

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial
Inteligência Artificial aplicada na Indústria

Introdução a Inteligência Artificial

Daniel Nogueira



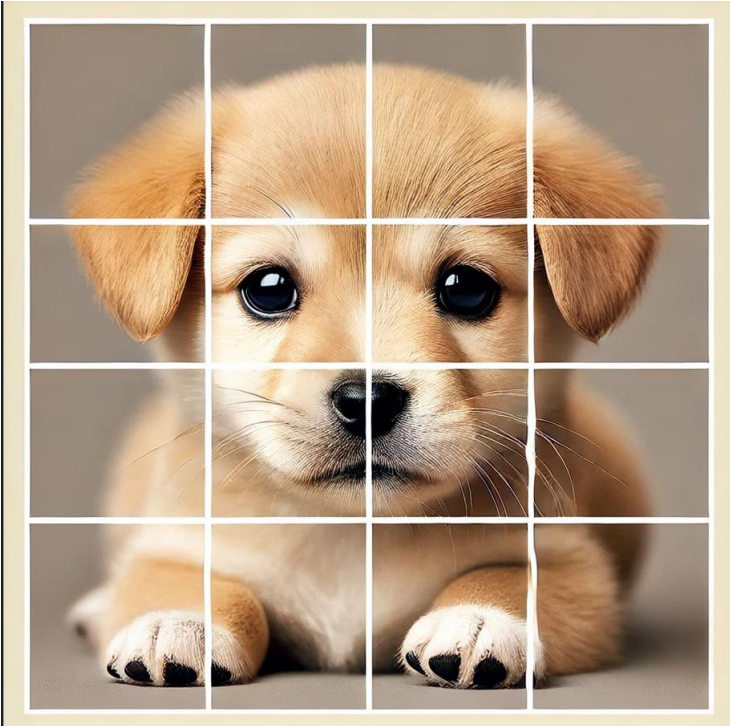
dnogueira@ipca.pt



<https://www.linkedin.com/in/danielfnogueira/>



Artificial Intelligence (AI)



2 x 2 → 24 combinações possíveis

3 x 3 → 362.880 combinações possíveis

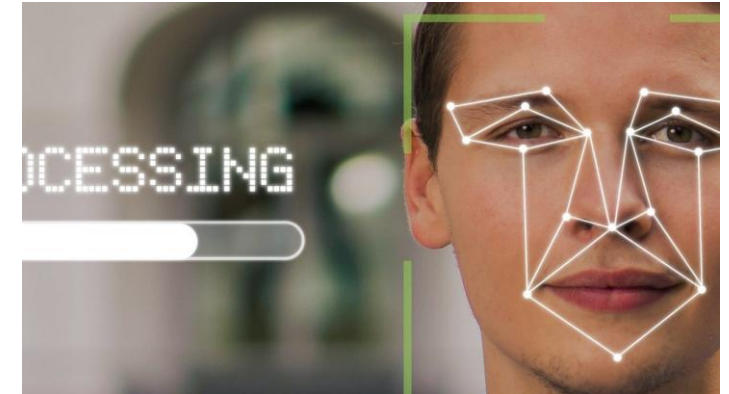
8 x 8 → 1.2688×10^{89} combinações possíveis

Testar 1 mil milhões de combinações por segundo

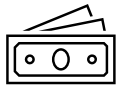
└→ Aproximadamente 4×10^{69} milénios

Por que os humanos resolvem em um tempo muito menor?????

Artificial Intelligence (AI)



Artificial Intelligence (AI)



Finanças

- Detecção de fraudes
- Análise de crédito
- Prevenção de Churn



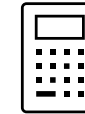
Governo

- Cidades Inteligentes
- Segurança
- Qualidade de vida



Saúde

- Diagnósticos médicos
- Imagens
- Monitores
- Fisioterapia



Contabilidade

- Leitura de documentos
- Chatbots de atendimento
- Sistema de gestão de documentos

Artificial Intelligence (AI)

Sojourney (1997)

Tempo de comunicação com a Terra: entre 10 a 20 minutos !!!



Artificial Intelligence (AI)



OLHAR
DIGITAL
NEWS
amazon

Robô da Amazon entra em testes finais

Artificial Intelligence (AI)



Fonte: Everybody Dance Now (2018): <https://arxiv.org/abs/1808.07371> [5]

Artificial Intelligence (AI)

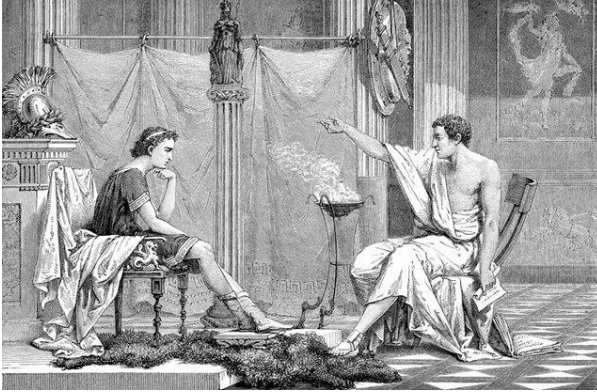


Metropolis, 1927 (baseado no livro de von Harbou's de 1925)

Blade Runner, 1982 (uma adaptação do romance de 1968 de Philip K. Dick - Do Androids Dream of Electric Sheep?)



Artificial Intelligence (AI)

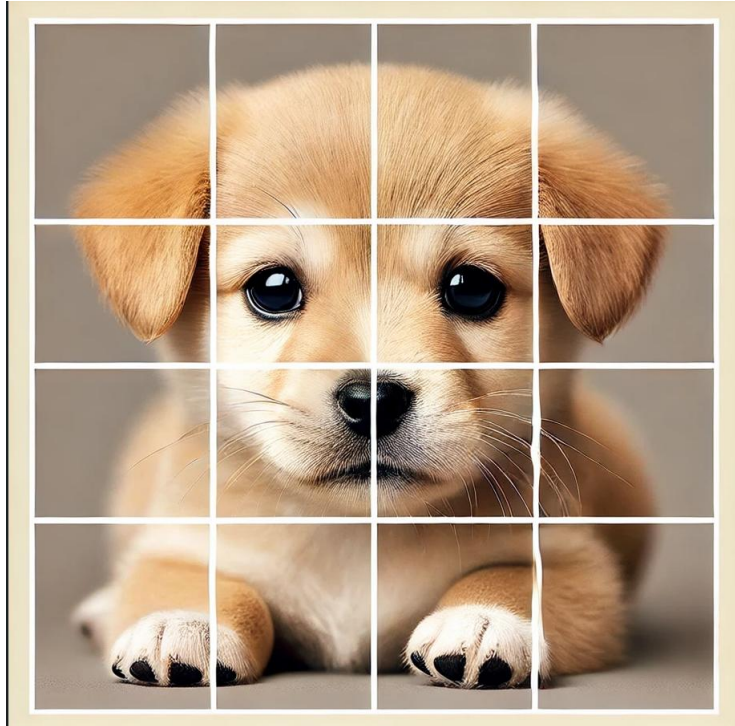


356 BC

O filósofo Aristóteles já concebia maneiras de libertar os escravos de suas tarefas, transferindo todo o trabalho para um possível objeto autônomo inteligente.

J.M.E. McTaggart. Em seu artigo publicado em 1908, ele argumenta que o tempo é irreal, o que inclui a ideia de que o futuro não tem existência real, sendo apenas uma construção especulativa.

Artificial Intelligence (AI)



2 x 2 → 24 combinações possíveis

3 x 3 → 362.880 combinações possíveis

8 x 8 → 1.2688×10^{89} combinações possíveis

Testar 1 mil milhões de combinações por segundo

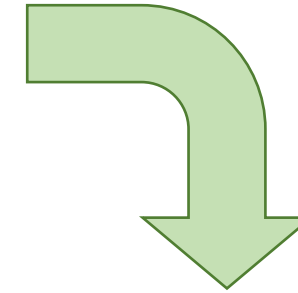
└→ Aproximadamente 4×10^{69} milénios

Por que os humanos resolvem em um tempo muito menor?????

Os humanos conseguem utilizar **CONHECIMENTO DO PROBLEMA** de forma **INTELIGENTE**

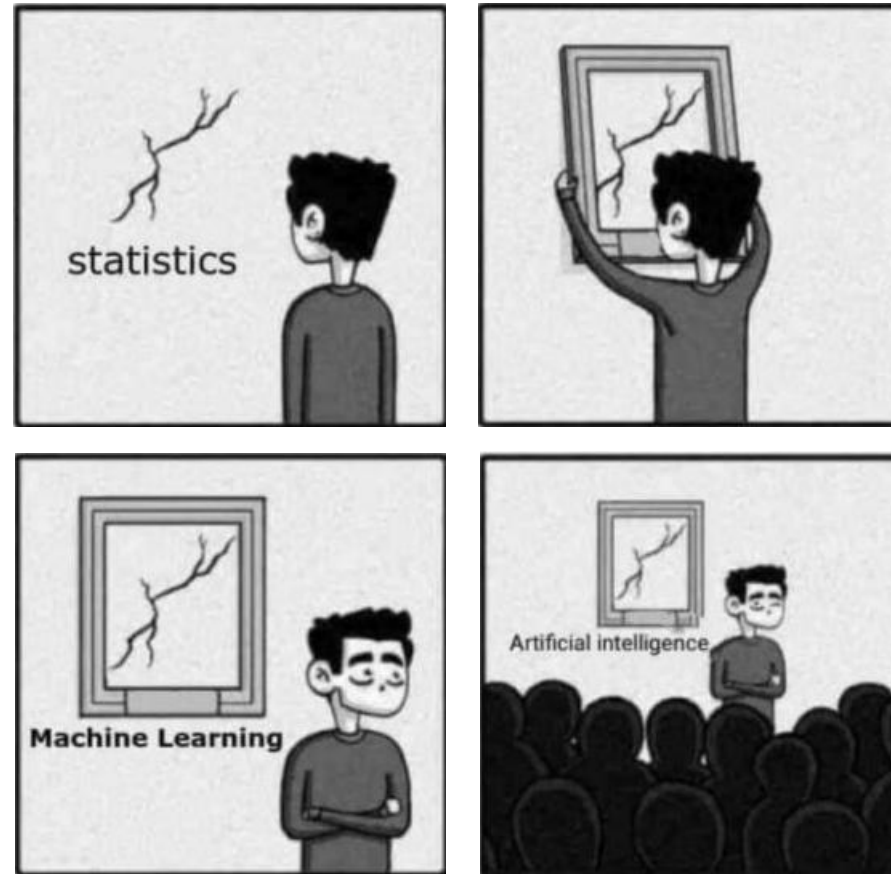
Artificial Intelligence (AI)

“The capability of science and engineering to build intelligent machines”. (John McCarthy, 1956)

