

Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

Wykład wprowadzający do przedmiotu

prof. dr hab. inż. Bożena Kostek
(p. 731)



bozena.kostek@pg.edu.pl

LAF/KSM WETI

Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

Organizacja zajęć



Wykład w I połowie semestru, poniedziałki, godz. 12:15-14:00, (sala NE 109)

Zaliczenie: 50% wykładu 25% seminarium 25% projekt

Projekt, poniedziałek, godz. 12:15-14 (II połowa semestru), 2 grupy

Seminarium, poniedziałek, godz. 14:15-16 (II połowa semestru), 2 grupy

Prowadzący wykład: prof. dr hab. inż. Bożena Kostek (BK) (wprowadzenie_SI@multimed.org)

dr hab. inż. Piotr Szczuko, prof. PG (PS)

dr inż. Adam Kurowski (AK), mgr inż. Tomasz Piernicki (TP)

Wprowadzenie do SI – grafik wykładów

Wprowadzenie – zakres przedmiotu i literatura. Definicje sztucznej inteligencji (SI). Cele sztucznej inteligencji. Naturalna a sztuczna SI. **BK 24.02.24**

Podstawy neuro-biologiczne sztucznej inteligencji. Anatomia układu nerwowego. Neuropsychologiczne podłoże ludzkiego poznania i działania. Odwzorowanie wybranych zdolności człowieka. Kognitywistyczne przetwarzanie informacji. Modelowanie działania mózgu. **BK 3.03.24**

Reprezentacja wiedzy. Bazy danych. Big Data. Przykłady baz danych. Eksploracja danych. Wizualizacja danych. Przetwarzanie i analiza sygnałów. Parametryzacja **BK 10.03.24**

Schemat uczenia maszynowego. Planowanie czynności i podejmowanie decyzji. Podział metod uczenia maszynowego. Sztuczne sieci neuronowe. Rodzaje sieci. Uczenie nadzorowane. Uczenie nienadzorowane **AK 17.03.25**

Wprowadzenie do SI – grafik wykładów

Metody walidacji. Miary skuteczności i metryki. Kryteria podziału. Niepewność w SI **TP** 24.03.25 (1h)
Algorytmy genetyczne. Podstawy i charakterystyka algorytmów genetycznych.
Metody selekcji, krzyżowanie, mutacja. **AK** 24.03.25 (1h)

Drzewa decyzyjne. Definicje

PS 31.03.25 (1h)

Zbiory przybliżone

PS 31.03.25 (1h)

Systemy oparte na regułach. Logika rozmyta. Wnioskowanie rozmyte: wnioskowanie

Mamdaniego i Sugeno. Przegląd zastosowań metod SI, uczenia maszynowego

BK 7.04.25

Zaliczenie

BK (14.04.25)

Seminarium – propozycje tematów

Seminarium, poniedziałek, **godz. 14:15-16 (sala NE 109)**



1. Zastosowanie SI w chorobach neurodegeneracyjnych
2. Zastosowanie SI do inteligentnego przetwarzania sygnałów EEG
3. Zastosowanie SI w opiece zdrowotnej
4. Zastosowanie SI w opiece nad starszymi osobami
5. Zastosowanie SI w automatycznej analizie zdjęć tomografii komputerowej
6. Zastosowanie SI w automatycznej analizie wyników rezonansu magnetycznego
7. Zastosowanie SI w biometrii – trzy modalności (np. wygląd twarzy, kształt dłoni, układ linii papilarnych palca)
8. Zastosowanie SI w biometrii – inne trzy modalności (np. tęczówka/siatkówka oka, geometria żył, rozkład temperatury na twarzy)
9. Zastosowanie SI w biometrii – kolejne trzy modalności (np. barwa głosu, kształt uszu, chód)

Seminarium – propozycje tematów



10. Zastosowanie SI w inteligentnym przetwarzaniu sygnału mowy (np. w kontekście patologii mowy)
11. Zastosowanie SI w inteligentnym monitoringu sensorycznym
12. Zastosowanie SI w inteligentnym monitoringu wizyjnym (np. kontekst medyczny, inteligentne miasto)
13. Bazy danych w SI
14. BIG Data w SI
15. Przygotowanie danych w SI
16. Bazy medyczne – ich specyfika, standardy, interoperacyjność, kompatybilność zapisów
17. Etyka w zastosowaniach medycznych SI
18. Etyka w SI

