

Universitatea  
Politehnica  
Bucuresti  
Anul universitar  
2021-2022

Adina Magda  
Florea

# Inteligență Artificială

# Continut curs

- **Introducere în IA**
- **Rezolvarea problemelor prin căutare**
  - Căutări informate
  - Problema satisfacerii restricțiilor
  - Căutare adversarială și jocuri
- **Raționament incert**
  - Cunoștințe incerte și raționament probabilistic
  - Rețele Bayesiene
- **Introducere în învățare automată**
  - Arbori de decizie
  - Regresie liniară
  - Regresile logistică
  - Naive Bayes
- **Agenți și sisteme multi-agent**
- **Prelucrarea limbajului natural**
- **Reprezentarea cunoștințelor**
- **Planificare automată**

# Materiale curs

- A. Florea. Slide-uri curs
- S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2021 (Global Edition), <http://aima.cs.berkeley.edu/global-index.html>
- D. Poole, A. Mackworth. *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*, Cambridge University Press, 2010 – complete book online <http://artint.info/html/ArtInt.html>

# Resurse AI on-line

- <http://aima.cs.berkeley.edu>
- Laboratorul de Inteligența Artificială și Sisteme Multi-agent (AI-MAS)  
<http://aimas.cs.pub.ro/links>
- Asociația Română de Inteligență Artificială  
<http://www.aria-romania.org/>
- Tools for learning AI  
<http://www.aispace.org/index.shtml>
- Direcțiile de cercetare din IA:  
<http://aitopics.org/>

# Cursuri AI on-line

MIT Open Courseware

<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-034-artificial-intelligence-fall-2010/>

Udacity

<https://www.udacity.com/course/intro-to-artificial-intelligence--CS271>

Diferite subiecte de IA – Coursera

<https://www.coursera.org/search?query=artificial+intelligence&categories=cs-ai>

# Cerințe pentru promovare

- Participare la laborator: minimum 7 sedințe de laborator
- Minim 50% din punctajul de parcurs (laborator+teme de cas) și minim 50% din punctajul de la examenul final
- Activitate și teme de laborator
- Rezolvarea temelor de casă
- Parcurgerea materialelor obligatorii
- Examen final

## Notare

- Examen final: 40%
- Laborator 25%
- Teme de casă 25%
- Teste curs 10%



# Curs nr. 1

## Introducere în IA

# Intrebări cheie

**Este posibilă simularea  
comportamentului inteligent pe  
calculator?**

**Care este criteriul pe baza căruia se  
apreciaza inteligența unui program?**

**La ce nivel se încearca modelarea  
comportamentului inteligent?**

**Care sunt reprezentările și tehnicile  
utilizate în rezolvarea problemelor  
de inteligența artificială?**



# 1. Ce este inteligența artificială?

- Alan Turing - “Computing Machinery and Intelligence”, 1950
- Loebner prize, 1990 -...
- IA abordare simbolică
- IA abordare non-simbolică

## Definiții IA

- Inteligența artificială este studiul facultăților mentale pe baza modelelor computaționale.
- Un program inteligent este un program care manifestă o comportare similară cu aceea a omului când este confruntat cu o problemă similară. *Nu este necesar ca programul sa rezolve sau să încerce sa rezolve problema in acelasi mod in care ar rezolva-o oamenii.*
- Abilitatea de a executa sarcini și de a rezolva probleme care sunt executate și/sau rezolvate de inteligența naturala, în particular de inteligența umană

## Definiții IA

- Definiția Inteligenței Artificiale a Grupului de experți la nivel înalt pe probleme de IA al UE, 2019
- *„Sistemele de inteligență artificială (IA) sunt sisteme software (și, eventual, hardware) proiectate de oameni care au un obiectiv complex, acționează în dimensiunea fizică sau digitală, percepând mediul prin intermediul preluării datelor, prin interpretarea datelor structurate sau nestructurate colectate, prin raționament cu privire la cunoștințe sau prin prelucrarea informațiilor obținute din aceste date și prin decizii asupra celor mai bune acțiuni care trebuie întreprinse pentru a realiza obiectivul dat. Sistemele IA pot să utilizeze reguli simbolice sau să învețe un model numeric și își pot adapta comportamentul analizând modul în care mediul este afectat de acțiunile lor anterioare.”*

## 2. Caracteristicile problemelor IA

- **Generale**
- **Dinamica modelului**
- **Dificile de rezolvat (complexitatea calcului)**
- **Cunoștințe versus date**
- **Utilizarea cunoștințelor euristice**
- **Utilizarea cunoștințelor incerte**
- **Necesită raționament, inferențe**
- **Comportament autonom**
- **Adaptare/învățare**

# Inferențe

- Inferență
- Regulă de inferență
  - Consistentă (sound) vs. inconsistentă
  - Completă vs. incompletă
- Strategie de inferență (control al inferențelor)
  - Consistentă vs. inconsistentă
  - Completă vs. incompletă

# Exemple de reguli de inferență

A

Inferențe deductive

$A \rightarrow B$

---

B

frumos(mircea)

