Panorama de aplicações modernas de Inteligência Artificial: exemplos e desdobramentos

Erick Muzart Fonseca dos Santos
Erickmf@tcu.gov.br

“Sucesso na criação de IA efetiva, poderá ser o maior evento na história da nossa civilização.
Ou o pior.
Simplesmente não sabemos.”

Stephen Hawking

Ressalva

O conteúdo apresentado reflete unicamente a opinião do palestrante e **não representa posicionamento do TCU**

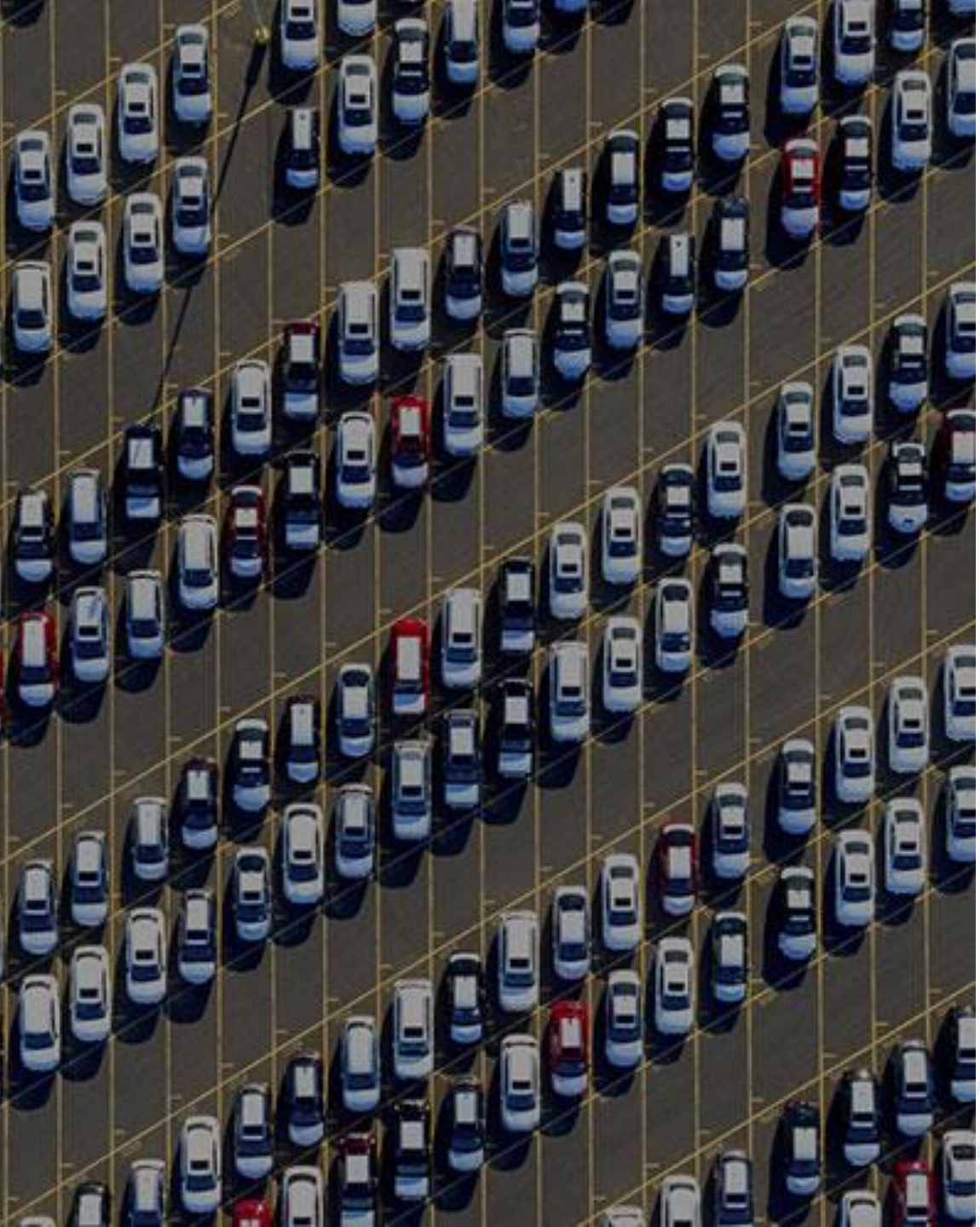
Objetivos

- Descrever exemplos de aplicação de IA/Deep Learning:
  - desenvolver a intuição de seu potencial
  - identificar novas oportunidades
- Suscitar interesse pela área:
  - Técnico: mergulhar nos cursos e projetos
  - Negócio: experimentar elementos de IA em protótipos
- Não serão abordados:
  - Detalhamento técnico das soluções apresentadas
  - Aplicações específicas para o governo

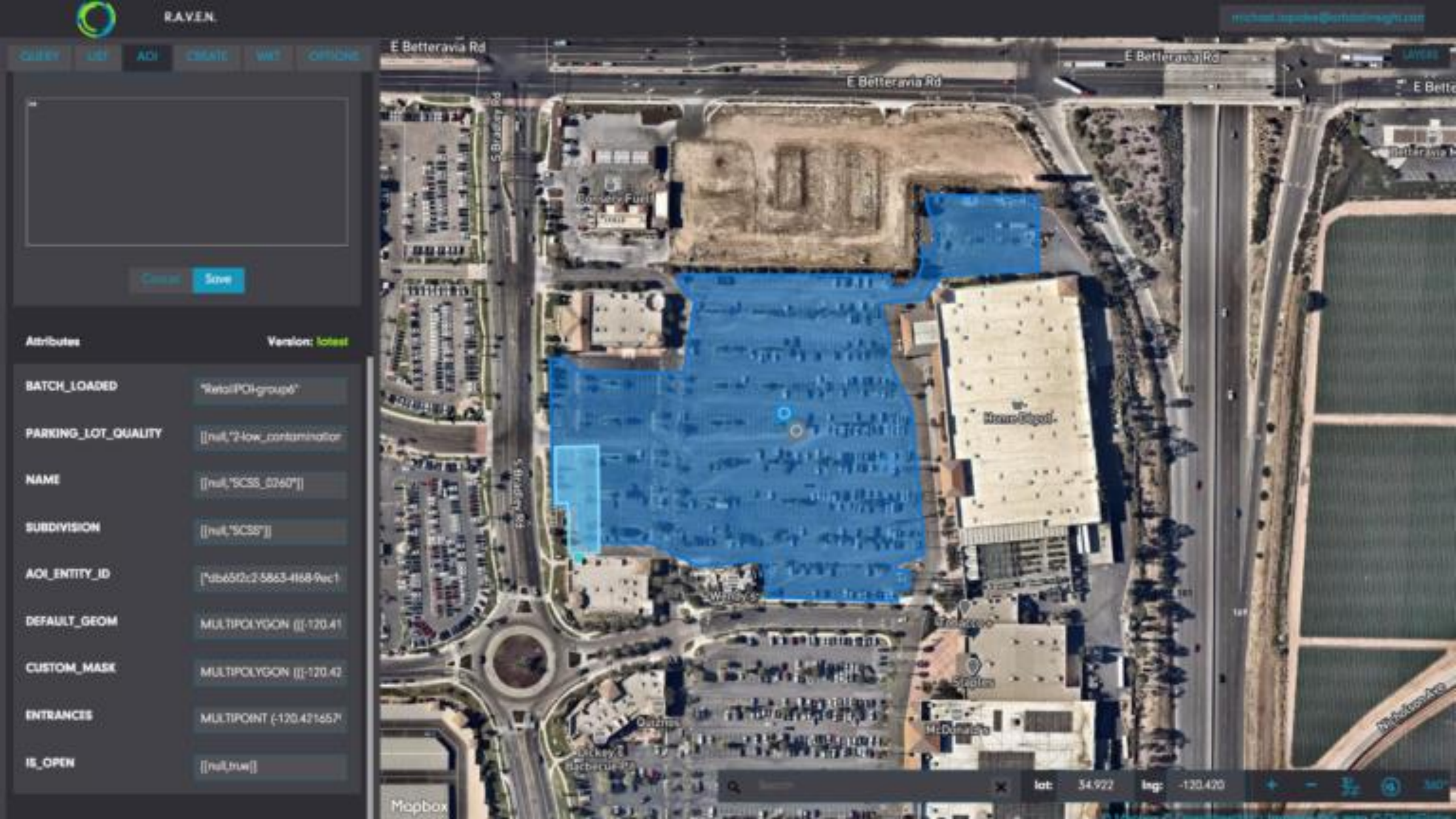
Conhecimento prévio

- Tem alguma ideia do que seja IA?
- Já programou utilizando algoritmo de IA?
- Considera que nunca utilizou qualquer aplicação de IA?
- Considera que entende os conceitos subjacentes à IA?
- Pretende envolver-se no desenvolvimento de aplicações de IA?
- Sua emoção associada ao impacto previsível da IA na sociedade?
  - Medo?
  - Indiferença?
  - Empolgação?

