




## SYSTEMY EKSPERTOWE

---


- ★ Dr inż. Michał Woźniak
- ★ [michal.wozniak@pwr.wroc.pl](mailto:michal.wozniak@pwr.wroc.pl)
- ★ <http://www.kssk.pwr.wroc.pl/pracownicy/dlastudentow.php?pracownik=wozniak>
- ★ Tel. (071) 320 35 39
- ★ P.114/c3



## Program

---

- \* Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania itp.
- \* Podstawowe pojęcia z zakresu sztucznej inteligencji
- \* Reprezentacja wiedzy w systemach ekspertowych - wiedza, języki logiki, czynnik czasu
- \* Reprezentacja wiedzy w systemach ekspertowych - sieci semantyczne, ramy, reguły
- \* Klasyczne algorytmy przeszukiwania
- \* Przeszukiwanie heurystyczne
- \* Model wnioskowania w systemach ekspertowych
- \* Wnioskowanie na podstawie danych i celu
- \* Wnioskowanie dwukierunkowe, wnioskowanie na podstawie modelu
- \* Wnioskowanie probabilistyczne, współczynnik pewności, teoria Dempstera-Shafera
- \* Rozumowanie posybilistyczne
- \* Wnioskowanie w logice rozmytej
- \* Strategia uczenia się systemów ekspertowych
- \* Metodyka tworzenia baz wiedzy
- \* Problemy poprawności wiedzy



## Program

---


- \* Typowe architektury systemów ekspertowych
- \* Przykłady systemów ekspertowych oraz obszary ich zastosowań
- \* Komputerowe systemy identyfikacji i rozpoznawania z baz wiedzy
- \* Podstaw uczenia maszynowego – pojęcia
- \* Podstawy teorii PAC
- \* Uczenie indukcyjne: algorytmy proste, uczenie przestrzeni wersji, uczenie zbioru reguł uporządkowanych
- \* nieuporządkowanych (CN2 i AQ), indukcja drzew decyzyjnych
- \* Uczenie się bez nadzoru
- \* Problemy *data mining* na przykładzie wyszukiwania asocjacji
- \* Uczenie się ze wzmocnieniem – koncepcja oraz przykładowe zadania
- \* Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne jako metody uczenia się wiedzy niesymbolicznej (dla wybranych specjalności)
- \* Problemy przeuczenia się algorytmów (na podstawie sieci neuronowych i uczenia indukcyjnego). Metody zapobiegania
- \* zjawisku *overfittingu*
- \* Podejmowanie decyzji grupowych, metody stabilizacji klasyfikatorów
- \* Trendy w uczeniu maszynowym



## Literatura

---


- \* Mulawka J.J., *Systemy ekspertowe*, WNT, Warszawa 1996
- \* Negnevitsky M., *Artificial Intelligence. A guide to Intelligent Systems*, Addison-Wesley, 2002.
- \* Traczyk W. [red.], *Problemy sztucznej inteligencji*, Wiedza i Życie, Warszawa 1995
- \* Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, PWN, Warszawa 1997
- \* **Przeszukiwanie**
- \* Bolc L., Cytowski J., *Metody przeszukiwania heurystycznego*, PWN, Warszawa 1991
- \* Michalewicz Z., Fogel D.B., *Jak to rozwiązać, czyli nowoczesna heurystyka*, WNT, Warszawa 2006.
- \* **Wnioskowanie**
- \* Hayes-Roth F., Waterman D.A., Lenat D.B., *Building Expert Systems*, Addison-Wesley Publ. Co., Massachusetts 1983
- \* Szalas A., *Zarys dedukcyjnych metod automatycznego wnioskowania*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1992
- \* **Wnioskowanie w warunkach niepewności**
- \* Bolc L., Borodziejewicz W., Wójcik M., *Podstawy przetwarzania informacji niepewnej i niepełnej*, PWN, Warszawa 1991
- \* Schafer G., Pearl J. [red.], *Readings in Uncertainty Reasoning*, Morgan Kaufmann Publ. Inc., San Mateo, California 1991
- \* Pearl J., *Probabilistic reasoning in intelligent systems. Networks of Plausible Inference*, Morgan Kaufmann Pub. San Francisco, California, 1991