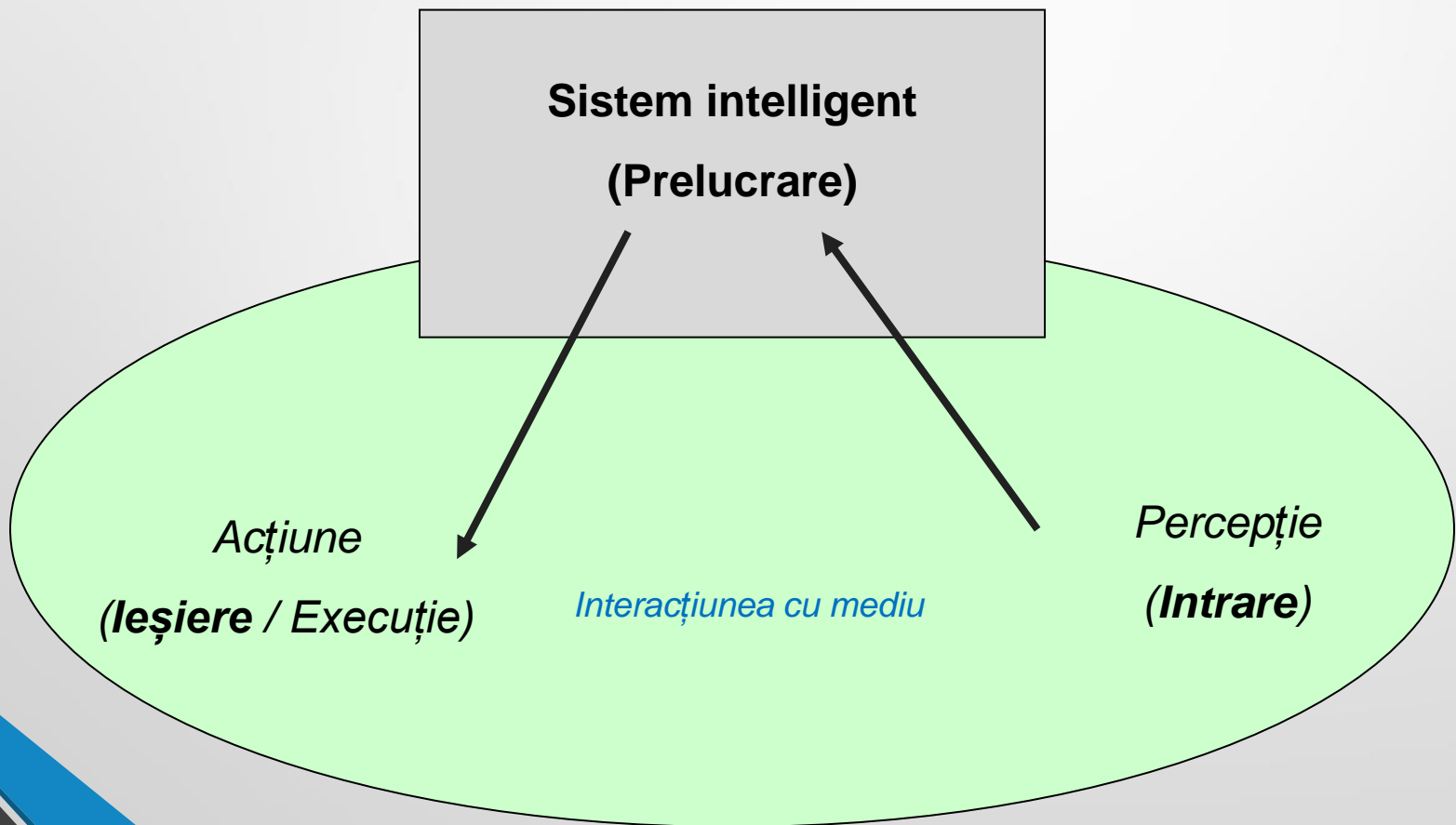
Inferențe nedeductive

frumos(dan)

---

$\forall x \text{ frumos}(x)$

### 3. Structura unui sistem IA



- Sistemele de IA pot folosi reguli simbolice sau pot învăța un model numeric și, de asemenea, își pot adapta comportamentul analizând modul în care mediul este afectat de acțiunile lor anterioare
- **Intrarea** sistemului poate fi reprezentată de videocamere, microfoane, text introdus de la tastatură sau senzori care detectează cantități fizice precum temperatura, viteza etc.
- Datele colectate pot fi structurate, adică date organizate conform unui model predefinit (de exemplu baze de date relaționale) sau date nestructurate, date care nu au o structură organizată, de exemplu, o imagine, o zonă de text sau un semnal sonor.



- Partea de **prelucrare** realizează analiza datelor și luarea deciziilor (raționament).
- Se presupune că un sistem de IA acționează, respectiv decide rațional, în sensul că ia decizia corectă pentru atingerea scopului sau rezolvarea problemei.
- Termenul de decizie nu implică neapărat totala autonomie a sistemului. Majoritatea sistemelor actuale de IA sunt semi-autonome, oferind o recomandare operatorului uman, care va fi factorul de decizie final.
- **leșirea** este răspunsul sistemului pe baza deciziilor luate
- Elementele de execuție (actuatoare) nu trebuie neapărat să fie fizice, pot fi de asemenea componente software, rezultate prezentate utilizatorului uman etc.

- Capacitățile sistemelor de IA pot fi grupate în două grupuri principale:

- **capacitatea de raționament a sistemului** - este realizată prin modele care includ reprezentarea cunoștințelor și utilizarea acestora în luarea deciziilor, planificare, căutare și optimizare.
- **capacitatea de a învăța** – este realizată prin modele cum ar fi rețele neurale, învățare profundă (*deep learning*), sisteme de suport vectoriale (SVM), metode de grupare (*clustering*), algoritmi genetici și altele.

Aceste tehnici permit unui sistem de IA să învețe cum să rezolve probleme care nu pot fi specificate cu exactitate sau pentru care metoda de rezolvare nu poate fi descrisă prin reguli de raționament simbolic.

- Un aspect important la ora actuală este acela al cuplării abordărilor de IA cu robotica.
- Robotica poate fi definită ca „**IA în acțiune în lumea fizică**” (numită și IA încorporată).
- Un robot este o mașină fizică care trebuie să facă față dinamicii, incertitudinilor și complexității lumii fizice.
- Percepția, raționamentul, acțiunea, învățarea, precum și capacitățile de interacțiune cu alte sisteme sunt, de obicei, integrate în arhitectura de control a sistemului robotizat.