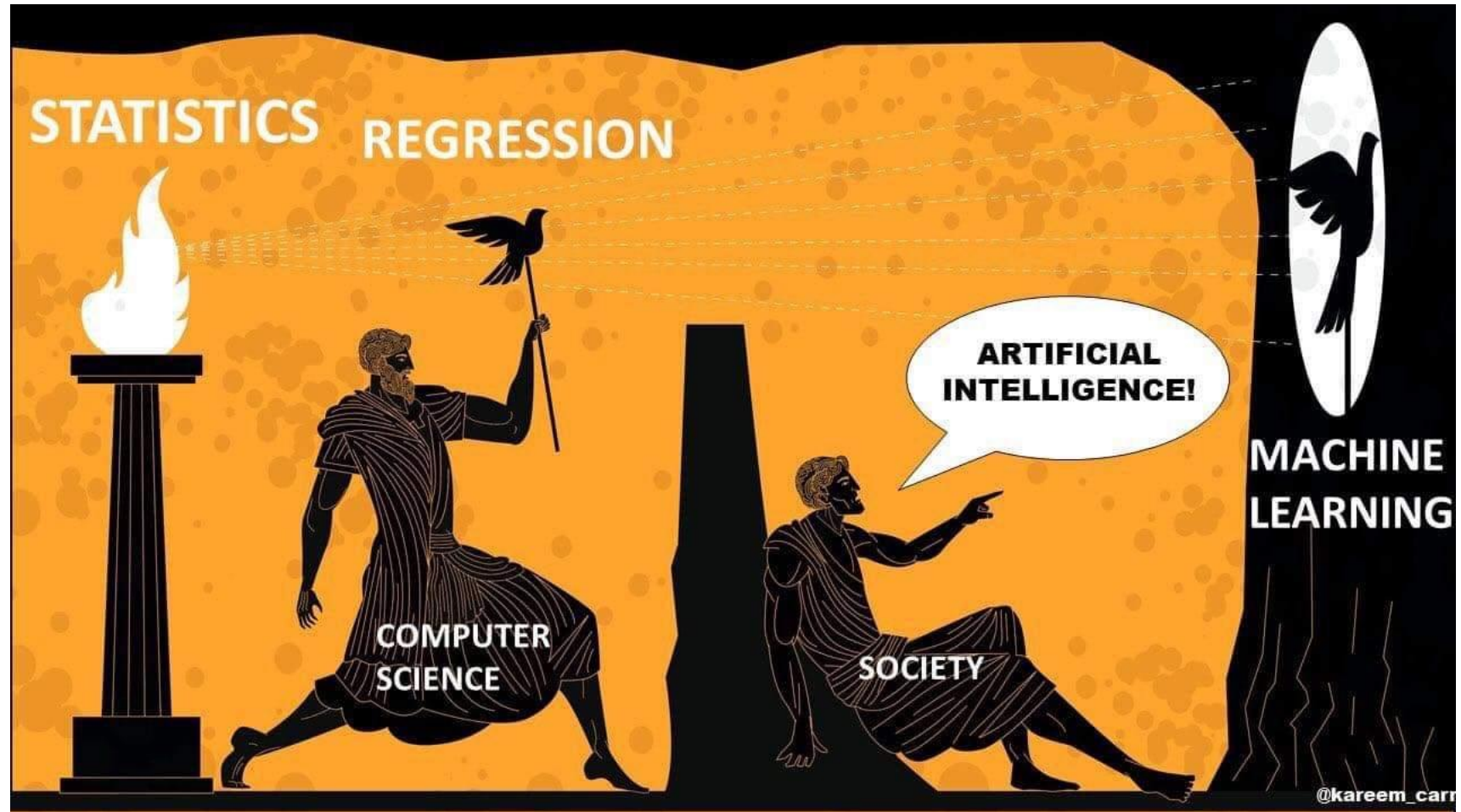


1. Habilidade de aprender;
2. Manifestação de “comportamento inteligente”.

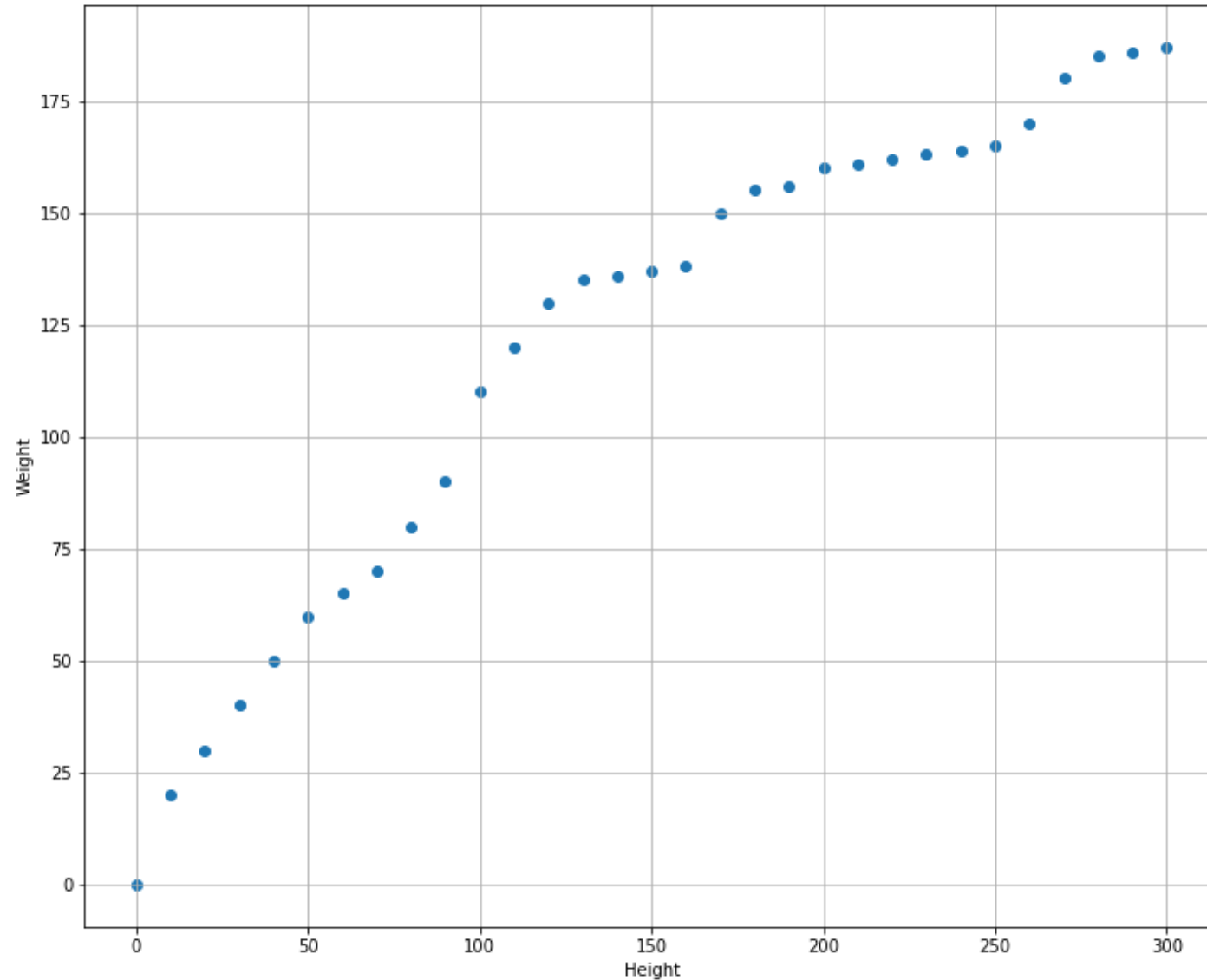
Artificial Intelligence (AI)



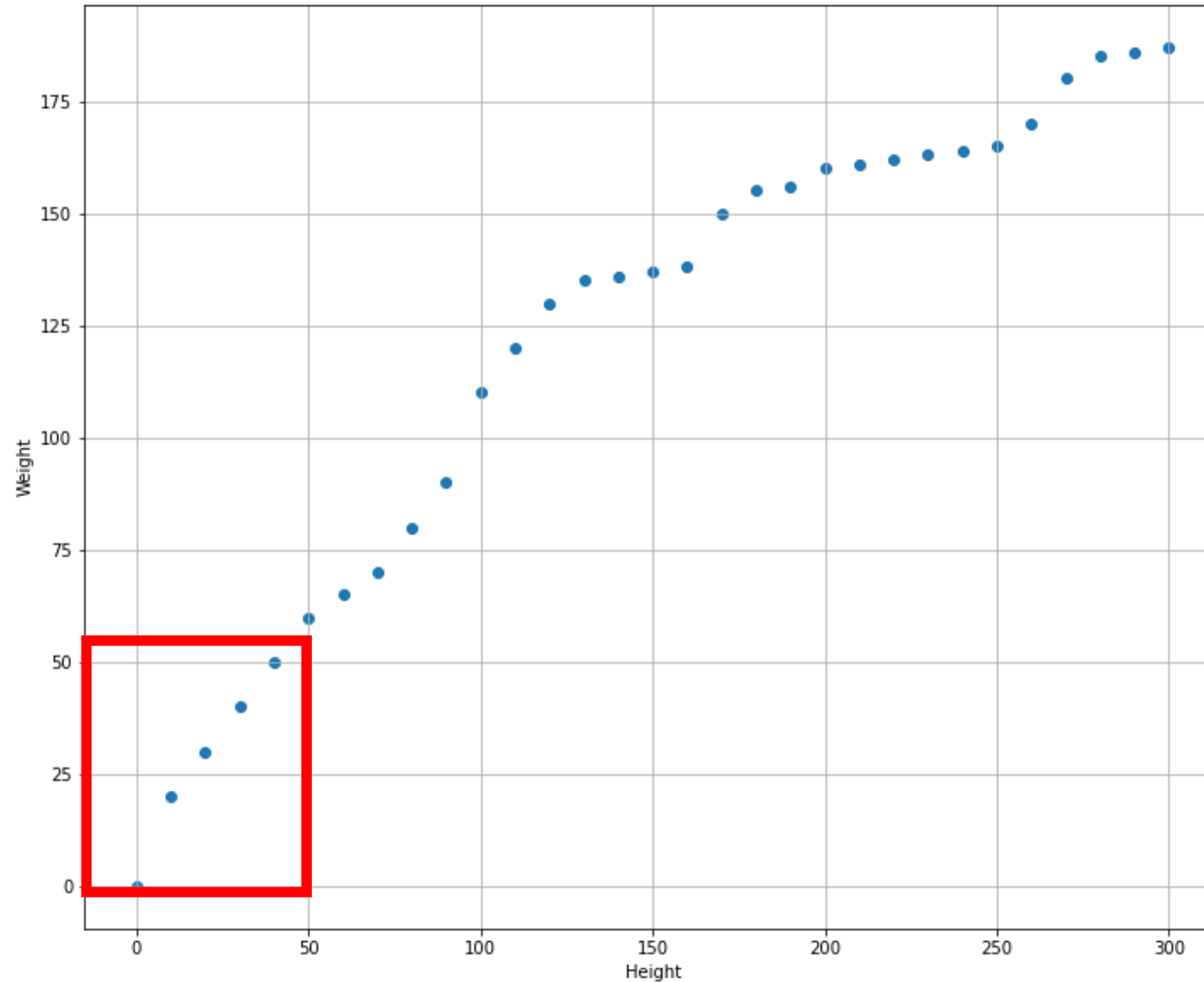
Artificial Intelligence (AI)



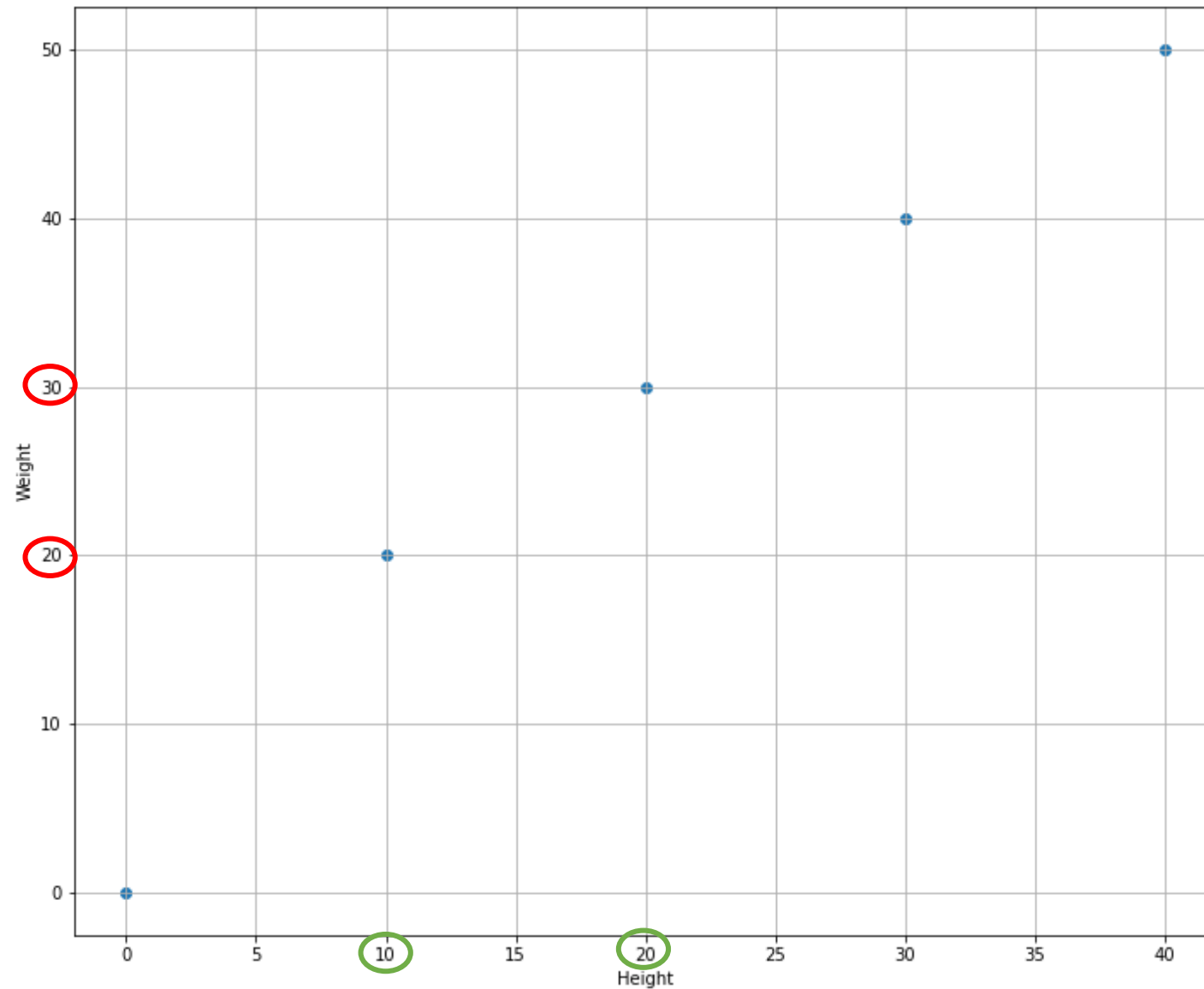
Artificial Intelligence (AI)



