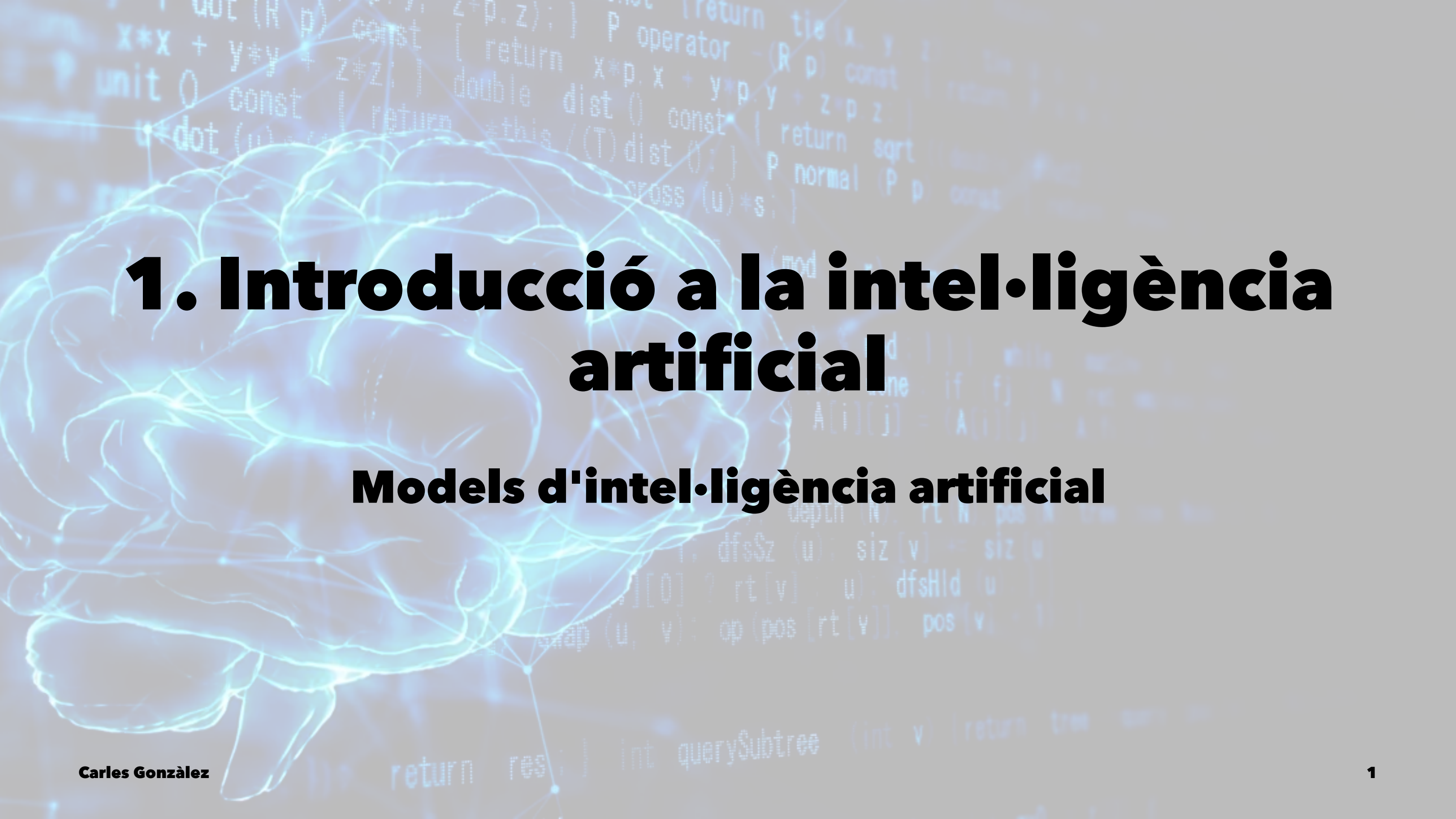




1. Introducció a la intel·ligència artificial

Models d'intel·ligència artificial

Què és la intel·ligència artificial?

Intel·ligència

La intel·ligència és la capacitat d'aprendre, comprendre i resoldre problemes.

Intel·ligència artificial

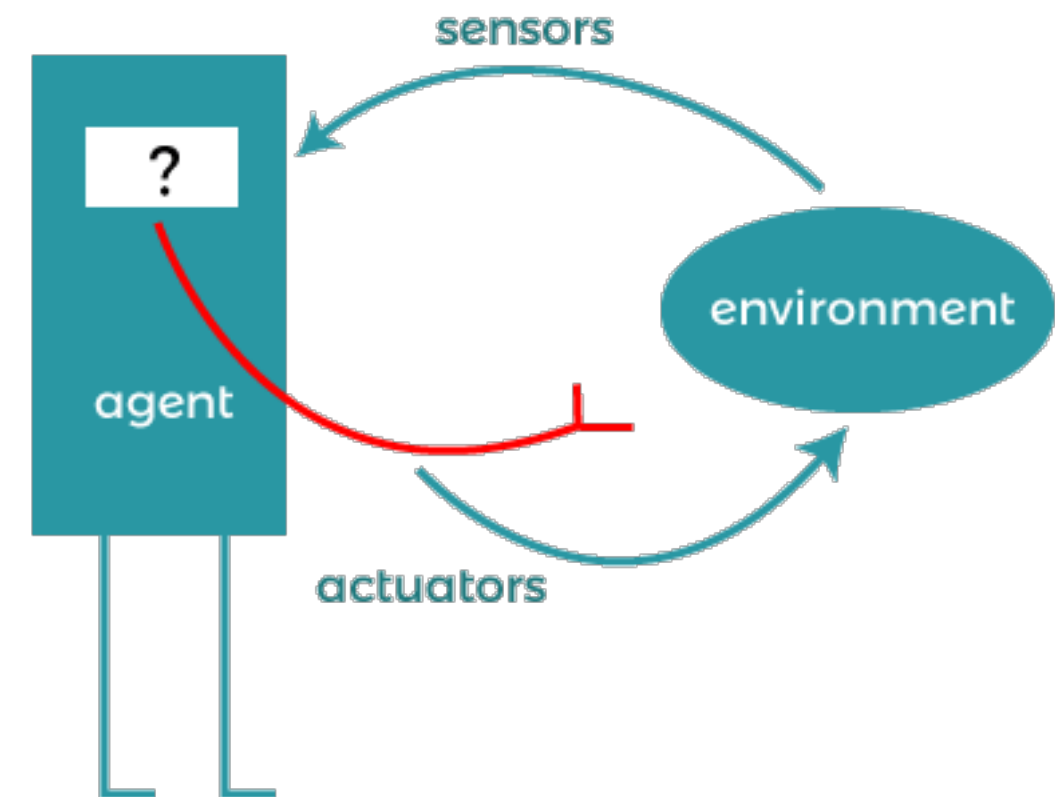
La intel·ligència artificial és la intel·ligència exhibida per màquines.

Màquina intel·ligent

Una màquina intel·ligent és un sistema que pot percebre el seu entorn i prendre accions que maximitzen les seves possibilitats d'èxit en un objectiu.

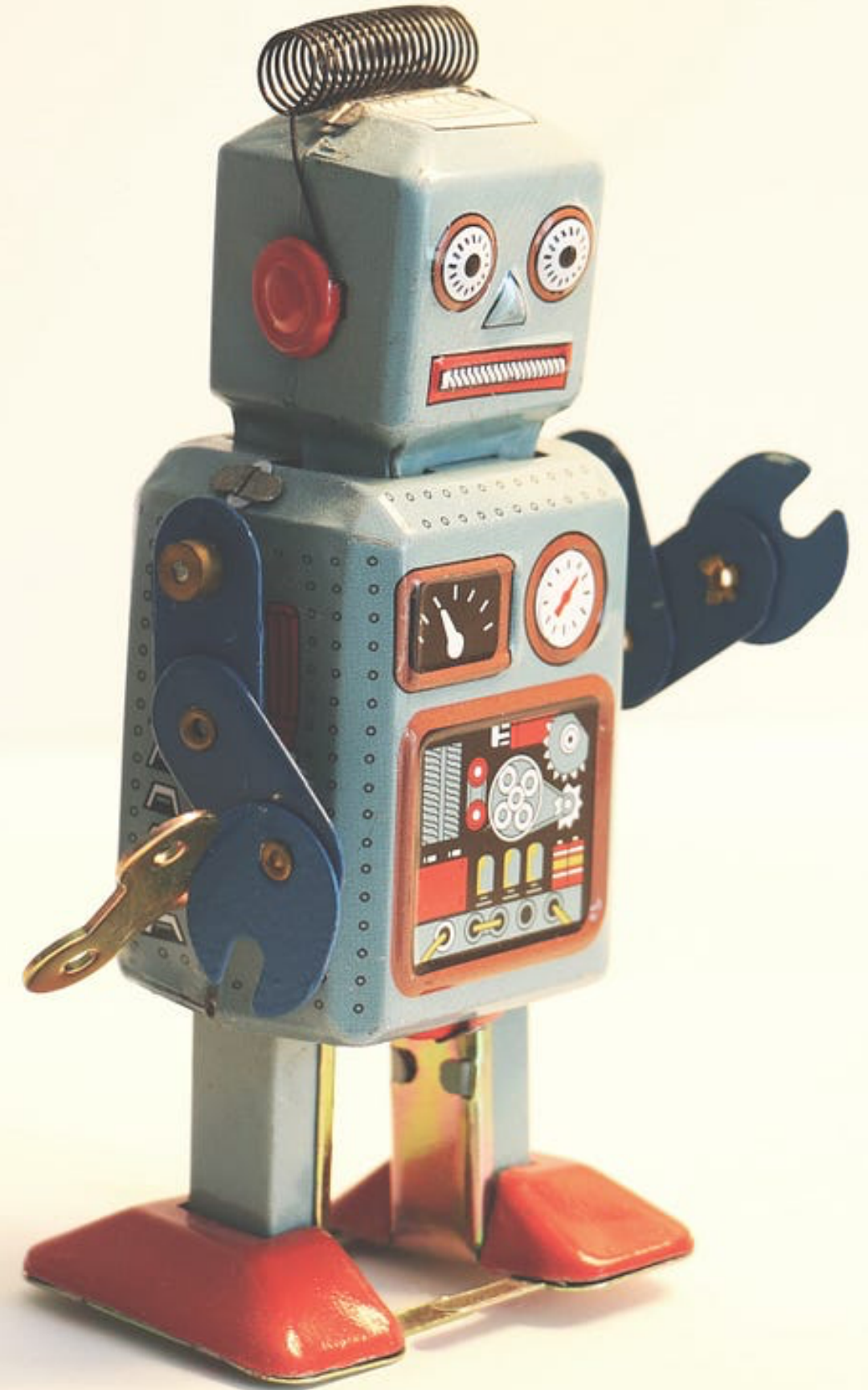
Agents intel·ligents (I)

- Un **agent** percep el seu entorn mitjançant **sensors** i actua sobre ell mitjançant **actuadors**.
- Un **agent intel·ligent** és un agent que actua de forma intel·ligent.
- **Actuar de forma intel·ligent:** Actuar de forma que maximitza les seves possibilitats d'èxit en un objectiu.
- **Objectiu:** Una funció que mesura el rendiment de l'agent en un entorn.