## 4. Scurt istoric

- Conferința de la Dartmouth College din 1956 - primii patru mari inițiatori ai domeniului: John McCarthy, Marvin Minsky, Alen Newell si Herbert Simon.
- 1956 - 1957 A. Newell, J. Shaw si H. Simon - primul program de demonstrare automată a teoremelor, "The Logic Theorist."
- 1959 Samuel Checkers program
- Începand din 1960 apar primele programe de inteligență artificială.

# Istoric

- 1965 J. A. Robinson – rezoluția
- 1965 – DENDRAL - J. Lederberg si E. Feigenbaum. - sistem expert capabil să sintetizeze structura moleculelor organice pe baza formulelor chimice și a spectogramelor de masă
- 1959 - Limbajul Lisp (LISt Processing) - John McCarthy (Dartmouth College)
- 1972 - Limbajul Prolog (PROgrammation et LOGique) - Alain Colmerauer (universitatea Marseille-Aix)
- 1983 - Smalltalk - Goldberg, Robson

# Istoric

- Anii '70 – importanța cunoștințelor
- **Sisteme bazate pe cunoștințe**
- **Ingineria cunoștințelor**
- Sistemul MYCIN - Buchanan, Shortliffe - sistem expert pentru diagnosticarea infecțiilor bacteriene ale sângelui, Stanford University - '74-'75
- Sisteme expert
- Sisteme cadru pentru dezvoltarea sistemelor expert

# Istoric

- Anii '80-'90 – dezamăgire
- Anii '90-'00 – relansare IA
- **IA distribuită**
- **Agenți inteligenți**
- **Sisteme multi-agent**
- Anii '90-'00 - apariția învățării profunde
- **Anii 2010 – 2021-** din ce în ce mai multe sisteme sau componente – inteligente

# Istoric

## Deep learning

- 1989 – CNN cu backpropagation (Yann LeCun)
- 1997 – LSTM (Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber)
- 2006 – Deep Belief Networks (Geoffrey Hinton, Ruslan Salakhutdinov)
- 2008 – use of GPU pentru DNN
- 2009 – ImageNet (Fei-Fei Li)



## Deep learning

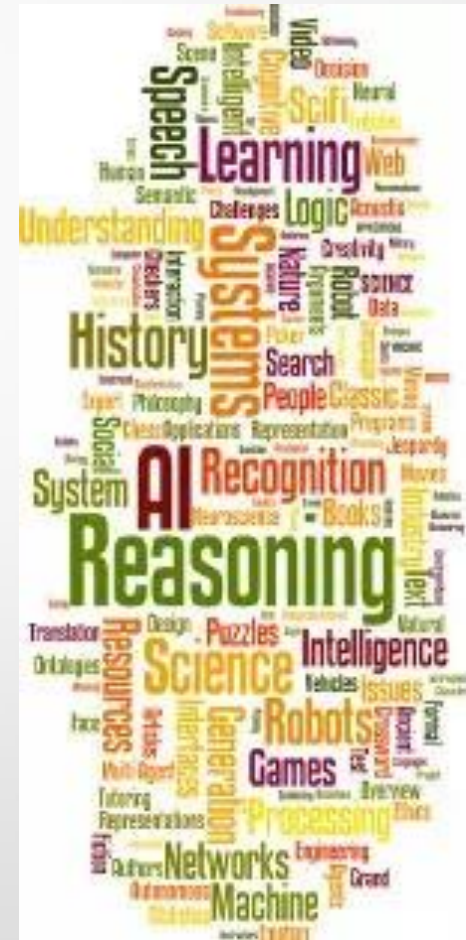
- 2011 Andrew Ng, Google Brain -Rețea neurală antrenată cu algoritmi deep learning – recunoașterea conceptelor cum ar fi pisica pe baza video din YouTube
- Yann LeCun, Facebook - deep learning pentru identificarea fețelor și a obiectelor în 350 milioane de fotografii încărcate pe Facebook
- 2012 – AlexNet – CNN pt ImageNet (Alex Krizhevsky)
- 2014 – GAN (Ian Goodfellow)

# Actual

- Machine learning
- Combinare simbolic cu non-simbolic
- IA omniprezentă
- Strong AI

## 5. Domeniile IA

- Învățare automată
- Vedere computerizată
- Înțelegerea limbajului natural
- Sinteza automată a vorbirii
- Reprezentarea cunoștințelor
- Raționament automat
- Rezolvarea problemelor prin căutare
- Agenți inteligenți și sisteme multi-agent
- Robotică
- Demonstrarea automată a teoremelor
- Expertiză: inginerie, medicină, analiză financiară, sisteme de suport a deciziei, predicție, etc.



# 6. Aplicații

## Chatbots

Alice agent (bot)

[A. L. I. C. E. The Artificial Linguistic Internet Computer Entity](#)



# Chatbots

Siri, Alexa

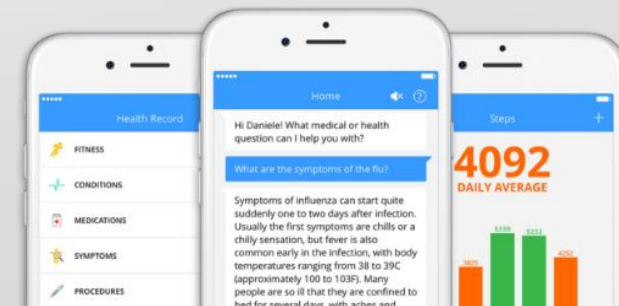
Endurance: A Companion for Dementia Patients

Casper: Helping Insomniacs Get Through the Night

Disney: Solving Crimes with Fictional Characters

UNICEF: Helping Marginalized Communities Be Heard

MedWhat: Making Medical Diagnoses Faster



# Jocuri

- In 1997 super-computerul *Deep Blue* l-a învins pe campionul de șah Gary Kasparov.
- Actual, calculatoarele pot juca șah mai bine decât orice campion