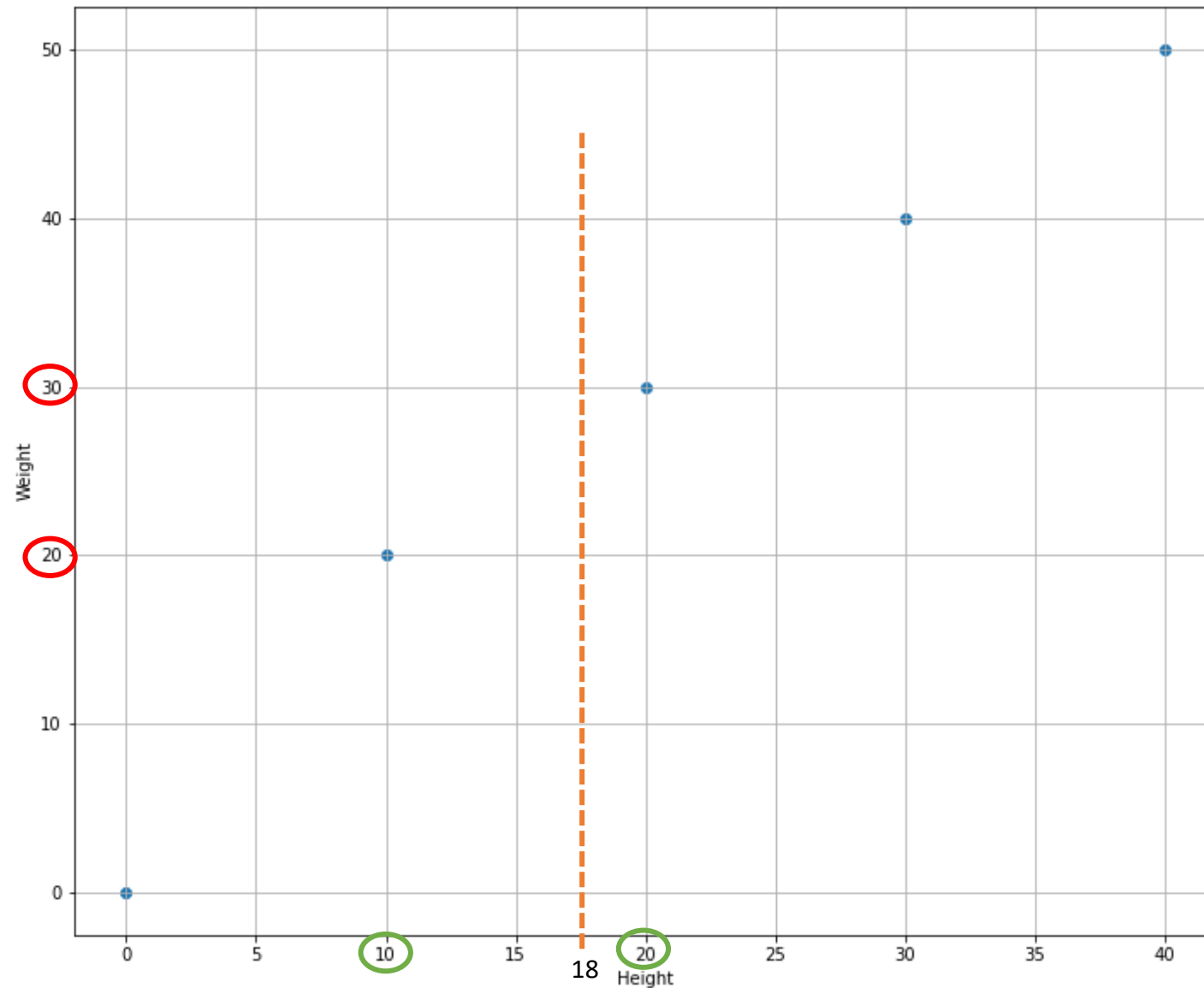
Artificial Intelligence (AI)



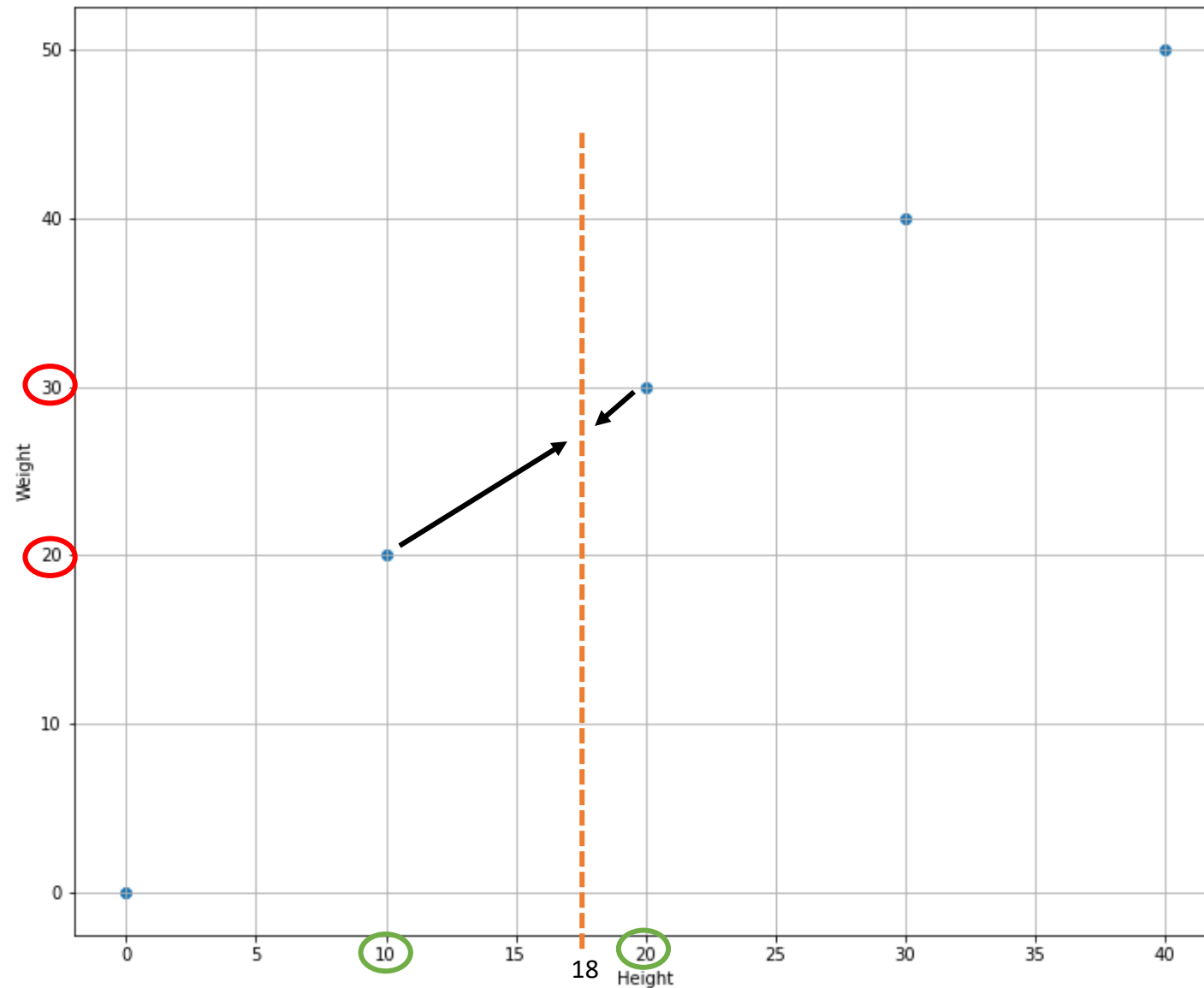
Artificial Intelligence (AI)



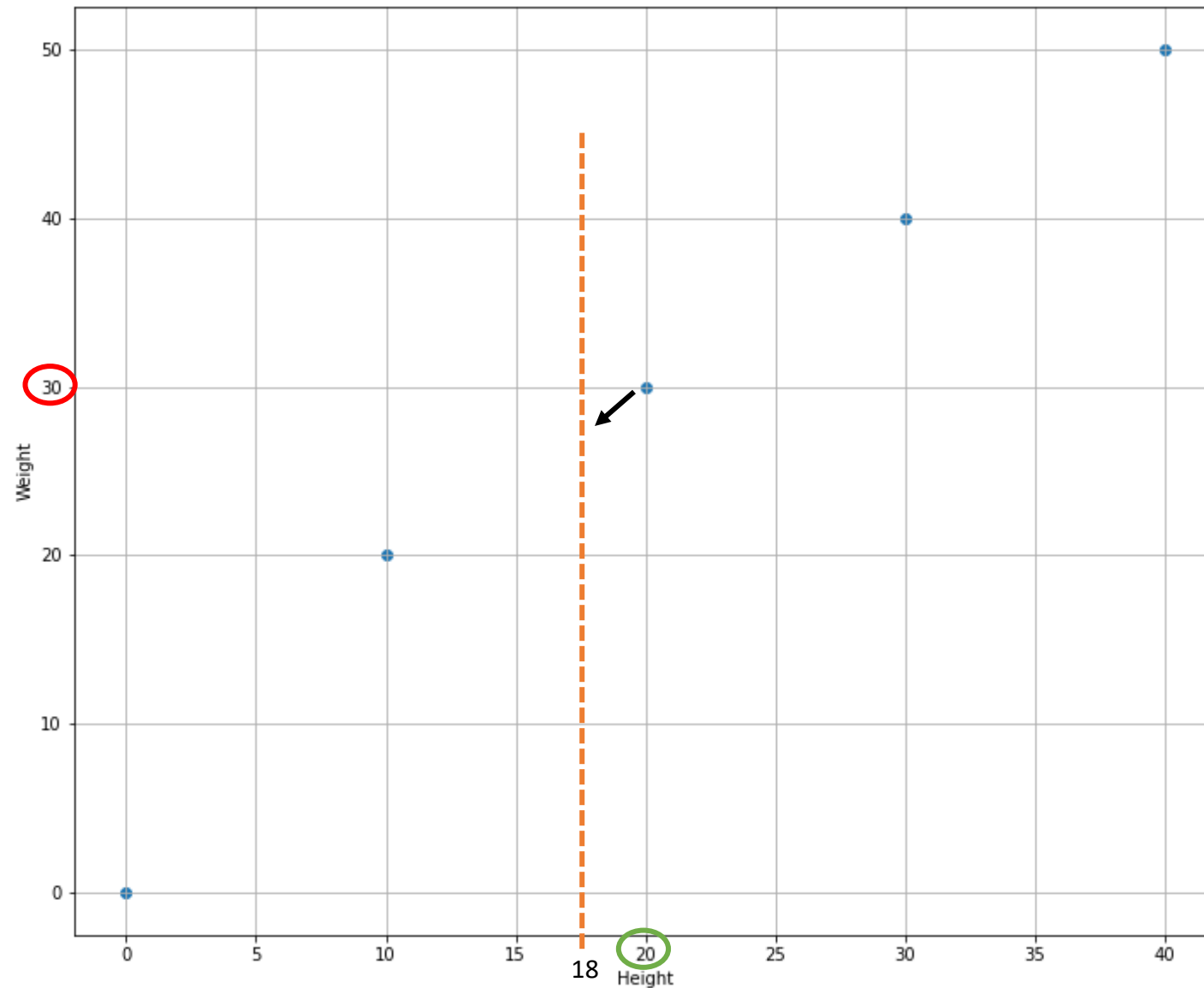
Artificial Intelligence (AI)



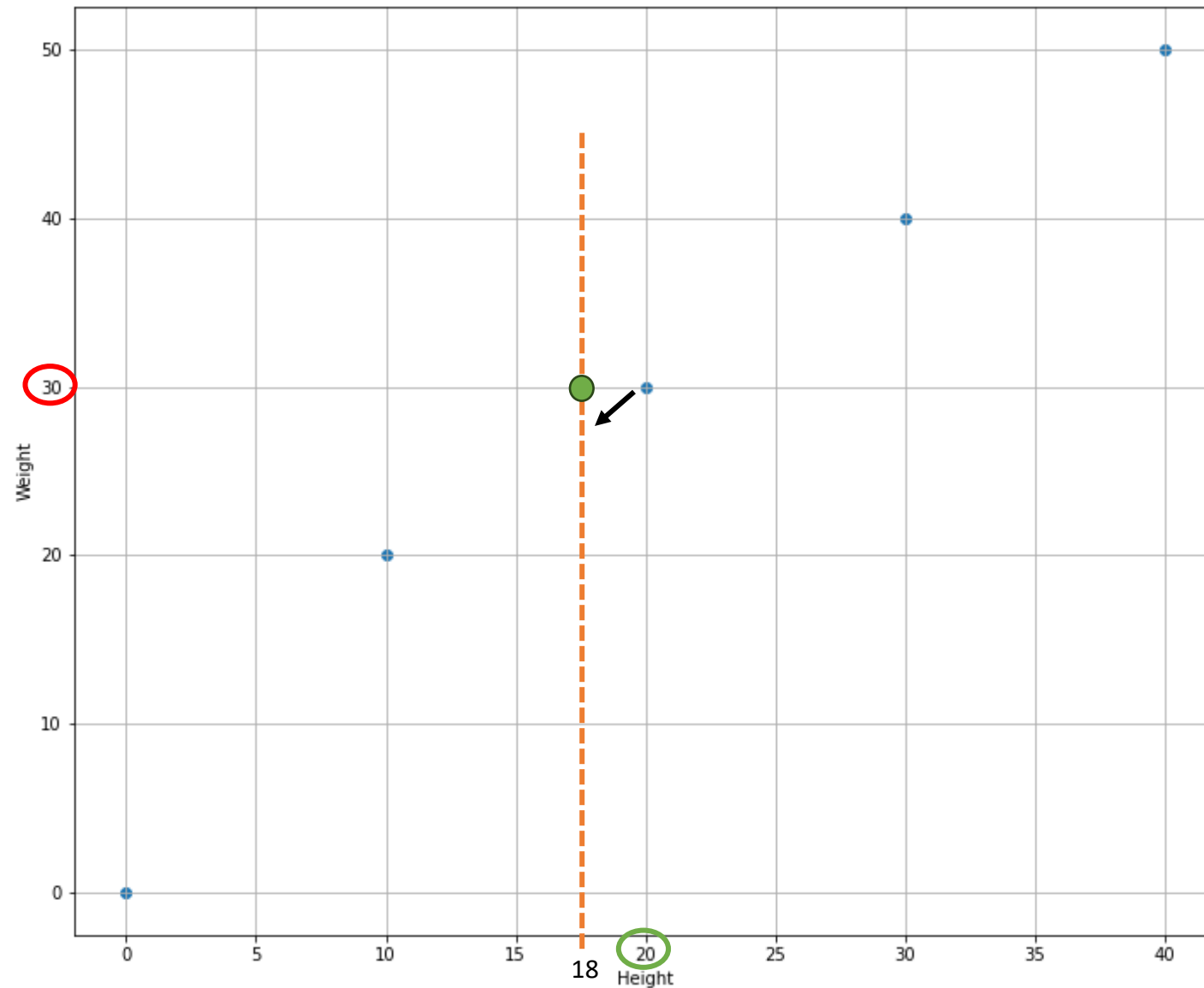
Artificial Intelligence (AI)



