia)

- Wymagany jest dobry generator liczb losowych.
- Algorytm Monte Carlo może być czasochłonny, zwłaszcza w przypadku dużych i skomplikowanych problemów.
- Wyniki algorytmu Monte Carlo zawierają element losowości, co oznacza, że każde wykonanie może dostarczać różnych wyników.
- Algorytm Monte Carlo może dostarczać szerokiego zakresu możliwych wyników, co może być trudne do interpretacji i wyciągania wniosków.

# Algorytmy probabilistyczne na przykładzie metody Monte Carlo

Stosujemy gdy nie można bezpośrednio obliczyć wyniku.

Zalety

- Metoda Monte Carlo jest łatwa do zaimplementowania i zrozumienia.
- Metoda Monte Carlo może być stosowana do wielu różnych zastosowań, w tym w finanse, fizyce, inżynierii, naukach przyrodniczych i wielu innych dziedzinach.
- Metoda Monte Carlo jest skuteczna w rozwiązywaniu problemów, które są trudne do rozwiązania za pomocą innych metod.

Wady (ograniczenia)

- Wymagany jest dobry generator liczb losowych.
- Algorytm Monte Carlo może być czasochłonny, zwłaszcza w przypadku dużych i skomplikowanych problemów.
- Wyniki algorytmu Monte Carlo zawierają element losowości, co oznacza, że każde wykonanie może dostarczać różnych wyników.
- Algorytm Monte Carlo może dostarczać szerokiego zakresu możliwych wyników, co może być trudne do interpretacji i wyciągania wniosków.

Zastosowania

Metoda stosowana w wielu dziedzinach:

- W modelowaniu ryzyka i prognozowaniu zysków i strat, np. w analizie portfela inwestycyjnego.
- W symulacjach fizycznych i projektowaniu produktów, np. w ocenie trwałości materiałów i systemów.
- W modelowaniu procesów biologicznych, chemicznych i fizycznych, np. w prognozowaniu zmian klimatu.
- W tworzeniu symulacji i generowaniu losowych wyników, np. w grach losowych i strategiach.
- W modelowaniu niepewności i ryzyka, np. w analizie ryzyka i decyzji dotyczących inwestycji.
- W estymacji parametrów i weryfikacji hipotez statystycznych, np. w analizie danych i modelowaniu procesów stochastycznych.

# Obliczenia ewolucyjne na przykładzie algorytmu genetycznego

**Problemy optymalizacyjne**, w szczególności gdy istnieje wiele lokalnych minimum lub maksimum, a tradycyjne metody optymalizacji nie dają zadowalających wyników.

Algorytm genetyczny jest zdolny do znajdowania globalnego minimum lub maksimum, co jest trudne do osiągnięcia za pomocą innych metod.

Algorytm genetyczny może być wydajny i szybki w porównaniu z innymi metodami optymalizacji, zwłaszcza w przypadku dużych problemów.



# Obliczenia ewolucyjne na przykładzie algorytmu genetycznego

**Problemy optymalizacyjne**, w szczególności gdy istnieje wiele lokalnych minimum lub maksimum, a tradycyjne metody optymalizacji nie dają zadowalających wyników.

Algorytm genetyczny jest zdolny do znajdowania globalnego minimum lub maksimum, co jest trudne do osiągnięcia za pomocą innych metod.

Algorytm genetyczny może być wydajny i szybki w porównaniu z innymi metodami optymalizacji, zwłaszcza w przypadku dużych problemów.

Algorytmy genetyczne wymagają dużej ilości obliczeń (ale i tak niższej, niż podejście dokładne)

Algorytmy genetyczne nie zapewniają gwarancji znalezienia optymalnego rozwiązania, a jedynie dają pewną jakość rozwiązania w oparciu o definicję funkcji celu.

Wynik może się różnić w zależności od wybranej konfiguracji lub od startowej populacji.

Algorytmy genetyczne wymagają doboru wielu parametrów, takich jak wielkość populacji, współczynnik mutacji i krzyżowania, co może być trudne i czasochłonne.

Problem musi dać się zakodować w postaci chromosomu oraz musimy wskazać funkcję celu

# Obliczenia ewolucyjne na przykładzie algorytmu genetycznego

**Problemy optymalizacyjne**, w szczególności gdy istnieje wiele lokalnych minimum lub maksimum, a tradycyjne metody optymalizacji nie dają zadowalających wyników.

