

ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Tópicos em Engenharia da Computação II - Fundamentos de Redes Neurais

Profº - Dr. Thales Levi Azevedo Valente

- [Professor e Engenheiro de Machine Learning | LinkedIn](#)
- thales.l.a.valente@gmail.com.br

Grupo da Turma 2025.1



<https://chat.whatsapp.com/BA94Obl6YryJ8MMGq27suk>

Sejam Bem-vindos !



**Os celulares devem
ficar no silencioso
ou desligados**

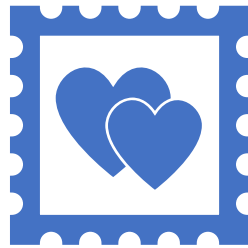
Pode ser utilizado
apenas em caso
de emergência



**Boa tarde/noite, por
favor e com licença
DEVEM ser usados**

Educação é
essencial

Na aula anterior...



Realizamos uma dinâmica para conhecer um ao outro

Discutimos sonhos e desejos

A importância de ter um objetivo definido



Discutimos boas práticas de estudo

Importância de um cronograma

Importância do foco

Importância de revisões periódicas

Alimentação e exercício

Objetivos de hoje



Apresentar um breve histórico do desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial;



Ao final da aula, os alunos serão capazes de ter uma visão geral da sequência temporal dos principais marcos na história das RNAs



Roteiro: Breve Histórico



Primeiros Fundamentos (1943–1955)

- 1911: Ramon y Cajal de niram a idéia de neurônio
- 1943: Warren McCulloch e Walter Pitts
 - Primeiro modelo matemático do neurônio
 - Conhecimentos em fisiologia básica, lógica proposicional e teoria da computação de Turing
- 1949: Regra de Aprendizado de Donald Hebb
 - Definiu o conceito de atualização dos pesos sinápticos
 - Propôs que a eficiência sináptica entre dois neurônios aumenta quando eles são ativados simultaneamente.
 - "se dois neurônios estão simultaneamente ativos, suas conexões são reforçadas. ; caso apenas um esteja ativado em dado momento, suas conexões são enfraquecidas."
 - Base para mecanismos de aprendizagem em redes neurais

Primeiros Fundamentos (1943–1955)

- 1950: "Computing Machinery and Intelligence" de Alan Turing
 - Alan Turing explorou a questão "As máquinas podem pensar?"
 - Propôs o Teste de Turing
- 1951: SNARC de Marvin Minsky e Dean Edmonds
 - O SNARC simulava uma rede neural de 40 neurônios
 - Uma das primeiras implementações de redes neurais artificiais
- 1956: Conferência de Dartmouth
 - John McCarthy reuniu pesquisadores para discutir o desenvolvimento de máquinas inteligente
 - O termo "Inteligência Artificial" foi oficialmente utilizado, marcando o início formal do campo
 - Acreditavam que a criação de máquinas com inteligência comparável à humana seria possível em poucas décadas. Período de grande entusiasmo e expectativa

Anos Formativos (1957–1965)

- 1957: General Problem Solver (GPS) de Newell e Simon
 - Tentativa de Modelar o Pensamento Humano
 - Programa para resolver problemas de forma genérica, imitando processos cognitivos humanos
 - Representou um avanço significativo na busca por uma IA que pensa como humanos
- 1958: Desenvolvimento do LISP por John McCarthy
 - Criação da Primeira Linguagem de Programação para IA
 - Tinha capacidade de manipular símbolos e listas eficientemente
 - facilitou a implementação de algoritmos complexos

Anos Formativos (1957–1965)

- 1959: Implementação do primeiro modelo de neurônio artificial
 - O perceptron, por Franck Rosembat
- 1959: Geometry Theorem Prover de Herbert Gelernter
 - Resolução de Problemas Matemáticos Complexos
 - Conseguia provar teoremas de geometria de nível colegial
 - Demonstrou que computadores podiam realizar tarefas intelectuais avançadas

O Primeiro Inverno da IA (1966–1973)

- Os sistemas de IA enfrentaram problemas ao lidar com situações mais complexas
 - Necessidade de vasto conhecimento do mundo real e capacidade de compreensão semântica
 - Incapacidade de lidar com ambiguidades
- 1966: Relatório ALPAC
 - Crítica à Tradução Automática
 - Algoritmo não traduzia textos de forma satisfatória
 - Corte de financiamento nessa área nos EUAs

O Primeiro Inverno da IA (1966–1973)

- 1969: Minsky e S. Papert
 - Livro Perceptrons: an Introduction to Computational Geometry
 - Mostram que um perceptron de uma camada não é possível representar problemas não linearmente separáveis
 - Abordado o operador XOR

Sistemas Baseados em Conhecimento e Especialistas (1970–1980)

- Período “buraco negro” das redes neurais
- Anos 1970: Mudança para IA Específica de Domínio
 - Separação entre Conhecimento e Raciocínio
 - Distinção clara entre a base de conhecimento e o motor de inferência
 - maior flexibilidade e facilidade na atualização do conhecimento sem alterar o mecanismo de raciocínio
 - Foco em Tarefas Especializadas / Sistemas especialistas
 - Pesquisadores perceberam que “especializar a IA” aumentava o sucesso
- 1972: DENDRAL
 - Software para análise de compostos químicos
 - Deduzia estruturas moleculares com base em dados espectrométricos
 - Um dos primeiros sistemas especialistas eficazes