Seminarium – propozycje tematów



19. Etyka a działania hackerów (zagrożenia)
20. Technologie rozszerzonej rzeczywistości w medycynie – rola SI
21. Technologie społeczeństwa informacyjnego – zagrożenia społeczne (i in.)
22. Ergonomia w technologiach społeczeństwa informacyjnego - rola SI
23. Brain Computer Interfaces
24. SI w gospodarce finansowej
25. Aplikacje mobilne/webowe dla pacjentów
26. SI w gospodarce finansowej
27. ChatGPT i inne - rozmowa z botem...

Terminy wystąpień seminaryjnych wg grafiku:

https://docs.google.com/document/d/1lrLWYBz0aZa_fTDb2j01MpxeYjC0KfsYPEquXv4-eQg/edit

Projekt – **poniedziałek, g. 12:15-14** (I gr., termin: II połowa semestru), sala **NE 109**

Opis zagadnienia, środowiska: Python, Matlab, R, WEKA, C++, biblioteki

Wprowadzenie do projektu. Cele projektu (BK)

Wprowadzenie do systemu WEKA /R (KM)

Wprowadzenie do systemu Python (PS)

Wytyczne: Wybór i zapoznanie się z wybraną bazą danych medycznych i in.; Zapoznanie się z jednostką chorobową i rodzajem danych, które opisują daną chorobę

Krytyczna analiza danych zawartych w bazie; Wstępne przygotowanie danych (np. parametryzacja, normalizacja, dyskretyzacja danych, redukcja danych wybranymi metodami, np. metoda PCA (Principal Component Analysis, metoda głównych składowych));

Projekt - wytyczne



Opis zagadnienia

Podział danych na zbiory: treningowe, walidacyjne, testowe; Wybór klasyfikatora/ów (systemu, środowiska) – z uzasadnieniem (śr., algorytm)

Klasyfikacja zbioru testowego; Przedstawienie uzyskanych wyników; Analiza uzyskanych wyników (skuteczność – macierz pomyłek, analiza wyników walidacji krzyżowej, inne wskaźniki klasyfikacji i ich interpretację); Pokazanie dalszych kierunków rozwoju przygotowanego systemu wnioskowania (klasyfikacji danych medycznych) – krytyczna analiza uzyskanych wyników klasyfikacji; źródła

Przygotowanie prezentacji pptx (I cz. i II cz.), opracowanie pisemne - sprawozdanie (na podstawie prezentacji .pptx)

Literatura - przykłady

DAVY CIELEN ARNO D. B. MEYSMAN MOHAMED ALI, Introducing Data Science
BIG DATA, MACHINE LEARNING, AND MORE, USING PYTHON TOOLS,
MANNING
SHELTER ISLAND, 2016.

<http://bedford-computing.co.uk/learning/wp-content/uploads/2016/09/introducing-data-science-machine-learning-python.pdf>


Uri Eliabayev

Apr 26, 2020·4 min read

Ton J. Cleophas, Aeilko H. Zwinderman, Machine Learning in Medicine - a
Complete Overview

<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-15195-3>

Literatura - przykłady



Springer has released 65 Machine Learning and Data books for free

Springer has released hundreds of free books on a wide range of topics to the general public. The list, which includes 408 books in total, covers a wide range of scientific and technological topics. One list concerns all the books (65 in number) that are relevant to the data and Machine Learning field.

Literatura - przykłady

Among the books, you will find those dealing with the mathematical side of the domain (Algebra, Statistics, and more), along with more advanced books on Deep Learning and other advanced topics. You also could find some good books in various programming languages such as Python, R, and MATLAB, etc.