Visão Computacional sobre Imagens de Satélite



Conserv Fuel
Home Depot
S Bradley Rd
Wendy's
101
101

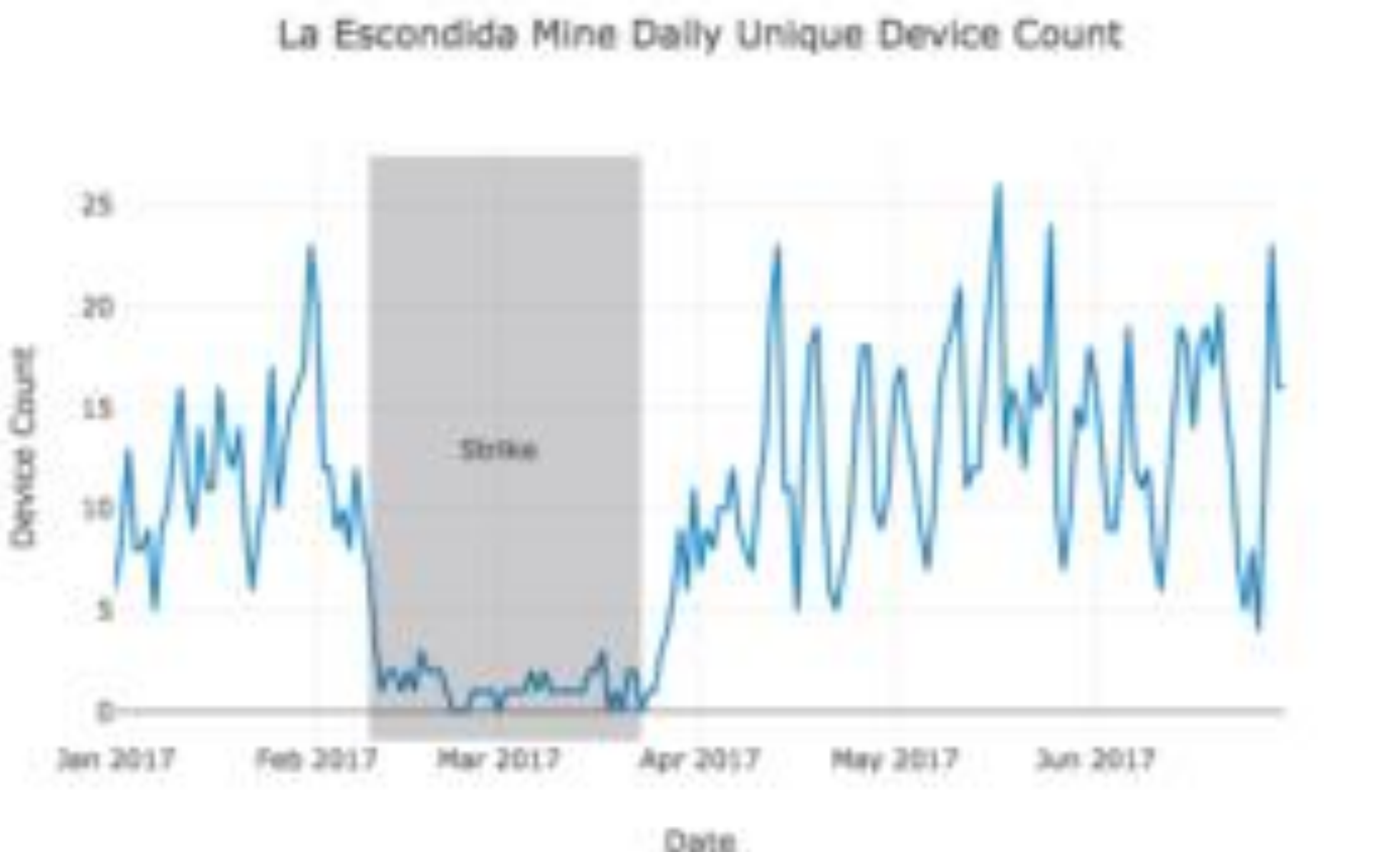

R.A.V.E.N.
QUERY
LIST
AOI
CREATE
VAT
OPTIONS
Cancel
Save
Attributes
Version: latest
BATCH_LOADED
"RetailPOI-group6"
PARKING_LOT_QUALITY
[[null,"2-low_contamination
NAME
[[null,"SCSS_0260"]]
SUBDIVISION
[[null,"SCSS"]]
AOI_ENTITY_ID
["db65f2c2-5863-4f68-9ec1
DEFAULT_GEOM
MULTIPOLYGON (((-120.41
CUSTOM_MASK
MULTIPOLYGON (((-120.42
ENTRANCES
MULTIPOINT (-120.421657
IS_OPEN
[[null,true]]
E Betteravia Rd
E Betteravia Rd
E Betteravia Rd
S Bradley Rd
Mapbox
lat:
34.922
lng:
-120.420


Walmart


SATELLITE PROVIDER: DIGITALGLOBE, ANALYTICS: ORBITAL INSIGHT

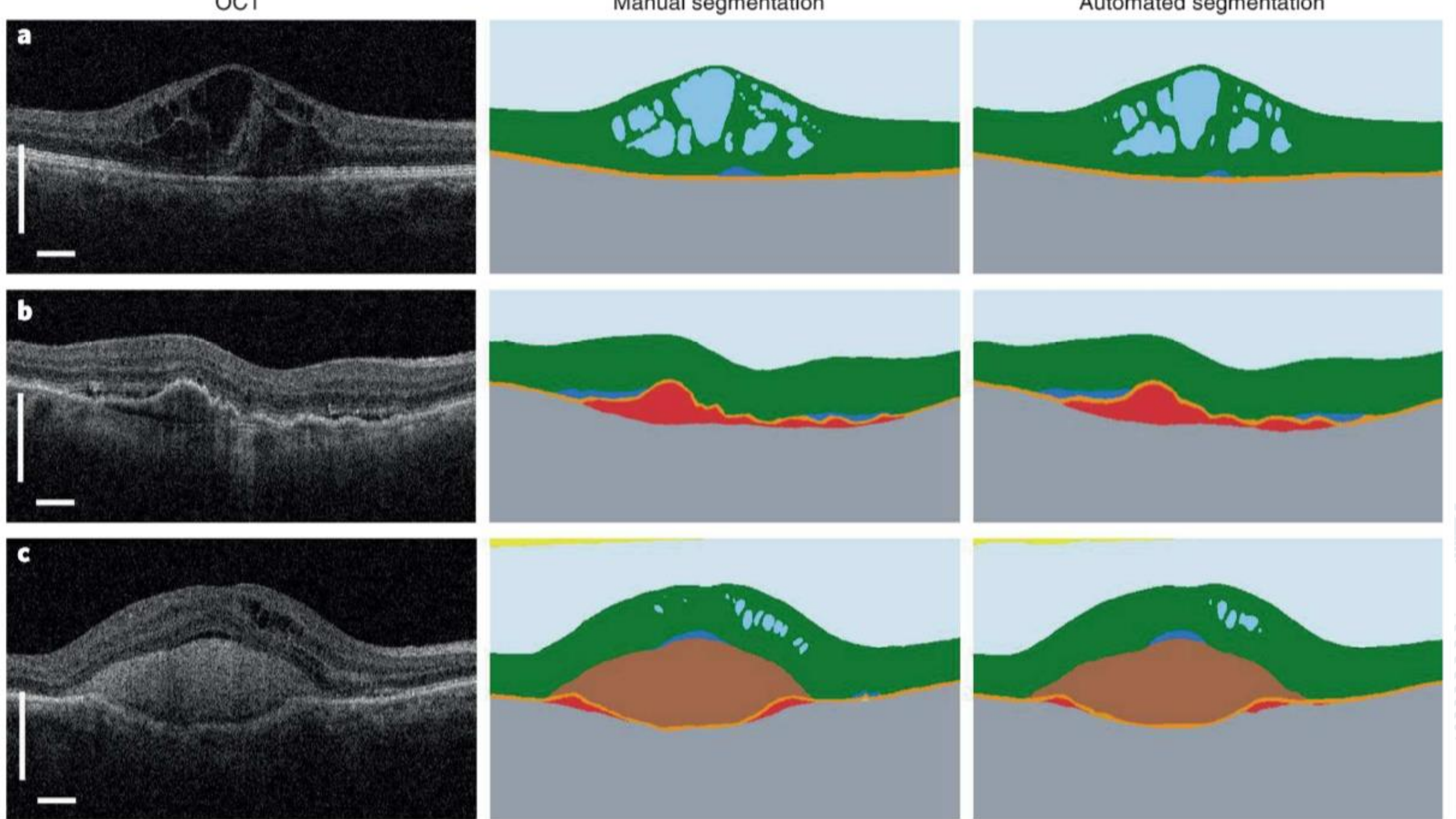

Finucane Island
HEDLAND_FI_CD
Port Hedland
Kingsmill St
Morgans St
Sutherland St
Wedge St
Wilson St
Gilbert St
Atlas Stockyard 2
PHPA Land
Stockyards
HEDLAND_FI_AB
HEDLAND_NP_AB
HEDLAND_NP_CD


Escondida
Norte Pit
Settlement
Los Colorados
Concentrator
Escondida Pit

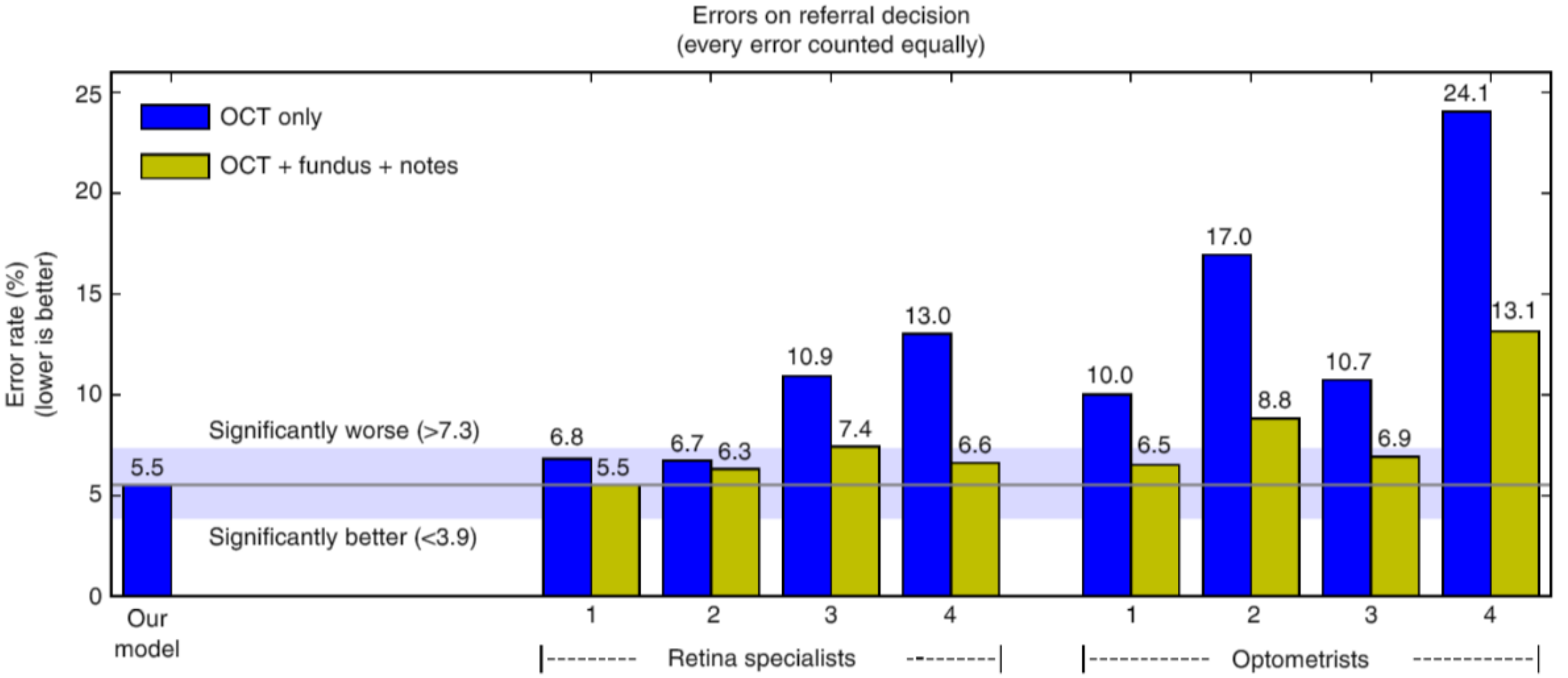

La Escondida Mine Daily Unique Device Count
Device Count
25
20
15
10
5
0
Strike
Jan 2017
Feb 2017
Mar 2017
Apr 2017
May 2017
Jun 2017
Date