## Literatura

---


- \* **Uczenie maszyn**
- \* Mitchell T.M., *Machine learning*, McGraw-Hill, 1997
- \* Nilsson N.J., *Introducing to Machine Learning*: <http://robotics.stanford.edu/people/nilsson/mlbook.html>
- \* Cichosz P., *Systemy uczące się*, WNT, Warszawa 2000
- \* Gatnar E., *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, PWN, Warszawa 1998
- \* Bołc L., Zaremba J., *Wprowadzenie do uczenia się maszyn*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1992
- \* Vapnik V. N., *The nature of Statistical Learning Theory*, Springer-Verlag, N.Y. 1995
- \* Shavlik J.W., Dietterich T.G., *Readings in Machine Learning*, Morgan Kaufmann Pub., San Mateo
- \* Langley P., *Elements of Machine Learning*, Morgan Kaufman Pub., San Francisco, 1996.
- \* **Algorytmy genetyczne**
- \* Goldberger D., *Algorytmy genetyczne w zastosowaniach*, WNT, W-wa, 1995
- \* Michalewicz Z., *Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne*, WNT, W-wa 1996.
- \* Arabas J., *Wykłady z algorytmów genetycznych*, WNT, W-wa 2001
- \* **Sieci neuronowe**
- \* Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszaw 1993
- \* Korbicz J., Obuchowski A., Uciński D., *Sztuczne sieci neuronowe – podstawy i zastosowanie*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994



## Pojęcia

---


- \* Sztuczna inteligencja (*ang. Artificial Intelligence*) to część informatyki zajmująca się projektowaniem, wdrażaniem i eksploatacją inteligentnych systemów komputerowych, tj. systemów imitujących zachowanie, które przypisujemy posiadanej przez człowieka inteligencji.
- \* Problemy, które powstały podczas prób zbudowania takich systemów, okazały się na tyle trudne, że uznano, że komputer nie potrafi się sam z siebie niczego odkryć, a więc twórcze myślenie jest dla niego niedostępne.



## Inteligencja

---


- \* Pojęcie inteligencji zostało wprowadzone prawdopodobnie przez Cyserona, który określał nim zdolności umysłowe człowieka.
- \* Wg. Encyklopedii PWN: inteligencja to (psych.) zespół zdolności umysłowych umożliwiających jednostce sprawne korzystanie z nabytej wiedzy oraz skuteczne zachowanie się wobec nowych zadań i sytuacji.
- \* Inna definicja określa inteligencję jako zdolność otaczających sytuacji i znajdowanie na nie określonych reakcji. W płaszczyźnie filozoficznej określa się tym mianem zdolność umysłu do efektywnego ujmowania zagadnień praktycznych, jak i teoretycznych.
- \* Inteligencja – własności psychiczne przejawiające się we względnie stałej, charakterystycznej dla jednostki efektywności wykonywania zadań. Niektórzy traktują inteligencję jako zdolność uczenia się oraz rozwiązywania zadań (jako miara stopnia trudności przyswajanego materiału – tzw. Testy IQ).



## Inteligencja

---


- \* Zdolność rozwiązywania zadań to wyraz szeregu zdolności elementarnych, takich jak:
  - Rozumienie,
  - Wnioskowanie,
  - Myślenie abstrakcyjne,
  - Kojarzenie,
  - Wykrywanie,
  - Odkrywanie.
- \* Inteligencję można interpretować jako zdolność rozpoznania obserwowanego wycinka rzeczywistości, jego rozumienie, określenie celów i poszukiwania sposobów ich realizacji.
- \* Pojęcie te, czy ta własność, powiązane są z takimi cechami jak świadomość, podświadomość, intuicja, operowanie pojęciami, rozumienie, emocje.
- \* Człowiek nie myśli słowami, bądź myśleć nie musi. Z podświadomości wylaniają się głębokie intuicje.



## Etapy rozwoju AI wg Patricka Winstona

---


- \* Era prehistoryczna: od maszyny analitycznej Charles'a Babbage (1842) do około 1960 roku.
- \* Era romantyczna, 1960-1965, kiedy przewidywano, że AI osiągnie swoje cele w ciągu 10 lat.
- \* Okres ciemności: 1965-1970, w którym niewiele się działo, opadł entuzjazm i pojawiły się głosy bardzo krytyczne.
- \* Renesans: 1970-1975, gdy zaczęto budować pierwsze systemy doradcze, użyteczne w praktyce.
- \* Okres partnerstwa: 1975-1980, gdy do badań nad AI wprowadzono metody kognitywistyki.
- \* Okres komercjalizacji: 1980-1990, gdy programy AI, a szczególnie systemy doradcze zaczęto sprzedawać komercyjnie.
- \* Wielkie projekty: CYC, 5 generacja; projekty hybrydowe CI; era agentów, elementy AI w wielu programach.