- https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_fuzzy_logic_systems.htm

<https://www.datarevenue.com/en-blog/artificial-intelligence-in-medicine>

Literatura - przykłady


The Elements of Statistical Learning - Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman

<http://bedford-computing.co.uk/learning/wp-content/uploads/2016/09/introducing-data-science-machine-learning-python.pdf>

Ton J. Cleophas, Aeilko H. Zwinderman, Machine Learning in Medicine - a Complete Overview

<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-15195-3>

Literatura - przykłady



Introductory Time Series with R

Paul S.P. Cowpertwait, Andrew V. Metcalfe


<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-0-387-88698-5>

A Beginner's Guide to R

Alain Zuur, Elena N. Ieno, Erik Meesters

<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-0-387-93837-0>

Literatura - przykłady



Introduction to Evolutionary Computing

A.E. Eiben, J.E. Smith

<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-662-44874-8>

Data Analysis

Siegmund Brandt


<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-03762-2>

Linear and Nonlinear Programming

David G. Luenberger, Yinyu Ye

<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-18842-3>

Literatura - przykłady



Data Structures and Algorithms with Python

Kent D. Lee, Steve Hubbard

<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-13072-9>

A. Kisielewicz – Sztuczna inteligencja i logika, WNT, 2015

S. Russell, P. Norvig – Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2014 (3rd ed.)

L. Rutkowski – Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, 2012

Podstawy miar jakości w klasyfikacji

- W statystyce warunek $d(u) \neq d_i$ nazywa się hipotezą zerową (ang. null hypothesis), a warunek $d(u) = d_i$ nazywa się hipotezą alternatywną.
- W praktycznych zastosowaniach przyjmuje się następującą konwencję nazewnictwa:
- w filtrach antyspamowych spam jest klasą dodatnią,
- w programach antywirusowych pliki zainfekowane są klasą dodatnią,
- w OCR wybrany znak jest klasą dodatnią
- w testach medycznych obecność wirusa jest klasą dodatnią,
- w wyszukiwaniu informacji (ang. Information Retrieval) dokumenty dotyczące zapytania są klasą dodatnią.