SATELLITE PROVIDER: DIGITALGLOBE, ANALYTICS: ORBITAL INSIGHT

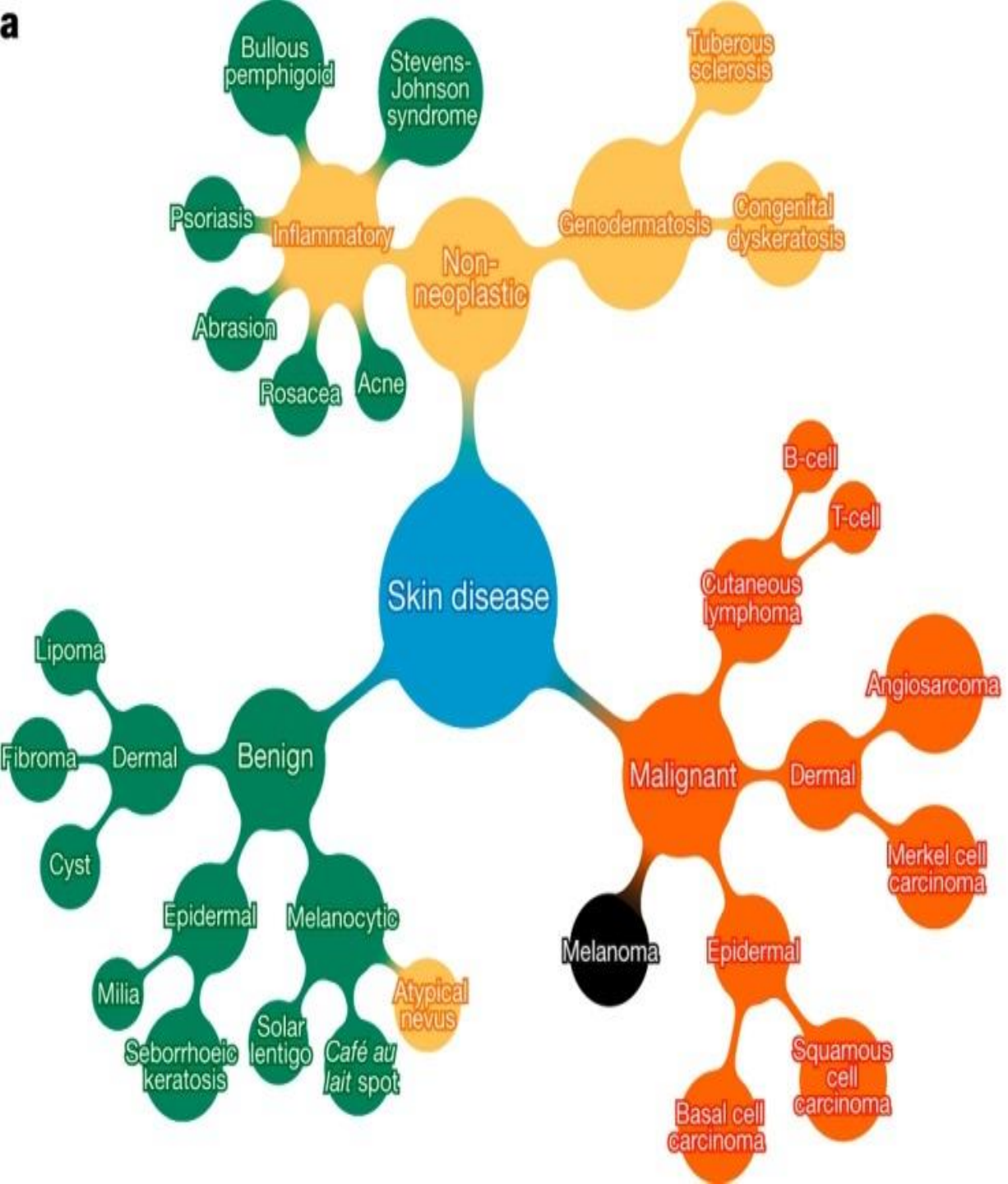
Visão & medicina

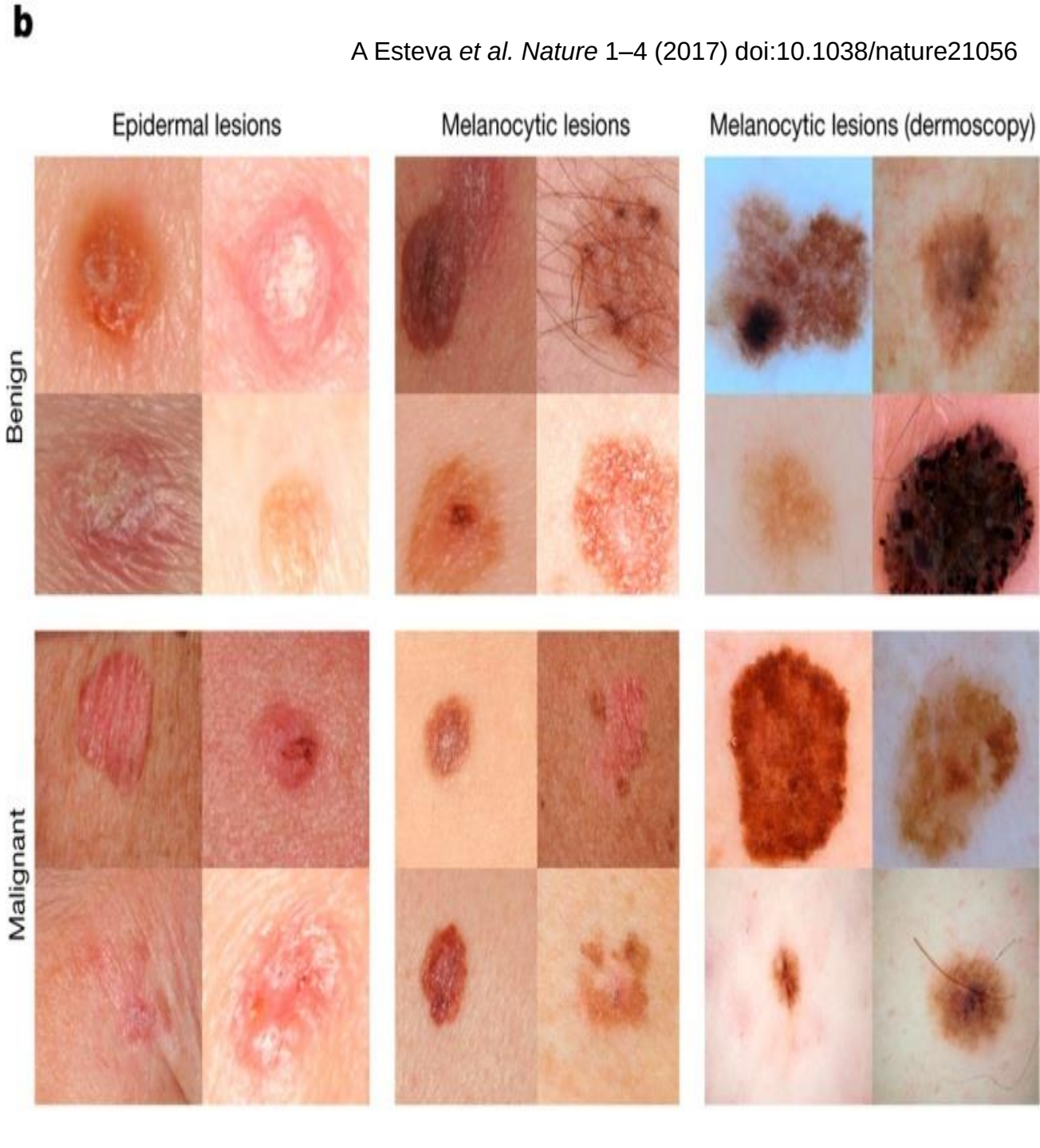

OCT
Manual segmentation
Automated segmentation
a
b
c

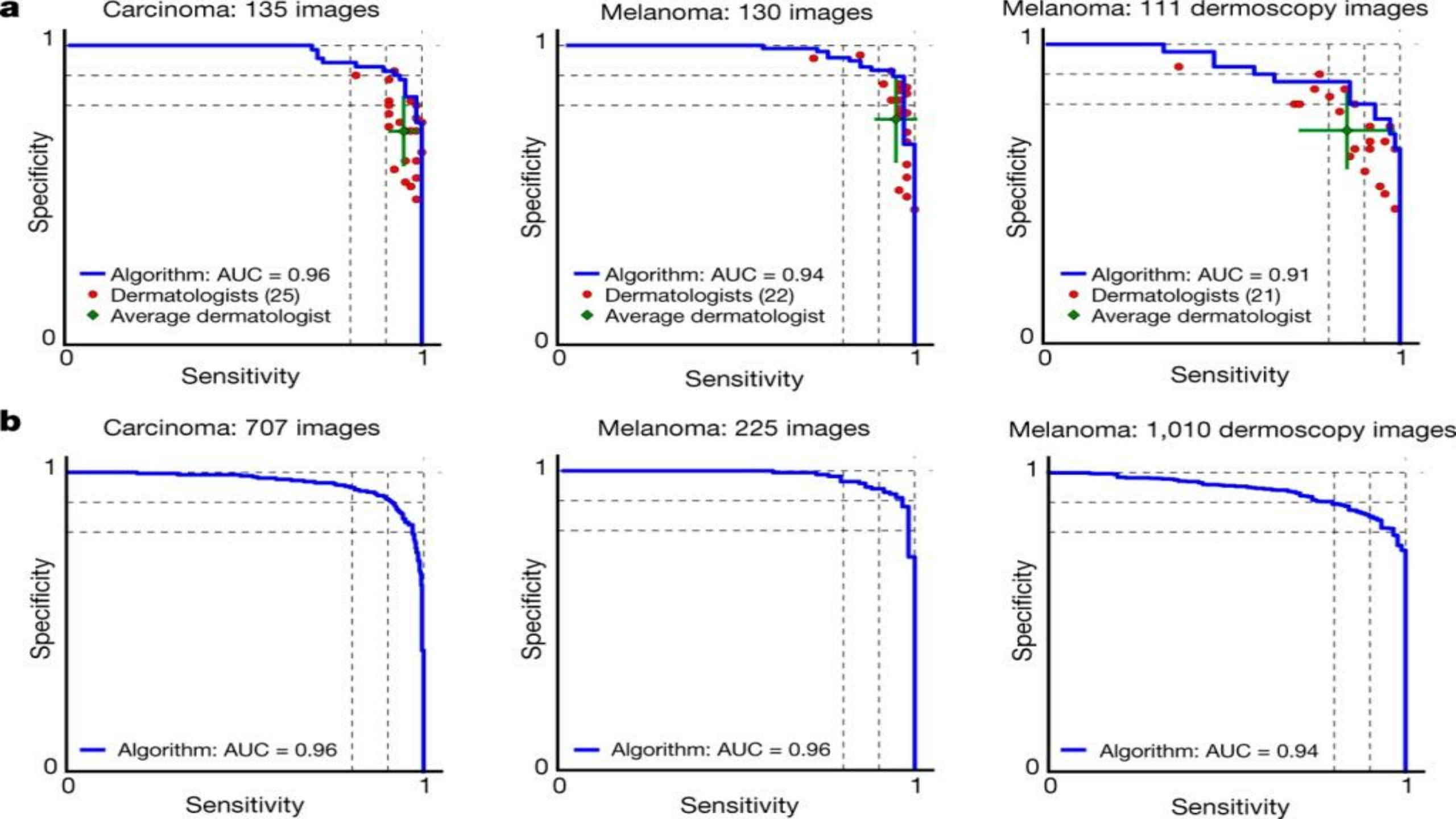
Diagnóstico oftalmológico



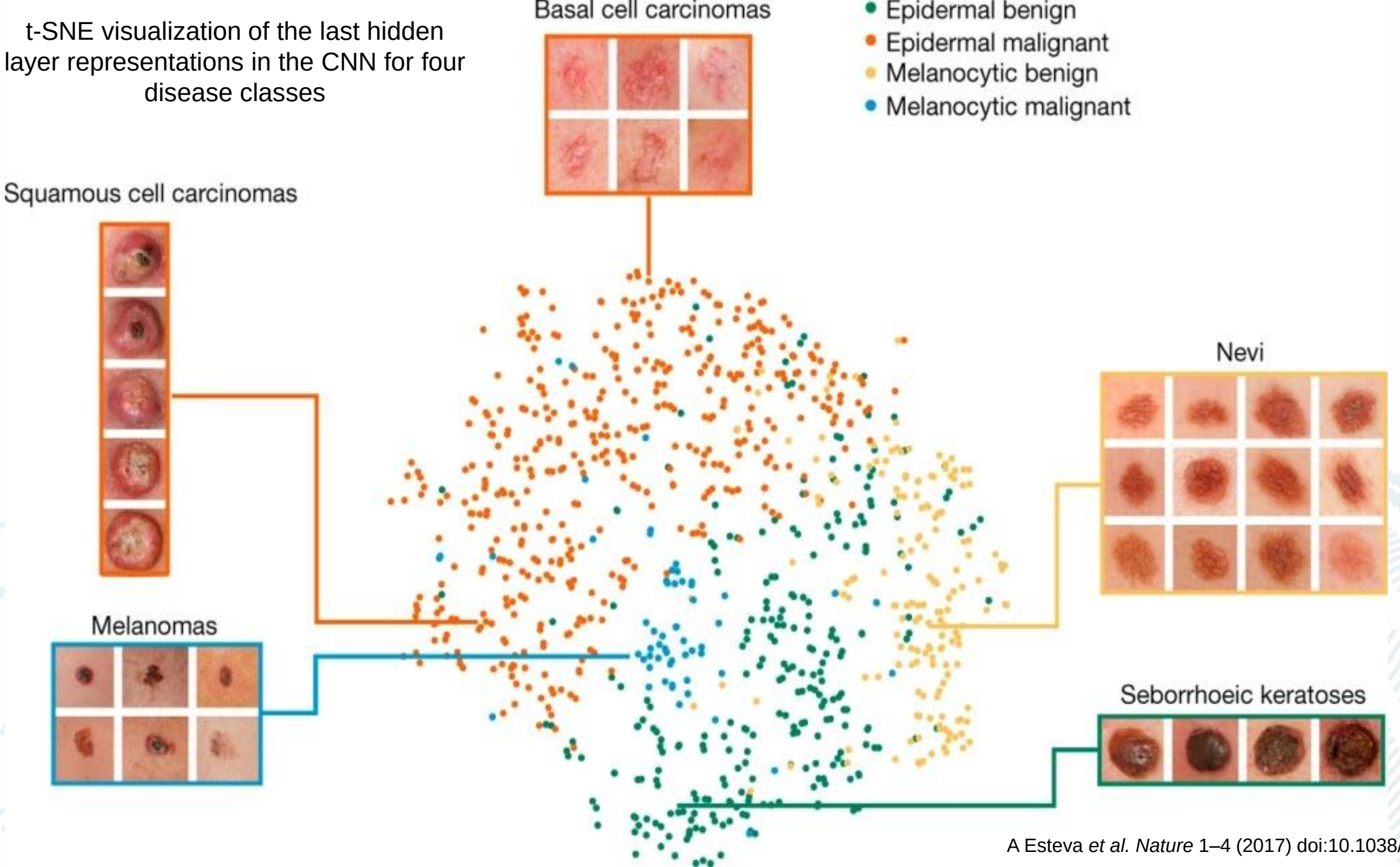
A Esteva *et al. Nature* 1–4 (2017) doi:10.1038/nature21056



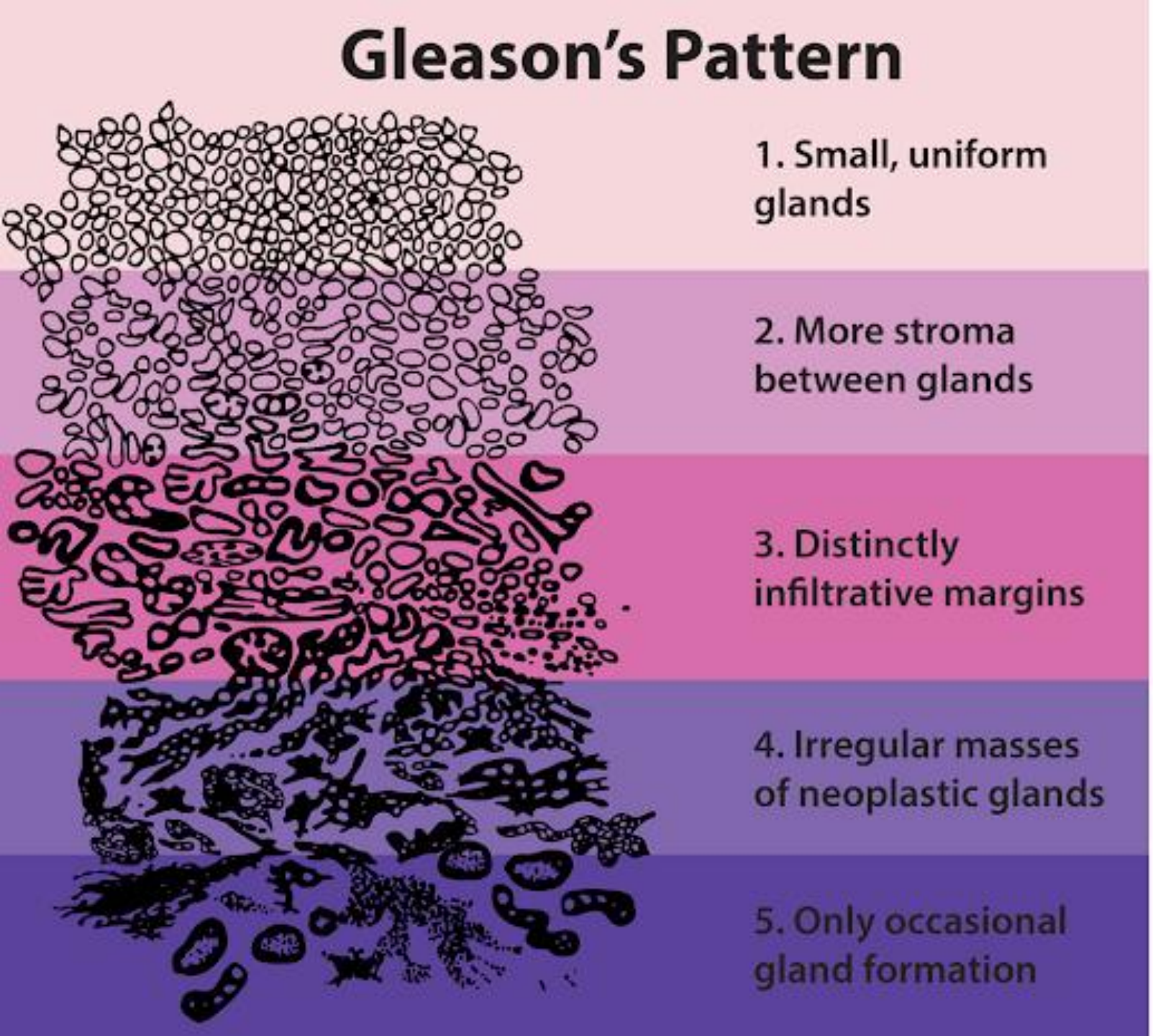



a
Carcinoma: 135 images
Melanoma: 130 images
Melanoma: 111 dermoscopy images
Specificity
Sensitivity
0
1
Algorithm: AUC = 0.96
Dermatologists (25)
Average dermatologist
Algorithm: AUC = 0.94
Dermatologists (22)
Average dermatologist
Algorithm: AUC = 0.91
Dermatologists (21)
Average dermatologist
b