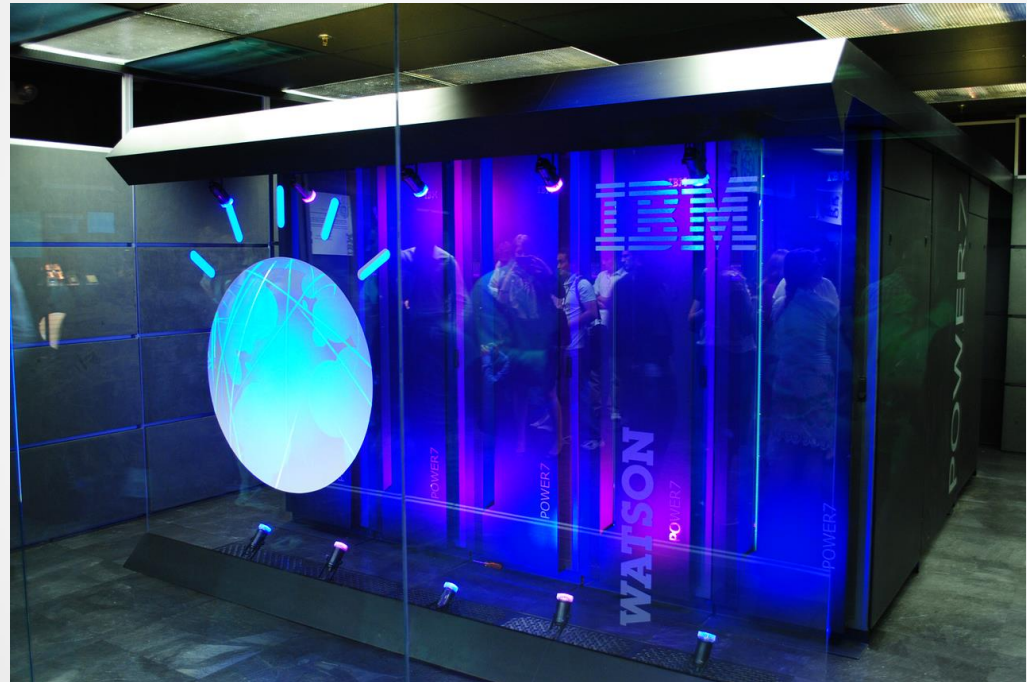




- 2016 – AlphaGo (DeepMind) – învinge un campion profesional al jocului de Go (Lee Sedol)



# Watson

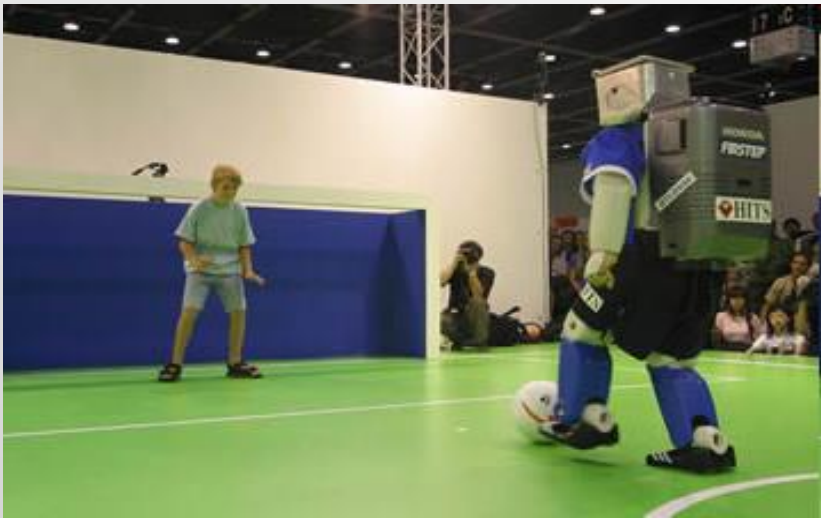


- **Watson**
- Proiectul IBM DeepQA
- Întrebări în limbaj natural pentru quiz show *Jeopardy*
- În 2011, Watson a concurat cu Brad Rutter and Ken Jennings și a obținut locul I - \$1 million.
- 200 milioane de pagini, 4 terabytes de disc



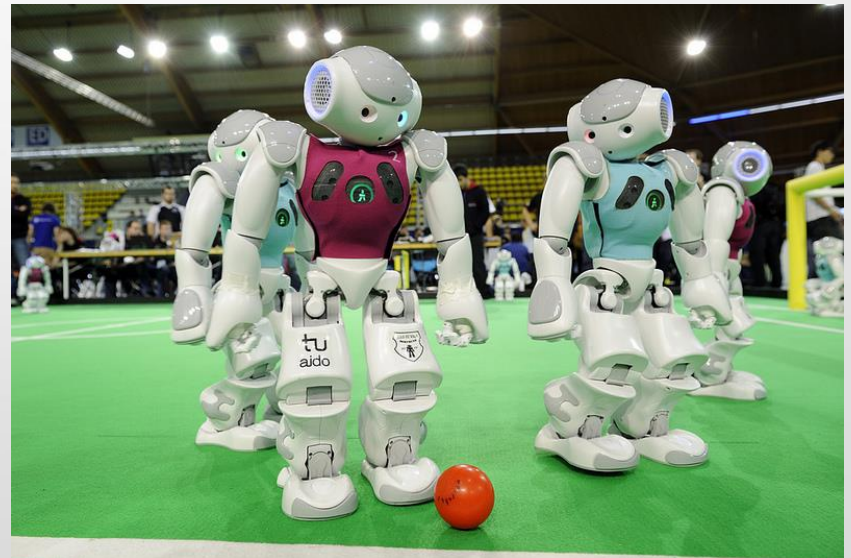
- **\$400** : With much "Gravity", this young fellow of Trinity became the Lucasian Professor of Mathematics in 1669
- **\$400** : Some hedgehogs enter periods of torpor; the Western European species spends the winter in this dormant condition
- **\$400** : This title gal, "Children at your feet, wonder how you manage to make ends meet"
- **\$800** : The first flight takes place at Kitty Hawk & baseball's first World Series is played