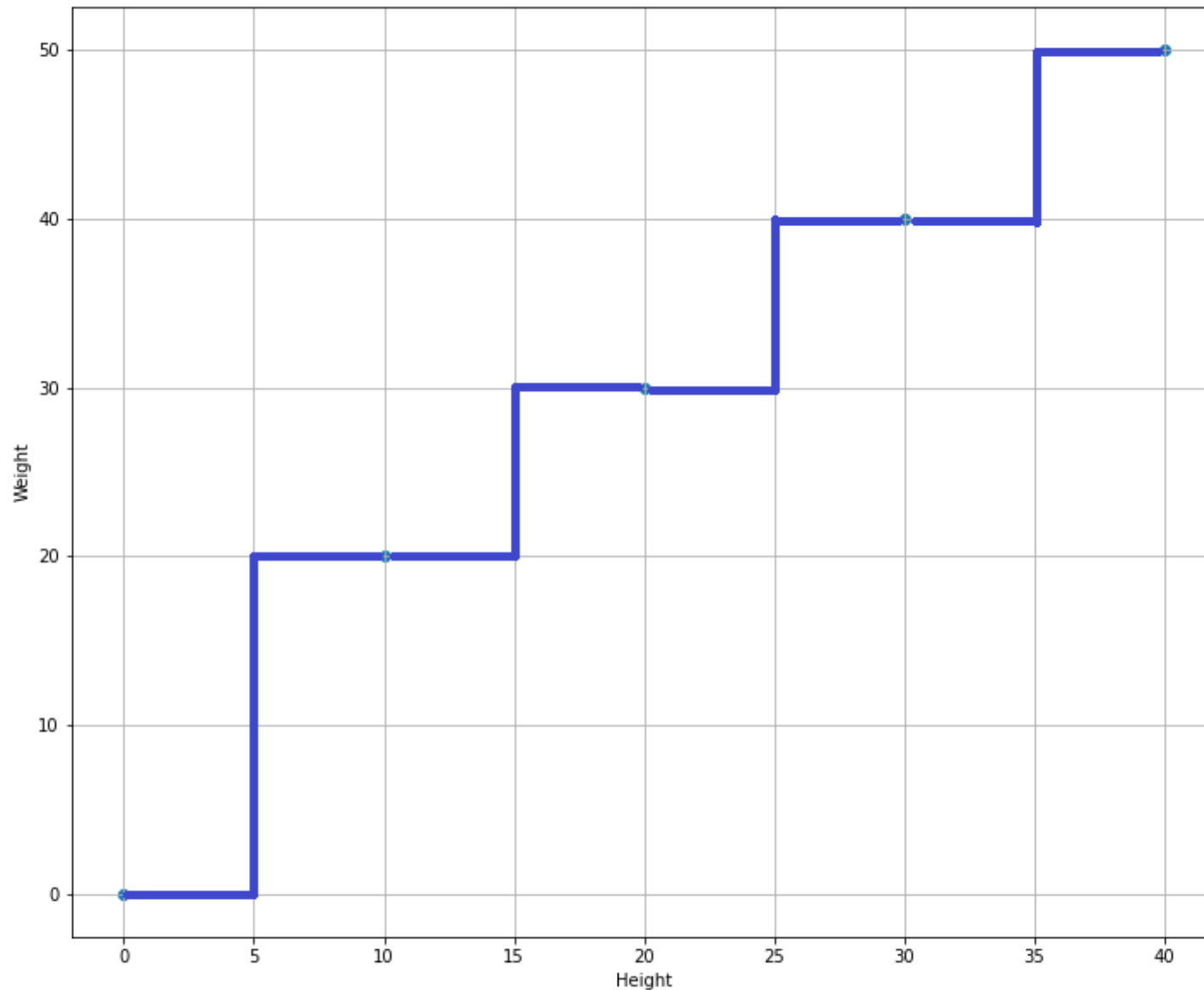
Artificial Intelligence (AI)



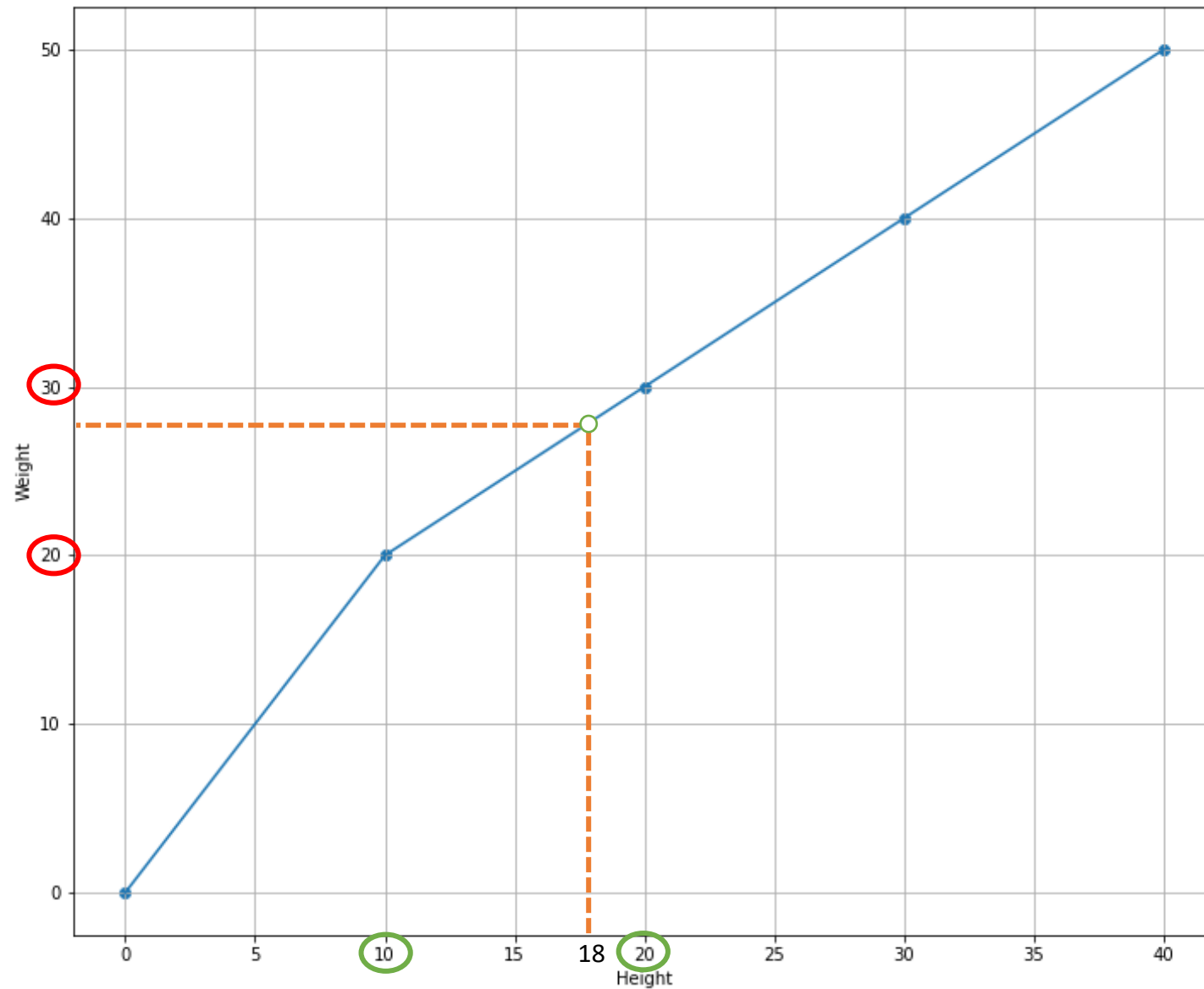
Artificial Intelligence (AI)



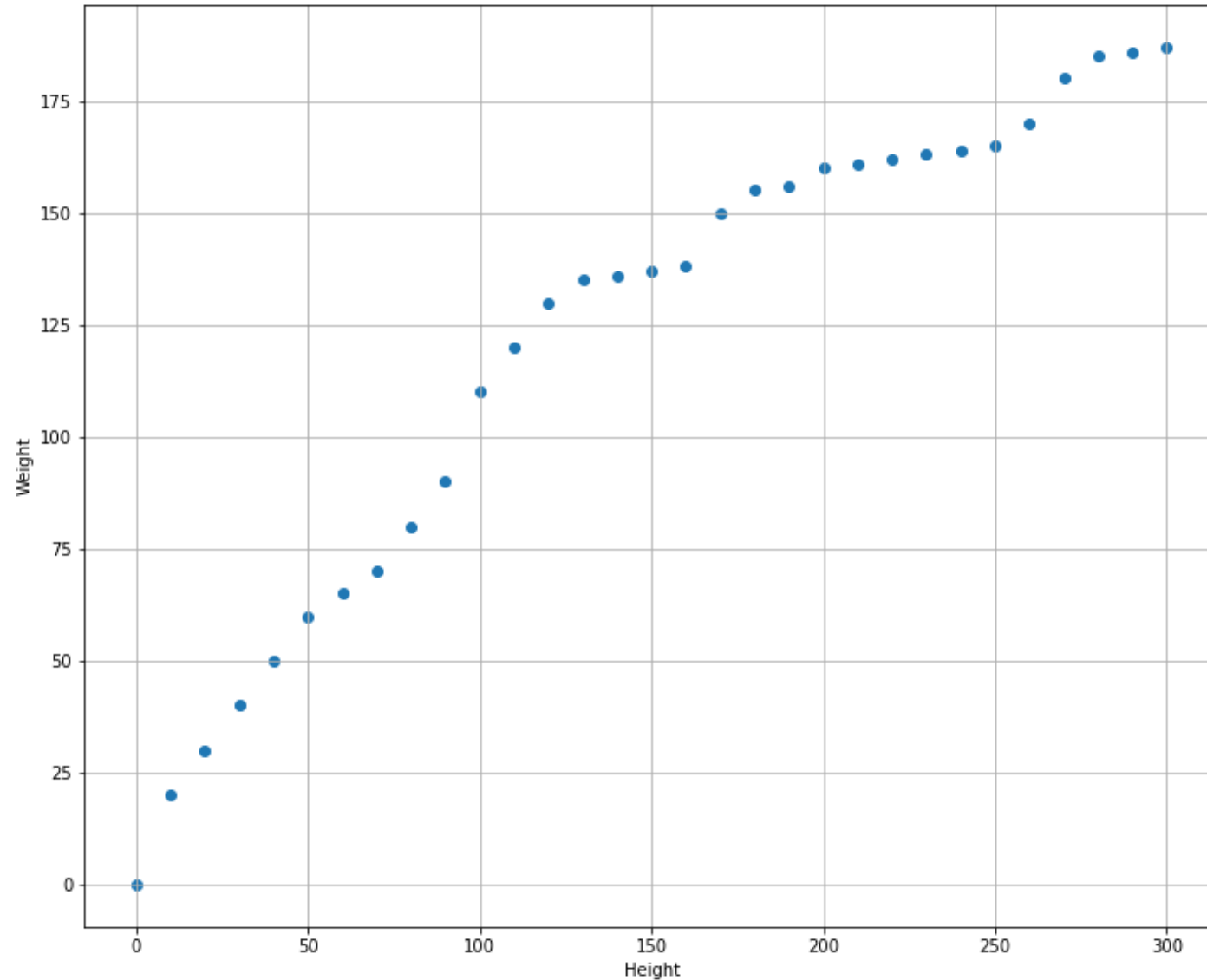
Artificial Intelligence (AI)



