

Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

(c) Marcin Sydow

Sztuczna Inteligencja (AI - Artificial Intelligence)

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Jednym z celów AI:

stworzenie maszyn, które potrafią myśleć.

(temat obecny w kulturze długo przed powstaniem komputerów: Talos (stworzony przez Hefajstosa z brązu strażnik Krety), Golem, etc., "Cyberiada" i "Bajki robotów" Stanisława Lema, etc.)

Dzisiaj: AI to szybko rozwijająca się dziedzina o wielu praktycznych zastosowaniach i tematach badawczych (rozumienie tekstu, mowy, obrazu; rozpoznawanie obiektów; wspomaganie decyzji; diagnostyka medyczna; prognozy, etc.)

Plan kursu

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- Wprowadzenie
- Elementy uczenia maszynowego
 - Podstawy uczenia maszynowego: taksonomia
 - Perceptron i podstawy sieci neuronowych
 - Problem reprezentacji wiedzy
 - Problem przetrenowania i ewaluacji
 - Naiwny klasyfikator Bayesa i inne klasyfikatory i regresory
 - Grupowanie
- Elementy optymalizacji dyskretnej
 - dyskretne problemy optymalizacyjne
 - metoda brute-force
 - podejście zachłanne
 - przeszukiwanie lokalne (HC, SA, etc.)
 - inne podejścia (np. algorytm genetyczny, etc.)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)
- percepcja (widzenie, słyszenie)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)
- percepcja (widzenie, słyszenie)
- wiedza (reprezentacja)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)
- percepcja (widzenie, słyszenie)
- wiedza (reprezentacja)
- uogólnianie (zaobserwowanych przykładów)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)
- percepcja (widzenie, słyszenie)
- wiedza (reprezentacja)
- uogólnianie (zaobserwowanych przykładów)
- komunikacja (język)

Jakie są cechy inteligencji?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- uczenie się (na przykładach)
- rozwiązywanie złożonych problemów
- adaptacja (do zmiennych warunków)
- wnioskowanie (na podstawie wiedzy i reguł)
- percepcja (widzenie, słyszenie)
- wiedza (reprezentacja)
- uogólnianie (zaobserwowanych przykładów)
- komunikacja (język)
- planowanie

Pełne spektrum: (zmysły-myślenie-działanie)

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- **percepcja** (sztuczne “zmysły”: systemy “widzące”, rozpoznawanie mowy i pisma, etc.)
- **wiedza** (reprezentacja wiedzy: reguły, tabele decyzyjne, drzewa decyzyjne, ontologie)
- **“rozumowanie”** (logika, automatyczne wyciąganie wniosków, dowodzenie twierdzeń)
- **uczenie się** uczenie maszynowe: (ang. machine learning (ML)): z nadzorem (klasyfikacja, regresja), bez nadzoru (np. grupowanie))
- **komunikacja** przetwarzanie języka naturalnego (natural language processing (NLP)): inteligentne wyszukiwanie informacji tekstowej, text mining, odpowiadanie na zapytania, tłumaczenie maszynowe, automatyczne zdobywanie wiedzy
- **planowanie i rozwiązywanie zadań** (przeszukiwanie, heurystyki, systemy wielo-agentowe, ewolucyjne, etc.)
- **mobilność** and **manipulacja obiektami fizycznymi, ruch** (robotyka)

Uczenie Maszynowe

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Stanowi rozwiązanie dla tych intuicyjnych problemów, polega na sprawieniu by komputery:

- uczyły się na przykładach
- stosowały do “rozumienia” świata hierarchię pojęć definiowalnych w relacji do innych pojęć

Podejście takie pozwala uniknąć problemu dokładnego specyfikowania wiedzy.

Termin “głębokie uczenie maszynowe” (ang. deep learning) można rozumieć w uproszczeniu jako ten rodzaj uczenia maszynowego, gdzie hierarchia pojęć dziedziny jest “głęboka” (tzn. ma wiele warstw abstrakcji).