## AI przestanki

---


- \* 1882 w Luxorze znaleziono papirus z ok. 3000 przed naszą erą z bazą wiedzy chirurgicznej w notacji „jeżeli .... to ....”
- \* Thomas Hobbes (1588-1679) „Leviatan” – ludzie w przyszłości będą w stanie stworzyć nową inteligencję w sposób mechaniczny.
- \* 1762 J. Swift „Podróż Guliwera” opisał maszynę do generowania książek
- \* Leibniz wyraża nadzieję, że w przyszłości dzięki rozwojowi logiki matematycznej zamiast się spierać, wystarczy policzyć - *Calculus*!
- \* Charles Babbage, 1792-1871, projekty maszyny różnicowej i maszyny analitycznej, (1992 roku *Science Museum*, South Kensington, w Londynie).
- \* John von Neumann, 1945, podał ogólny schemat działania uniwersalnego komputera, znanego jako „maszyna z Princeton”.
- \* 1949: Claude Shannon i teoria informacji;
- \* Norbert Wiener „Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie”.
- \* McCulloch i Pitts - sieć nerwowa jako układu elementów logicznych.



## AI przestanki

---

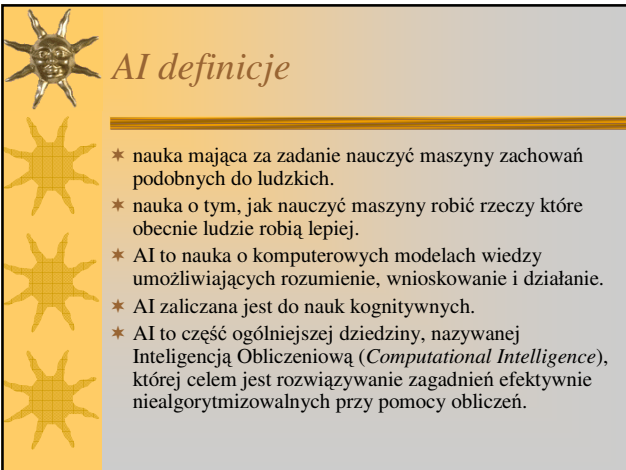
- \* Allan Turing, 1912-1954, ojciec informatyki teoretycznej, rozważa w 1950 roku możliwości myślenia maszyn, formułuje „test Turinga” w pracy „Computing Machinery and Intelligence”.
- \* Marvin Minsky lub John McCarthy, 1956, nazwa „sztuczna inteligencja”, (*A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*)
- \* Allen Newell, Herbert Simon, 1958 - *General Problem Solver*, próba stworzenia ogólnego programu do rozwiązywania problemów.
- \* Newell i Simon, 1975, AI jako nauka empiryczna, symboliczne systemy oparte na wiedzy jako model umysłu.
- \* Inne źródła: logika, androidy i sterowanie, cybernetyka, rozwój informatyki, konferencja w 1956 roku na której sztuczna inteligencja otrzymała swoją nazwę.
- \* 1973 James Lighthill: „*Artificial Intelligence: A General Survey*” a paper symposium, Science Research Council (Raport Lighthilla)
- \* Allen Newell, 1988: Psychologia dojrzała już do zunifikowanych teorii poznania, czyli takich teorii, które postulują spójny system mechanizmów pozwalających wyjaśnić wszystkie aspekty działania umysłu.



## AI definicje

---

- \* **Sztuczna inteligencja** (Minsky) – nauka o maszynach realizujących zadania, które wymagają inteligencji wówczas, gdy są wykonywane przez człowieka.
- \* **Sztuczna inteligencja** (Feigenbaum) stanowi dziedzinę informatyki dotyczącą metod i technik wnioskowania symbolicznego przez komputer oraz symbolicznej reprezentacji wiedzy stosowanej podczas takiego wnioskowania.