Agents intel·ligents (II)

- L'assignatura tracta sobre la **construcció d'agents intel·ligents**.
- Veurem:
 - Diferents **tècniques** per a construir agents intel·ligents.
 - Els seus **avantatges i inconvenients**.
 - Els seus **camps d'aplicació**.
 - Els seus **riscos i reptes ètics**.





Una mica d'història

1950: Alan Turing

- La prova de Turing és una proposta de test per a la intel·ligència d'una màquina
- La va proposar Alan Turing el 1950 en el seu article "*Computing Machinery and Intelligence*".
- L'objectiu de la prova és determinar *si una màquina pot pensar*.



El test

- Un humà, aïllat en una habitació, ha de mantenir una conversa escrita amb **dues persones, una humana i una màquina**.
- Si l'humà *no pot distingir* entre les dues, la màquina es **considera que pensa**.

TURING TEST EXTRA CREDIT:
CONVINCE THE EXAMINER
THAT HE'S A COMPUTER.

YOU KNOW, YOU MAKE
SOME REALLY GOOD POINTS.

I'M ... NOT EVEN SURE
WHO I AM ANYMORE.



La pregunta de Turing

Poden pensar les màquines?:

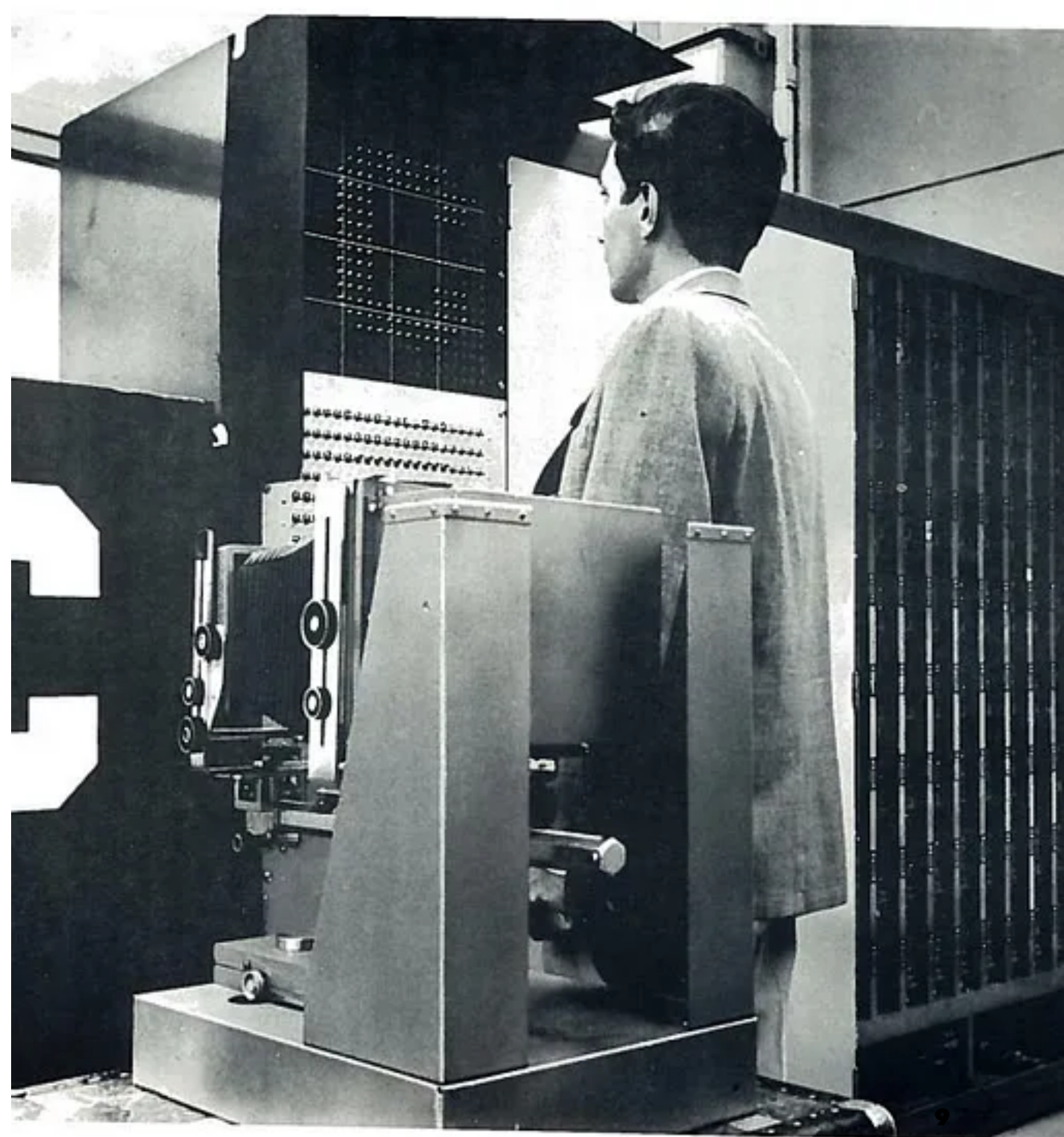
La pregunta de si les màquines poden pensar és massa vaga, i hauria de ser reemplaçada per una altra pregunta que pugui ser contestada per mitjà d'un sí o un no, que tingui una significació precisa.

Poden les màquines fer el que els humans poden fer?:

Aquesta nova pregunta té l'avantatge que és possible contestar-la definitivament i que molts arguments que s'han fet per contestar la pregunta original poden ser reutilitzats. __

1956 - 1974: Els inicis

- **1956:** *John McCarthy* - La conferència de Dartmouth. El naixement de la IA.
- **1957:** *Herbert Simon* - "En 10 anys el campió mundial d'escacs serà una màquina"
- **1958:** *Frank Rosenblatt* - El perceptró
- **1967:** *Marvin Minsky* - "En una generació, el problema de la IA estarà resolt"



THE MARK I PERCEPTRON

1974 - 1993: Hi ha esperança?

- **1974-1980:** Pocs avenços, desencantament i crisi de finançament (AI Winter)
- **Principis dels 80:** Apareixen els sistemes experts
- **1982 - 1992:** Projecte Japonès de la 5a generació
- **1987-1993:** Els sistemes experts fracassen. (II AI Winter)



1997: Deep Blue

- Deep Blue guanya a Kasparov, el campió mundial d'escacs.
- Els sistemes experts són capaços de superar a humans en tasques específiques.
- Després de la victòria, IBM desmantella el projecte.
- **Els sistemes experts no són capaços de superar a humans en tasques generals.**



2002: Roomba

- Roomba va ser el primer robot domèstic comercialitzat.
- És capaç de netejar una habitació sense cap mena d'ajuda humana.
- Detecta obstacles i els evita, i torna a la seva base quan s'acaba la bateria.
- **El 2017, Roomba va vendre més de 20 milions d'unitats.**



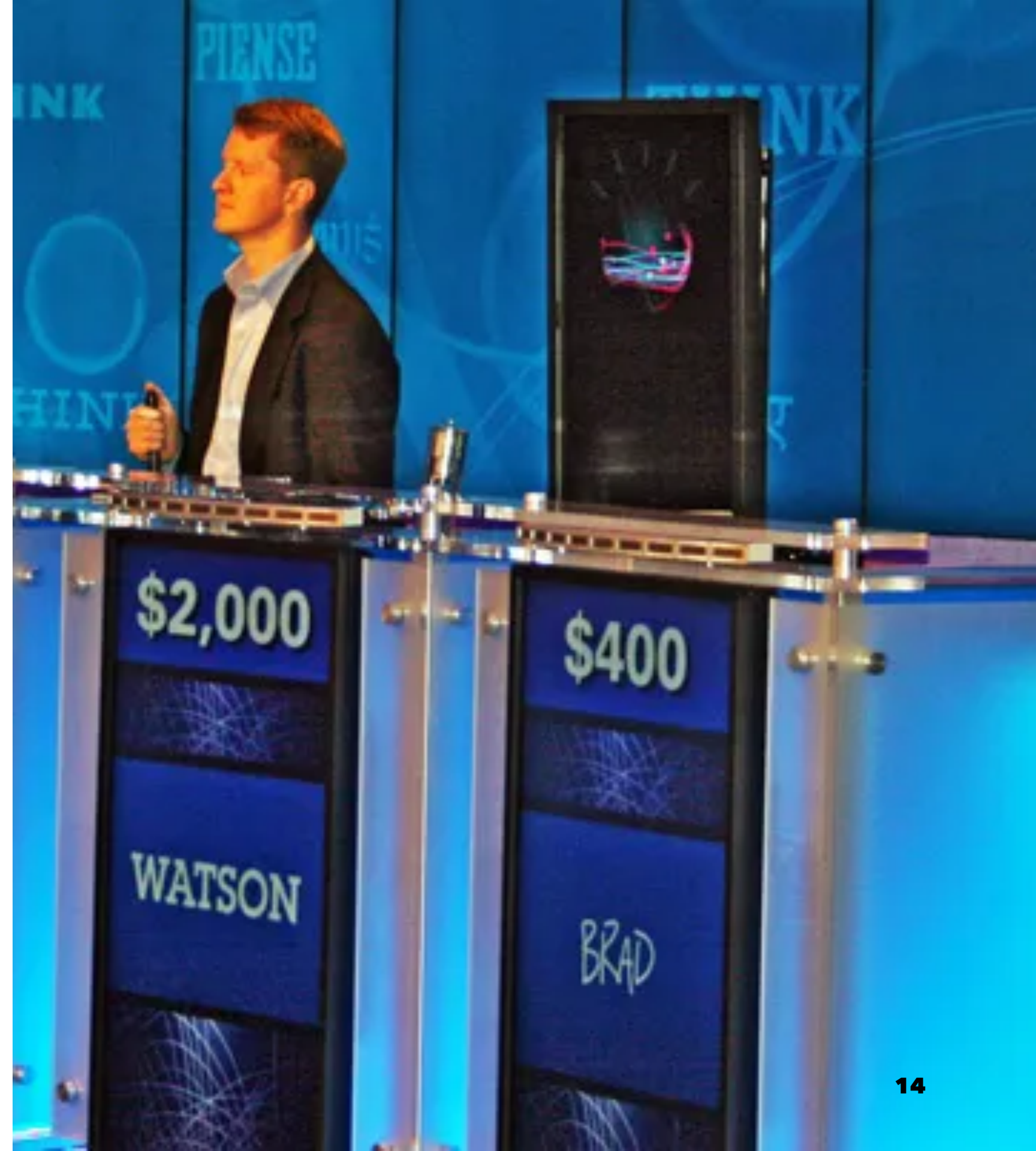
2005: DARPA Grand Challenge

- Després de 4 anys de preparació, el 2004 es va celebrar la primera edició del DARPA Grand Challenge.
- Els participants havien de construir un vehicle autònom capaç de recórrer 240 km per un terreny desèrtic.
- Els vehicles havien de ser capaços de prendre decisions sense cap mena d'ajuda humana.
- Els 15 equips participants no van ser capaços de completar el recorregut.
- **El 2005, 5 equips van completar el recorregut.**