Carcinoma: 707 images
Melanoma: 225 images
Melanoma: 1,010 dermoscopy images
Algorithm: AUC = 0.96
Algorithm: AUC = 0.96
Algorithm: AUC = 0.94

t-SNE visualization of the last hidden layer representations in the CNN for four disease classes



A Esteva *et al. Nature* 1–4 (2017) doi:10.1038/nature21056

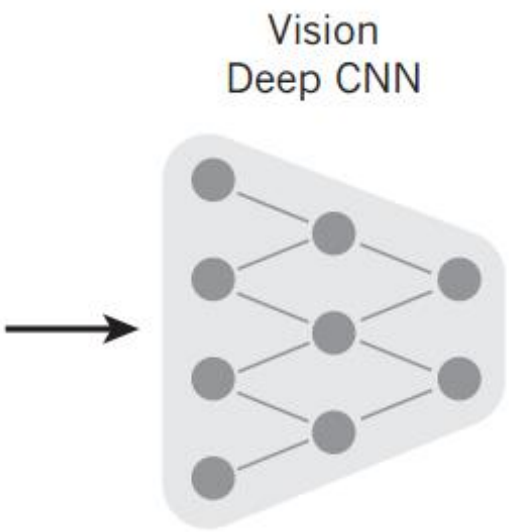


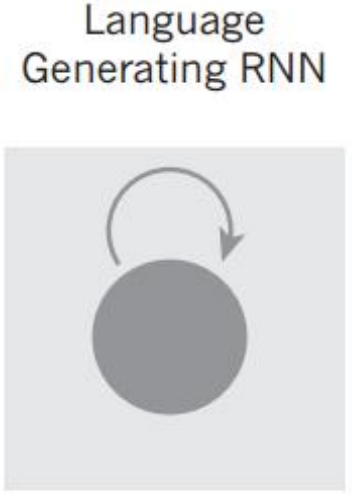
Avaliação de células de próstata para estimativa de risco de câncer

Visão & Linguagem

Descrição de imagens

A woman is throwing a **frisbee** in a park.

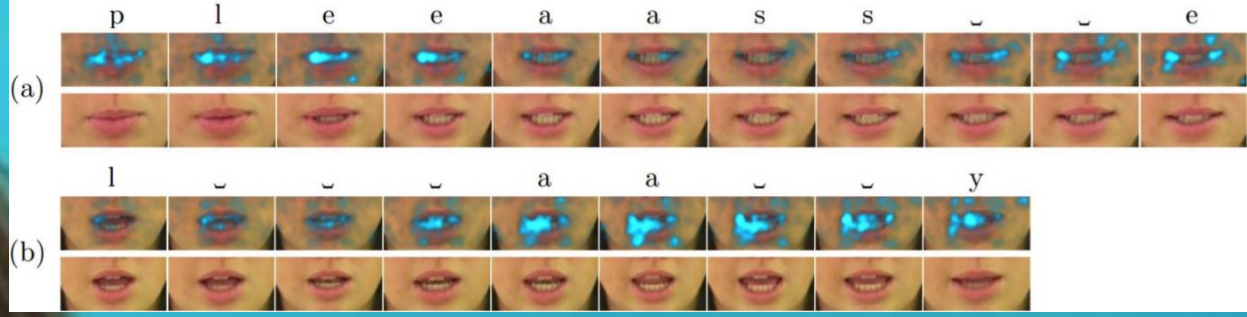




A group of people shopping at an outdoor market.

There are many vegetables at the fruit stand.

A group of **people** sitting on a boat in the water.