Algorytm genetyczny jest zdolny do znajdowania globalnego minimum lub maksimum, co jest trudne do osiągnięcia za pomocą innych metod.

Algorytm genetyczny może być wydajny i szybki w porównaniu z innymi metodami optymalizacji, zwłaszcza w przypadku dużych problemów.

Algorytmy genetyczne wymagają dużej ilości obliczeń (ale i tak niższej, niż podejście dokładne)

Algorytmy genetyczne nie zapewniają gwarancji znalezienia optymalnego rozwiązania, a jedynie dają pewną jakość rozwiązania w oparciu o definicję funkcji celu.

Wynik może się różnić w zależności od wybranej konfiguracji lub od startowej populacji.

Algorytmy genetyczne wymagają doboru wielu parametrów, takich jak wielkość populacji, współczynnik mutacji i krzyżowania, co może być trudne i czasochłonne.

Problem musi dać się zakodować w postaci chromosomu oraz musimy wskazać funkcję celu

Optymalizacja projektów i rozwiązań technicznych, np. projektowanie aerodynamiczne i optymalizacji konstrukcji.

Optymalizacja portfeli inwestycyjnych i prognozowanie zysków i strat.

Modelowanie i prognozowanie zjawisk biologicznych i ekologicznych, np. badania nad ewolucją i adaptacją organizmów.

Problemy klasyfikacji i regresji, np. analiza danych i tworzeniu modeli predykcyjnych.

Projektowanie i optymalizacja systemów automatyki i kontroli, np. w regulacji temperatury i przepływu w procesach przemysłowych.

Rozwiązywanie problemów optymalizacji i planowania, np. w projektowaniu sieci komputerowych, planowaniu zasobów, projektowaniu układów elektronicznych.



## **Systemy wnioskujące oparte na logice rozmytej**

**Wiedza przekazywana jest w czytelnej i jednoznacznej formie – to nie jest czarna skrzynka**

Wnioskowanie rozmyte pozwala na uwzględnianie niepewności i braku precyzji w danych wejściowych, co jest szczególnie ważne w sytuacjach, gdy informacje są ograniczone lub niejednoznaczne.

Wnioskowanie rozmyte bazuje na naturalnych dla człowieka zapisie wiedzy.

Sterownik rozmyty nie wymaga znajomości parametrów modelu obiektu sterowanego

## **Systemy wnioskujące oparte na logice rozmytej**

**Wiedza przekazywana jest w czytelnej i jednoznacznej formie – to nie jest czarna skrzynka**

Wnioskowanie rozmyte pozwala na uwzględnianie niepewności i braku precyzji w danych wejściowych, co jest szczególnie ważne w sytuacjach, gdy informacje są ograniczone lub niejednoznaczne.

Wnioskowanie rozmyte bazuje na naturalnych dla człowieka zapisie wiedzy.

Sterownik rozmyty nie wymaga znajomości parametrów modelu obiektu sterowanego

**Pozyskanie wiedzy od ekspertów bywa trudnym zadaniem.**

**Baza reguł przy dużej ilości zmiennych wejściowych staje się bardzo rozbudowana**

## **Systemy wnioskujące oparte na logice rozmytej**

**Wiedza przekazywana jest w czytelnej i jednoznacznej formie – to nie jest czarna skrzynka**

Wnioskowanie rozmyte pozwala na uwzględnianie niepewności i braku precyzji w danych wejściowych, co jest szczególnie ważne w sytuacjach, gdy informacje są ograniczone lub niejednoznaczne.

Wnioskowanie rozmyte bazuje na naturalnych dla człowieka zapisie wiedzy.