# Competiția Robocup

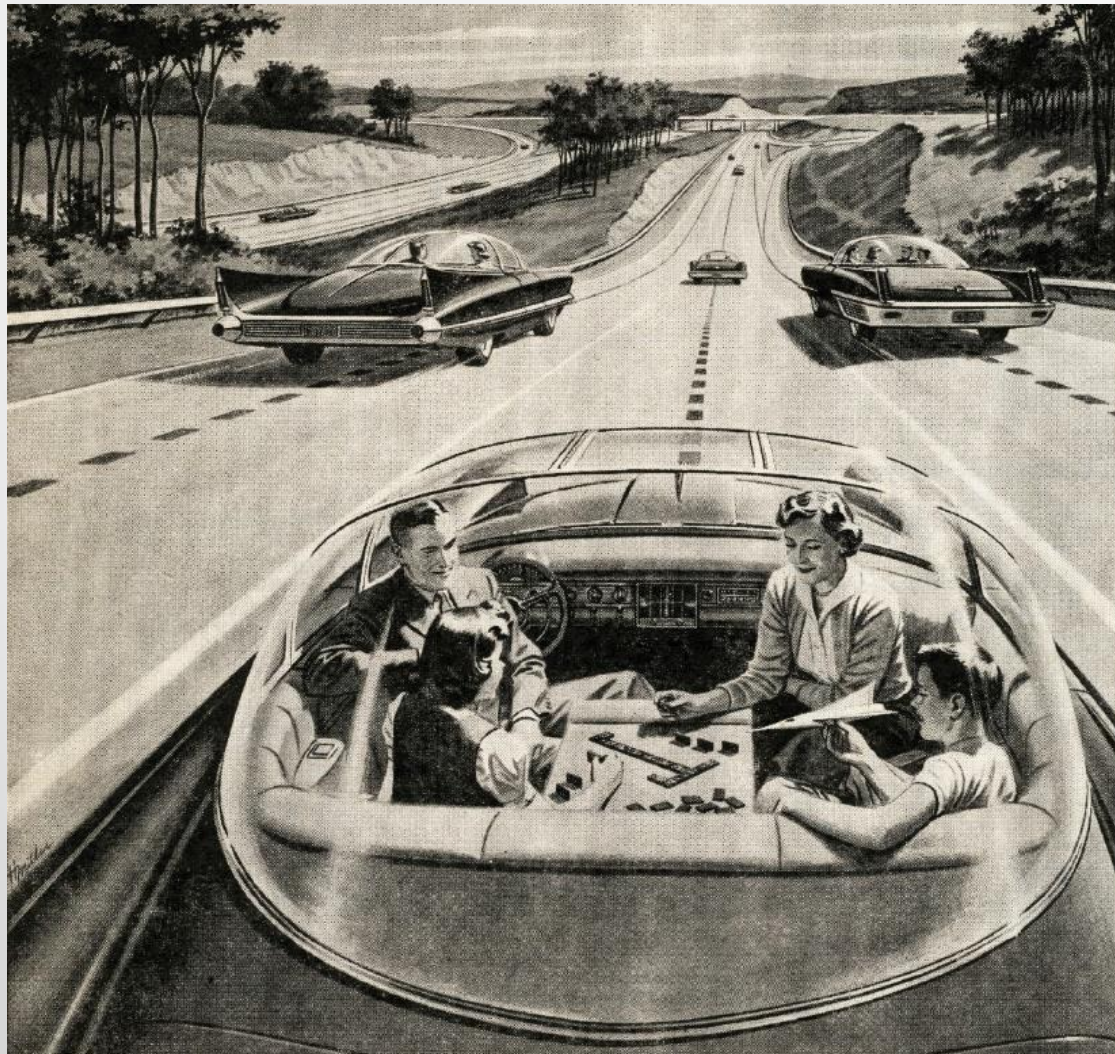


Can football-playing robots beat the World Cup winners by 2050?