Sistemas Baseados em Conhecimento e Especialistas (1970–1980)

- 1972: Crescimento de Linguagens e Métodos de Representação
 - Surgimento da linguagem Prolog – Alain Colmerauer e Philippe Roussel
 - Melhor representação e manipulação do conhecimento em sistemas de IA
 - Declarativa baseada nos princípios da lógica
- 1976: MYCIN
 - Diagnóstico Médico Baseado em Regras
 - Usava uma base de conhecimento para diagnosticar infecções bacterianas
 - Recomendava tratamentos
 - Demonstrou a eficácia da IA na medicina

A IA Torna-se uma Indústria (1980–1987)

- 1980: Comercialização de sistemas especialistas e renascimento das redes neurais
 - Investimento Corporativo em IA
 - implementar sistemas especialistas para melhorar eficiência e reduzir custos,
 - impulsionando a indústria de IA
 - R1/XCON da Digital Equipment Corporation (DEC)
 - Configuração Automatizada de Sistemas Computacionais
 - O R1 auxiliava na configuração de pedidos de computadores
 - evitando erros humanos e economizando recursos significativos para a DEC.
- Desenvolvimento de novas arquiteturas de redes neurais e de novos algoritmos de aprendizagem

A IA Torna-se uma Indústria (1980–1987)

- 1981: Projeto Quinta Geração do Japão
 - Iniciativa Governamental em IA
 - Japão investiu em pesquisa e desenvolvimento no campo
 - Estímulo concorrência internacional e aumento de investimentos globais
- 1986:
 - Redescoberta do Algoritmo de Retropropagação
 - Treinamento (ajuste de pesos) de Redes Neurais Multicamadas
 - Melhoria significativa no desempenho em tarefas de reconhecimento de padrões
 - Publicação de "Parallel Distributed Processing"
 - Reavivamento do Interesse em Modelos Conexionistas (inspirados no cérebro)
 - Rumelhart e McClelland destacaram o potencial das redes neurais e estimularam novas pesquisas na área

O Segundo Inverno da IA (Final dos Anos 1980 – Início dos Anos 1990)

- Expectativas Não Cumpridas
 - Falhas em Atender às Promessas Exageradas
 - A complexidade e custo dos sistemas especialistas levaram à decepção
 - Não conseguiram cumprir as expectativas comerciais e técnicas
 - Redução de Financiamento e Pesquisa
 - Impacto na Comunidade de IA
 - A falta de recursos levou à diminuição de pesquisas e avanços no campo
- 1987: Saturação do Mercado – Desilusão com a tecnologia
 - Muitas empresas abandonaram projetos de IA

Surgimento dos Agentes Inteligentes (Anos 1990)

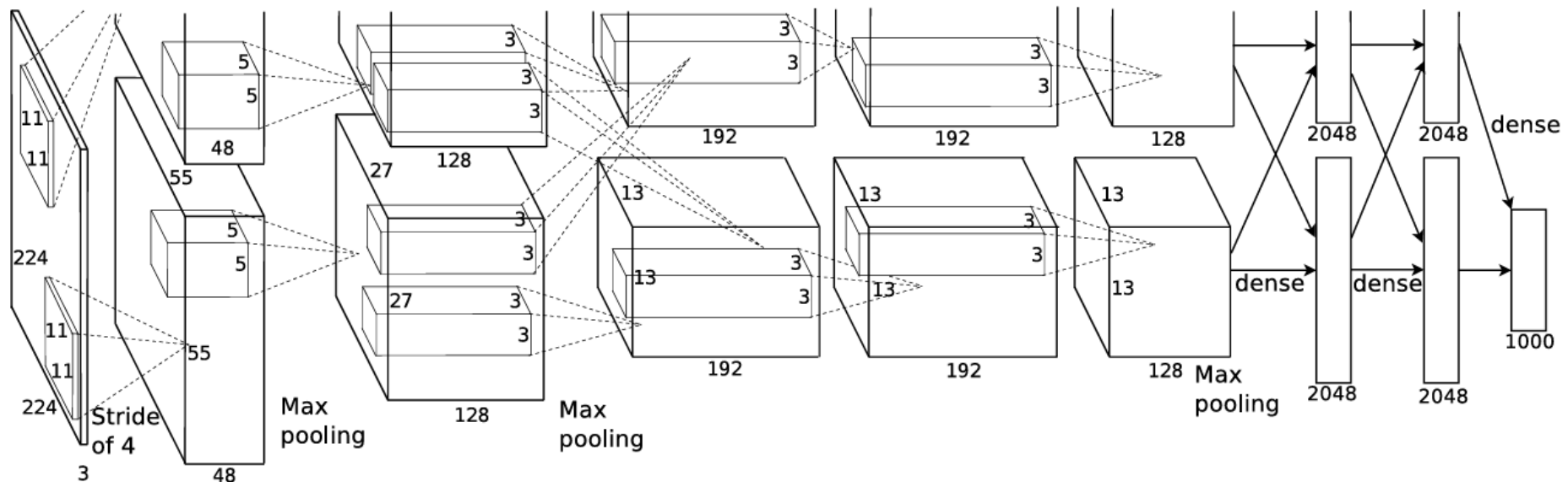
- Avanços em Aprendizado de Máquina
 - Novos Algoritmos e Técnicas como árvores de decisão, máquinas de vetor de suporte e redes bayesianas
- 1995: Definição de Agentes Inteligentes
 - Surgimento de sistemas autônomos
 - Percebem o ambiente, tomam decisões e agem para alcançar objetivos específicos
 - Aplicações na Web e Software
 - Agentes de software começaram a auxiliar usuários
 - Busca de informações
 - Filtragem de e-mails
 - Recomendações personalizadas