LipNet

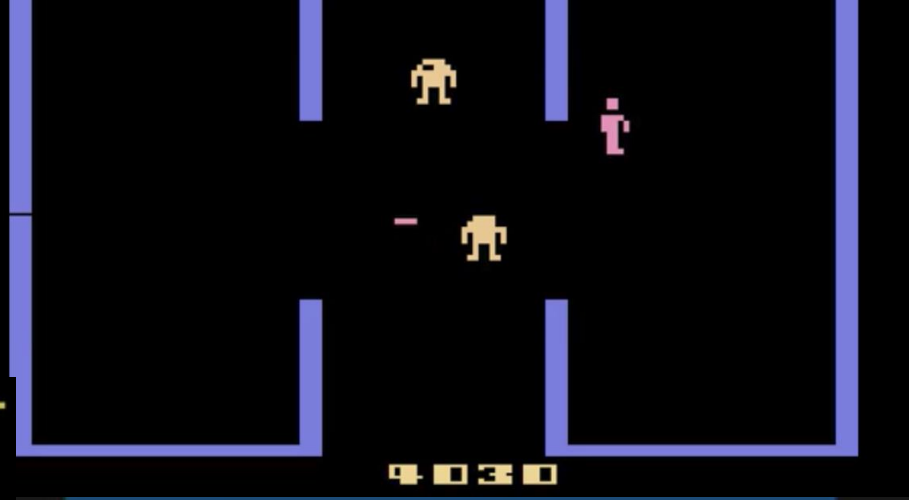
Sentence: Place blue in m 1 soon

LipNet:

Aprendizado por reforço

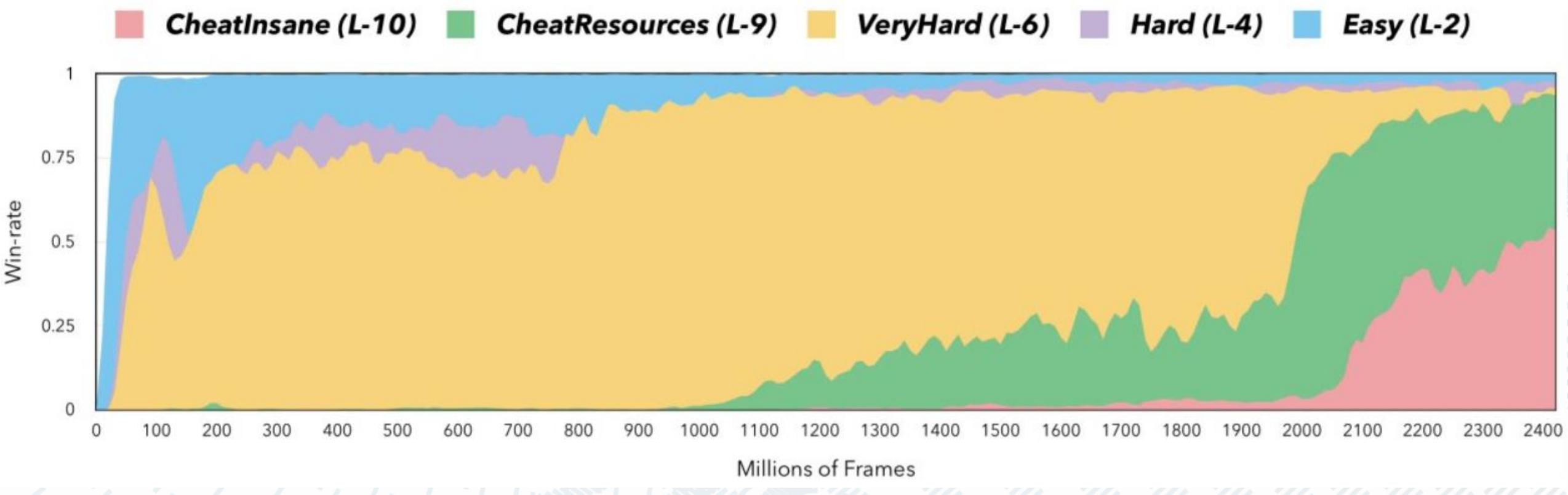
Multi-Agentes em Sistemas dinâmicos, Simuladores, Robôs e Jogos!

Atari: +100 jogos

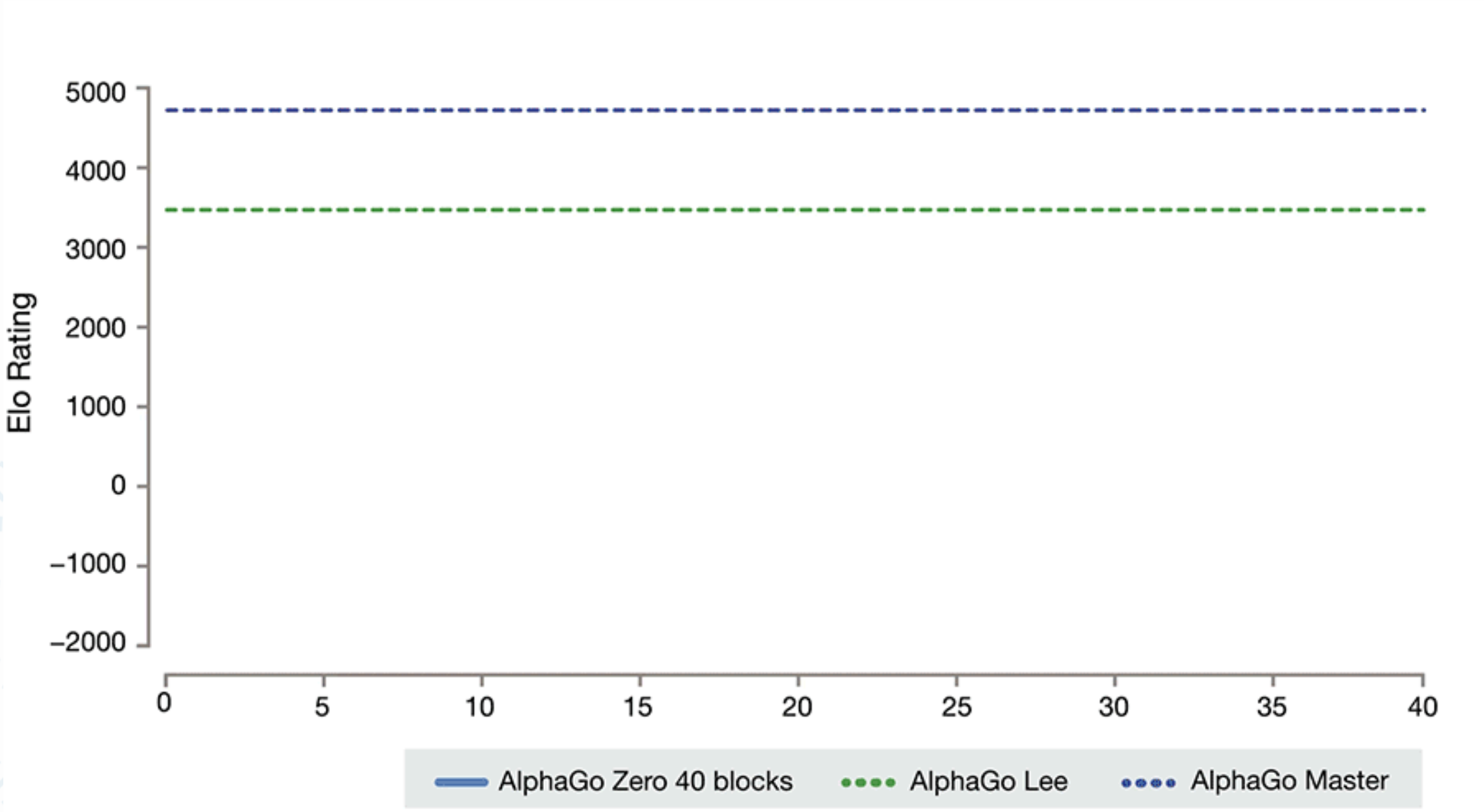



DOTA 5 vs 5
K/D/A 0/0/0
LH/DN 0/0
0
1:12
0
Axe
1
Witch Doctor
1
Dragon Knight
1
Drow Ranger
1
1
JUGGERNAUT
50
3
300
20
26
14
600 / 600
+25.7
229 / 229
+23.7
Drag items to add to quick buy
625

Starcraft 2


CheatInsane (L-10)
CheatResources (L-9)
VeryHard (L-6)
Hard (L-4)
Easy (L-2)
Win-rate
1
0.75
0.5
0.25
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
Millions of Frames

AlphaGo Zero (Deep Mind, Google)



ELF OpenGo Performance

Name (rank)	ELO (world rank)	Result
Kim Ji-seok	3590 (#3)	5-0
Shin Jin-seo	3570 (#5)	5-0
Park Yeonghun	3481 (#23)	5-0
Choi Cheolhan	3466 (#30)	5-0

Vs top professional players

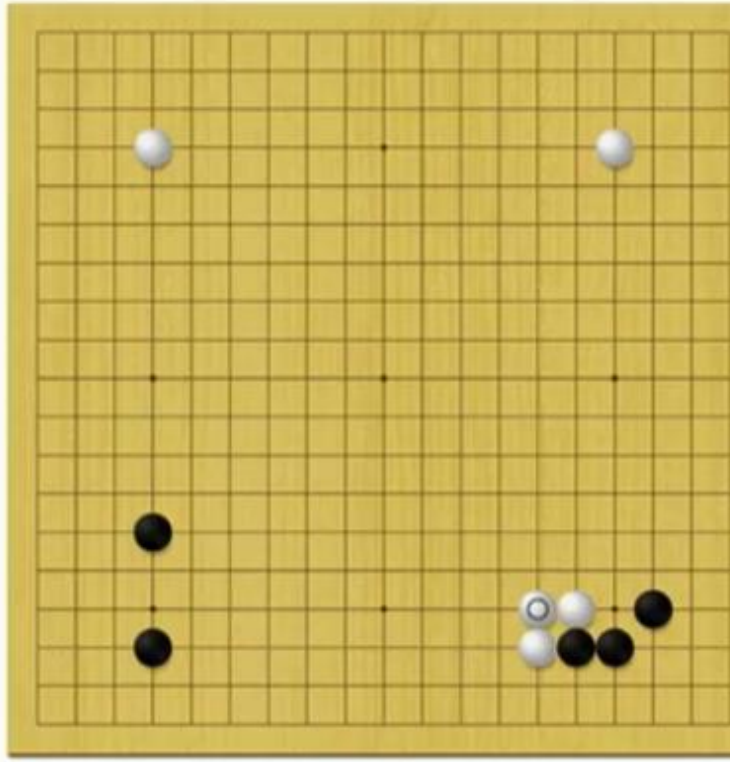
- Single GPU, 80k rollouts, 50 seconds
- Offer unlimited thinking time for the players

Vs professional players

- Single GPU, 2k rollouts,
- 27-0 against Taiwanese pros.