Sterownik rozmyty nie wymaga znajomości parametrów modelu obiektu sterowanego

**Pozyskanie wiedzy od ekspertów bywa trudnym zadaniem.**

**Baza reguł przy dużej ilości zmiennych wejściowych staje się bardzo rozbudowana**

**Logika rozmyta jest często używana do modelowania i projektowania systemów wsparcia decyzji (systemy wspomagania podejmowania decyzji, systemy automatycznego sterowania)**

**Logika rozmyta jest używana do modelowania rynków finansowych i prognozowania koniunktury gospodarczej.**

**Logika rozmyta jest wykorzystywana w diagnostyce medycznej do oceny prawdopodobieństwa wystąpienia danej choroby (dlaczego ? – jawna reprezentacja wiedzy)**

**Logika rozmyta jest stosowana do analizy zachowań konsumentów i prognozowania ich reakcji na różne działania marketingowe.**

**Logika rozmyta jest wykorzystywana w meteorologii do prognozowania pogody i w biologii do modelowania procesów biologicznych.**

## Sztuczne sieci neuronowe

Zdolność do nauki na podstawie przykładów, tak jak człowiek uczy się na podstawie doświadczeń i zdolność do uogólniania zjawisk (klasyfikacji)

Zdolność interpretacji zależności i zjawisk zawierających informacje niekompletne/z błędami

Równoległość przetwarzania informacji – szczególnie istotne przy przetwarzaniu informacji w czasie rzeczywistym

Niski koszt budowy w stosunku do szybkości przetwarzania informacji – duża liczba prostych (i tanich) procesorów

## Sztuczne sieci neuronowe

Zdolność do nauki na podstawie przykładów, tak jak człowiek uczy się na podstawie doświadczeń i zdolność do uogólniania zjawisk (klasyfikacji)

Zdolność interpretacji zależności i zjawisk zawierających informacje niekompletne/z błędami

Równoległość przetwarzania informacji – szczególnie istotne przy przetwarzaniu informacji w czasie rzeczywistym

Niski koszt budowy w stosunku do szybkości przetwarzania informacji – duża liczba prostych (i tanich) procesorów

Problem czarnej skrzynki - mówiąc najprościej, nie wiesz, jak i dlaczego twoja sieć neuronowa osiąga określony wynik (nie chodzi o istotę działania, lecz reprezentację wiedzy).

Wymagają dużych ilości danych.

Nowoczesne algorytmy głębokiego uczenia oparte na sztucznych sieciach neuronowych wymagają kilku tygodni, a czasem lat, aby uczyć się od zera.

## Sztuczne sieci neuronowe

Zdolność do nauki na podstawie przykładów, tak jak człowiek uczy się na podstawie doświadczeń i zdolność do uogólniania zjawisk (klasyfikacji)

Zdolność interpretacji zależności i zjawisk zawierających informacje niekompletne/z błędami

Równoległość przetwarzania informacji – szczególnie istotne przy przetwarzaniu informacji w czasie rzeczywistym

Niski koszt budowy w stosunku do szybkości przetwarzania informacji – duża liczba prostych (i tanich) procesorów

Problem czarnej skrzynki - mówiąc najprościej, nie wiesz, jak i dlaczego twoja sieć neuronowa osiąga określony wynik (nie chodzi o istotę działania, lecz reprezentację wiedzy).

Wymagają dużych ilości danych.

Nowoczesne algorytmy głębokiego uczenia oparte na sztucznych sieciach neuronowych wymagają kilku tygodni, a czasem lat, aby uczyć się od zera.

Kojarzenie danych (klasyfikacja) – przyporządkowywanie zdarzenia do określonej klasy  
analiza danych (wykrywanie grup)

Wydobywanie cech – umożliwia redukcję wymiaru danych

Aproksymacja – na podstawie znajomości punktów SSN uczy się kształtu funkcji  
predykcja

Układy sterujące – na podstawie podawania wzorców reakcji na określone bodźce,  
SSN może automatycznie interpretować sytuację i na nią reagować

Rozpoznawanie i odtwarzanie obrazów



# Plan na najbliższy czas ..

## Marzec

## 2025

Wykład dzisiejszy:  
**2024-03-12**

Wykład kolejny za tydzień ..  
**odwołany** .. 2024-03-19

Najbliższe obligatoryjne  
ćwiczenia:  
**2024-03-13 i 2024-03-14**  
Na tych ćwiczeniach  
zrobimy kolejny wykład  
oraz określe pierwszy  
(„na rozgrzewkę”)  
projekt ...

Pn	Wt	Śr	Cz	Pt	So	N
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Ćwiczenia 20 i 21 marca  
będą ćwiczeniami nieobligatoryjnymi ...  
(to czas na zrobienie projektów..)

Kolejny (trzeci) wykład: **2024-03-26** – będzie to jeden z najważniejszych wykładów..

Kolejne (drugie) obligatoryjne laborki: **2024-03-27 i 2024-03-28**