Revolução da Internet e Big Data (Anos 2000...)

- Disponibilidade Massiva de Dados
 - Treinamento de modelos de IA mais complexos e precisos
- Avanços em Hardware
 - Uso de GPUs para Processamento Paralelo
 - Aceleraram significativamente o treinamento de modelos de aprendizado profundo
 - Viabiliza redes neurais maiores e mais complexas
- Aplicações mais amplas
 - Processamento de Linguagem Natural
 - Visão Computacional

Era do Deep Learning (2012–...)

- 2012: [CNNs ganham fama](#)
 - Avanços Significativos em Redes Neurais Profundas
 - AlexNet, baseada em CNNs, reduziu drasticamente a taxa de erro em reconhecimento de imagens



Era do Deep Learning (2012–...)

- 2013: [DarkNet, a primeira versão da Yolo, surge das sombras hehe](#)
 - Avanços na detecção de objetos
 - [Imagem é dividida em grades cujas células são “ajustadas”](#)



bicycle rider



bicycle rider



bicycle rider



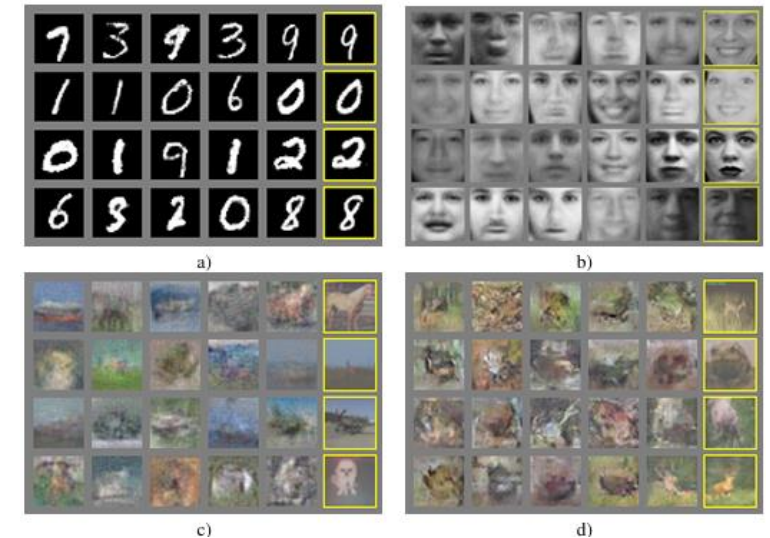
john cena



Era do Deep Learning (2012–...)

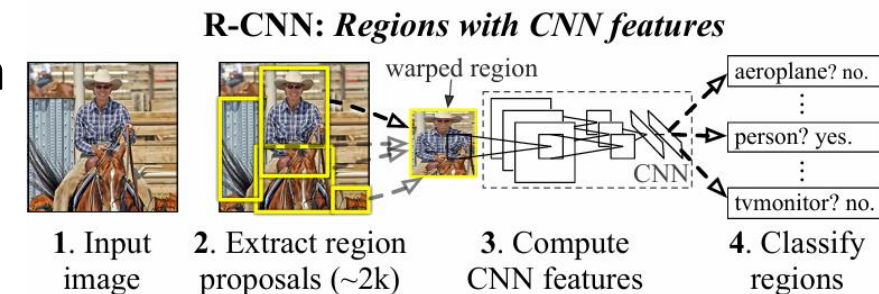
- 2014: Introdução das Redes Adversariais Generativas (GANs)

- Ian Goodfellow permite a geração de imagens, vídeos e dados sintéticos realistas



- 2014: Introdução das R-CNN

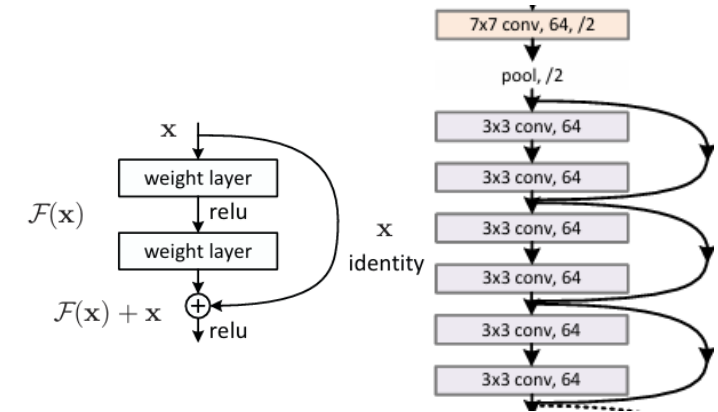
- Redes baseadas em regiões são propostas pela primeira vez, por Ross Girshick



Era do Deep Learning (2012–...)