Interdyscyplinarność

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Bardzo interdyscyplinarna:

- informatyka
- matematyka
- lingwistyka
- filozofia
- (neuro)psychologia
- robotyka
- biologia

Narzędzia

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- logika
- rachunek prawdopodobieństwa
- optymalizacja
- ekonomia i teoria gier

Inne aspekty:

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- **filozoficzny** (Czy maszyna może “naprawdę” myśleć? itp.)
- **teoretyczny** (ograniczenia wynikające np. z twierdzenia Goedel’a)
- **etyczny** (Czy rozwój AI niesie tylko pożytek człowiekowi? Czy może robić **krzywdę**? Czy może być **szkodliwa** dla ludzkości? A może już tak częściowo jest?)

Podziękuję ze względu na:

- stosowane podejścia i narzędzia
- rozwiązywane problemy, zastosowania

Strategie podejścia do AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- 1 symboliczne (np. logika, reprezentacja)
- 2 obliczeniowe (np. przeszukiwanie przestrzeni możliwych rozwiązań)
- 3 statystyczne (dane, Data Science, statystyka i prawdopodobieństwo)

Przykłady zadań rozwiązywanych przez AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- przewidywanie pogody
- grupowanie podobnych obiektów
- rozpoznawanie komend głosowych
- wczesne wykrywanie raka w badaniu diagnostycznym
- identyfikacja twarzy na fotografii (lub wideo)
- wyjście z labiryntu
- ułożenie prostej układanki (albo np. kostki Rubika)
- gra w szachy lub inną grę
- rozumienie języka, tłumaczenie, streszczanie, etc.
- autonomiczny robot wykonujący misję badawczą na Marsie

Jak sprawdzać czy maszyna/algorytm jest inteligentny?

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Przykłady:

- czy potrafi grać i wygrać w grę (np. warcaby, szachy)
- czy potrafi szybko rozwiązać złożoną łamigłówkę
- czy potrafi przewidzieć pogodę obserwując warunki atmosferyczne
- czy potrafi rozpoznać człowieka po twarzy, lub jego emocje, etc.?
- czy potrafi przebyć samodzielnie pewien dystans w przestrzeni (pustynia, miasto?)
- czy potrafi udowodnić twierdzenie matematyczne?

Test Turinga

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Jednym z uznanych “testów” jest tzw. **Test Turinga**

- A i B komunikują się w języku naturalnym (tekst)
- jeden z nich to człowiek
- drugi to maszyna udająca człowieka
- C obserwuje komunikację
- czy C potrafi rozróżnić człowieka od maszyny?

(oczywiście Test Turinga dotyczy tylko niektórych aspektów inteligencji)

żaden system nie przeszedł testu Turinga (jak dotąd)

Silna i słaba AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- **słaba AI** (wąskie aspekty, konkretne wybrane problemy praktyczne)
 - zdolność do rozwiązywania wąskich, specyficznych problemów
 - adaptacyjność
 - uczenie
 - reprezentacja wiedzy z pewnej dziedziny
 - wnioskowanie
- **silna AI** (inteligencja “uniwersalna”)
powyższe, oraz:
 - świadomość
 - kreatywność
 - auto-refleksja (nt. własnych ograniczeń, itp.)
 - ewolucja

Silna AI jest wciąż raczej mrzonką...

(i można zapytać jaki byłby cel tworzenia “silnej AI”)

Początki AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

W początkowej fazie AI rozwiązywała problemy trudne dla człowieka, ale naturalne dla komputera: np. gra w szachy i inne gry o prostych regułach, etc.

Problemy takie można opisać za pomocą niedużego zbioru formalnych/matematycznych reguł.

Prawdziwym wyzwaniem dla AI okazały się problemy intuicyjne/łatwe dla ludzi, ale trudne do ścisłego/formalnego opisu (np. rozpoznawanie twarzy, mowy, obrazów, etc.)

Początki współczesnej AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

m.in. Alan Turing:

- teoria obliczeń
- maszyna Turinga (programowalna maszyna zdolna do uniwersalnych obliczeń manipulująca bitami: 0 i 1)

Początki AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

1956: Konferencja w Dartmouth College, m.in.: John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell, Arthur Samuel, and Herbert Simon...