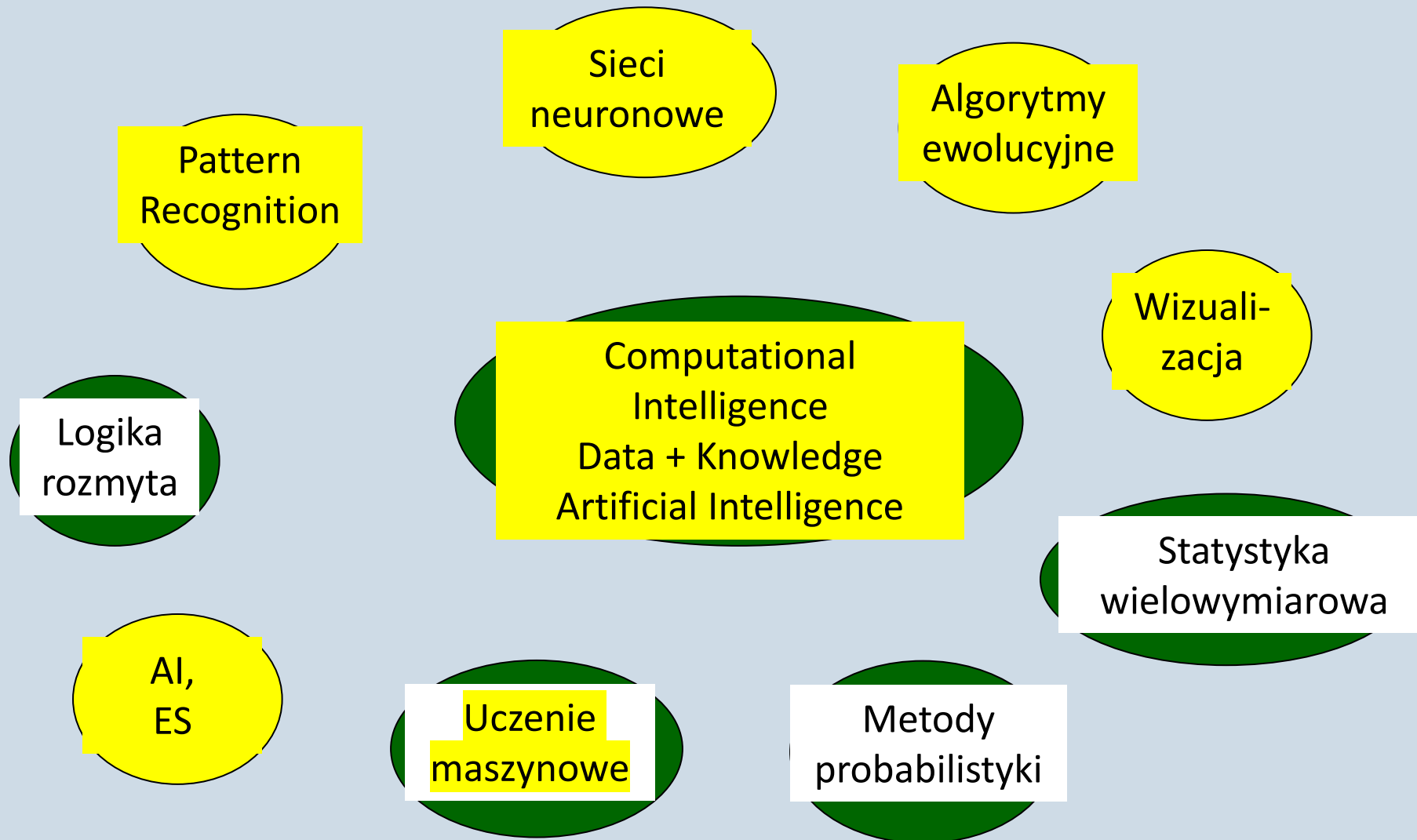
Podstawy miar jakości w klasyfikacji

- Są cztery możliwości:
- TP - Prawdziwie dodatni (ang. True positive), gdy $d(u) = d_i$ oraz $f(a_1(u), \dots, a_k(u)) = d_i$.
- TN - Prawdziwie ujemny (ang. True negative), gdy $d(u) \neq d_i$ oraz $f(a_1(u), \dots, a_k(u)) \neq d_i$.
- FP - Fałszywie dodatni (ang. False positive), gdy $d(u) \neq d_i$ oraz $f(a_1(u), \dots, a_k(u)) = d_i$. W statystyce nazywane błędem pierwszego rodzaju (ang. type I error), polegającym na odrzuceniu hipotezy zerowej, która w rzeczywistości jest prawdziwa i oznaczane symbolem α .
- FN - Fałszywie ujemny (ang. False negative), gdy $d(u) = d_i$ oraz $f(a_1(u), \dots, a_k(u)) \neq d_i$. W statystyce nazywane błędem drugiego rodzaju (ang. type II error), polegającym na nieodrzućeniu hipotezy zerowej, która jest w rzeczywistości fałszywa i oznaczane symbolem β .
- https://www.mimuw.edu.pl/~wjaworski/SU/SU04_miary_jakosci.pdf

Podstawy miar jakości w klasyfikacji

- W przypadku testów medycznych to oznacza:
 - True positive: ludzie chorzy poprawnie zdiagnozowani jako chorzy,
 - False positive: ludzie zdrowi błędnie zdiagnozowani jako chorzy,
 - True negative: ludzie zdrowi poprawnie zdiagnozowani jako ludzie,
 - False negative: ludzie chorzy błędnie zdiagnozowani jako zdrowi.
- https://www.mimuw.edu.pl/~wjaworski/SU/SU04_miary_jakosci.pdf

Inteligencja Obliczeniowa



Definicje SI na podstawie literatury

- Sztuczna inteligencja (SI), ang. *Artificial intelligence* (AI)
- AI - to dziedzina nauki zajmująca się rozwiązywaniem zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych w oparciu o modelowanie wiedzy;
- AI to nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich;
- AI to nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy, które obecnie ludzie robią lepiej (Rich & Knight, 1991);
- AI to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiającym rozumienie, wnioskowanie i działanie;