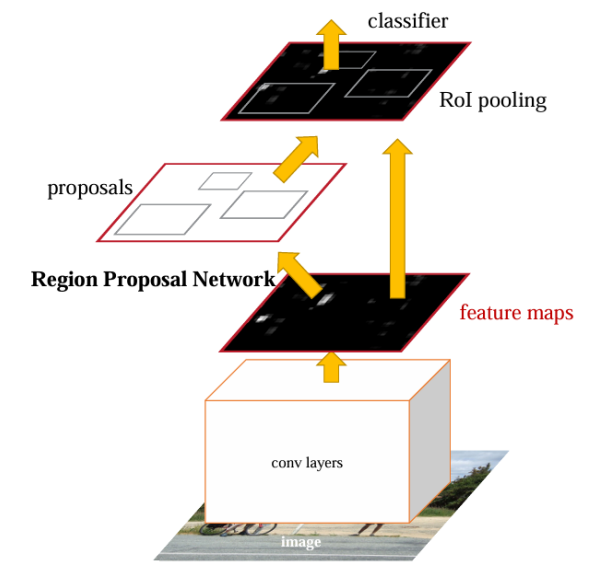
- 2015: [Introdução das Redes Residuais \(ResNets\)](#)

- Introduzidas por Kaiming He, ResNets permitiram o treinamento de redes muito profundas, superando problemas de degradação e melhorando a precisão em tarefas de visão computacional



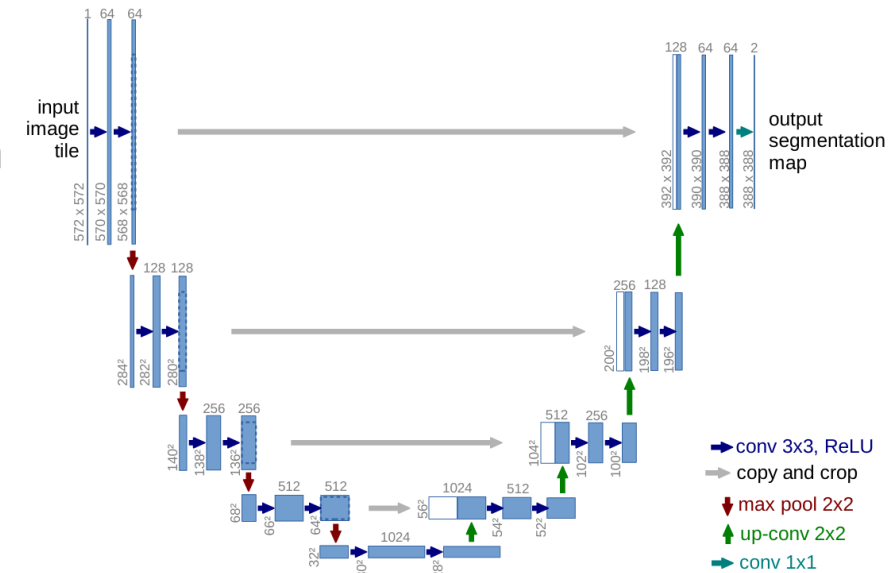
- 2015: [Introdução da Faster R-CNN](#)

- Ren e Kaiming He introduzem a Region Proposal Network (RPN), uma rede intermediária para propor regiões onde objetos podem estar localizados



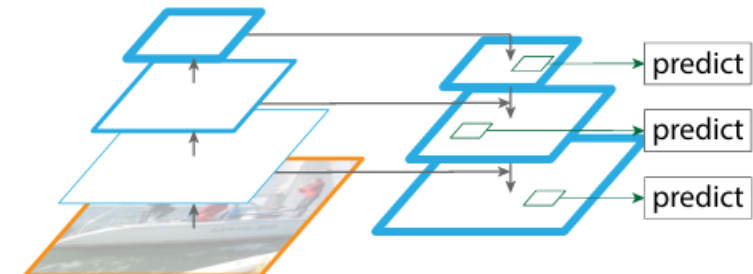
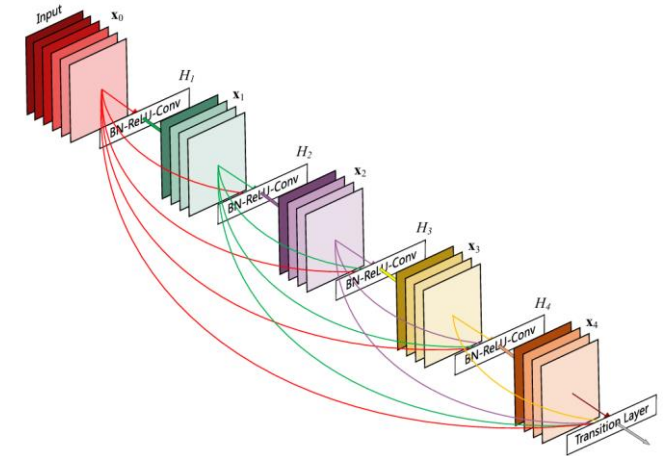
Era do Deep Learning (2012–...)