<https://www.robocup.org/>



# Maşini autonome





## DARPA Grand Challenge 2004, 2005

## DARPA Urban Challenge 2007



## 2012 – DARPA Robotics Challenge

## 2018-2021 – DARPA Subterranean Challenge

General Motors, Uber, Waymo, Toyota, Honda, Tesla

Waymo – 20 mil mile

General Motor Cruise – ½ mil mile

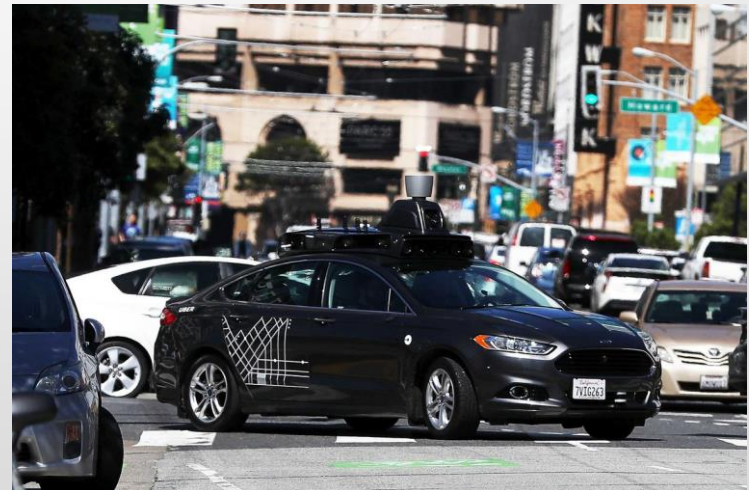
Accidente 2018: Uber, Tesla



Waymo, 2017



Google, 2015



Uber, San Francisco, 2017

**Nvidia self-driving chip Xavier**

**General Motors Cruise**

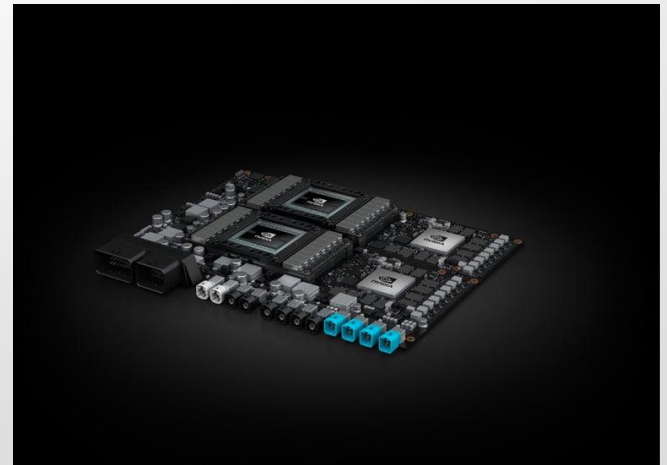
**MIT + Stanford + Toyota**

**Volkswagen**

**Bosch + Daimler**



General Motors' Cruise, San Francisco 2020



Xavier, 2018

# AutoDrive, UPB, AIMAS

[https://drive.google.com/drive/folders/1puo\\_naqv61Rx7jLTekZeuORE3LPuSww](https://drive.google.com/drive/folders/1puo_naqv61Rx7jLTekZeuORE3LPuSww)

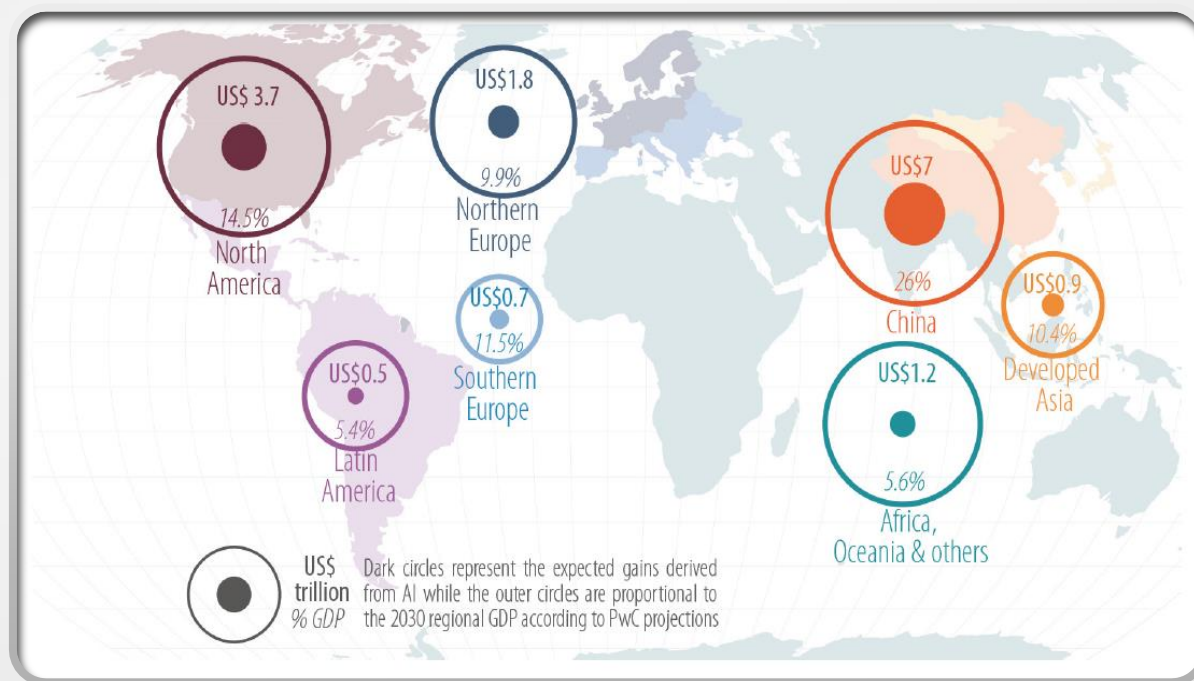
## 7. Impactul Inteligenței Artificiale

- Majoritatea studiilor a subliniat faptul că Inteligența Artificială va avea un ***impact economic și social*** semnificativ la nivel global