Definicje na podstawie literatury



- The exciting new effort to make computers think ... *machines with minds*, in the full literal sense. Haugeland, 1985;
- The study of mental faculties through the use of computational models. Charniak and McDermott, 1985;
- A field of study that seeks to explain and to emulate intelligent behavior in terms of computational processes. Schalkoff, 1990;
- The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better. Rich & Knight, 1991;

Definicje na podstawie literatury



Intelligence:

“the capacity to learn and solve problems” (Websters dictionary) in particular,

- *the ability to solve novel problems*
- *the ability to act rationally*

the ability to act like humans

- Artificial Intelligence

build and understand intelligent entities or agents

Definicje na podstawie literatury



Two main approaches: “engineering” versus “cognitive modeling”
“The science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs”. – According to the father of Artificial Intelligence, John McCarthy

Definicje na podstawie literatury

- A system based on **Rules** to reproduce the **Role of a Human Expert**
- **AI** to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiającym rozumienie, wnioskowanie i działanie (https://document.site/download/siwykad1-tryb-zgodnoci_pdf)
- Artificial Intelligence is the theory and development of computer systems that are able to perform tasks that would require human intelligence.
- Examples of these tasks are visual perception, speech recognition, decision making and translation between languages
- ChatGPT is an artificial intelligence (AI) chatbot that uses natural language processing to create humanlike conversational dialogue. The language model can respond to questions and compose various written content, including articles, social media posts, essays, code and emails.
<https://www.onlinegmptraining.com/ai-terms-and-definitions/>

Intelligentne zachowanie uzależnione jest od posiadanej wiedzy.

Definicje na podstawie literatury



- <https://www.cnet.com/tech/services-and-software/chatgpt-glossary-49-ai-terms-everyone-should-know/>

Definicje na podstawie literatury

- **SZTUCZNA INTELIGENCJA – OSIĄGNIĘCIA, ZAGROŻENIA, PERSPEKTYWY** (M. Kalisz)
Michał KALISZ: Sztuczna inteligencja – osiągnięcia, zagrożenia, perspektywy / *Artificial Intelligence- achievements, threats, prospects* 156 (W: Transformacje), 2020.

Powyższe, klasyczne definicje sztucznej inteligencji można podzielić na cztery kategorie w odniesieniu do sposobów jej działania i analizy faktów.

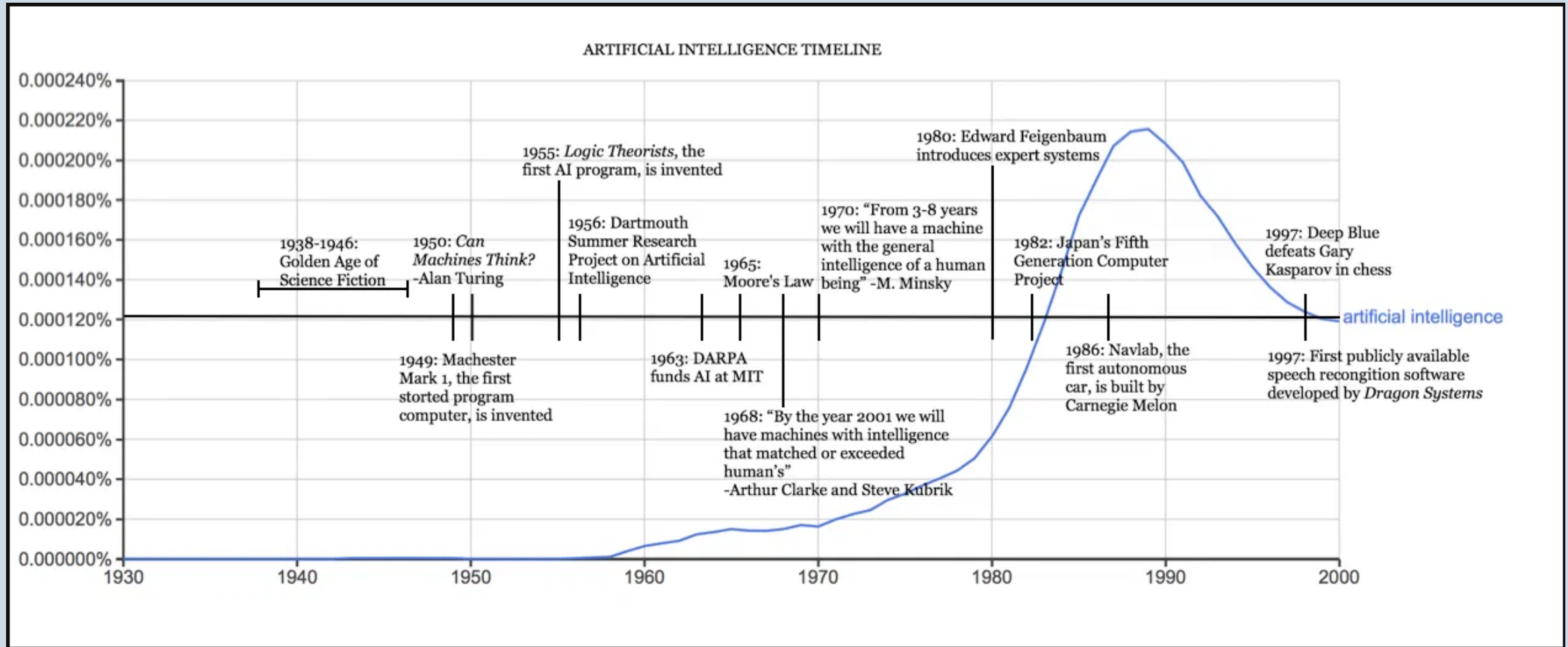
Po pierwsze AI **może myśleć, jak człowiek**. Główny problem, który pojawia się przy tej kategorii to, w jaki sposób myśli człowiek i jak zasymulować ten proces? Definicje, które można zaliczyć do tej kategorii zostały stworzone przez Haugelanda i Bellmana.