2011: Watson

- Watson guanya a Jeopardy, un concurs de preguntes i respostes
- Va guanyar 1 milió de dòlars, que va donar a caritat.
- Watson és capaç de processar llenguatge natural i respondre preguntes.
- Va superar a dos dels millors jugadors de Jeopardy, que havien guanyat més de 3 milions de dòlars.



2016: AlphaGo

- AlphaGo guanya a Lee Sedol, un dels millors jugadors de Go.
- El Go és un joc de tauler molt més complex que els escacs; fins aleshores, es considerava impossible de resoldre.
- El moviment 37 de la partida 2 va sorprendre a tots els experts. AlphaGo va fer un moviment mai vist i que va acabar guanyant la partida.



AlphaGo

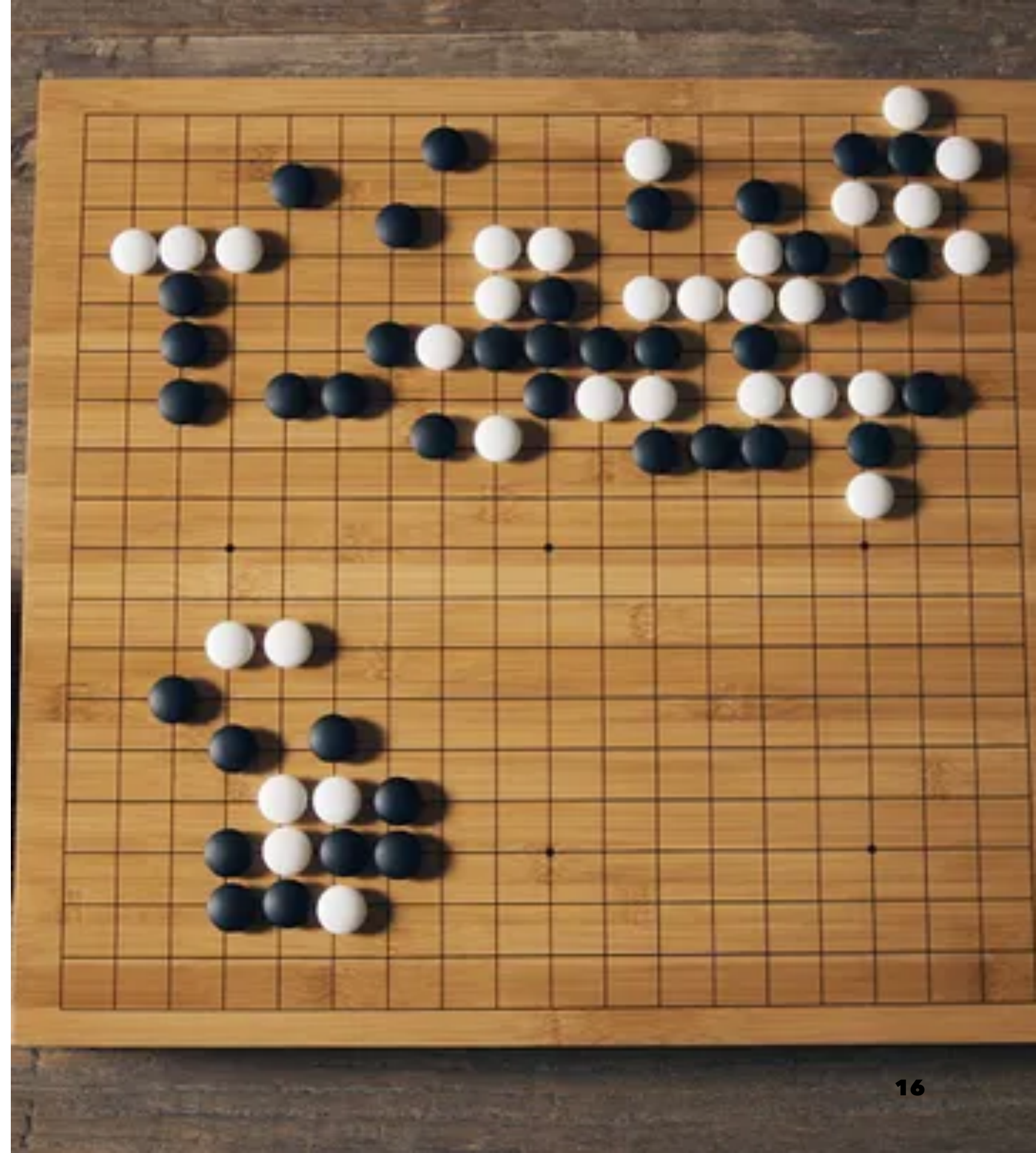


Lee Sedol



2017: AlphaGo Zero

- AlphaGo Zero és capaç de jugar a Go sense cap mena d'informació sobre les regles.
- Apren a jugar a Go jugant contra si mateix.
- AlphaGo Zero va ser capaç de superar a AlphaGo amb només 3 dies d'entrenament.



2020: GPT-3

- Forma part de la família de GPT-2, un model de llenguatge basat en xarxes neuronals.
- Algunes de les aplicacions de GPT-3:
 - Generar textos a partir d'un text d'entrada.
 - Traduir textos a un altre idioma.
 - Contestar preguntes.
 - Programar a partir de descripcions textuais.



2021: DALL·E

- DALL·E és capaç de generar imatges a partir d'una descripció textual.
- Funciona de forma similar a GPT-3, però en comptes de generar text, genera imatges.
- Disposa d'una base de dades de 12GB d'imatges i textos.



2022: GPT-4

- Al igual que GPT-3, GPT-4 és un model de llenguatge basat en l'arquitectura transformer.
- GPT-4 utilitza 10 bilions de paràmetres, 100 vegades més que GPT-3.
- És capaç de generar textos, imatges, codi, música, etc.



- GPT-4 -

Situació actual

- Els avenços en IA són constants.
- La IA està present en molts aspectes de la nostra vida.
- És una tecnologia amb moltes aplicacions...
- ... amb molts riscos.
- ... i amb reptes ètics i morals per resoldre.

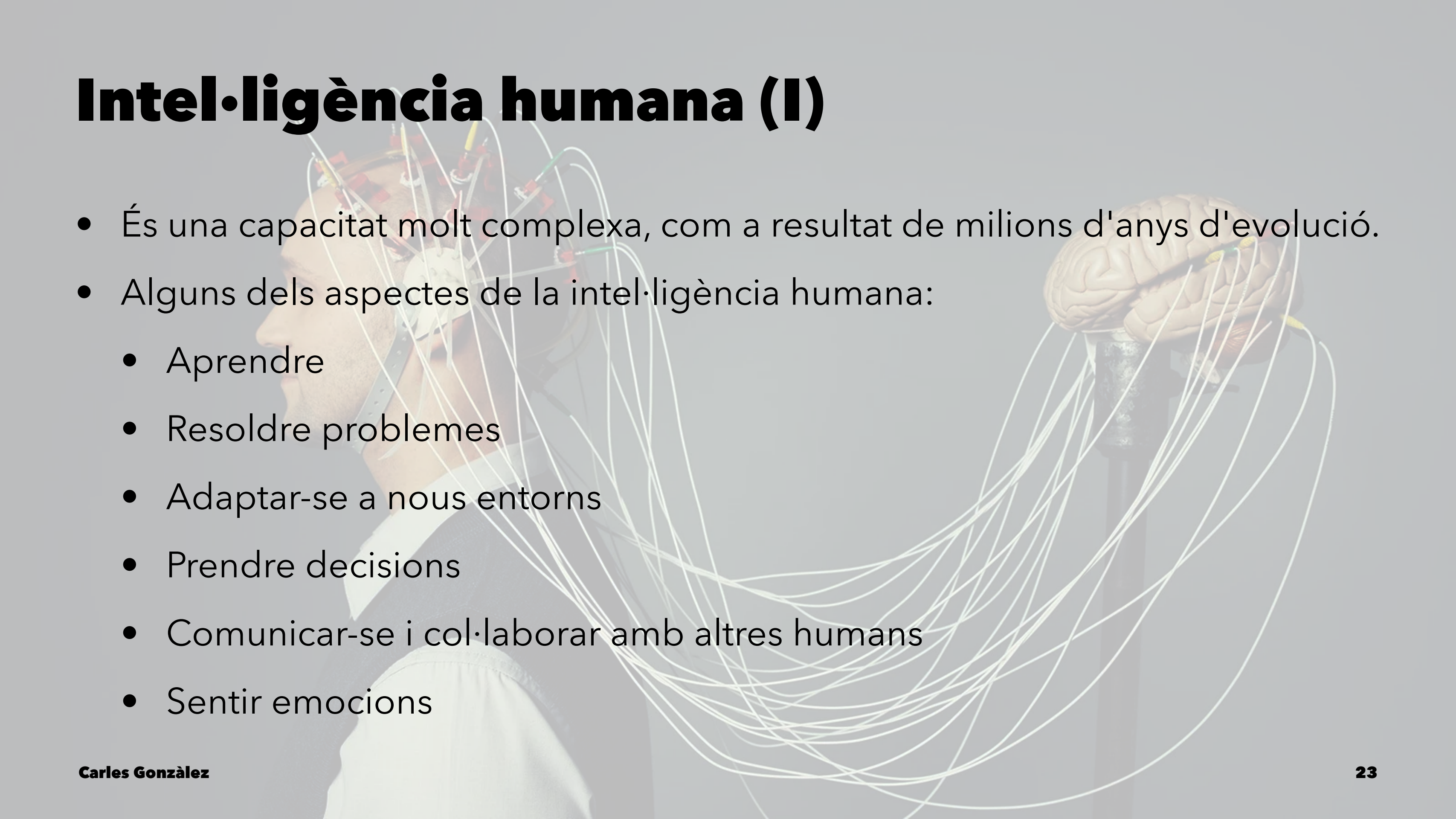
Mon laboral

- Els avenços en IA estan transformant el mercat laboral.
- La IA està substituint a humans en moltes tasques.
- Al mateix temps, la IA està creant nous llocs de treball.
- Aquest és un procés que no s'aturarà i, per tant, cal adaptar-se.
- Intentarem que aquest curs us ajudi a millorar la vostra ocupabilitat en aquest nou mercat laboral.