Vs strong bot (LeelaZero)

- LeelaZero: 158603eb, 192x15, Apr. 25, 2018:
- 980 wins, 18 losses (98.2%)



AlphaZero

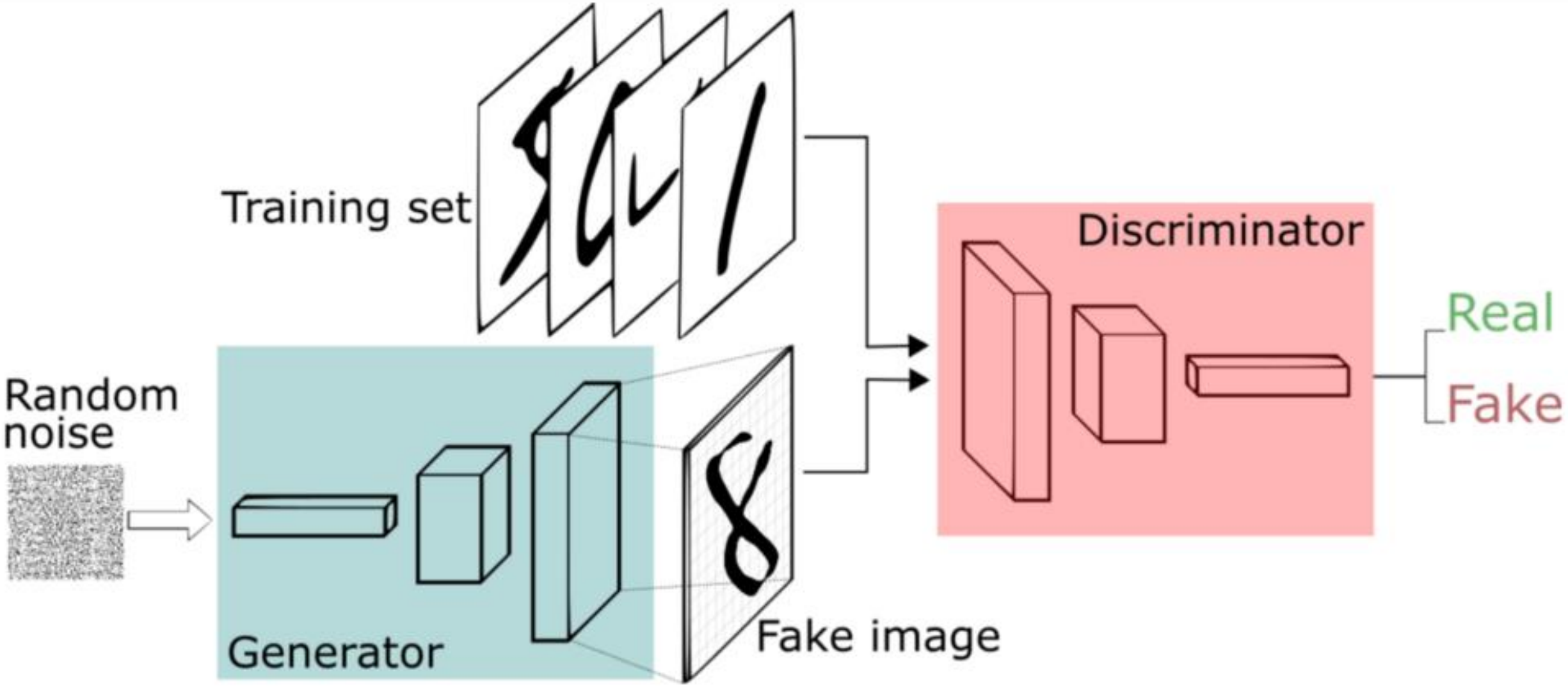
- Xadrez
- Shogi
- Go

GANs

Celebridades ?

Quais são “fakes”?