- 2015: [Introdução da U-Net](#)
 - A arquitetura em U é proposta e bate os challenges em problemas de segmentação
- 2016: [Avanços em Aprendizado por Reforço](#)
 - Utilizando aprendizado profundo e por reforço, o AlphaGo, do Google DeepMind, derrotou Lee Sedold

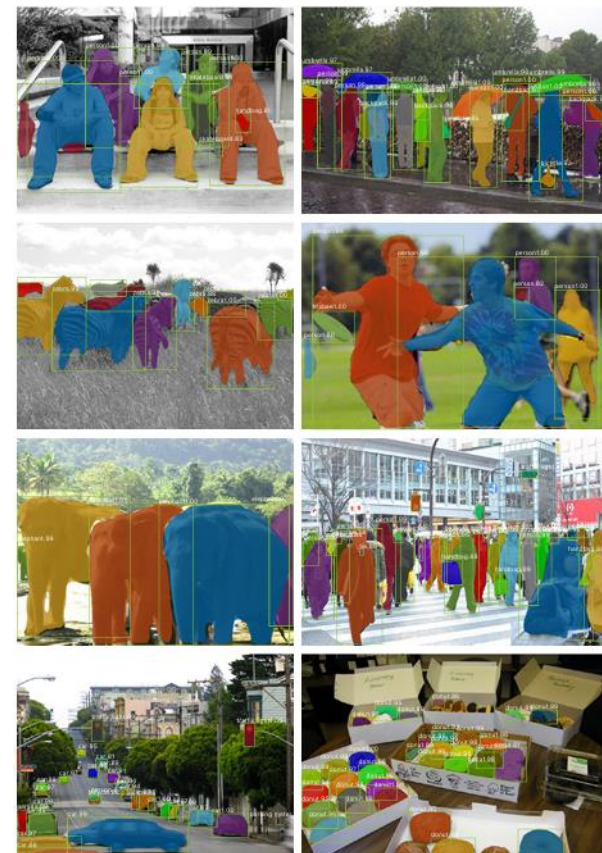
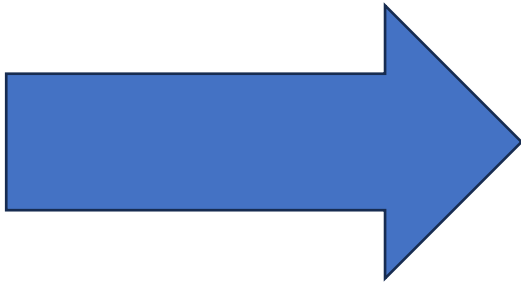


Era do Deep Learning (2012–...)

- 2016: [Avanços nas conexões residuais](#)
 - Gao Huang evolui a idéia de conexões residuais: conecta cada camada da rede a todas as outras à frente dela, ao invés de somente conectar a sua posterior somente.
- 2016: [Introdução das Feature Pyramid Networks \(FPN\)](#)
 - Redes CNNs em camadas de múltiplas escalas são propostas para gerar e combinar mapas de características em múltiplas escalas.

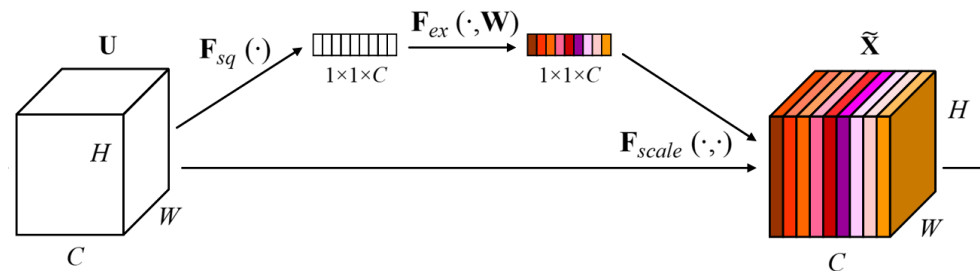


-



Era do Deep Learning (2012–...)