Tenim ja una màquina intel·ligent?

Intel·ligència humana (I)

The background of the slide features a composite image. On the left, a person's head is shown in profile, wearing a headband with several EEG electrodes and a network of white wires. On the right, a 3D model of a human brain is displayed, with numerous thin white lines representing neural connections or data pathways extending from it across the slide.

- És una capacitat molt complexa, com a resultat de milions d'anys d'evolució.
- Alguns dels aspectes de la intel·ligència humana:
 - Aprendre
 - Resoldre problemes
 - Adaptar-se a nous entorns
 - Prendre decisions
 - Comunicar-se i col·laborar amb altres humans
 - Sentir emocions

Intel·ligència humana (II)

- La intel·ligència humana és molt més que la suma de les seves parts.
- Encara sabem molt poc sobre com funciona.
- Turing va proposar que és el resultat de la interacció entre molts processos simples.
- Aquesta és la idea que ha inspirat el disseny de molts algoritmes d'IA.
- Però, **és suficient per a crear una màquina intel·ligent?**

Intel·ligència computacional

- *La intel·ligència artificial intenta entendre i modelar la intel·ligència humana com a un procés computacional.*
- Així, intentem construir sistemes **la computació dels quals** aconseguixi o s'aproximi a una noció desitjada d' intel·ligència.
- Per tant, la IA és part de la **Ciència de la Computació**.



I. computacional vs. I. humana

Intel·ligència humana

Intel·ligència computacional

Biològica

Computacional

General

Específica

Conscient

Inconscient

Emocional

Racional

Adaptativa

Estàtica

Evolutiva

Dissenyada

Tipus d'intel·ligència artificial

- **IA feble:** La IA és capaç de superar a humans en tasques específiques.
 - No significa que no siga potent.
 - Alguns experts prefereixen el nom **IA estreta**
- **IA forta:** La IA és capaç de superar a humans en tasques generals.
 - També es coneix com **IA general** o **AGI** (artificial general intelligence).
 - Es comportaria com un humà en qualsevol situació, generalitzant el seu coneixement.
 - No existeix encara (tal vegada per sort - singularitat tecnològica).

Racionalitat



- Els humans *no sempre prenen les millors decisions*; l'IA pot ajudar-nos en aquestes tasques.
- **Però, què és una decisió racional?**
 - Una decisió racional és aquella que **maximitza la probabilitat** d'aconseguir un objectiu.
 - Per tant, entendrem que una màquina **intel·ligent** és aquella que **pren decisions racionals**.



Paradigmes de la IA

Definicions

- **Paradigma:** Enfoca la resolució de problemes des d'un punt de vista concret.
- **Paradigma de la IA:** Model o patró que serveix de referència per a imitar-lo o copiar-lo en el disseny de sistemes intel·ligents.



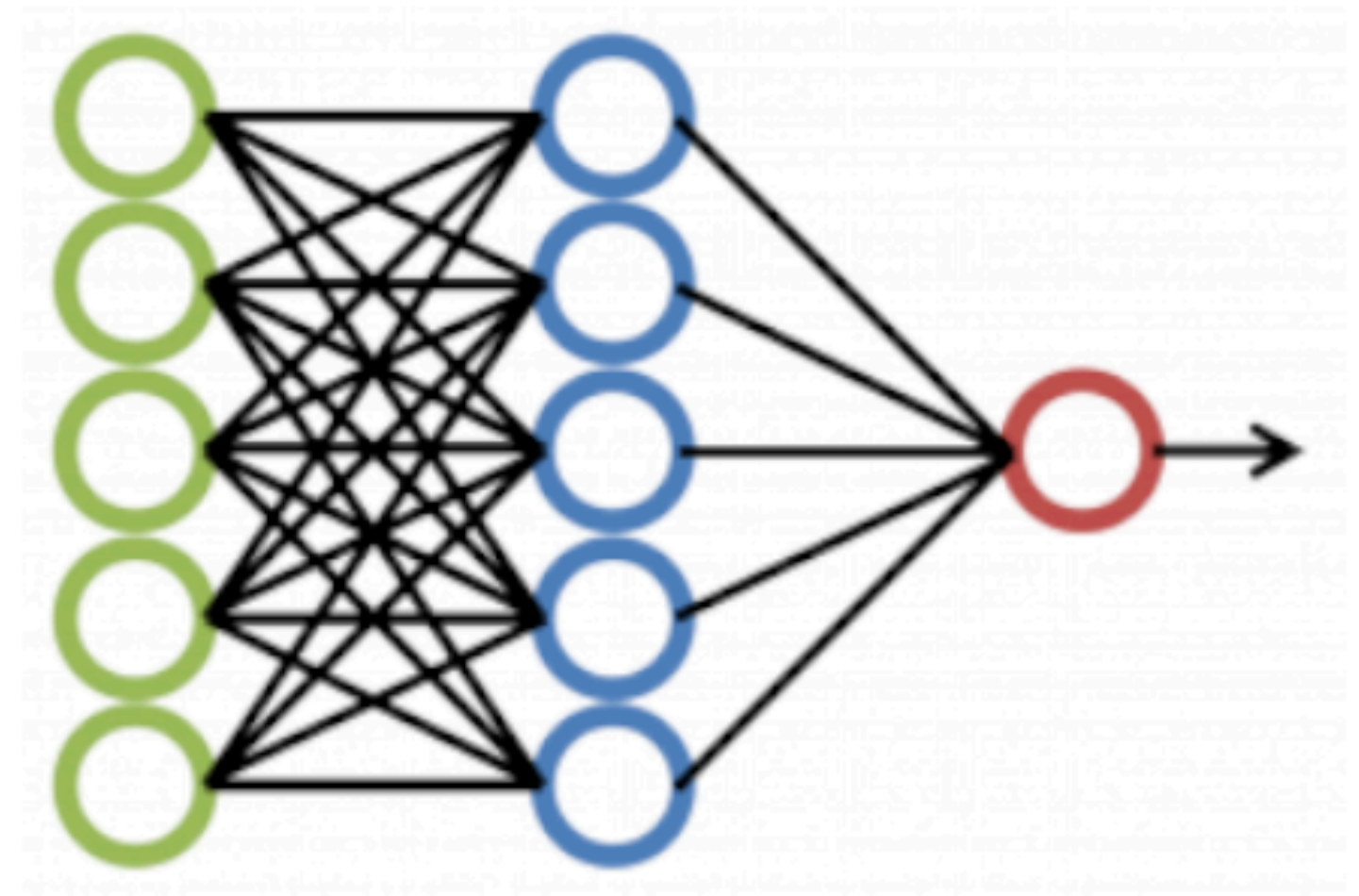
Paradigma simbòlic

- **Símbol:** Representació de la realitat.
- El paradigma simbòlic està basat en l'ús de símbols per a representar coneixement.
- Els símbols poden ser manipulats per a inferir noves conclusions.
- La intel·ligència és el resultat de la manipulació de símbols.
- Utilitats: **Sistemes experts, sistemes basats en regles, sistemes basats en casos**, etc.