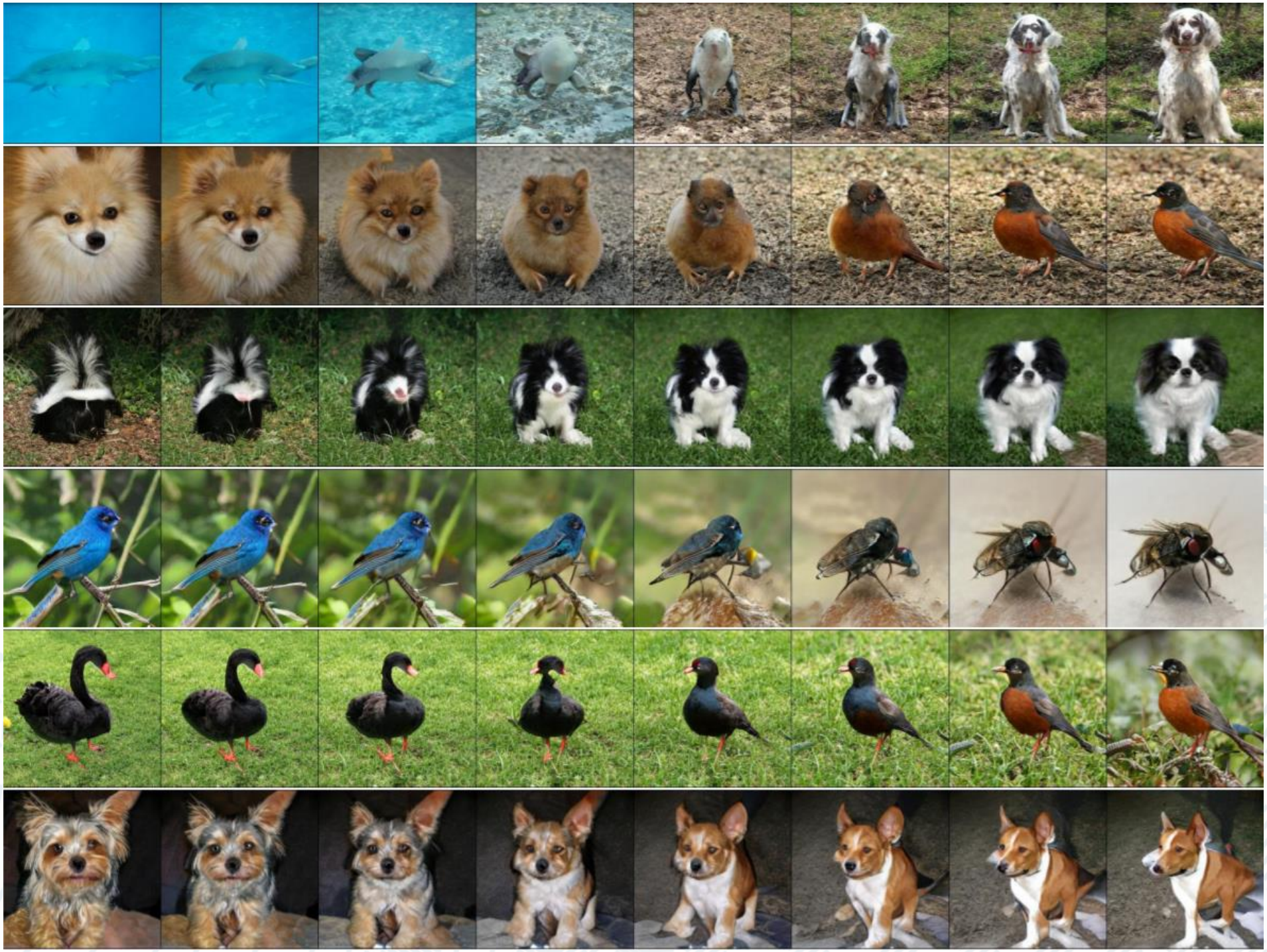
GAN: Generative Adversarial Network



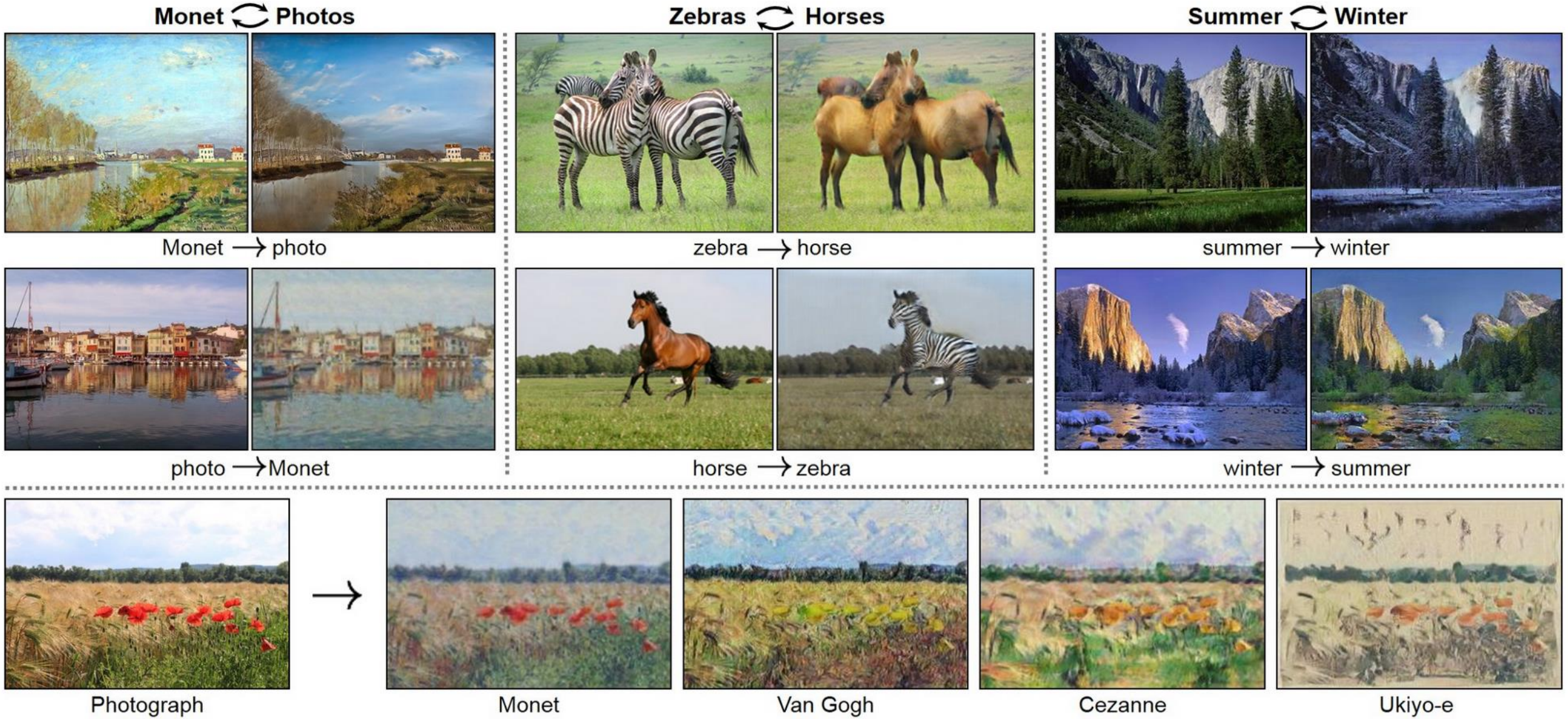


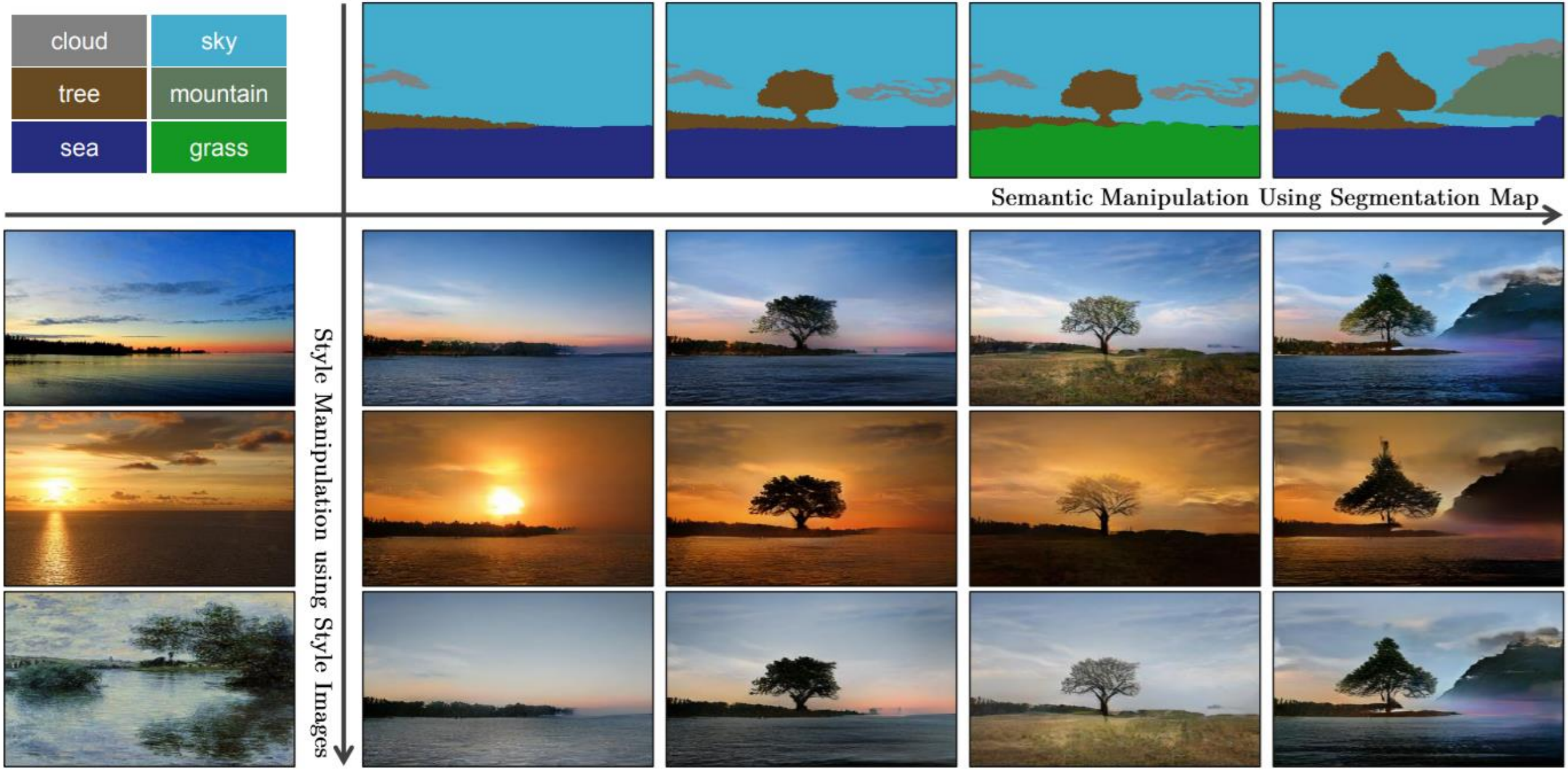




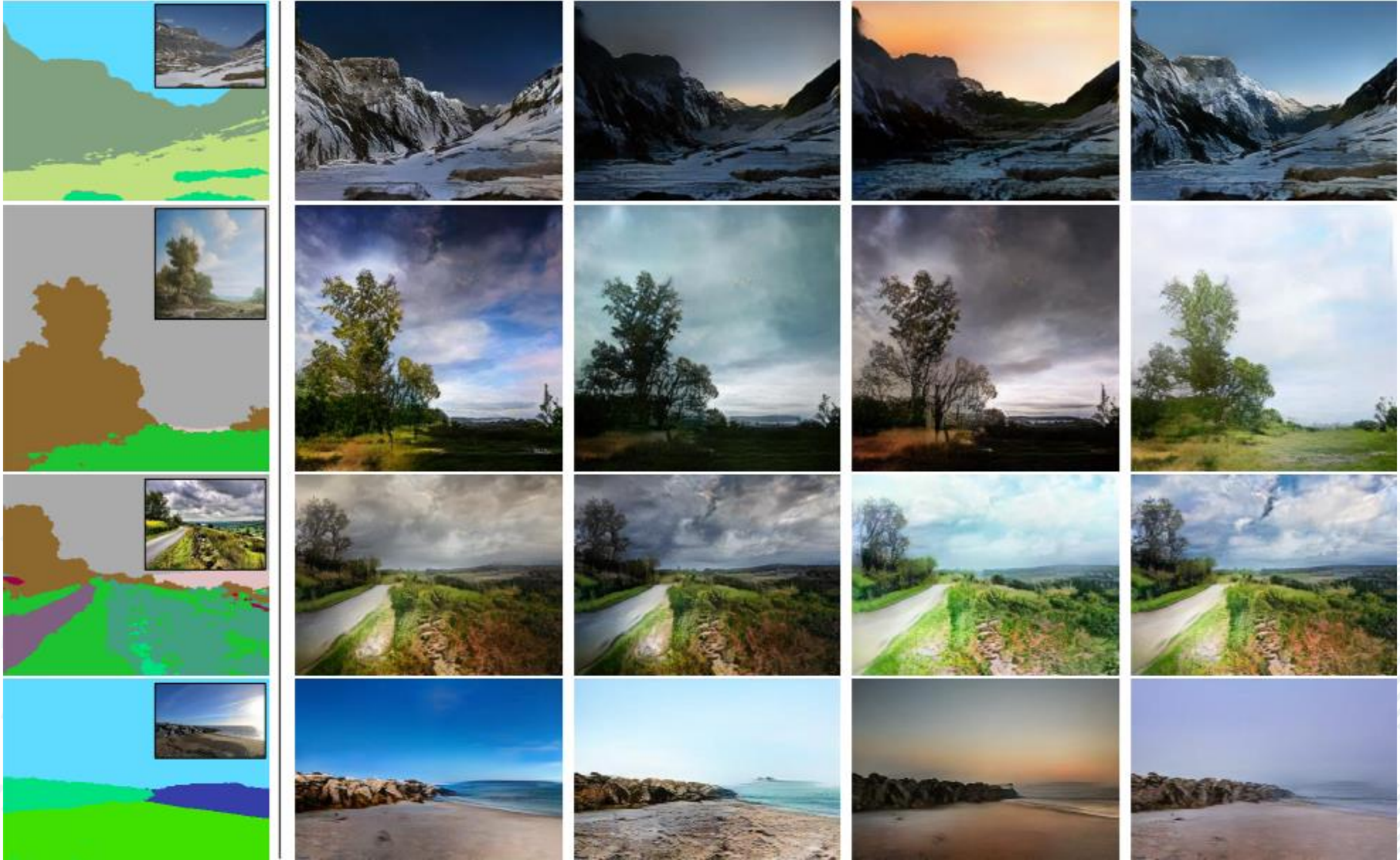



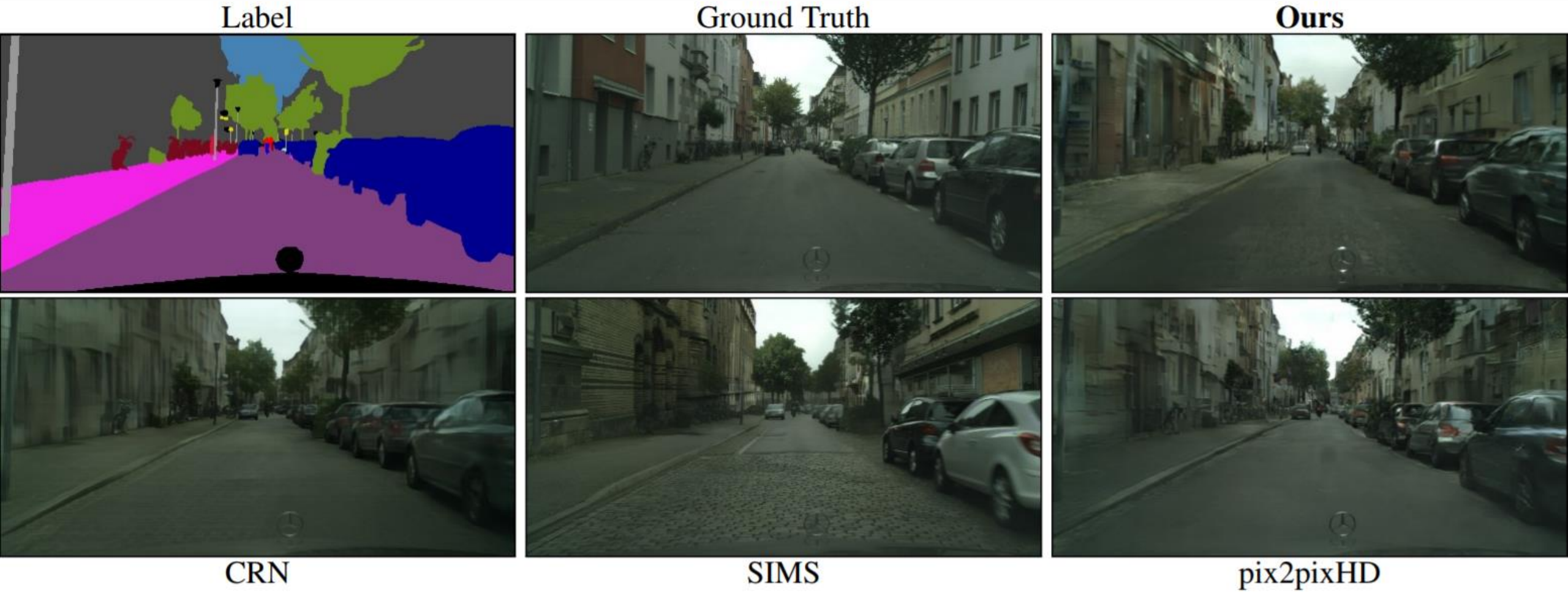

A
B
C
D


Monet ⇄ Photos
Zebras ⇄ Horses
Summer ⇄ Winter
Monet → photo
zebra → horse
summer → winter
photo → Monet
horse → zebra
winter → summer
Photograph
Monet
Van Gogh
Cezanne
Ukiyo-e