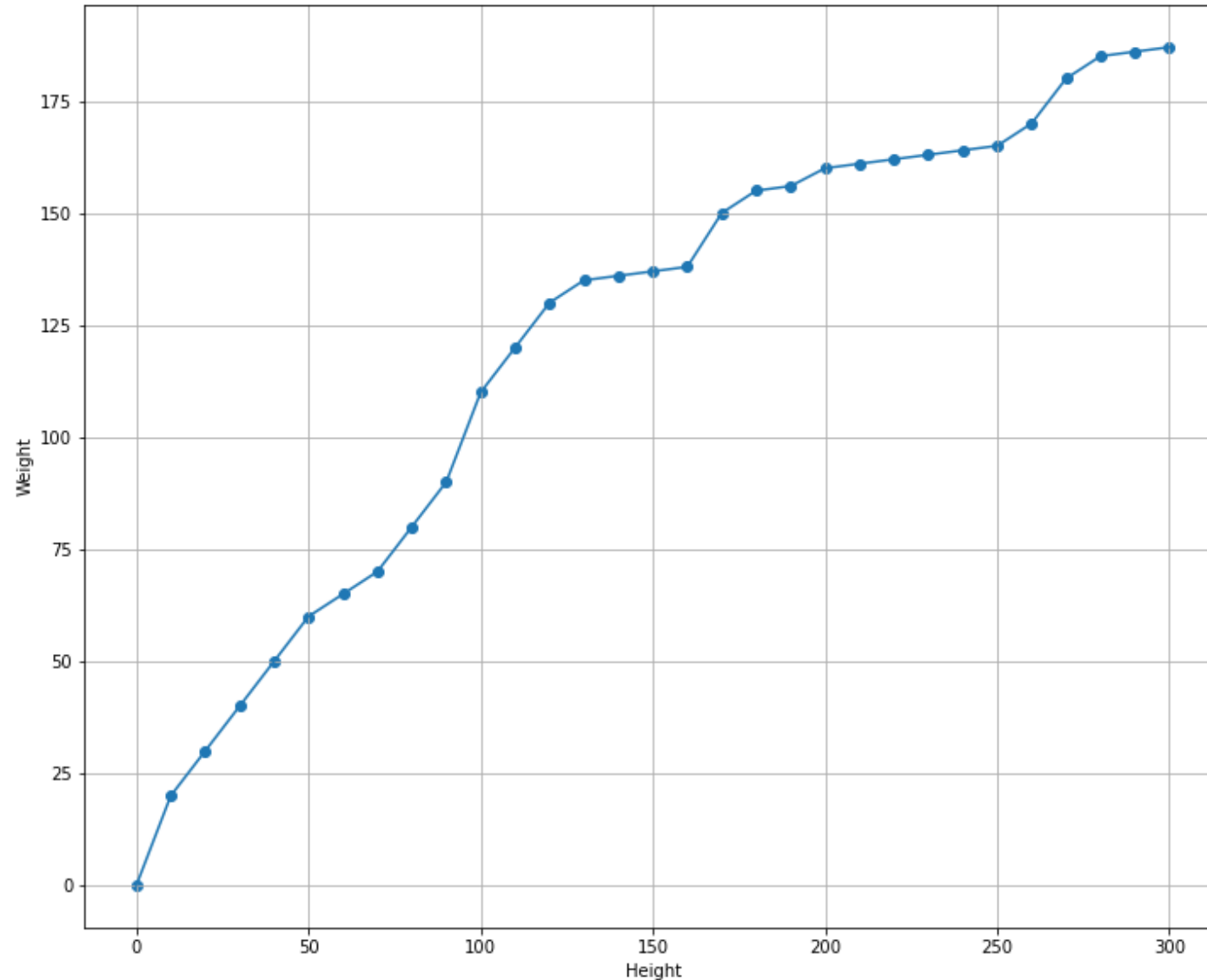
Artificial Intelligence (AI)



Artificial Intelligence (AI)



Artificial Intelligence (AI)



AI Timeline

imaneante

Que existe sempre num dado objeto e é inseparável dele.

Que faz parte de maneira inseparável da essência de um ser; inerente.

1943

Warren McCulloch & Walter Pitts

O artigo [“A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity”](#) [1] que falou pela primeira vez sobre redes neurais e estruturas de raciocínio artificial na forma de um modelo matemático que imita nosso sistema nervoso.

AI Timeline

1943

Warren McCulloch
& Walter Pitts

1950

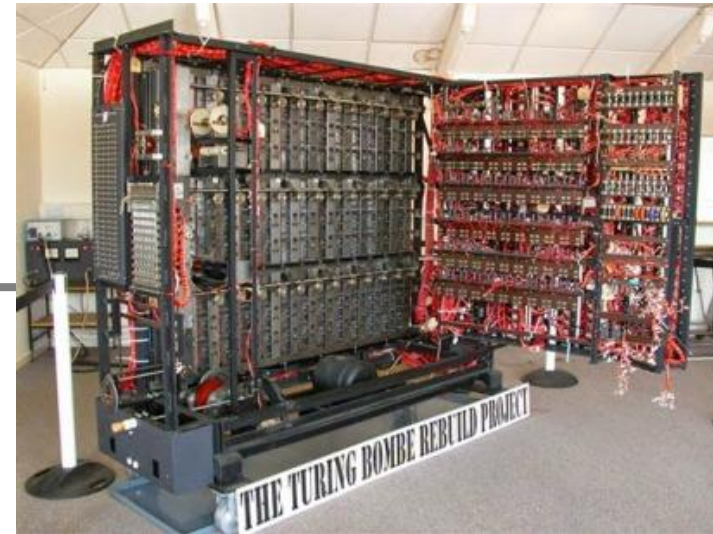
Claude Shannon

O artigo [“Programming a computer for playing chess”](#) apresentou como programar uma máquina para jogar xadrez com cálculos posicionais simples, mas eficientes.

1950

Allan Turing

O artigo [“Computing machinery and intelligence. In Parsing the Turing test ”](#) apresentou uma maneira de avaliar se uma máquina pode se passar por um ser humano em uma conversa escrita.



AI Timeline

Chapter 3 Computing Machinery and Intelligence

Alan M. Turing

Os sistemas passam por um teste de comportamento?

3.1 The Imitation Game

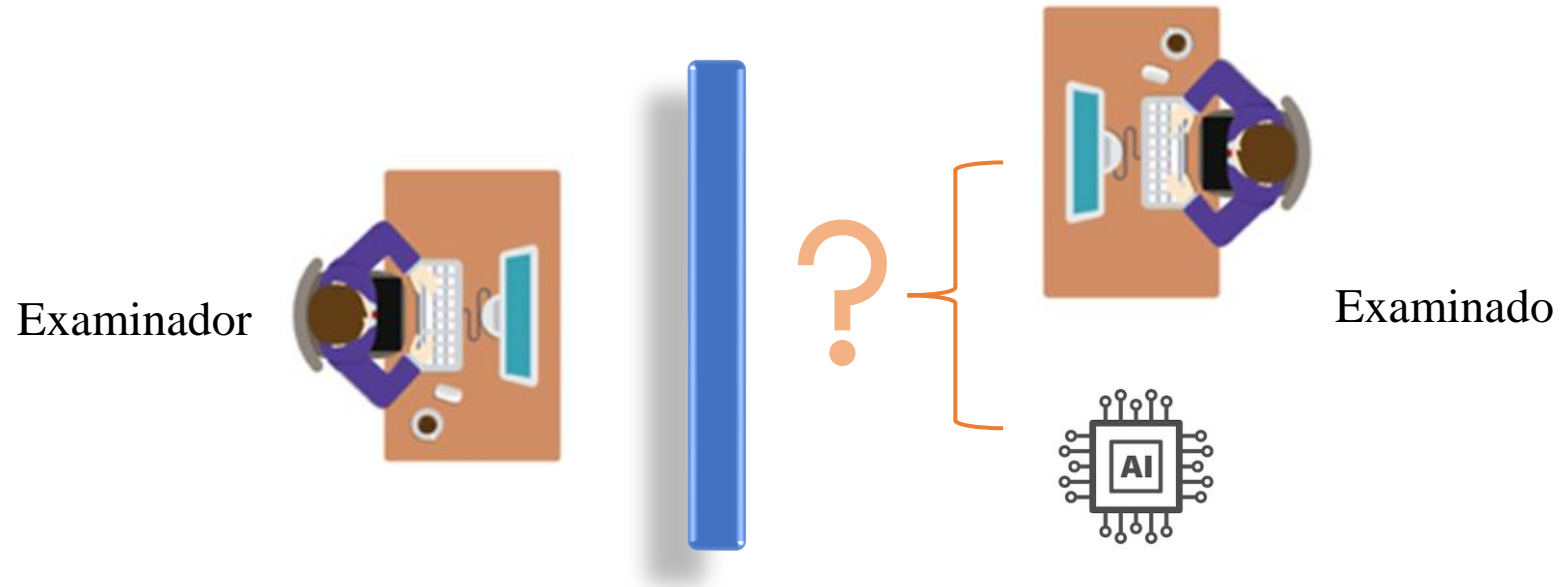
I propose to consider the question, “Can machines think?”* This should begin with definitions of the meaning of the terms “machine” and “think”. The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words “machine” and “think” are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, “Can machines think?” is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by

AI Timeline

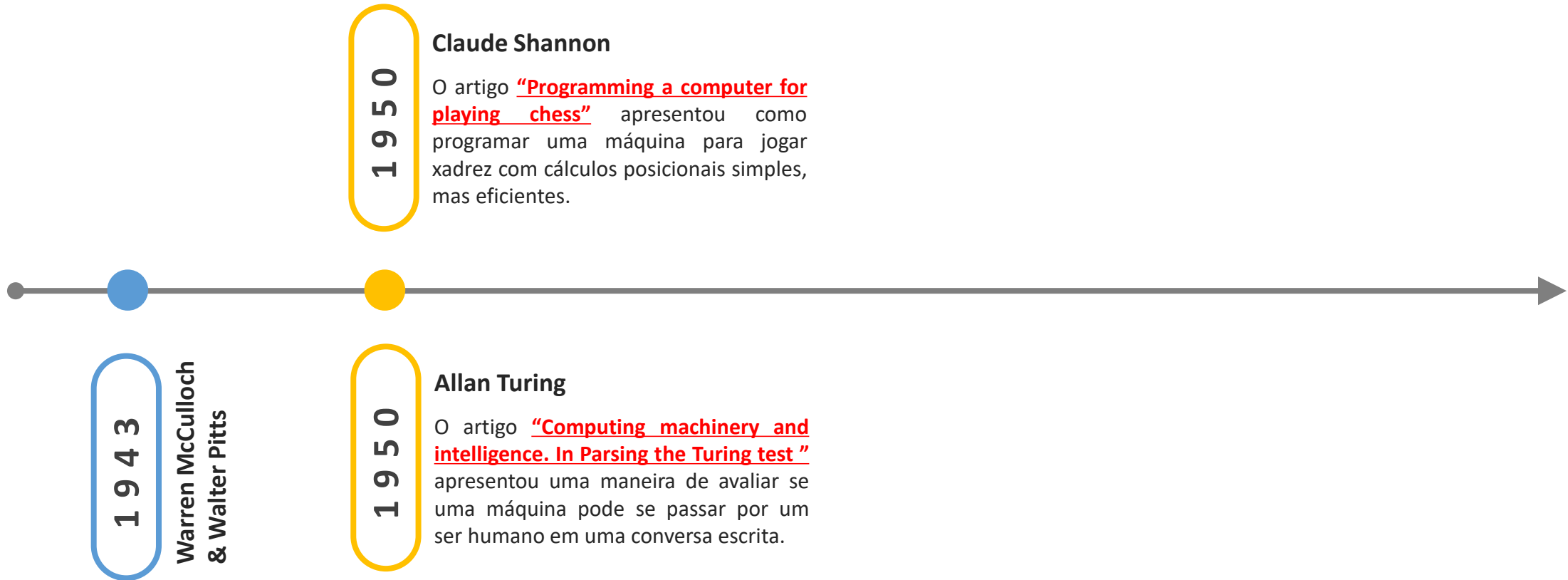
Chapter 3 Computing Machinery and Intelligence

Alan M. Turing

Os sistemas passam por um teste de comportamento?