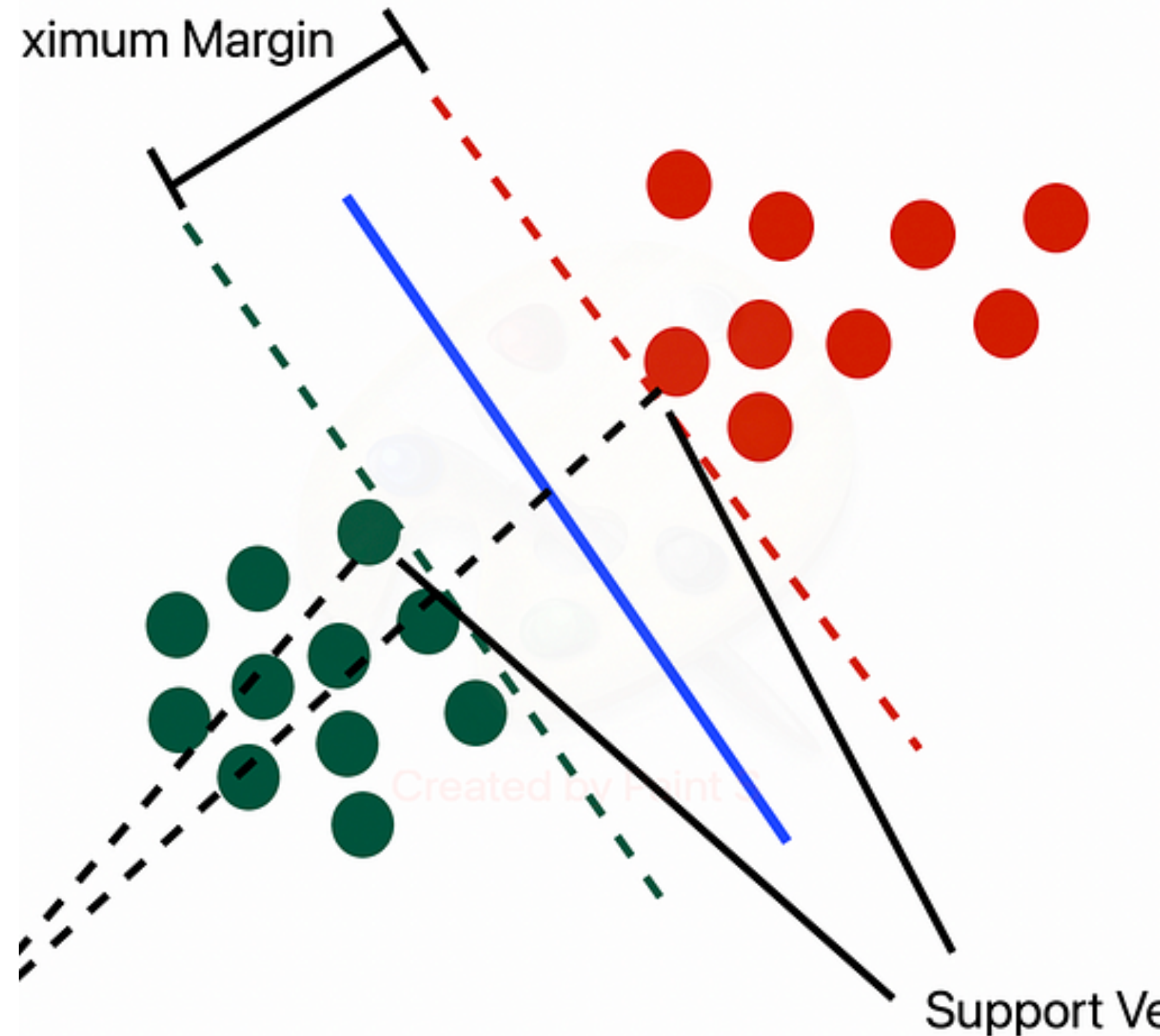
Paradigma connexionista

- El paradigma connexionista està basat en la **simulació de xarxes neuronals**.
- Les xarxes neuronals són un model computacional que intenta imitar el funcionament del cervell humà.
- La intel·ligència és el resultat de la interacció entre molts processos simples.
- Utilitats: **Xarxes neuronals, sistemes basats en aprenentatge**, etc.



Paradigma estadístic

- El paradigma estadístic està basat en l'**anàlisi estadística**.
- La intel·ligència és el resultat de l'anàlisi de grans quantitats de dades.
- Els sistemes basats en aquest paradigma són capaços d'**aprendre** a partir de dades.
- Utilitats: **sistemes de recomanació**, **processament de llenguatge natural**, etc.



Téchniques de la IA

VVS

Definicions

- **Técnica:** Conjunt de procediments o recursos que s'han d'aplicar per a aconseguir un objectiu.
- **Tècniques de la IA:** Conjunt de tècniques, algorismes i mètodes que s'apliquen per a resoldre problemes d'IA.
- Combinant diferents paradigmes, podem obtenir **diferents tècniques**.

Tècniques de la IA

- Algunes de les tècniques més utilitzades són:
 - **Sistemes experts**
 - **Xarxes neuronals**
 - **Algorismes genètics**
 - **Sistemes multiagent**
 - **Algorismes de cerca**
 - **Algorismes de planificació**
 - **Algorismes d'aprenentatge**

Sistemes experts

- Un sistema expert és un sistema que utilitza coneixement expert per a resoldre problemes.
- El coneixement expert és el coneixement que té un expert en un domini concret.
- Permeten automatitzar tasques que requeririen l'ajuda d'un expert.



Sistemes experts (II)

Sistemes basats en casos

- S'intenta resoldre un problema a partir de casos similars resolts anteriorment.
- Es recuperen casos similars i s'adapten a la nova situació.
- Una vegada solucionat el problema, el cas es guarda per a utilitzar-lo en el futur.
- D'aquesta forma, el sistema va aprenent a resoldre problemes més complexos.
- Camps d'aplicació: **Medicina, enginyeria, disseny**, etc.

Sistemes experts (III)

Sistemes basats en regles

- Es defineixen regles que representen coneixement.
- Les regles seran definides per humans experts en el domini.
- El sistema inferirà noves regles a partir de les regles existents.
- Útils en dominis on falten experts.
- Camps d'aplicació: **Diagnòstic mèdic, control de processos, sistemes de recomanació**, etc.

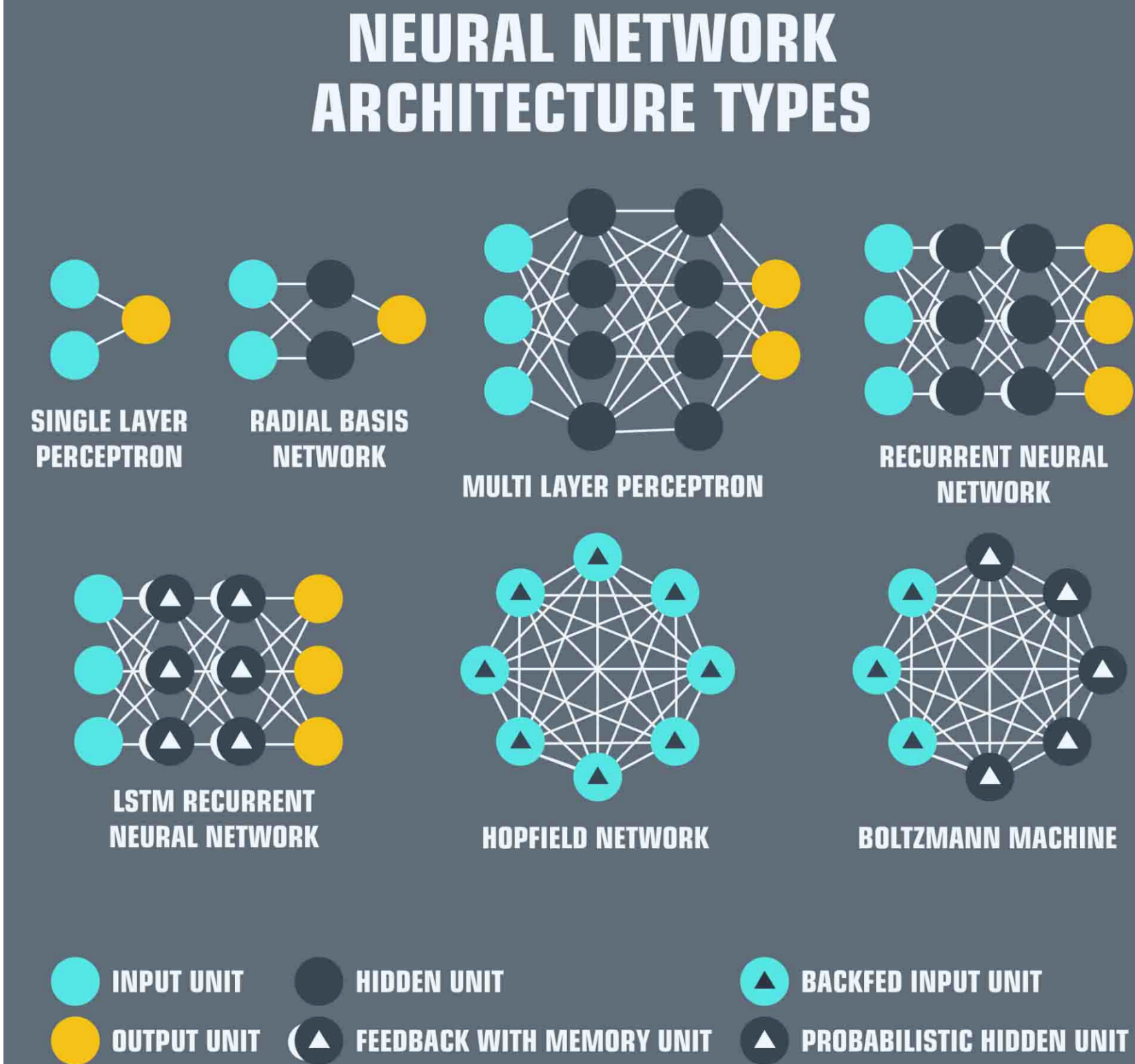
Sistemes experts (IV)

Sistemes basats en lògica difusa

- Útils per a representar coneixement amb incertesa.
- Cada regla té un grau de certesa i es pot aplicar parcialment.
- Permeten definir regles amb vocabulari semblant al dels humans: "molt", "poc", "bastant", etc.
- Camps d'aplicació: **Robòtica, control de processos, sistemes de recomanació**, etc.

Xarxes neuronals

- Les xarxes neuronals són un model computacional que intenta imitar el funcionament del cervell humà.
- Diferents capes de neurones (nodes) interconnectades mitjançant sinapsis (arcs) amb pesos.
- Les neurones s'activen en funció de les neurones de la capa anterior.
- Una capa d'entrada, una capa de sortida i podem tenir capes ocultes.
- Poden ser utilitzades per a resoldre problemes de classificació, regressió, etc.