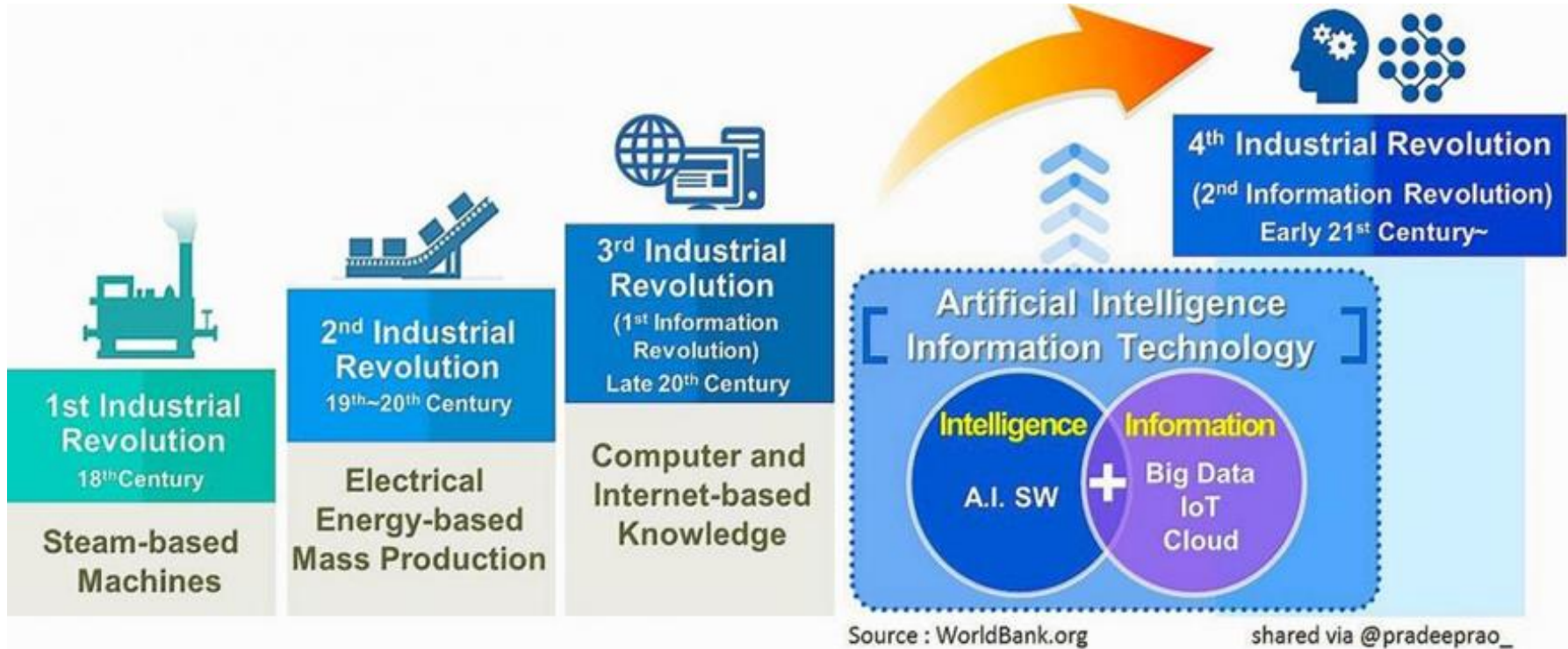


# Impactul Inteligenței Artificiale

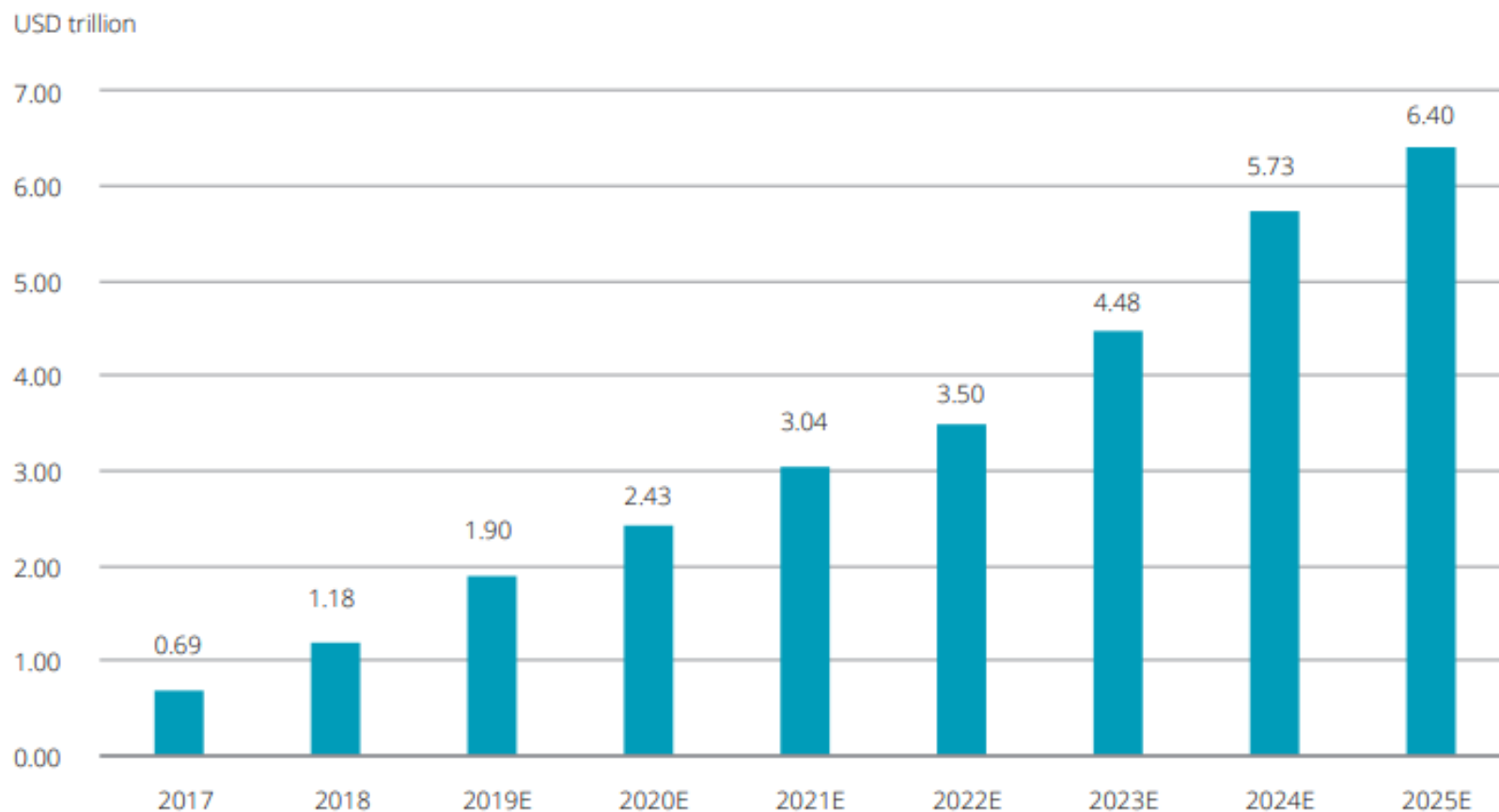
Un studiu al PricewaterhouseCoopers din 2019 estimează că PIB-ul global ar putea crește cu până la 14% până în 2030 ca rezultat al introducerii tehnologiei IA, în special pe baza cantității imense de date care se produce, de exemplu datele care se vor produce prin răspândirea pe scară largă a IoT