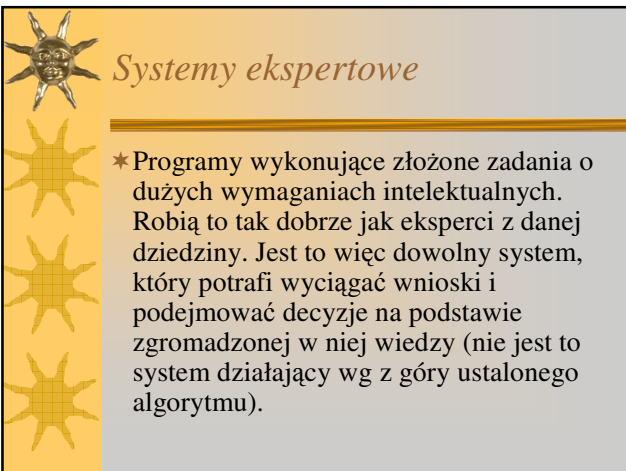
## AI definicje

- \* nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich.
- \* nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy które obecnie ludzie robią lepiej.
- \* AI to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiających rozumienie, wnioskowanie i działanie.
- \* AI zaliczana jest do nauk kognitywnych.
- \* AI to część ogólniejszej dziedziny, nazywanej Inteligencją Obliczeniową (*Computational Intelligence*), której celem jest rozwiązywanie zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych przy pomocy obliczeń.



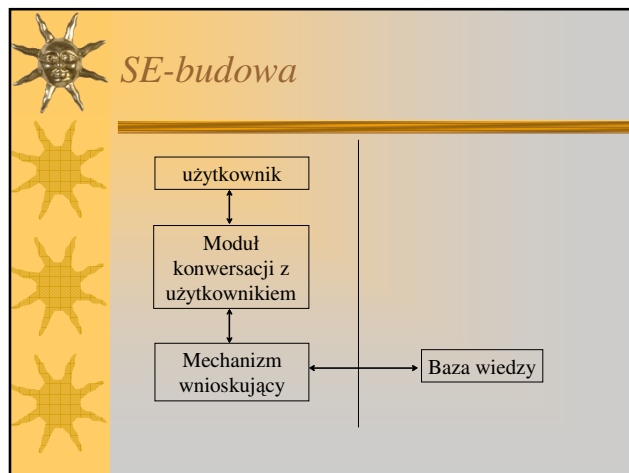
## AI – nurty badań


- \* Strategie przeszukiwań
- \* Teoria gier
- \* Automatyczne dowodzenie twierdzeń
- \* Przetwarzanie języka naturalnego
- \* Systemy ekspertowe
- \* Robotyka
- \* Procesy percepcji
- \* Uczenie maszyn
- \* Wyszukiwanie informacji
- \* Programowanie automatyczne
- \* Interpretacja obrazów
- \* Automatyczne streszczenia
- \* Eksploracja danych
- \* ...



## Systemy ekspertowe

- \* Programy wykonujące złożone zadania o dużych wymaganiach intelektualnych. Robią to tak dobrze jak eksperci z danej dziedziny. Jest to więc dowolny system, który potrafi wyciągać wnioski i podejmować decyzje na podstawie zgromadzonej w niej wiedzy (nie jest to system działający wg z góry ustalonego algorytmu).





## SE - zadania

---


- \* Podejmowanie decyzji
- \* Wyjaśnianie
- \* Rozwój bazy wiedzy



## SE-wady i zalety

---


* Konsultacja z symulowanym ekspertem	* Ten sam model informacyjno-decyzyjny
* SE jest pozbawiony typowych ludzkich ograniczeń	* Nienaturalny dialog
* SE uzasadnia swoje wnioski	* Wymóg ostrej odpowiedzi
* Można się przy nim uczyć	* Brak wyższych cech ludzkiej inteligencji,
	* Wąski zakres wiedzy
+	-



## Inżynieria wiedzy (knowledge engineering)

---

- \* Podstawowe zadania:
  - Pozyskiwanie, strukturalizacja i przetwarzania wiedzy,
  - Wybór metod wnioskowania i wyjaśniania rozwiązań,
  - Konstrukcja interfejsu użytkownika.



## SE-zastosowania

---

- \* Medycyna (MYCIN, Internist, PUFF)
- \* Technika (R1),
- \* Chemia (Dendral),
- \* Prawo (oparte na casusach),
- \* Technika wojskowa,
- \* Ekonomia,
- \* Informatyka,
- \* Zastosowania domowe.