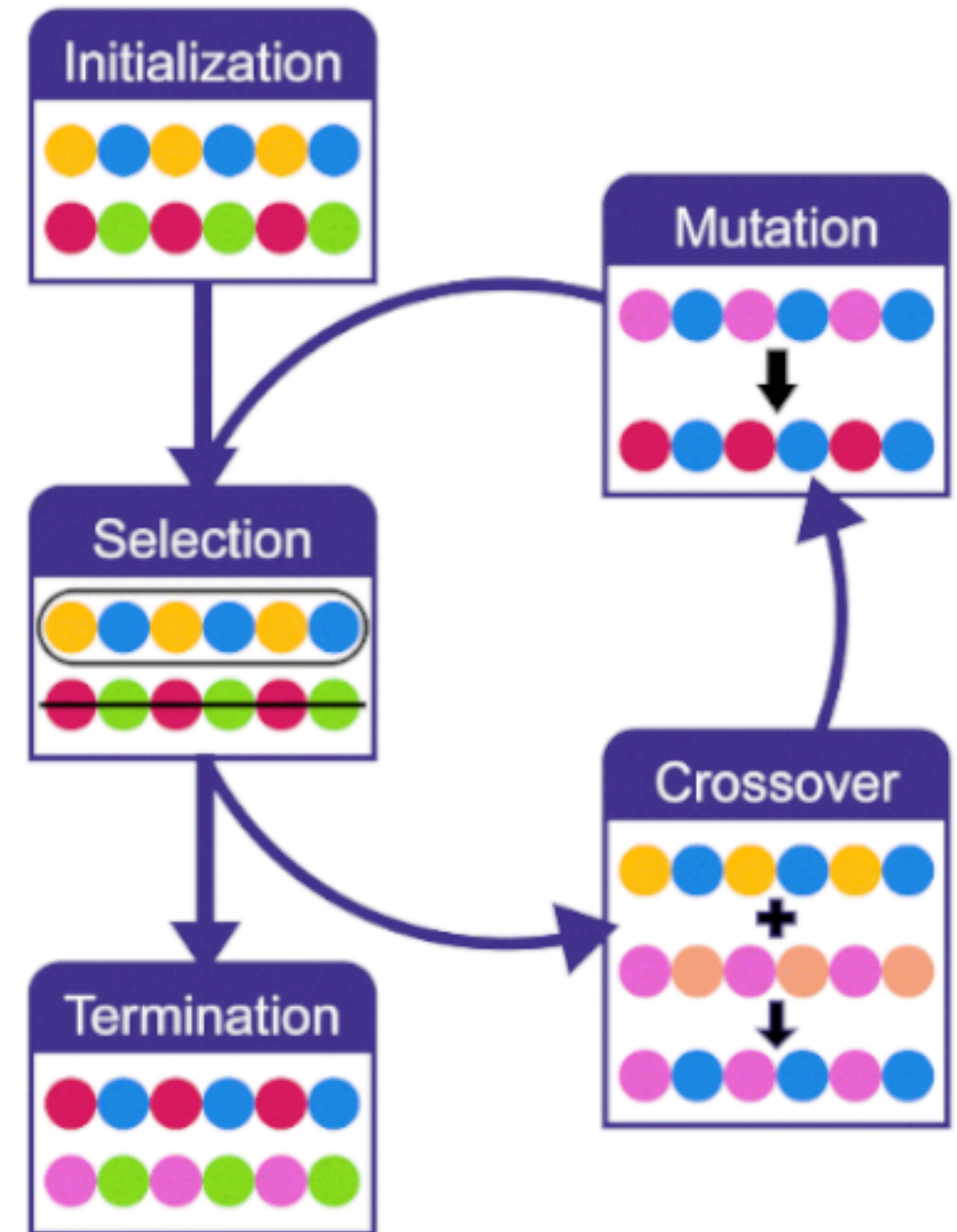


Tipus de xarxes neuronals

- **Perceptrons:** Les xarxes neuronals més simples.
- **Xarxes neuronals profundes:** Xarxes neuronals amb múltiples capes ocultes.
- **Xarxes neuronals recurrents:** Xarxes neuronals amb connexions cícliques.
- **Xarxes neuronals convolucionals:** Xarxes neuronals amb capes convolucionals (filtres).

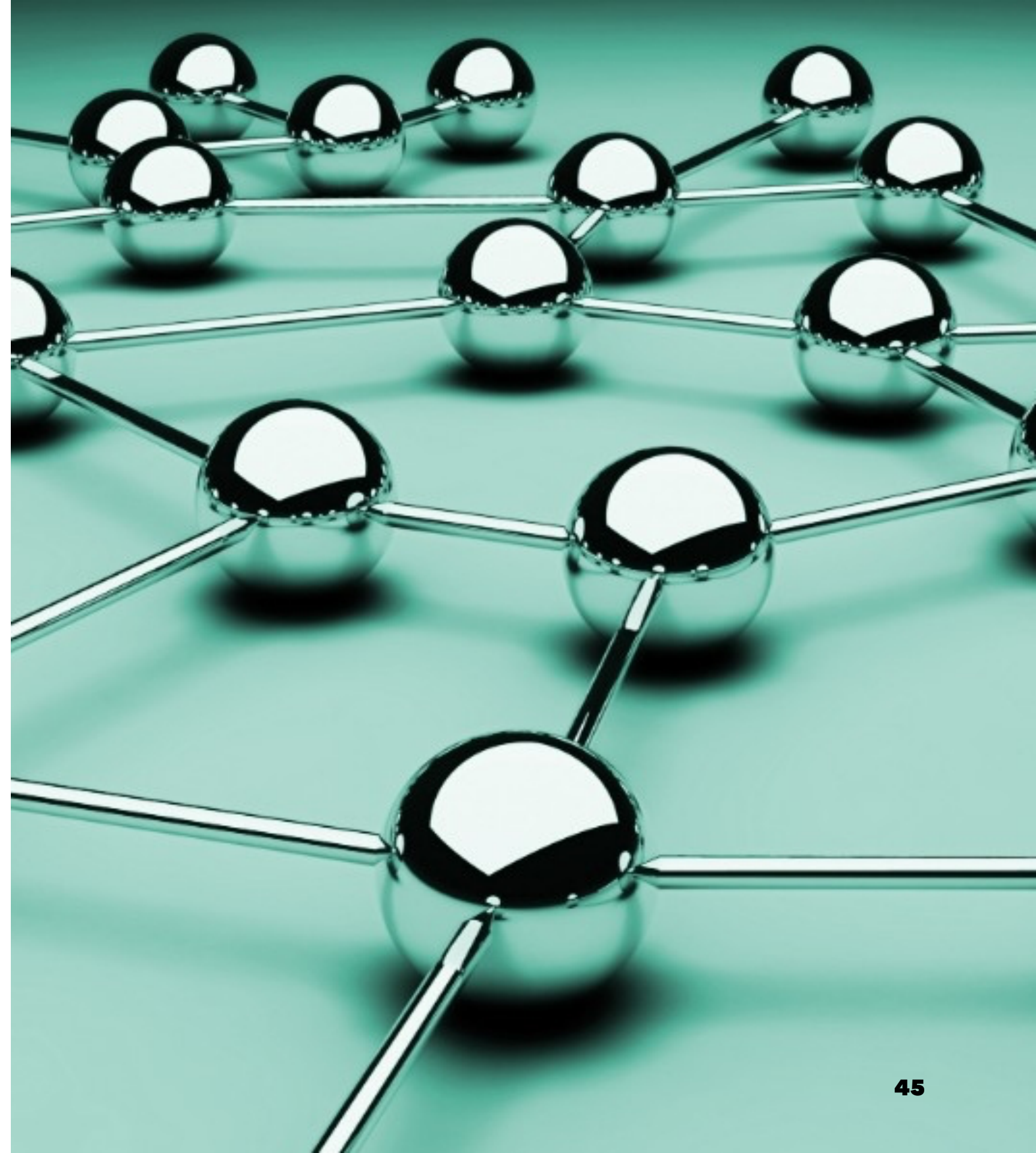
Algorismes genètics

- Els algorismes genètics són una tècnica d'**optimització** basada en la teoria de l'evolució de Darwin.
- Es tracta de generar una població d'individus i aplicar-los operadors genètics.
- Els individus més aptes (**els més ben adaptats al seu entorn**) tenen més probabilitats de reproduir-se.
- Útils per a resoldre problemes d'**optimització i de cerca**.



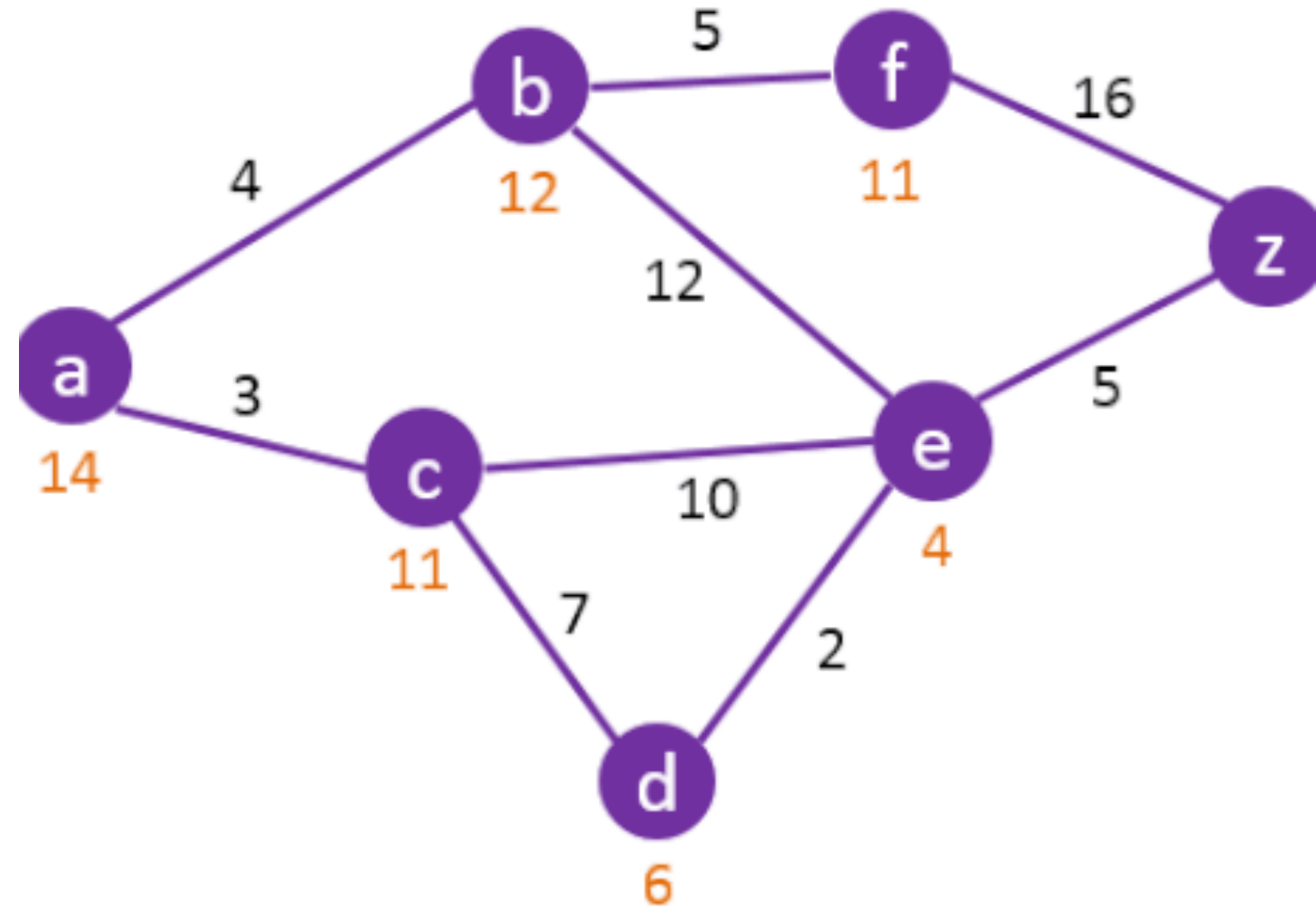
Sistemes multiagent

- Un sistema multiagent és un sistema compost per diversos agents que interactuen entre ells.
- Un agent és un sistema computacional que actua en un entorn.
- Els agents poden ser **reactius**, **deliberatius** o **socials**.
- Útils per a resoldre problemes de **planificació**, **disseny**, **control**, etc.