Po drugie AI **może myśleć racjonalnie**. Główne pytanie to, jak racjonalnie myśleć? Kategoria ta dotyka przede wszystkim logiki. Przedstawicielami tego stanowiska są Charniak i McDermott oraz Winston.

Po trzecie AI **może zachowywać się, jak ludzie**. Pojawia się w tym miejscu pytanie jak ludzie postępują? Pionierzy takiego podejścia to Rich i Knight oraz Kurzweil.

Po czwarte AI **może zachowywać się racjonalnie**. Nadrzędny problem to, jak działać w sposób racjonalny?

Rozwój SI w czasie



Rozwój SI w czasie



<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/The-history-of-artificial-intelligence-Complete-AI-timeline>

<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>

Definicje



- inteligencja lingwistyczna
- inteligencja osobista
 - interpersonalna
 - intrapersonalna
- inteligencja logiczno-matematyczna
- inteligencja kinestetyczna
- inteligencja muzyczna
- inteligencja przestrzenna

<https://dziecisawazne.pl/8-inteligencji-wedlug-prof-h-gardnera/>

Definicje



Intelligentne zachowanie uzależnione jest od posiadanej wiedzy (prez. Kraków W_01).

W sztucznej inteligencji przez reprezentację wiedzy rozumie się połączenie struktur danych oraz procedur interpretacyjnych operujących na tych danych. Procedury te, właściwie użyte powinny prowadzić do inteligentnego zachowania systemu.

wiedza o obiektach

wiedza o zdarzeniach

umiejętności

meta-wiedza

wierzenia (przekonania)

Definicje



(A. Banasiak)

Aspekty wykorzystania wiedzy:

- gromadzenie nowej wiedzy,
- wydobywanie z bazy wiedzy faktów dotyczących danego problemu,
- rozumowanie (wnioskowanie) przy użyciu faktów w poszukiwaniu rozwiązania.