- 2017: Introdução dos blocos Squeeze-and-Excitation
 - SE blocks calcula pesos para cada mapa de características, ponderando a importância de cada um. Ao fazer isso, ele permite que a rede aprenda quais canais são mais informativos para a tarefa em questão, enfatizando-os, e suprime aqueles menos relevantes



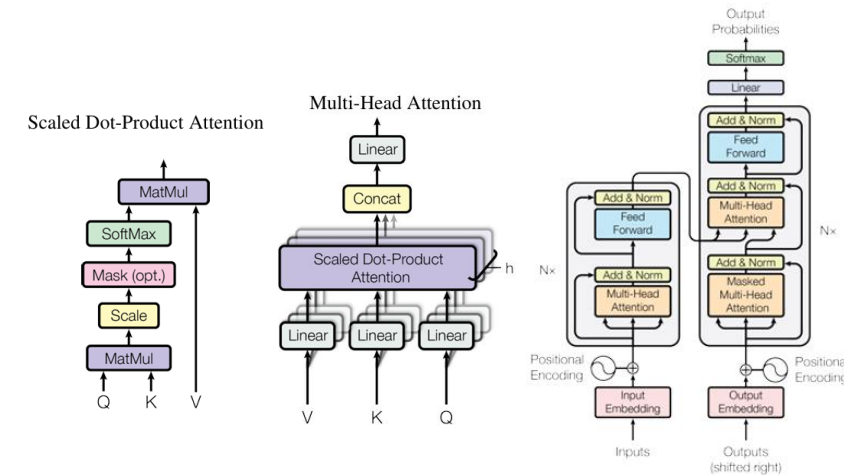
```
Entrada X
|
[Camadas Convolucionais]
|
Tensor U (H x W x C)
|           \
|           \
[Bloco SE]    (Fluxo Principal)
|           |
Pesos  $\tilde{s}$     |
|           |
|           |
Aplicação dos pesos (multiplicação canal a canal)
|           |
Tensor recalibrado  $\tilde{U}$ 
|           |
[Se houver, adicionar conexão residual com X]
|           |
Saída do bloco
```

```
Entrada U (H x W x C)
|
[Squeeze]
|
Vetor z (C x 1)
|
[Excitation]
|
Pesos  $\tilde{s}$  (C x 1)
|
[Recalibração]
|
Saída  $\tilde{U}$  (H x W x C)
```

Era do Deep Learning (2012–...)

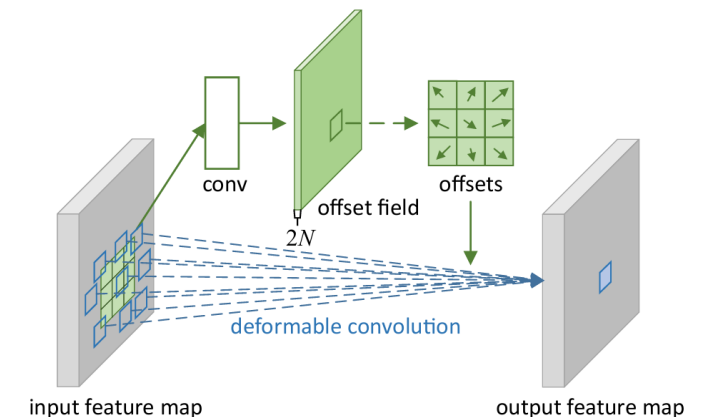
- 2017: [Introdução dos Transformers](#)

- No artigo "Attention is All You Need", Transformers revolucionaram o processamento de linguagem natural



- 2017: [Deformable Convolutional Networks](#)

- Kernels convolucionais que se deformam no aprendizado são propostos



Era do Deep Learning (2012–...)

- 2017: Pesquisas em NAS (neural architecture search) ganham força ao usar Q-learning
 - A idéia é fazer com que agentes construam a arquitetura ótima a rede