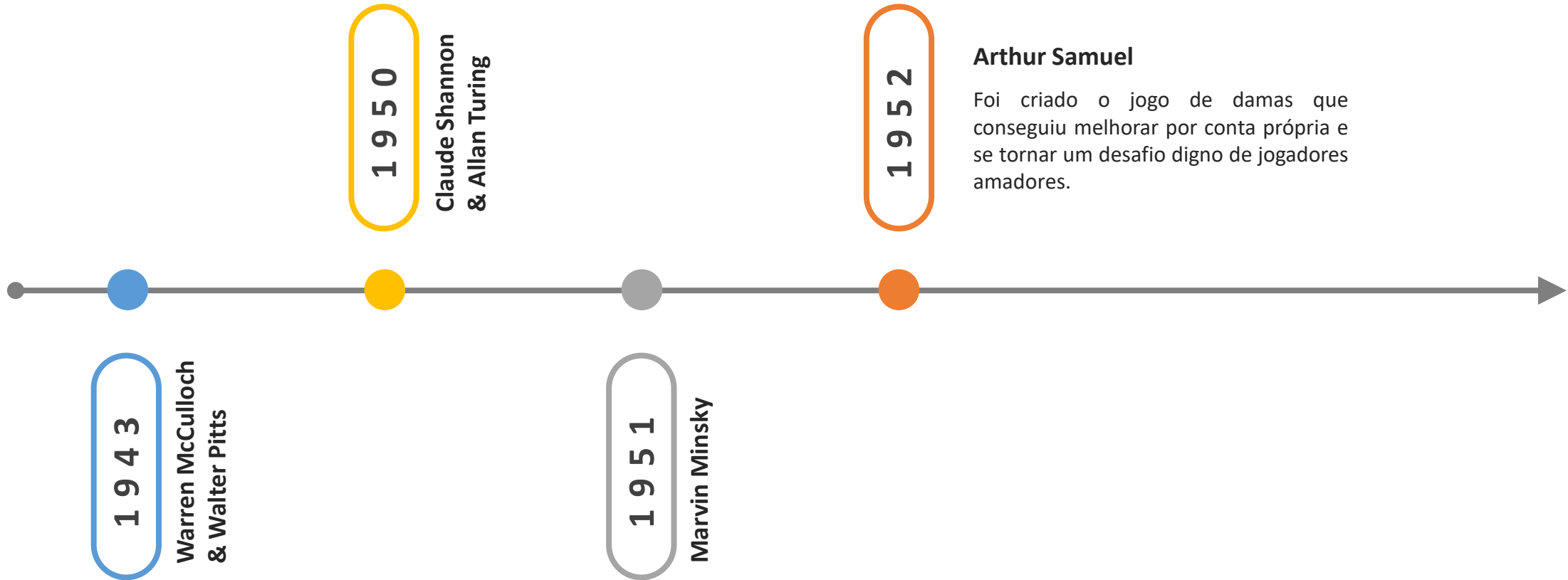
AI Timeline



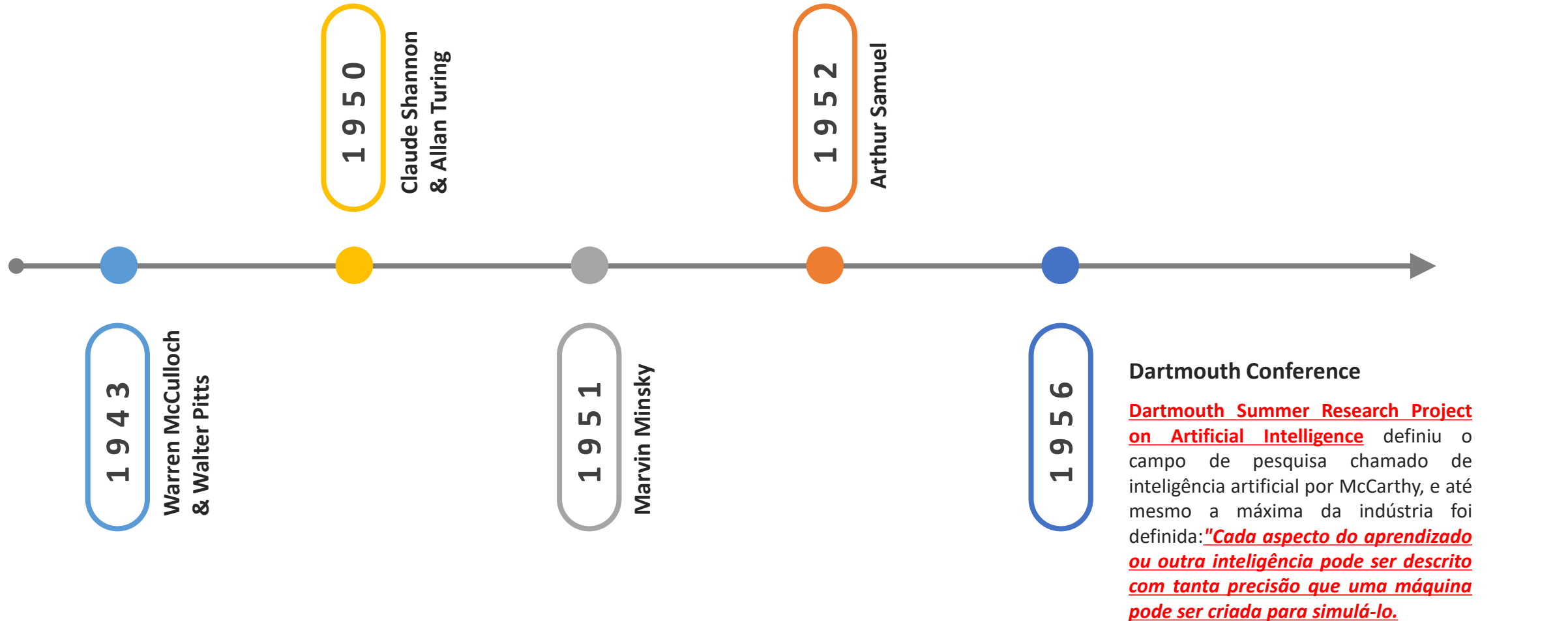
AI Timeline



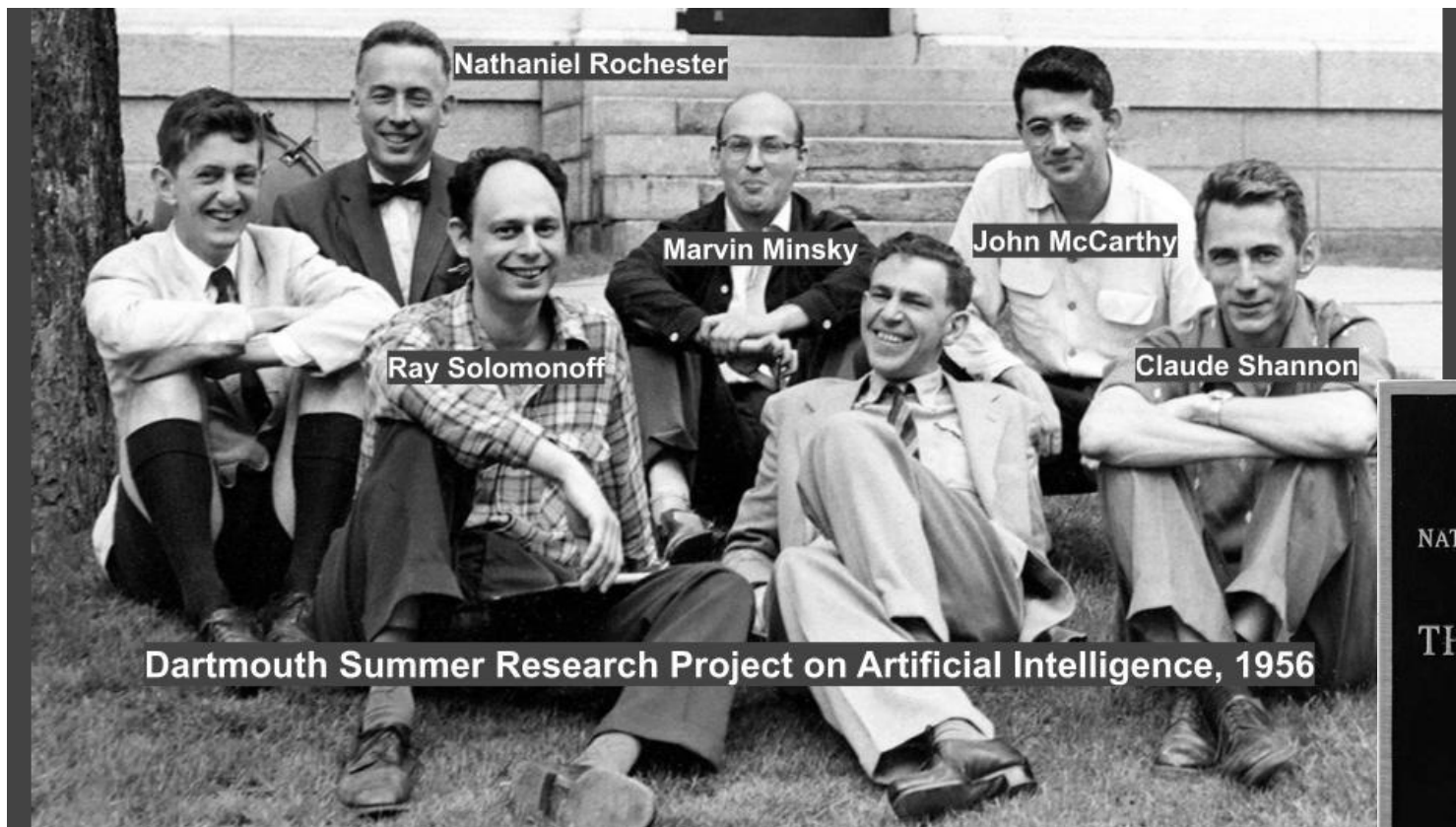
AI Timeline



AI Timeline

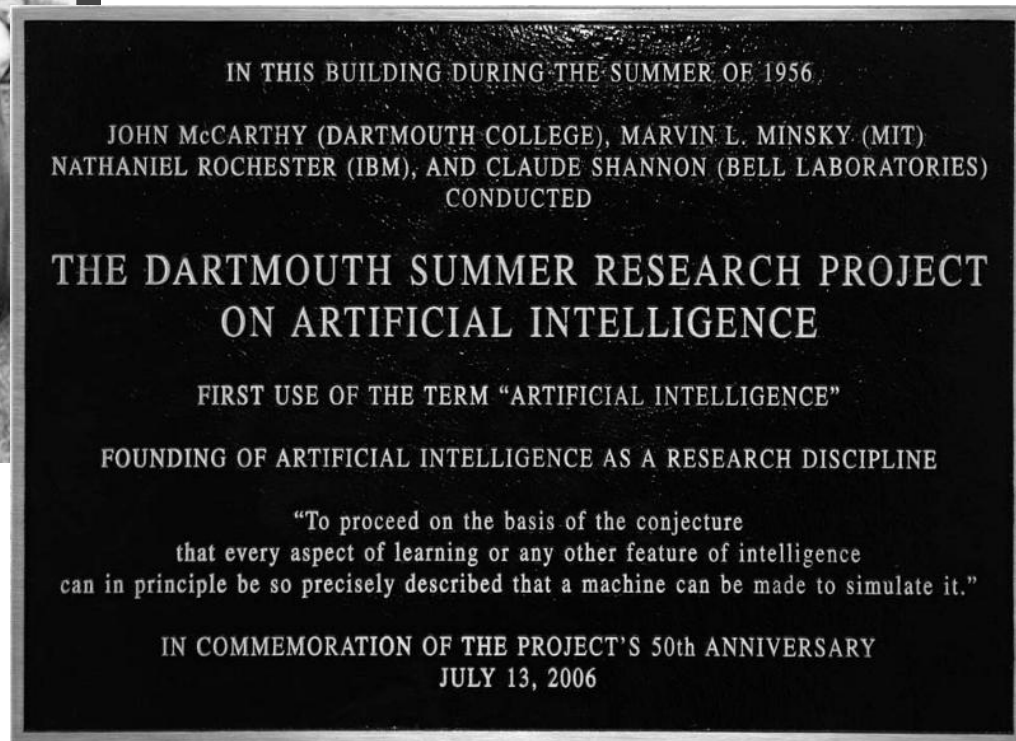


AI Timeline



(Foto: Margaret Minsky)

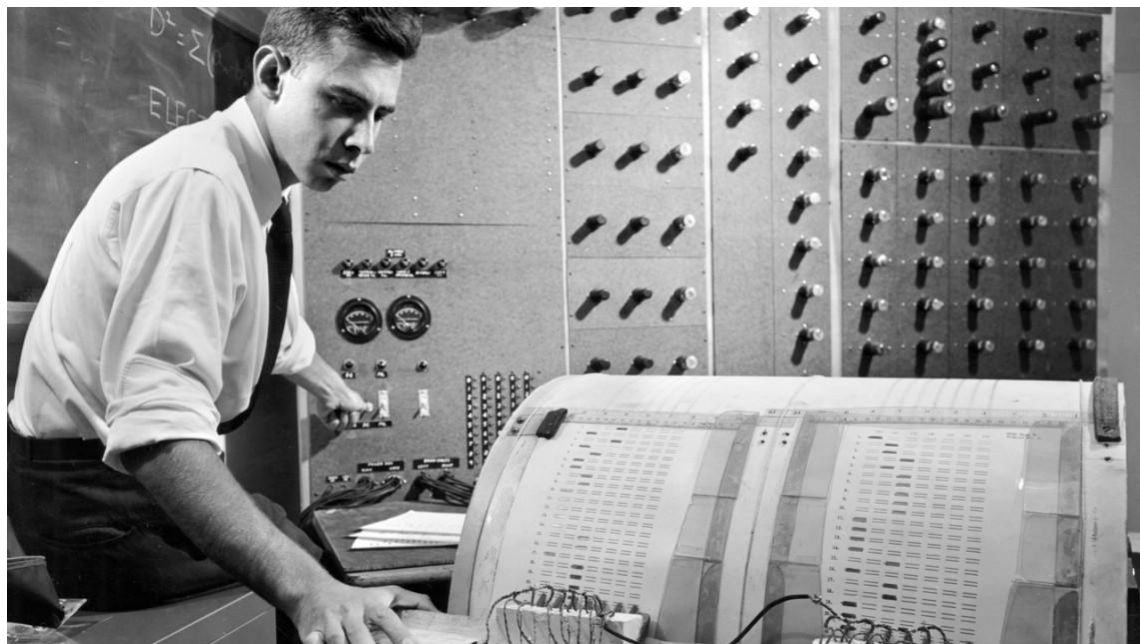
Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence



AI Timeline



AI Timeline



1958, Frank Rosenblatt introduz o Perceptron.

PERCEPTRON

Primeira rede neural usado para a Classificação

"[The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain](#)" (um modelo probabilístico para armazenamento e organização de informações no cérebro). Rosenblatt conseguiu fazer com que um computador aprendesse a distinguir as cartas marcadas à esquerda das cartas marcadas à direita.