(Banasiak)

Reprezentacje wiedzy



(A. Banasiak)

- **Gromadzenie wiedzy** polega na dodawaniu do bazy wiedzy nowych faktów. Proces ten powinien uwzględniać związki nowych faktów z już istniejącą wiedzą (klasyfikacja wiedzy) eliminując np. wielokrotne powtarzanie tych samych faktów (integracja wiedzy).
- **Wydobywanie wiedzy** nie jest zagadnieniem prostym w przypadku systemów informatycznych. Dla dużych baz wiedzy (zawierających znaczną liczbę faktów) wybór faktów koniecznych do rozwiązania danego problemu nie jest zagadnieniem łatwym. Stosuje się w tym celu np. grupowanie faktów powiązanych ze sobą (lumping).
- **Wnioskowanie** jest konieczne wówczas, gdy system nie jest w stanie wprost znaleźć rozwiązania określonego problemu. (Banasiak)

Reprezentacje wiedzy



(A. Banasiak)

- reprezentacje logiczne;
- sieci semantyczne (semantic networks), model ludzkiej pamięci (Quillian, 1968);
- reprezentacje typu (obiekt, atrybut, wartość);
- reguły produkcji, w metodzie tej bazę wiedzy stanowi zbiór faktów oraz reguł typu:

IF *warunek* **THEN** *konkluzja*

(metoda często stosowana w systemach ekspertowych);

(Banasiak)

Reprezentacje wiedzy



(A. Banasiak; prez. Kraków W_01)

Metody wnioskowania

- ramy (frames), stanowią połączenie metod deklaratywnych (w reprezentacjach deklaratywnych następuje wyraźne oddzielenie wiedzy z danej dziedziny od sposobu wykorzystania tej wiedzy w procesie wnioskowania) i proceduralnych (W podejściu proceduralnym zakłada się, że przeważającą część wiedzy o świecie stanowią informacje o procesach i działaniach.);
- zależności pojęciowe (*Conceptual Dependency*), służą do reprezentowania znaczenia zdań języka naturalnego w postaci specjalnej sieci;
- scenariusze

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wearable-technology-market>



ICT w opiece zdrowotnej



[Brain network models show promise in personalized medicine \(msn.com\)](#)

Chenfei Ye et al, Recent Progress in Brain Network Models for Medical Applications: A Review, *Health Data Science* (2024). [DOI: 10.34133/hds.0157](#)

<https://spj.science.org/doi/pdf/10.34133/hds.0157>

ICT w opiece zdrowotnej



<https://www.slideserve.com/carver/ict-in-healthcare>

Cele

- **Skanywanie,
podtrzymywanie
życia, sprzęt
sterowany
komputerowo**

- czujniki (*analogowe i cyfrowe*), mierzone dane i ich wykorzystanie
- urządzenia skanujące; MRI (*obraz rezonansu magnetycznego*); CAT (*skomputeryzowana tomografia osiowa*)
- zalety i wady urządzeń skanujących
- procedury tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania danych
- nowe i przyszłe osiągnięcia oraz ograniczenia.

Cele

- **Medyczne bazy danych**

- *prowadzenie elektronicznej dokumentacji pacjenta (EPR)*
- *systemy kodowania kreskowego i śledzenia krwi ISBT 128*
- *korzystanie z Internetu, intranetów i ekstranetów*
- *rozproszone medyczne bazy danych*
- *procedury tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania danych*
- *nowe i przyszłe osiągnięcia oraz ograniczenia.*

Cele



- **Systemy eksperckie**
 - *Sztuczna inteligencja*
 - *sieci neuronowe i sposób działania procesorów równoległych*
 - *języki oprogramowania (PROLOG, ASPRIN)*
 - *powłoki systemów eksperckich (baza wiedzy, silnik wnioskowania, interfejs użytkownika)*
 - *jak działają systemy eksperckie*
 - *medyczne zastosowania systemów eksperckich*
 - *zalety i wady systemów eksperckich.*

Medyczne systemy eksperckie

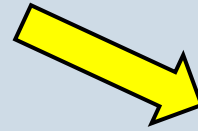


- Słowo kluczowe to: **sztuczna inteligencja**
- System oparty na **regułach** do odtwarzania **roli ludzkiego eksperta**
- Prace przy użyciu reguł:
(zasady IF-Then)

3 części systemu eksperckiego

Baza wiedzy

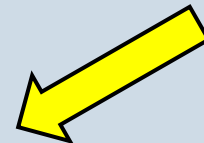
Baza danych zawierająca wszystkie fakty i wiedzę na dany temat