Algorismes de cerca

- Un algorisme de cerca és un algorisme que permet trobar una solució a un problema.
- Els algorismes de cerca més utilitzats són:
 - **Cerca no informada:** Cerca en amplada, cerca en profunditat, cerca en profunditat limitada, cerca en profunditat iterativa, cerca bidireccional, etc.
 - **Cerca informada:** Cerca per avarícia, cerca de cost uniforme, cerca en profunditat limitada, cerca en profunditat iterativa, cerca bidireccional, etc.
- Útils per a resoldre problemes de **planificació, disseny, control**, etc.

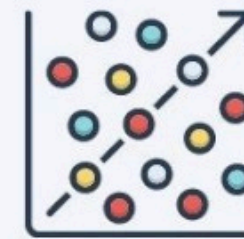


Algorismes d'aprenentatge

- Un algorisme d'aprenentatge és un algorisme que permet aprendre a partir de dades.
- Els algorismes d'aprenentatge més utilitzats són:
 - **Aprenentatge supervisat:** Classificació, regressió, etc.
 - **Aprenentatge no supervisat:** Clustering, etc.
 - **Aprenentatge per reforç:** Q-learning, etc.

9 ESSENTIAL MACHINE LEARNING ALGORITHMS

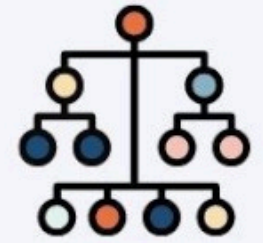
Linear Regression



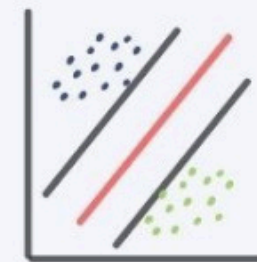
Logistic Regression



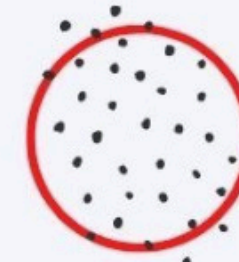
Decision Tree



SVM



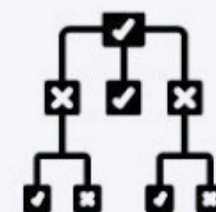
KNN



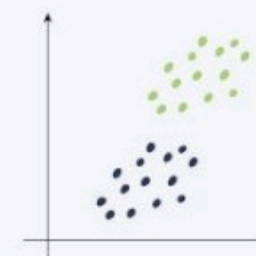
Dimensionality Reduction



Random Forest



K-means



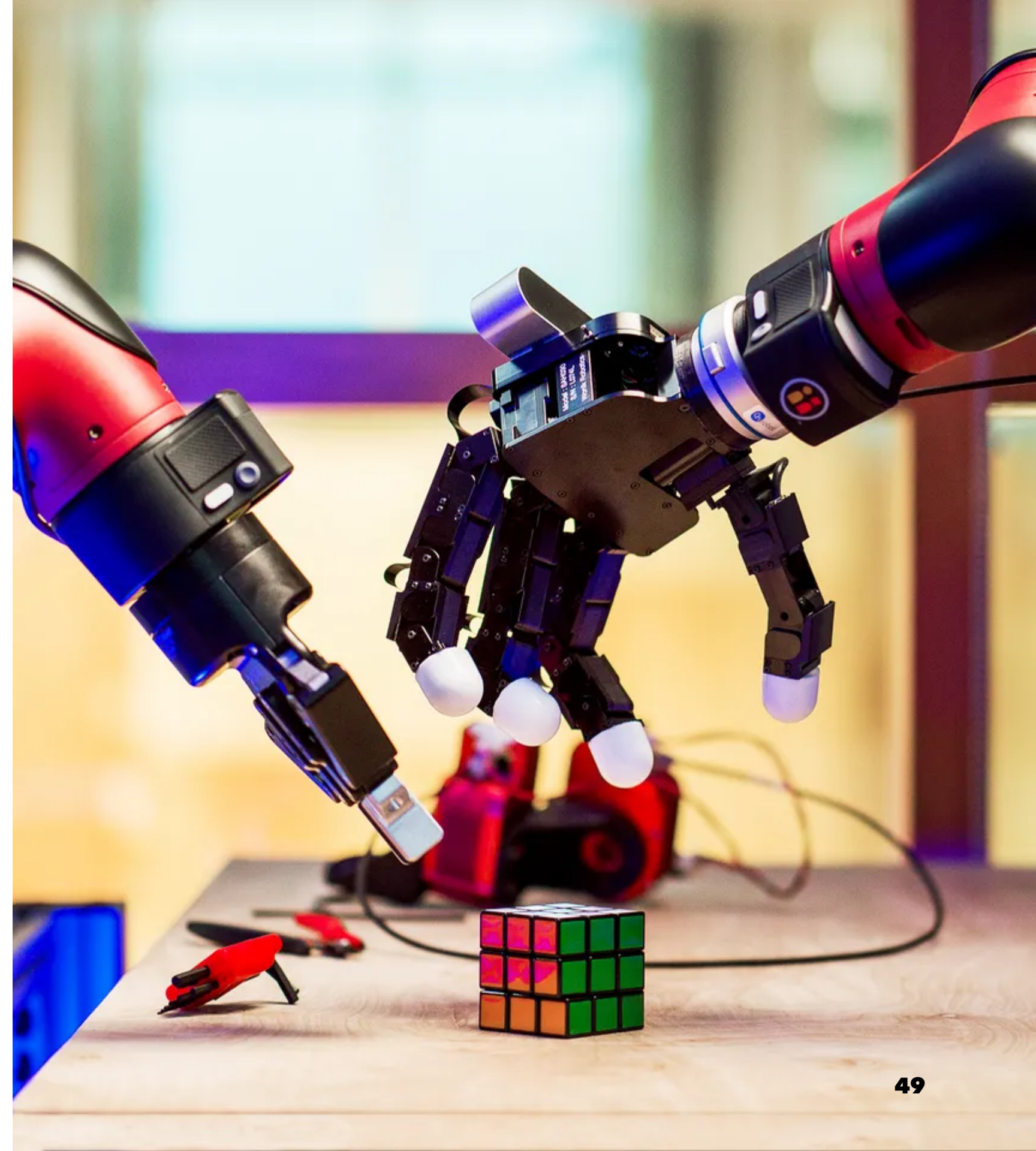
Naive Bayes



Aplicaciones de la IA

Robòtica

- La robòtica és una de les aplicacions més conegudes de la IA.
- La robòtica és la ciència i la tecnologia de robots.
- Un robot és un sistema capaç d'interactuar amb el seu entorn.
- Els robots poden ser **autònoms** o **teleoperats**.
- Camps d'aplicació: **Indústria, sanitat, exploració espacial, militar, domèstic**, etc.



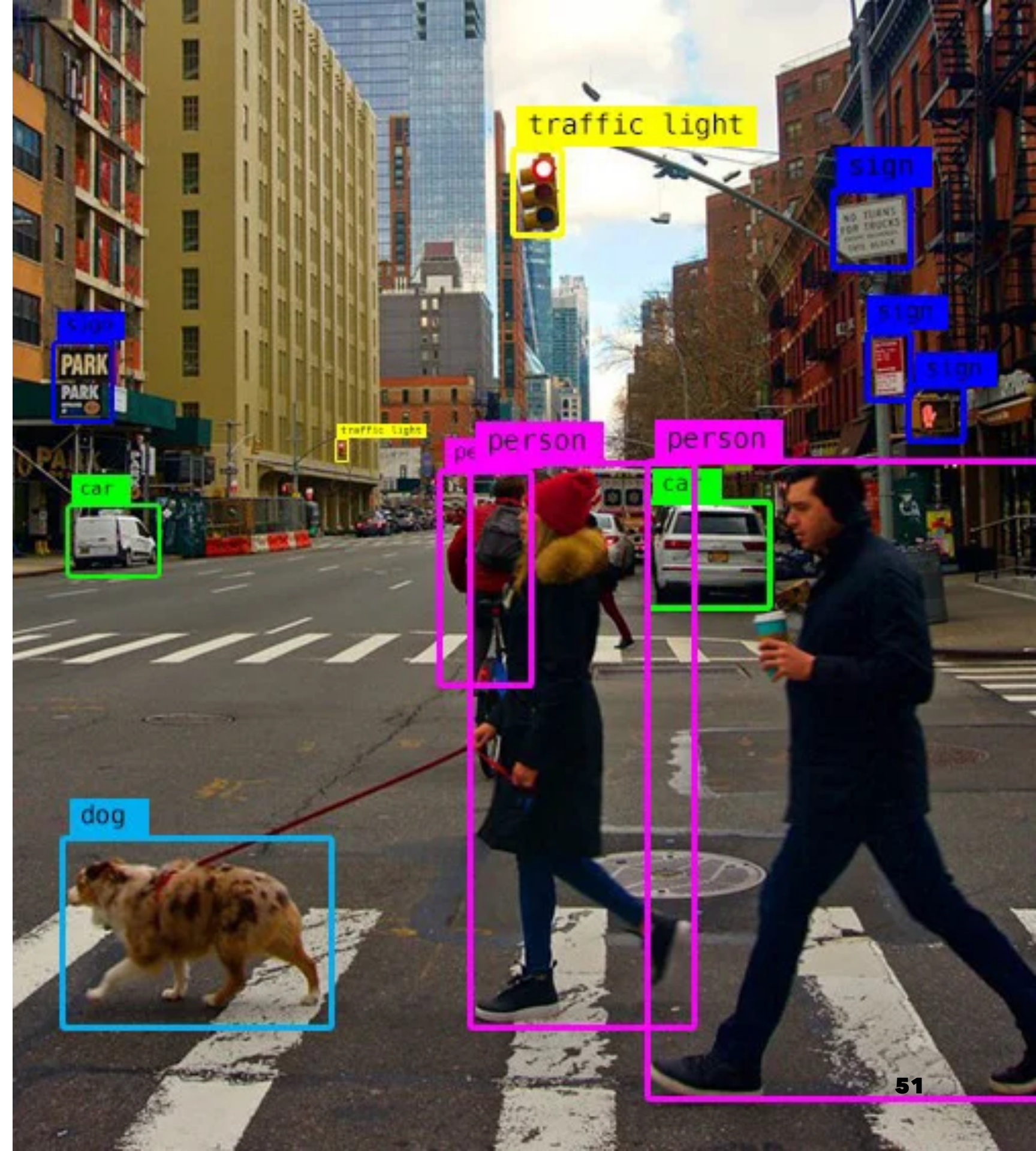
Processament de llenguatge natural

- Acumula molt del desenvolupament de la IA.
- El processament de llenguatge natural és la capacitat d'un ordinador per a entendre el llenguatge humà.
- Els humans utilitzem el llenguatge per a comunicar-nos i per a transmetre coneixement.
- Camps d'aplicació: **Traducció automàtica, reconeixement de veu, resum de textos, chatbots**, etc.