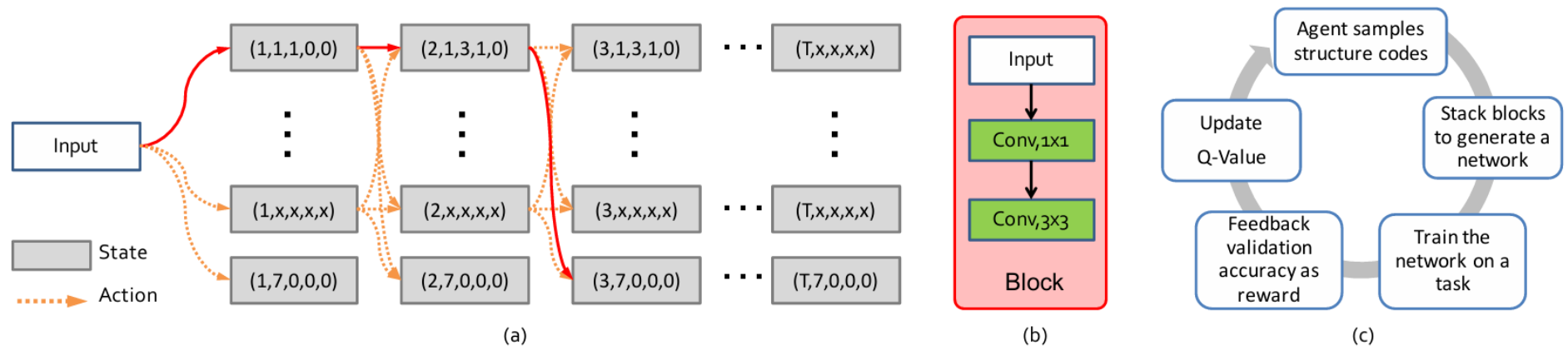


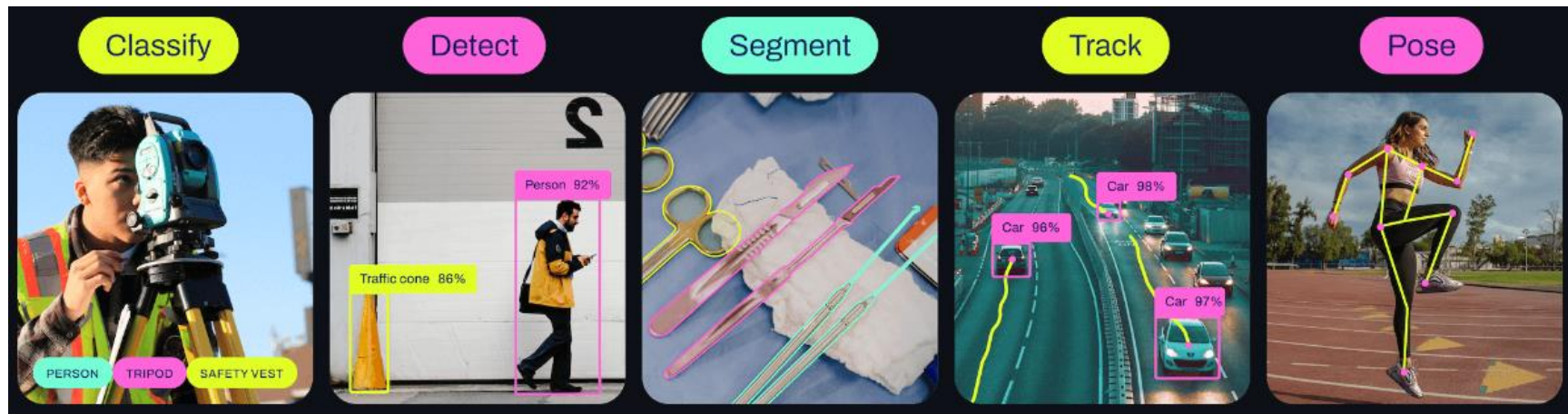
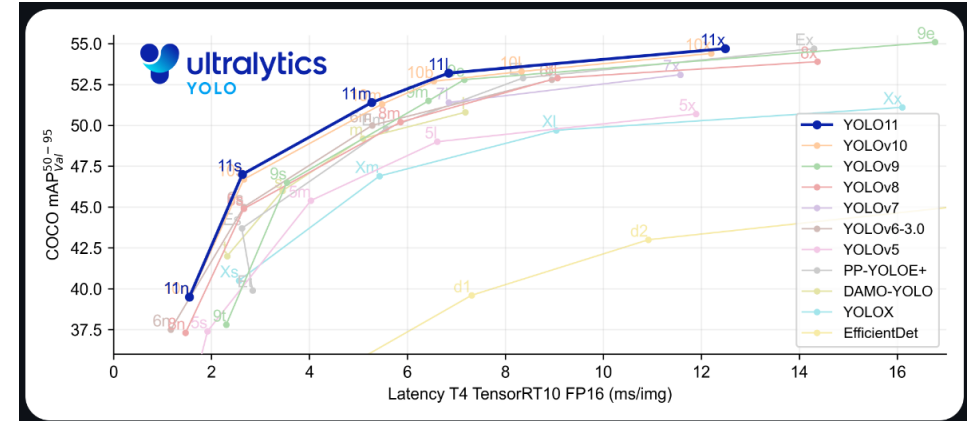
Figure 4. Q-learning process illustration. (a) The state transition process by different action choices. The block structure in (b) is generated by the red solid line in (a). (c) The flow chart of the Q-learning procedure.

Era do Deep Learning (2012–...)

- 2018-2019: Surgimento de Modelos de Linguagem de Grande Escala
 - [GPT \(Generative Pre-trained Transformer\) da OpenAI demonstraram capacidades avançadas em compreensão e geração de linguagem natural](#)
 - [BERT \(Bidirectional Encoder Representations from Transformers\) da Google supera as métricas alcançadas pelo GPT nas tarefas relacionadas a NLP](#)
- 2020: GPT-3 da OpenAI
 - GPT-3 demonstrou habilidades impressionantes em geração de texto coerente
- 2024: ChatGPT explode em número de usuários
 - [ChatGPT atinge a impressionante marca de 250 milhões de usuários ativos semanalmente](#)
 - ChatGPT atinge mais de 1 milhão de usuários corporativos pagos

Era do Deep Learning (2012–...)

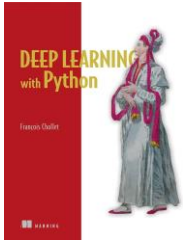
- 2024: [YOLOv11 surge](#)



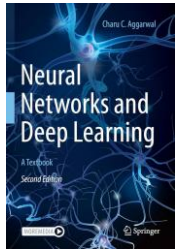
Tendências Atuais e Direções Futuras

- IA na Saúde
 - Diagnóstico e Tratamento Personalizado auxilia na detecção precoce de doenças e no desenvolvimento de tratamentos personalizados, melhorando os resultados para os pacientes.
- Sistemas Autônomos
 - Veículos Autônomos e Drones: Tecnologias de IA permitem que veículos e aeronaves operem sem intervenção humana, com potencial para revolucionar o transporte e a logística.
- 2025 ???...