AI Timeline



DENDRAL

Primeiro Sistema Inteligente

1965, DENDRAL (*"DENDRitic ALgorithm"*)

Edward Feigenbaum e Joshua Lederberg
(Stanford University, California)

- Mapear a estrutura das moléculas para ajudar os químicos a identificar moléculas orgânicas desconhecidas;
- Ao realizar a análise espectral da molécula com base em regras, o DENDRAL definia um conjunto de estruturas possíveis;
- Em seguida, comparava-os com os dados para determinar qual deles estava correto;
- O programa DENDRAL é considerado o primeiro sistema especialista porque permitiu automatizar a tomada de decisão e o comportamento de resolução de problemas de químicos orgânicos.

AI Timeline

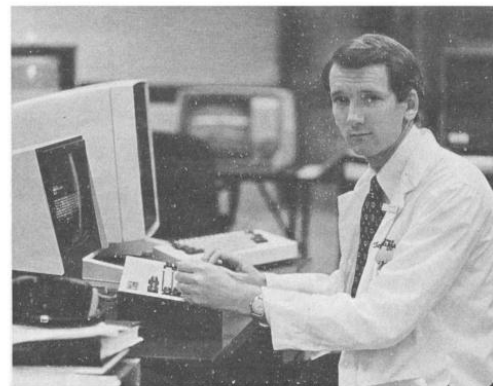
Feature Interview

Edward H. Shortliffe on the MYCIN Expert System

Amsterdam, 26 August 1983

(Editorial Note: Shortliffe's first major book, *Computer-based Medical Consultations: MYCIN*, was published in 1976 by American Elsevier Publishing Co., Inc., New York, ISBN 0444-00179-4)

North-Holland: *Would you please explain what MYCIN is and how it works?*



Edward H. Shortliffe is Assistant Professor of Medicine and Computer Science at Stanford University. He received an A.B. in Applied Mathematics from Harvard College in 1970, a Stanford Ph.D. in Medical Information Sciences in 1975 and an M.D. at Stanford in 1976. During the early 1970s he was principle developer of the expert system known as MYCIN. After a pause for medical house staff training between 1976 and 1979, he returned to join the Stanford Faculty where he has directed an active research program in medical expert systems development. His interests include a broad range of issues related to expert systems and their effective implementation. Of par-

Edward Shortliffe: MYCIN is a system of programs, developed at Stanford University in the early 1970s — starting around 1971/1972 — which is designed to give physicians advice on the treatment of patients with serious infections, particularly bacteremia (bacteria in the blood), and meningitis (bacteria in the cerebrospinal fluid, the fluid that bathes the brain and spinal cord). The program developed out of an interest that we had

at Stanford in monitoring prescriptions and trying to decide if they were inappropriate. There was a project at Stanford at the time concerned with drug interactions. We originally intended to monitor a part of the prescriptions that were coming in and simultaneously to look on another computer where they were keeping the results of cultures for patients with infections to see if there seemed to be a good match between the culture results for a patient and the antibiotics that were actually being prescribed. Although that model worked very well for drug interactions, where you just needed to compare two drugs and essentially look up in a table to see whether there need be any concern about these two drugs being given together, we quickly realized that there were much more complex decisions that went into antibiotic selection than simply knowing culture results. We needed to know all kinds of other things about the patient: for example, his history, what other simultaneous cultures were available, what antibiotics the patient had received in the past, and so on. The more we looked at the problem, the more we realized that by the time you had a program that was able to monitor for inappropriate antibiotic selection, you would have a program that was smart enough about infectious diseases to actually be able to recommend therapy in the first place. Because of the logistical problems in tying together computers, at least in the 1970s when computer networking was not very well developed, we decided to forget about connecting the pharmacy to the laboratory computer, at least for the short term, to forget about the monitoring mode, and instead to try to develop a program that would take the information about cultures and infections in patients and would give advice to physicians. That is how the notion developed. We didn't start out thinking about a consultation system, yet that idea, for certain practical reasons, became prominent.

NH: *Were there any prototypes?*

ES: You mean systems that were similar or that had similar objectives? In medical decision making, there had been research done since the late 1950s. That is when

1972, MYCIN

Edward H. Shortliffe
(Stanford University, California)

O problema:

- Apenas 13% dos pacientes eram tratados racionalmente
- 66% recebiam tratamento irracional
- 21% recebiam tratamento questionável

Irracionalidade significa, por exemplo:

- Usar uma combinação contraindicada
- Usar o agente errado para um organismo específico
- Não fazer as culturas necessárias

AI Timeline

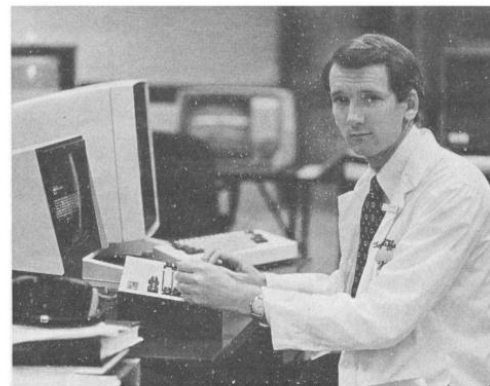
Feature Interview

Edward H. Shortliffe on the MYCIN Expert System

Amsterdam, 26 August 1983

(Editorial Note: Shortliffe's first major book, *Computer-based Medical Consultations: MYCIN*, was published in 1976 by American Elsevier Publishing Co., Inc., New York, ISBN 0444-00179-4)

North-Holland: *Would you please explain what MYCIN is and how it works?*



Edward H. Shortliffe is Assistant Professor of Medicine and Computer Science at Stanford University. He received an A.B. in Applied Mathematics from Harvard College in 1970, a Stanford Ph.D. in Medical Information Sciences in 1975 and an M.D. at Stanford in 1976. During the early 1970s he was principle developer of the expert system known as MYCIN. After a pause for medical house staff training between 1976 and 1979, he returned to join the Stanford Faculty where he has directed an active research program in medical expert systems development. His interests include a broad range of issues related to expert systems and their effective implementation. Of par-

Edward Shortliffe: MYCIN is a system of programs, developed at Stanford University in the early 1970s — starting around 1971/1972 — which is designed to give physicians advice on the treatment of patients with serious infections, particularly bacteremia (bacteria in the blood), and meningitis (bacteria in the cerebrospinal fluid, the fluid that bathes the brain and spinal cord). The program developed out of an interest that we had

at Stanford in monitoring prescriptions and trying to decide if they were inappropriate. There was a project at Stanford at the time concerned with drug interactions. We originally intended to monitor a part of the prescriptions that were coming in and simultaneously to look on another computer where they were keeping the results of cultures for patients with infections to see if there seemed to be a good match between the culture results for a patient and the antibiotics that were actually being prescribed. Although that model worked very well for drug interactions, where you just needed to compare two drugs and essentially look up in a table to see whether there need be any concern about these two drugs being given together, we quickly realized that there were much more complex decisions that went into antibiotic selection than simply knowing culture results. We needed to know all kinds of other things about the patient: for example, his history, what other simultaneous cultures were available, what antibiotics the patient had received in the past, and so on. The more we looked at the problem, the more we realized that by the time you had a program that was able to monitor for inappropriate antibiotic selection, you would have a program that was smart enough about infectious diseases to actually be able to recommend therapy in the first place. Because of the logistical problems in tying together computers, at least in the 1970s when computer networking was not very well developed, we decided to forget about connecting the pharmacy to the laboratory computer, at least for the short term, to forget about the monitoring mode, and instead to try to develop a program that would take the information about cultures and infections in patients and would give advice to physicians. That is how the notion developed. We didn't start out thinking about a consultation system, yet that idea, for certain practical reasons, became prominent.

NH: *Were there any prototypes?*

ES: You mean systems that were similar or that had similar objectives? In medical decision making, there had been research done since the late 1950s. That is when

1972, MYCIN

Edward H. Shortliffe
(Stanford University, California)

- Ferramenta para ajudar os médicos no diagnóstico de doenças infecciosas do sangue;
- Concentrou-se na identificação das bactérias causadoras de infecções e na recomendação de antibióticos.

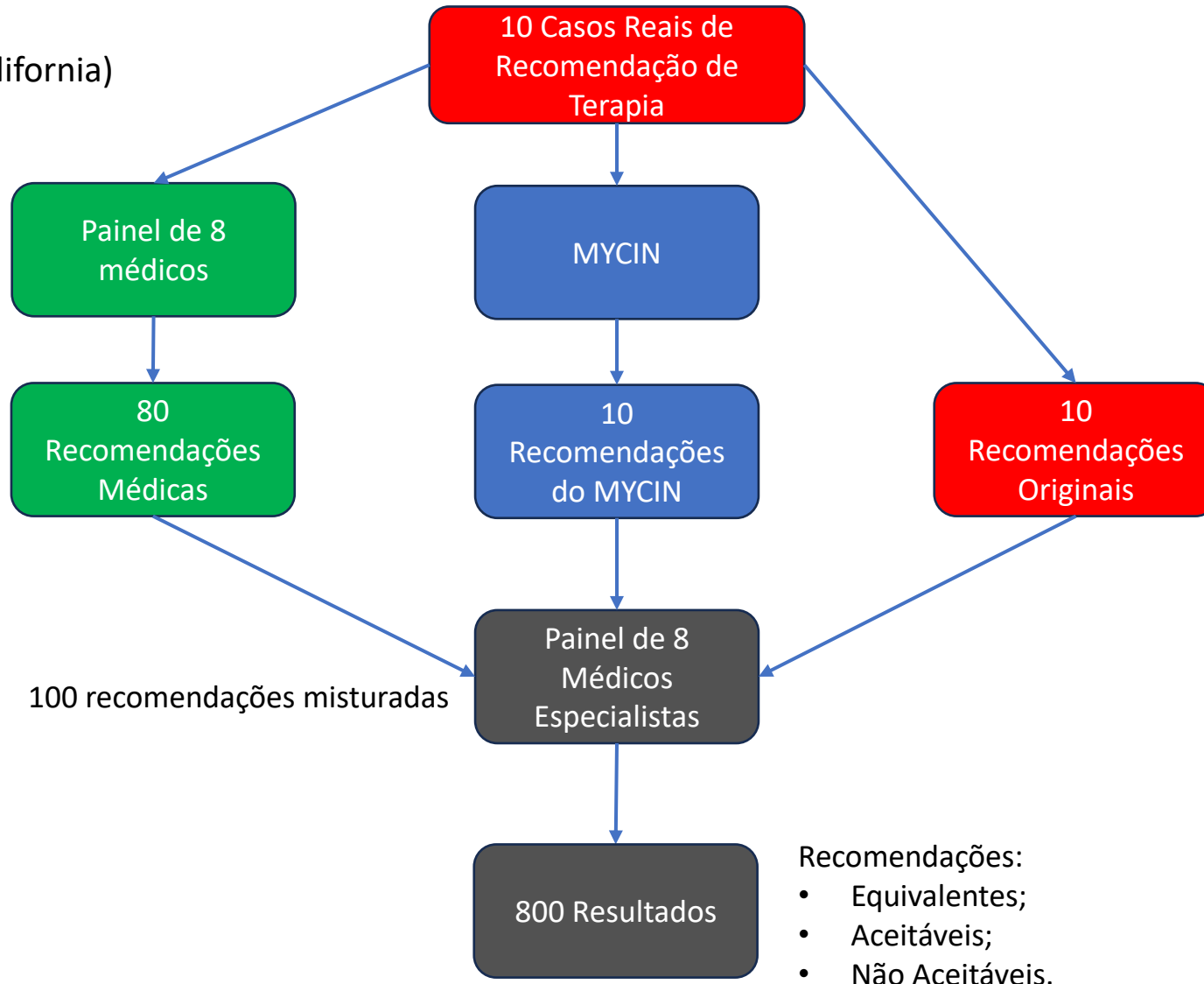
Respondia a 4 perguntas (Recomendação):

- Se a infecção era significativa;
- Identificava o organismo causador por evidencias clinicas e laboratoriais;
- Decidia a que antibiótico os organismos eram sensíveis;
- A prescrição da combinação das drogas para o caso particular.

AI Timeline

1972, MYCIN

Edward H. Shortliffe
(Stanford University, California)



AI Timeline

Russel & Norvig [4]

Centrada nos
Humanos

- abordagem empírica
- hipóteses e confirmação experimental
- medir o nível de sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano

AI Forte

AI Timeline

Russel & Norvig [4]



Sistemas que agem como humanos

Iniciativas para criar sistemas que se comportem de forma semelhante ao ser humano.

AI Timeline

Russel & Norvig [4]



Sistemas que agem como humanos

Iniciativas para criar sistemas que se comportem de forma semelhante ao ser humano.

Sistemas que pensem como humanos

Criar sistemas que tentem simular a capacidade de pensamento dos seres humanos.

AI Timeline

Russel & Norvig [4]

Centrada nos
Humanos

- abordagem empírica
- hipóteses e confirmação experimental
- medir o nível de sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano

AI Forte

Racionalista

- combinação de matemática e engenharia
- uso de modelos formais

AI Fraca

AI Timeline

Russel & Norvig [4]



Sistemas que agem como humanos

Iniciativas para criar sistemas que se comportem de forma semelhante ao ser humano.

Sistemas que pensam como humanos

Criar sistemas que tentem simular a capacidade de pensamento dos seres humanos.