Visió per computador

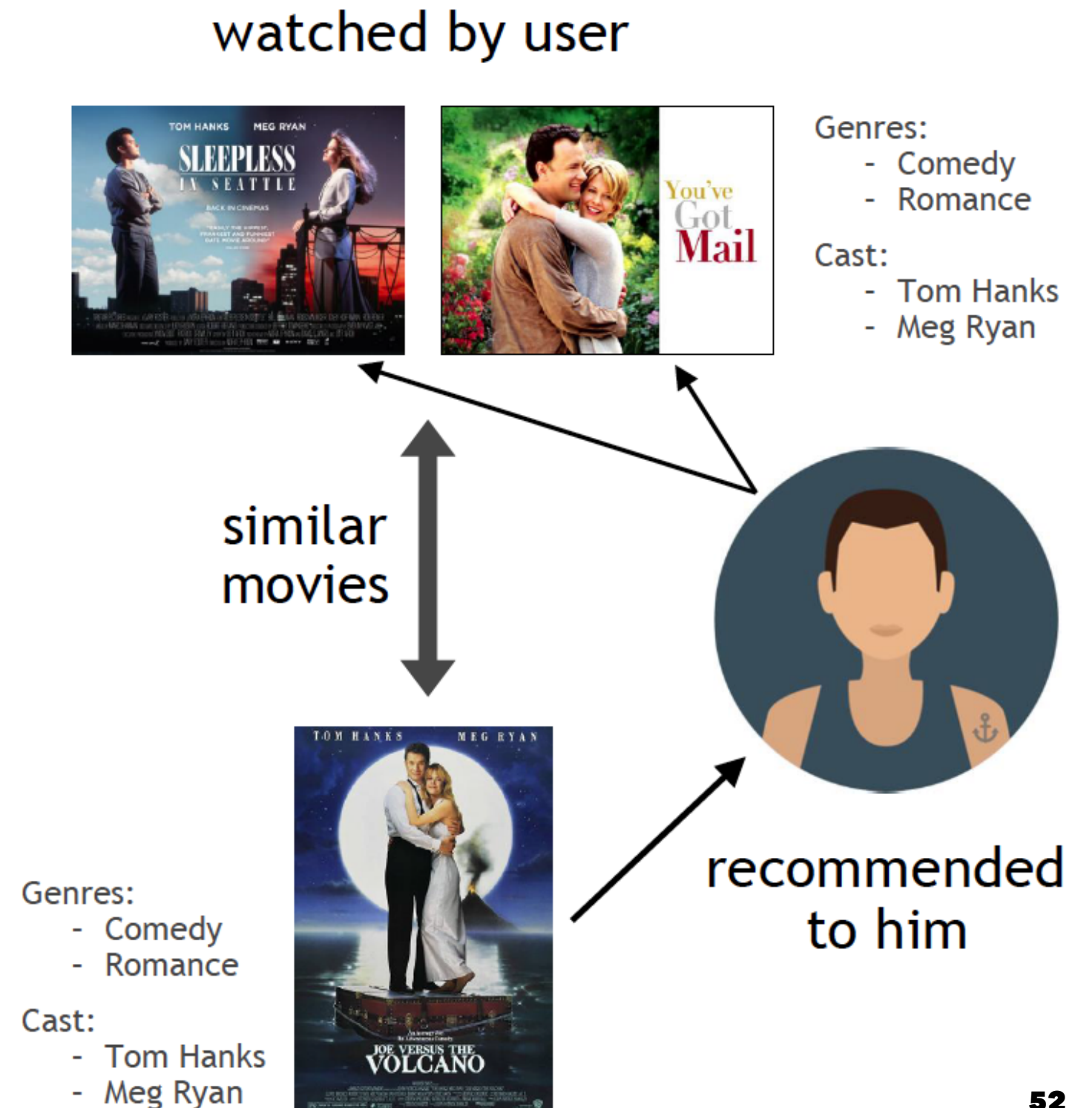
- La visió per computador és la capacitat d'un ordinador per a entendre imatges.
- Els humans utilitzem la visió per a entendre el món que ens envolta.
- Ens permet identificar objectes, persones, colors, etc.
- Camps d'aplicació: **Reconeixement facial, reconeixement d'objectes, reconstrucció 3D, reconstrucció de models, reconstrucció de paisatges, reconstrucció de monuments**, etc.



Sistemes de recomanació

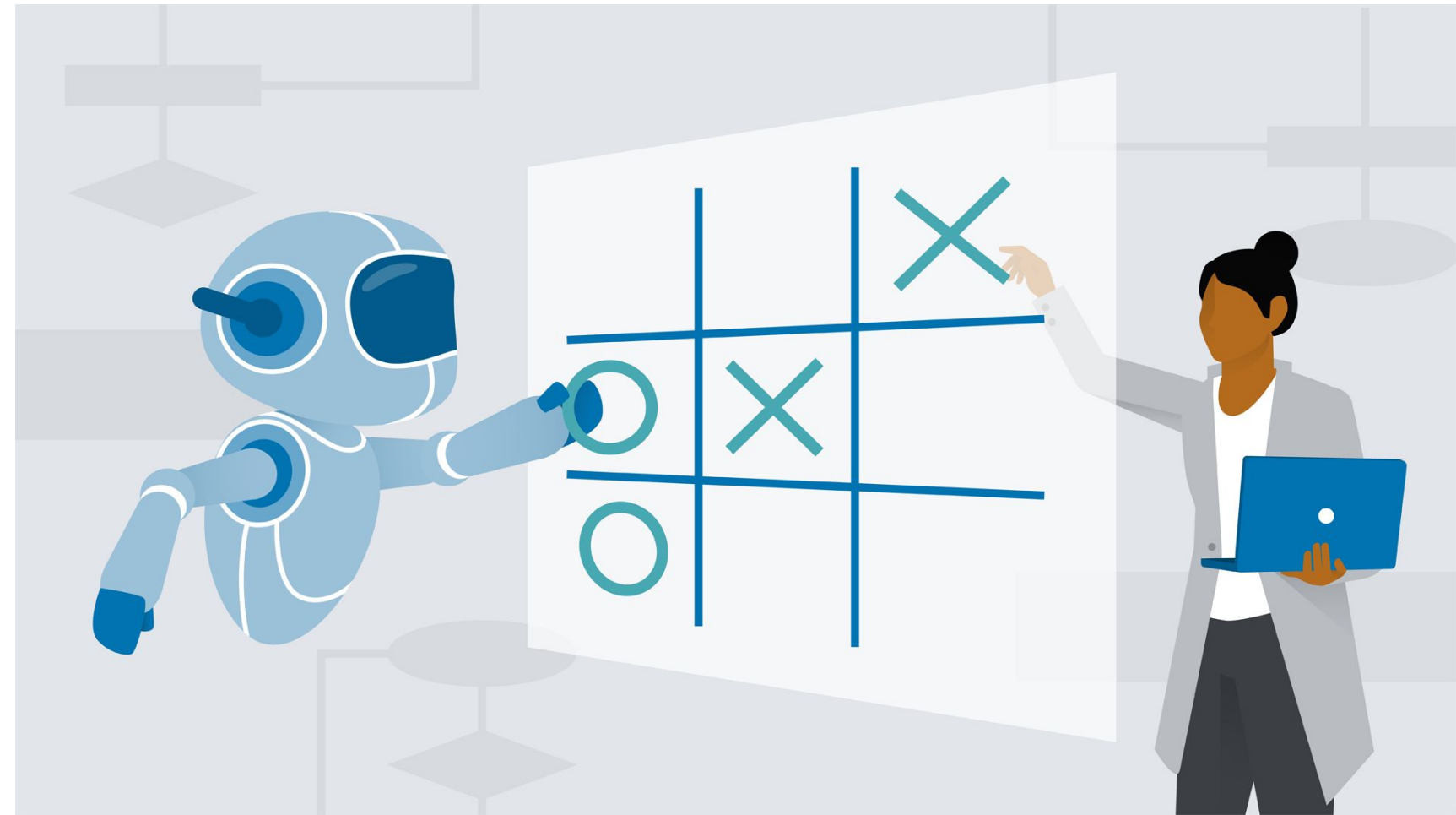
- Un sistema de recomanació és un sistema que recomana un conjunt d'elements a un usuari.
- Els humans utilitzem la recomanació per a prendre decisions.
- L'accés a grans quantitats de dades ha fet que els sistemes de recomanació siguin cada vegada més importants.
- Camps d'aplicació: **Recomanació de productes, recomanació de música, recomanació de pel·lícules, recomanació de llibres, recomanació de notícies**, etc.

Content-based Filtering



Jocs

- Els jocs ens serveixen per a entendre la intel·ligència.
- Els humans utilitzem els jocs per a aprendre, per a divertir-nos i per a competir.
- El tindre molts sistemes prenent decisions en un entorn controlat els fa ser un bon banc de proves per a la IA.
- Camps d'aplicació: **Jocs de tauler, jocs de cartes, jocs de rol, jocs d'estratègia, etc.**



Altres aplicacions

- **Medicina:** Diagnòstic mèdic, cirugia, medicina personalitzada.
- **Enginyeria:** Disseny, control de processos.
- **Finances:** Predicció de mercats, recomanació d'inversions.
- **Militar:** Drones, armes autònomes.
- **Domèstic:** Robots, assistents virtuals, domòtica.
- **Transport:** Vehicles autònoms, planificació de rutes.

Referències

- Artificial Intelligence: A Modern Approach
- Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents
- Deep Learning
- Machine Learning
- Fast.ai