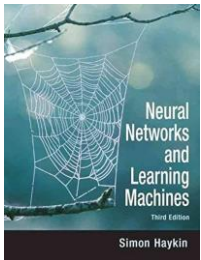
Bibliografía básica



CHOLLET, F. **Deep Learning with Python**. 2nd Edition. Manning, 2021.



AGGARWAL, C. C. **Neural Networks and Deep Learning: A Textbook**. 2nd Edition. Springer, 2023.



HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines**. 3rd Edition. Pearson, 2006.

Bibliografia complementar

- GÉRON, A. **Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems**. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2022.
- GULLI, A.; KAPOOR, A.; PAL, S. **Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras**. 2nd Edition. Packt, 2019
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. MIT press, 2016.
- BISHOP, C. M. **Neural Networks for Pattern Recognition**. OXFORD, 1995.



Dúvidas?



Agradecimentos !



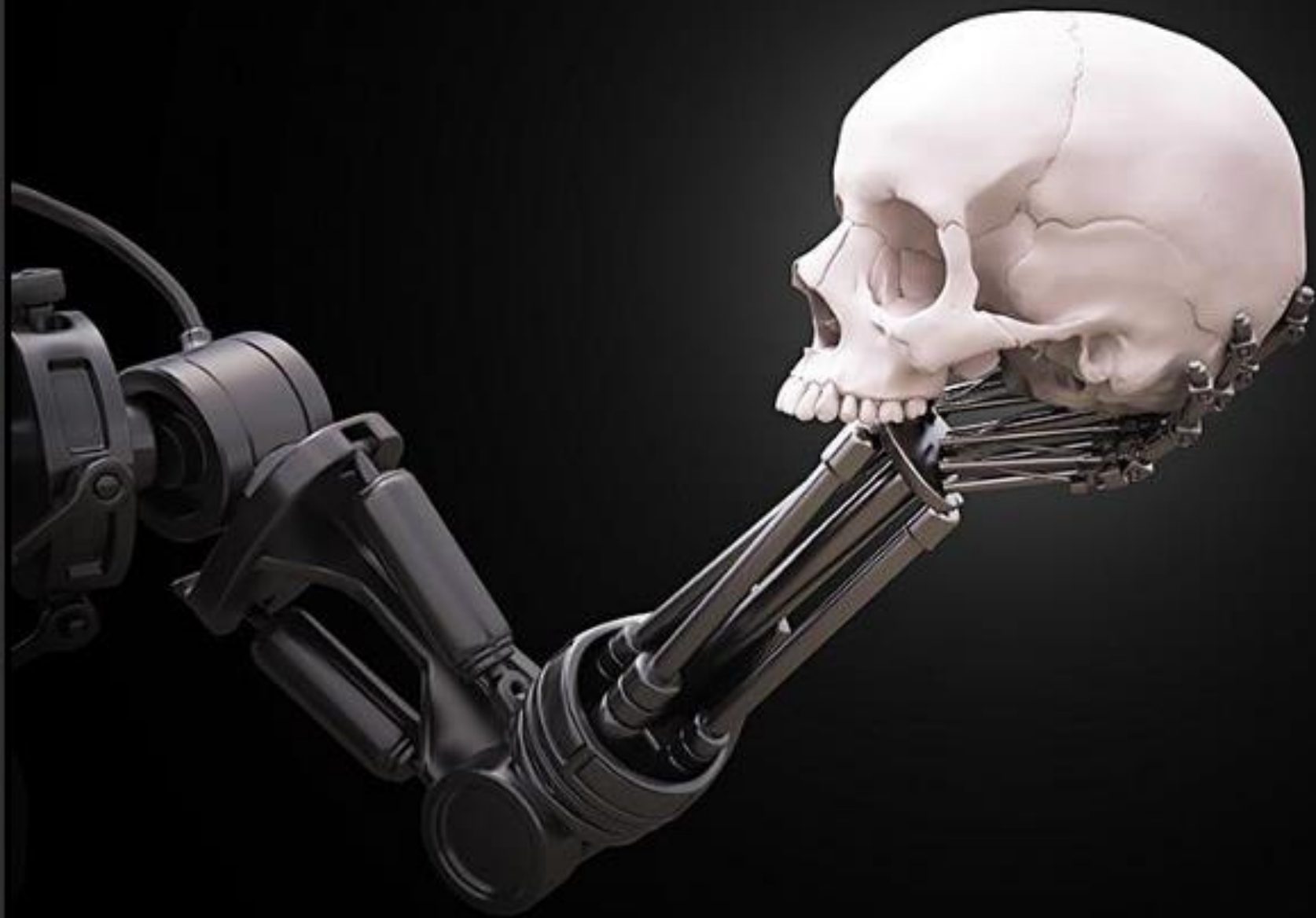


Apresentador

Thales Levi Azevedo Valente

Contatos:

- [Thales Valente – Professor e Engenheiro de Machine Learning | LinkedIn](#)
- thales.l.a.valente@gmail.com



Até a próxima...