Sistemas que pensam racionalmente

Iniciativas baseadas em processos de argumentação irrefutáveis (Aristóteles)

AI Timeline

Russel & Norvig [4]



Sistemas que agem como humanos

Iniciativas para criar sistemas que se comportem de forma semelhante ao ser humano.

Sistemas que pensam como humanos

Criar sistemas que tentem simular a capacidade de pensamento dos seres humanos.

Sistemas que pensam racionalmente

Iniciativas baseadas em processos de argumentação irrefutáveis (Aristóteles)

Sistemas que agem racionalmente

Baseado em agentes racionais, que agem de forma que obtenha o melhor resultado ou, quando há incerteza, o melhor resultado possível.



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



10^{50} - movimentos possíveis

10^{120} – partidas diferentes



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



10^{50} - movimentos possíveis

10^{120} - partidas diferentes



10^{172} - movimentos

10^{761} - partidas



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



10^{50} - movimentos possíveis

10^{120} - partidas diferentes

10^{78} - 10^{82} átomos



10^{172} - movimentos

10^{761} - partidas



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



StarCraft (Blizzard Entertainment, 1998)

10^{1,685} - estados



GAME AI



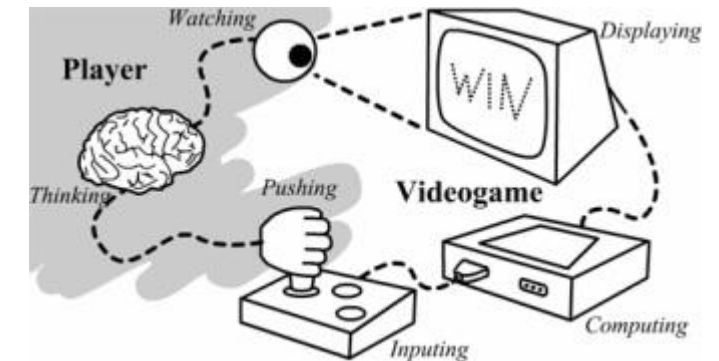
Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



Interação Humano-Computador Rica

A riqueza da interação é definida em termos das opções disponíveis que um jogador tem a qualquer momento e as formas (modalidades) que um jogador pode interagir com o meio.

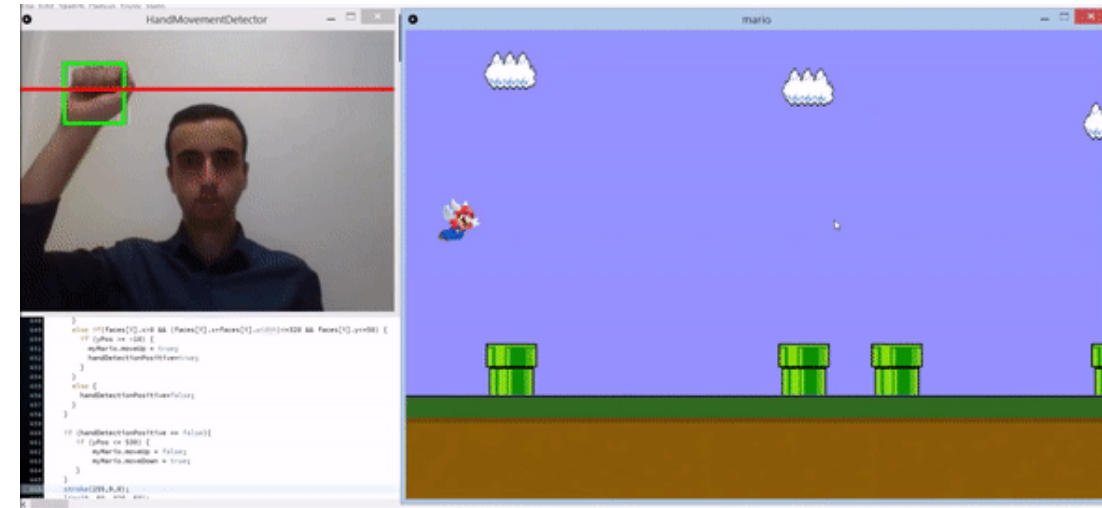


☒

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



A riqueza da interação é definida em termos das opções disponíveis que um jogador tem a qualquer momento e as formas (modalidades) que um jogador pode interagir com o meio.



Inteligência Artificial aplicada à indústria



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



Interação Humano-Computador Rica

A riqueza da interação é definida em termos das opções disponíveis que um jogador tem a qualquer momento e as formas (modalidades) que um jogador pode interagir com o meio.



Jogos são populares

Os jogos são capazes de aumentar a motivação intrínseca e o engajamento do usuário ao oferecer recursos de interatividade com um ambiente virtual.



GAME AI



Jogos são problemas difíceis e interessantes

O esforço e as habilidades das pessoas são necessários para completá-los ou, no caso dos *puzzles*, resolvê-los. Os jogos são difíceis porque seus estados finitos, bem como as estratégias possíveis para um agente, geralmente são vastos.



Interação Humano-Computador Rica

A riqueza da interação é definida em termos das opções disponíveis que um jogador tem a qualquer momento e as formas (modalidades) que um jogador pode interagir com o meio.



Jogos são populares

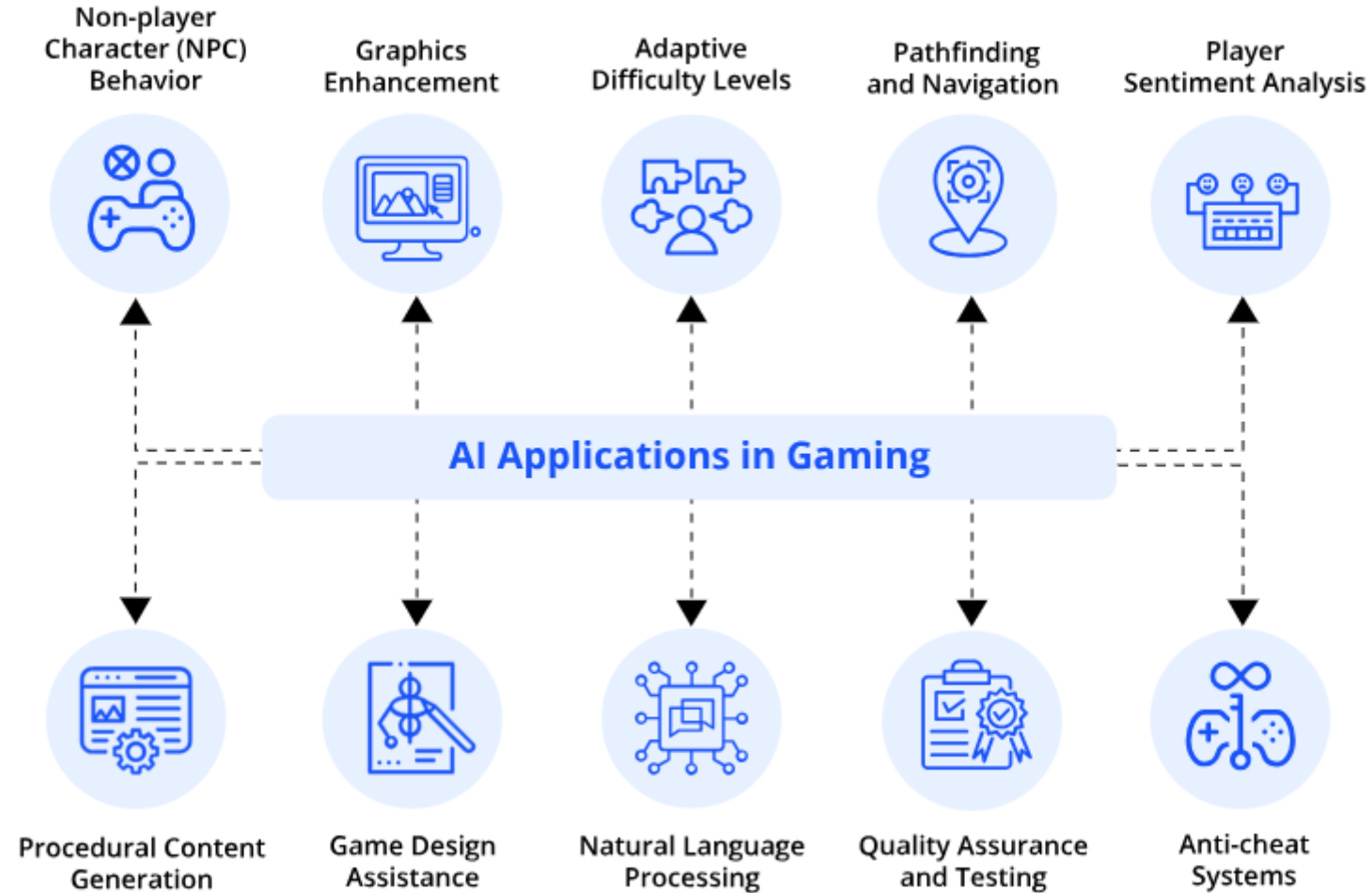
Os jogos são capazes de aumentar a motivação intrínseca e o engajamento do usuário ao oferecer recursos de interatividade com um ambiente virtual.



Existem desafios para todas as áreas

Os jogos desafiam todas as áreas centrais da IA. Isso pode ser visto tomando uma série de áreas amplamente aceitas de IA e discutindo os desafios disponíveis para essas áreas em jogos.

Game AI





Benefícios da IA na Indústria



Eficiência Operacional: Redução de custos e aumento da produtividade



Qualidade e Precisão: Melhoria no controle de qualidade e redução de erros



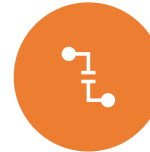
Manutenção Preditiva: Prevenção de falhas e redução de tempo de inatividade



Gestão da Cadeia de Suprimentos: Otimização de estoques e logística



Aplicações



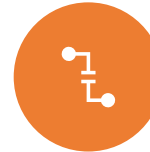
1. Manutenção Preditiva na General Electric (GE): Utilização de IA para prever falhas em turbinas eólicas

- Sensores instalados nas turbinas que coletam dados em tempo real sobre vibrações, temperaturas e condições dos componentes mecânicos.
- Os dados são analisados por algoritmos de IA que identificam padrões e anomalias, permitindo prever falhas potenciais antes que elas aconteçam.
- Programar manutenções de maneira preventiva, evitando paradas inesperadas e melhorando a eficiência operacional das turbinas.

Essa aplicação:

- aumenta a confiabilidade das turbinas;
- reduz custos de manutenção;
- maximiza a geração de energia ao minimizar períodos de inatividade.

Aplicações



1. Manutenção Preditiva na General Electric (GE): Utilização de IA para prever falhas em turbinas eólicas

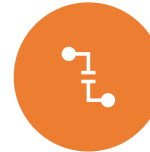


2. Otimização de Processos na Siemens: Implementação de IA para ajustar parâmetros de produção em tempo real

- Ajusta automaticamente os parâmetros de fabricação com base nos dados coletados por sensores.
- Os sensores monitoram constantemente variáveis como temperatura, pressão e velocidade, permitindo que a IA faça ajustes imediatos e precisos para garantir a eficiência e qualidade do processo.
- Com essas soluções, a Siemens melhora a adaptabilidade das fábricas, aumentando a produtividade e reduzindo o tempo de inatividade e os custos de produção.
- Facilitam a tomada de decisões em tempo real, possibilitando ajustes rápidos que garantem uma maior eficiência operacional.



Aplicações



1. **Manutenção Preditiva na General Electric (GE):** Utilização de IA para prever falhas em turbinas eólicas



2. **Otimização de Processos na Siemens:** Implementação de IA para ajustar parâmetros de produção em tempo real



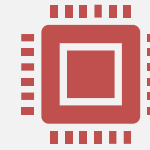
3. **Inspeção de Qualidade na BMW:** Uso de algoritmos de IA para detectar defeitos em peças automotivas

- Identificação Precoce de Defeitos: Análise de imagens e informações dos componentes, para identificar anomalias.
- Aumento da Eficiência: Aumento da taxa de produção sem comprometer a qualidade.
- Redução de Custos: Reduz custos com retrabalho e manutenção, aumentando a confiabilidade do produto final.

Esses avanços não apenas melhoram a qualidade dos veículos produzidos, mas também otimizam todo o fluxo de produção na indústria automotiva.



Impactos



**AUTOMAÇÃO E DIGITALIZAÇÃO:
INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS
CIBERFÍSICOS E IOT**



**TOMADA DE DECISÕES BASEADA EM
DADOS: ANÁLISE DE GRANDES
VOLUMES DE DADOS EM TEMPO
REAL**



**FÁBRICAS INTELIGENTES: MÁQUINAS
AUTÔNOMAS QUE COMUNICAM E
TOMAM DECISÕES**

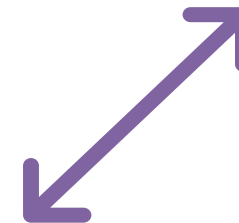


Desafios e Expectativas



Desafios:

Adaptação tecnológica, investimento inicial, segurança de dados



Expectativas:

Expansão da IA em novos setores, avanços em machine learning e deep learning

Questões!!!!



Como um sistema de IA toma uma decisão?

Como um sistema de IA aprende a tomar uma decisão?

Um sistema de IA pode tomar uma decisão como um humano?

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Inteligência Artificial aplicada na Indústria

Daniel Nogueira



dnogueira@ipca.pt



<https://www.linkedin.com/in/danielfnogueira/>