Zaczęto pisać programy które:

- wygrywały w warcaby
- same udowadniały twierdzenia matematyczne
- komunikowały się po angielsku (pisemnie)

- 1958 perceptron (Rosenblatt)
- 1960-te: DARPA, duże finansowanie
- 1969 Minsky, publikacja "Perceptrons" (odkryto poważne ograniczenia...)
- 1970-te: "ochłodzenie" ("AI winter")
- 1980-te: "odrodzenie" systemy ekspertowe (wspomaganie decyzji, wiedza ekspercka), backpropagation, sieci Hopfielda
- 1990-te: eksploracja danych, "inteligentna" diagnostyka medyczna

Lub nieco inaczej

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- prehistoria (przed 1960 - pierwsze “nowoczesne” komputery)
- **romantyzm** (60-65) - optymistyczna wiara, że sztuczna inteligencja dorówna ludzkiej w 10 lat...
- ciemność (65-70) - pesymizm
- **renesans** (70-75) - powstają pierwsze praktyczne systemy eksperckie
- **współpraca** (75-80) - badania interdyscyplinarne: nauki ścisłe, przyrodnicze, humanistyczne; środowiska akademickie i przemysłowe
- **komercjalizacja** (80-)
- Ponowny renesans (głębokie uczenie, etc.) (2000-)

Niektóre spektakularne sukcesy AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Niektóre spektakularne sukcesy AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- 97 deep blue (wygrany pojedynek w szachy z arcymistrzem!)

Niektóre spektakularne sukcesy AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- 97 deep blue (wygrany pojedynek w szachy z arcymistrzem!)
- 2005 DARPA grand challenge (131 mil pustyni!)

Niektóre spektakularne sukcesy AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- 97 deep blue (wygrany pojedynek w szachy z arcymistrzem!)
- 2005 DARPA grand challenge (131 mil pustyni!)
- 2007 DARPA urban challenge (55 mil w mieście, rozpoznając znaki, przechodniów i ruch uliczny!)

Niektóre spektakularne sukcesy AI

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- 97 deep blue (wygrany pojedynek w szachy z arcymistrzem!)
- 2005 DARPA grand challenge (131 mil pustyni!)
- 2007 DARPA urban challenge (55 mil w mieście, rozpoznając znaki, przechodniów i ruch uliczny!)
- 2011 system “IBM Watson” wygrywa z ludźmi na wizji tele-turniej “Jeopardy!”
- ...

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

■ smartfony

Poza tym...

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Poza tym...

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Poza tym...

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody
- inteligentne budynki

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody
- inteligentne budynki
- inteligentne miasta

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody
- inteligentne budynki
- inteligentne miasta
- inteligentne przedmioty (internet of things)

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody
- inteligentne budynki
- inteligentne miasta
- inteligentne przedmioty (internet of things)

gdzie jest kres tego procesu ?

Poza tym...

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- smartfony
- wszechobecne kamery monitoringu
- wyszukiwarki WWW
- gry
- inteligentne samochody
- inteligentne budynki
- inteligentne miasta
- inteligentne przedmioty (internet of things)

gdzie jest kres tego procesu ?

Czy proces niekontrolowanego rozwoju AI jest koniecznie dobry dla nas?)

Literatura (przykłady)

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

Ogólnie o AI :

G. Luger "Artificial Intelligence"

Sieci neuronowe, systemy ekspertowe, algorytmy genetyczne :

M. Negnevitsky "Artificial Intelligence"

Uczenie maszynowe :

P. Cichosz "Systemy Uczące się"

Witten et al. "Data Mining"

NP-zupełność:

Cormen et al. "Introduction to algorithms"

Optimisation :

C.Papadimitriou "Combinatorial Optimisation"

Complexity:

C.Papadimitriou "Complexity Theory"

Przykładowe pytania kontrolne:

Wprowadzenie
do Sztucznej
Inteligencji

(c) Marcin
Sydow

Wstęp

Ewaluacja

Historia

- wymienić aspekty inteligencji
- test Turinga
- silna AI/słaba AI
- elementy historii
- zastosowania współczesne AI
- pozytywne i negatywne aspekty rozwoju AI dla człowieka

Dziękuję za uwagę.