Silnik wnioskowania

Zestaw reguł, na których opierają się decyzje (IF-Then)

Łączy części bazy danych w jedną całość, aby odpowiedzieć na zadane pytania



Interfejs użytkownika

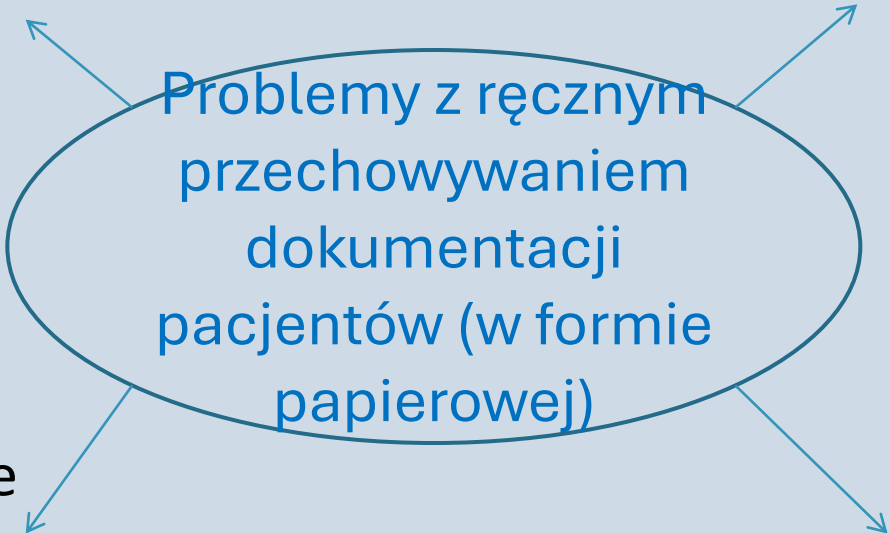
Sposób prezentacji pytań i odpowiedzi dla użytkownika

Medyczne bazy danych (ERP)

- Przedelektroniczna baza danych

Problemy z przechowywaniem:
Duża liczba plików
potrzebny

Problemy z ręcznym
przechowywaniem
dokumentacji
pacjentów (w formie
papierowej)



Tylko jedna osoba
może mieć dostęp
do danych w tym
samym czasie

Notatki odręczne niechlujne
I trudne do zrozumienia

Zaginęły
dokumenty

Medyczne bazy danych (ERP)



- Dokumentacja pacjentów przechowywana obecnie w formie elektronicznej
- Dostęp do danych może mieć więcej niż jeden pracownik medyczny w tym samym czasie
- Brak konieczności transportu plików (szybkość dostępu do danych)
- Bezpieczeństwo
- Dostęp do najnowszych informacji możliwy jest przy łóżku pacjenta (np. wyniki badań krwi)

Medyczne bazy danych (ERP)



- Dokumentacja pacjentów przechowywana obecnie w formie elektronicznej
- Dostęp do danych może mieć więcej niż jeden pracownik medyczny w tym samym czasie
- Brak konieczności transportu plików (szybkość dostępu do danych)
- Bezpieczeństwo
- Dostęp do najnowszych informacji możliwy jest przy łóżku pacjenta (np. wyniki badań krwi)

Materiały



- W prezentacji wykorzystano następujące materiały:
- (A. Michalski) <http://www.cs.put.poznan.pl/amichalski/wsi/AI1.b&w.pdf>
- A. Banasiak, https://documen.site/download/siwykad1-tryb-zgodnoci_pdf)
- (A. Nowak-Brzezińska) <http://zsi.tech.us.edu.pl/~nowak/si/start.pdf>
- <http://home.agh.edu.pl/~horzyk/lectures/ahdydsi.php>
- AI_W01.pdf
- <https://www.slideshare.net/AboulEllaHassanien/artificial-intelligence-in-biomedical-engineering-and-informatics-review-and-open-problems-135515838>

Materiały



- W prezentacji wykorzystano następujące materiały:
- <https://materiaalit.github.io/intro-to-ai-17/part1/>
- <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- <https://www.slideserve.com/carver/ict-in-healthcare>

Dziękuję za uwagę

Bożena Kostek