Estimarea câștigului pe baza introducerii IA în economie în diferite regiuni ale globului (Sursă: The macroeconomic impact of artificial intelligence, PricewaterhouseCoopers, 2018)

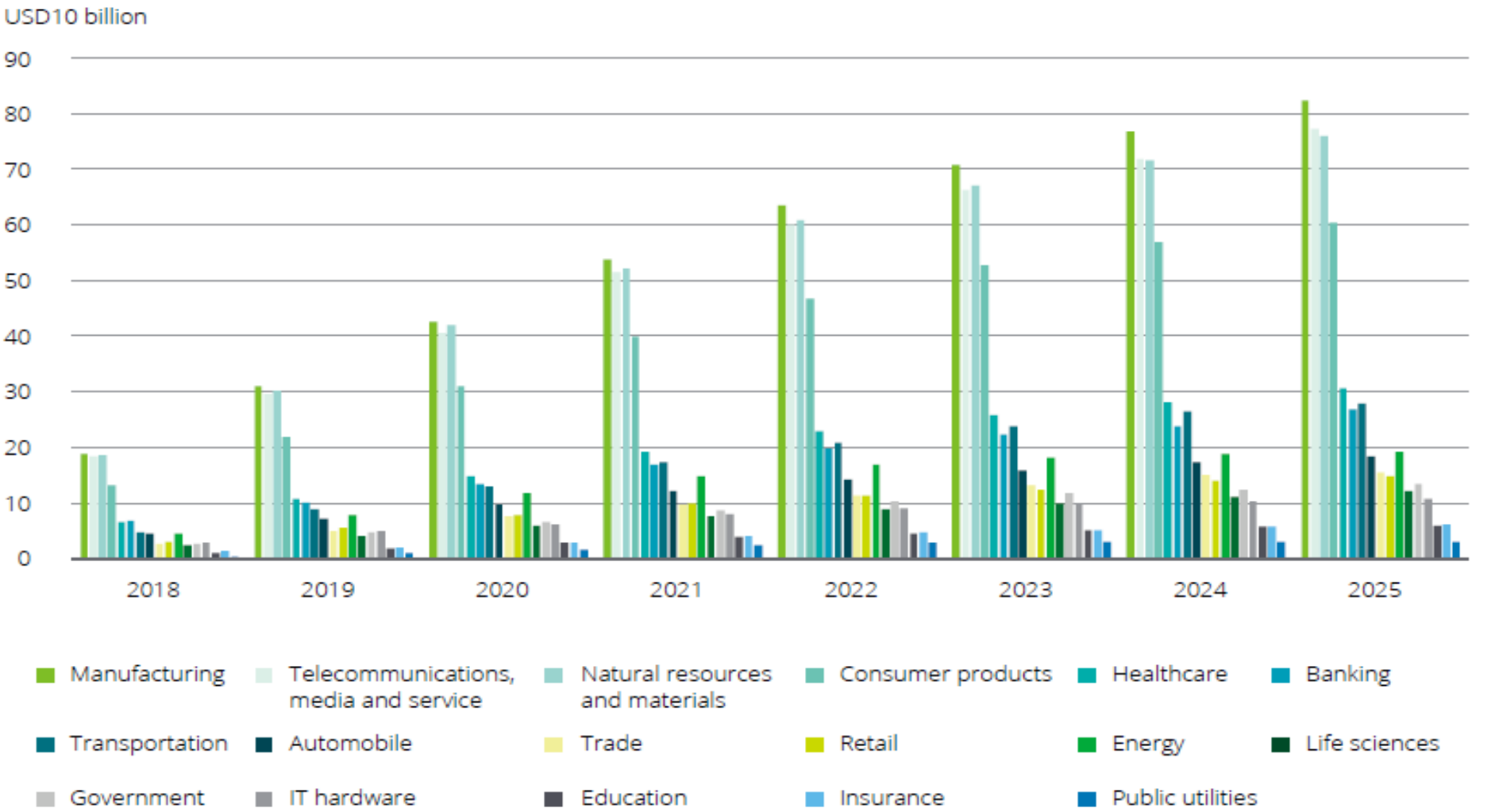


Conectivitatea, disponibilitatea informației și inteligența artificială – a patra revoluție industrială (conform [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org))



Source: Deloitte Research

Evoluția cifrei de afaceri a pieței mondiale de Inteligență Artificială  
Conform Deloitte Research (2019)



Source: Gartner

Cifra de afaceri pentru aplicațiile de IA în funcție de industrie  
conform Deloitte Research (2019)

# Leaderi din industrie creează un parteneriat pentru IA

- Amazon, DeepMind/Google, Facebook, IBM și Microsoft au creat o organizație non-profit pentru a promova înțelegerea tehnologiilor IA de către marele public și pentru a formula bune practici și oportunități în domeniul IA
- Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society

<https://www.partnershiponai.org/>

# Inițiative ale Uniunii Europene

- **EU Declaration on Cooperation in Artificial Intelligence, 2018**

<https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/community/digitranscope/document/eu-declaration-cooperation-artificial-intelligence>

- **White Paper on Artificial Intelligence: A European approach focused on excellence and trust, 2020**

[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf)

- **Confederation of EU AI laboratories**

<https://claire-ai.org/>

- **EU-Robotics**

<https://www.eu-robotics.net/>