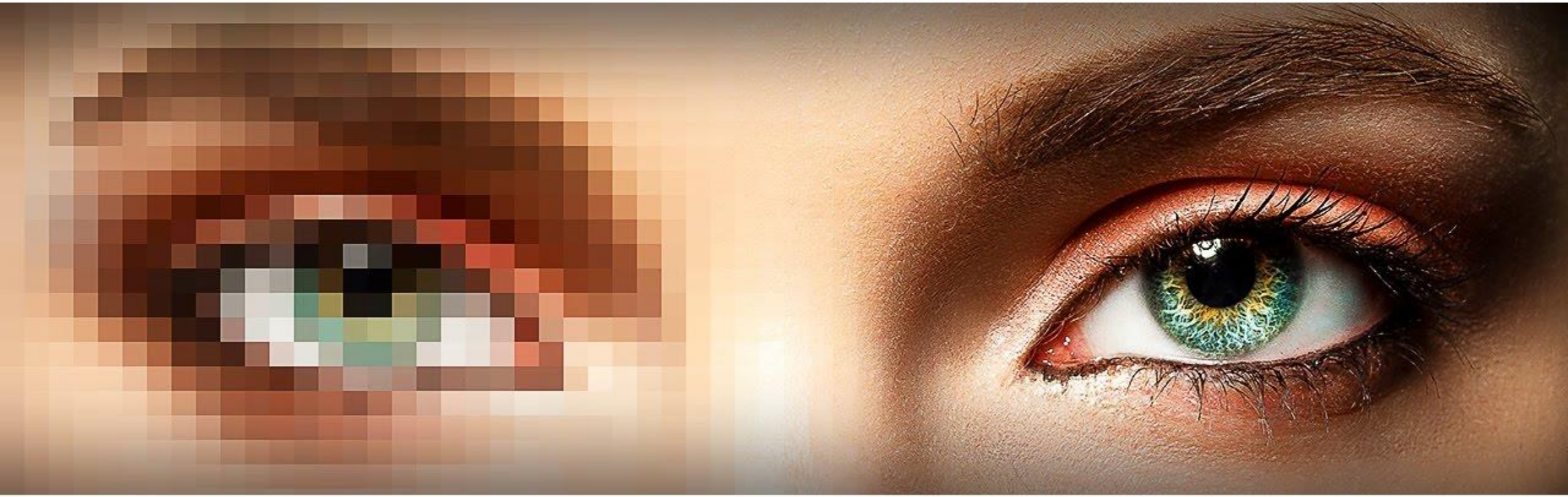
Semantic Image Synthesis with Spatially-Adaptive Normalization
https://arxiv.org/pdf/1903.07291.pdf

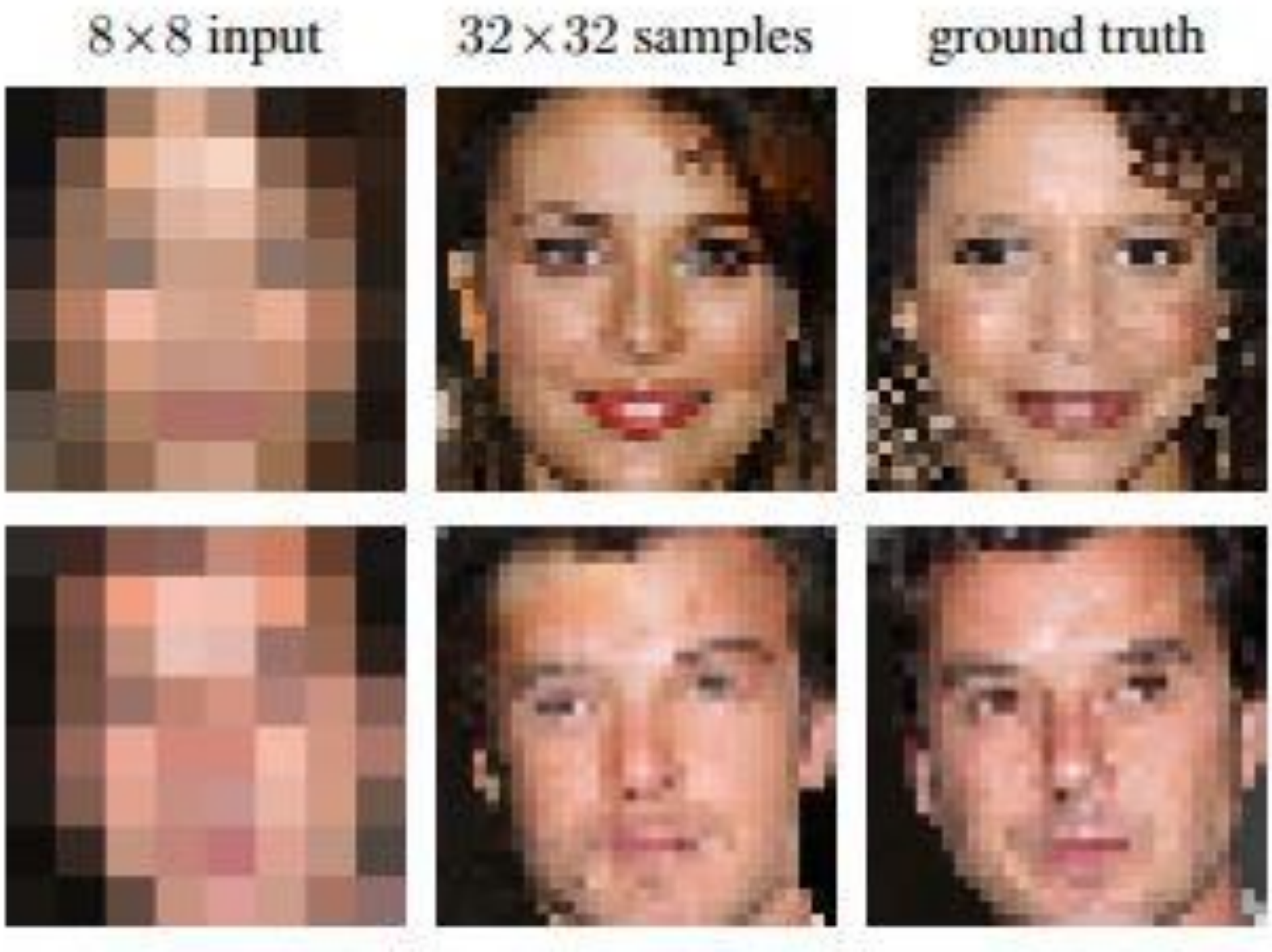




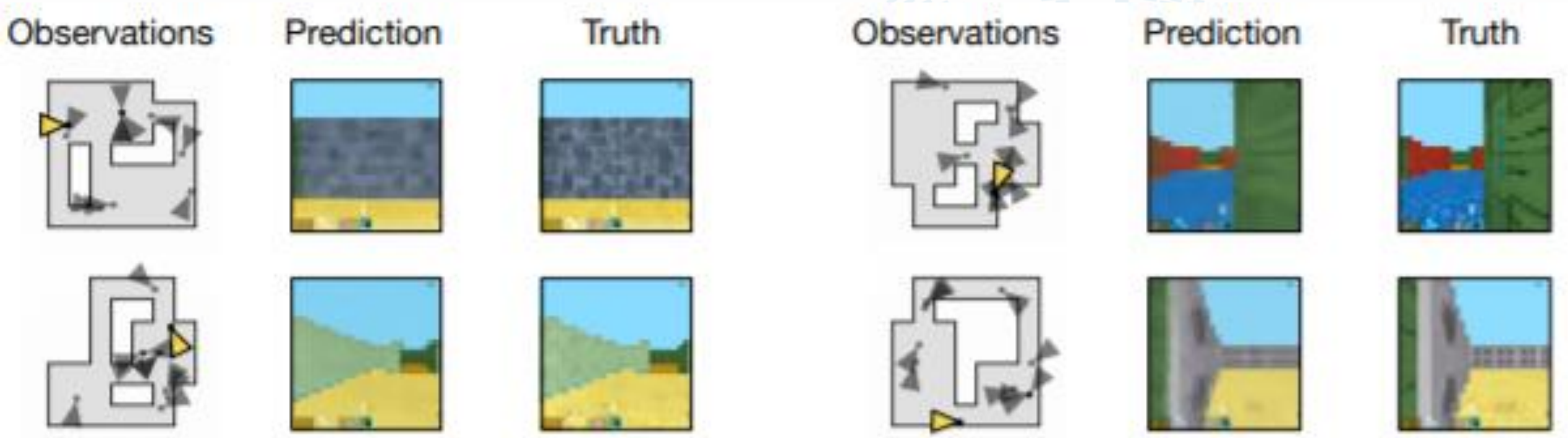
Semantic Image Synthesis with Spatially-Adaptive Normalization
https://arxiv.org/pdf/1903.07291.pdf

LOW-RES » HIGH-RES

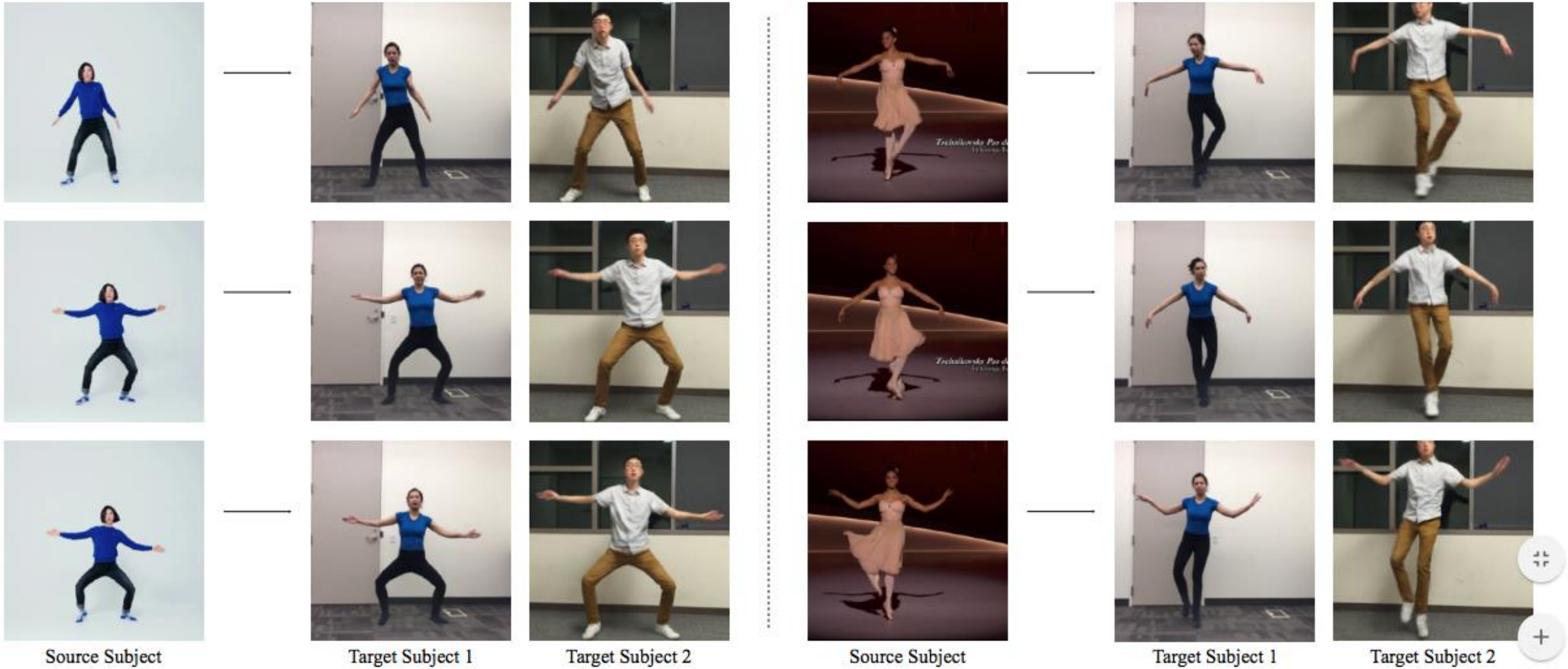



8×8 input
32×32 samples
ground truth

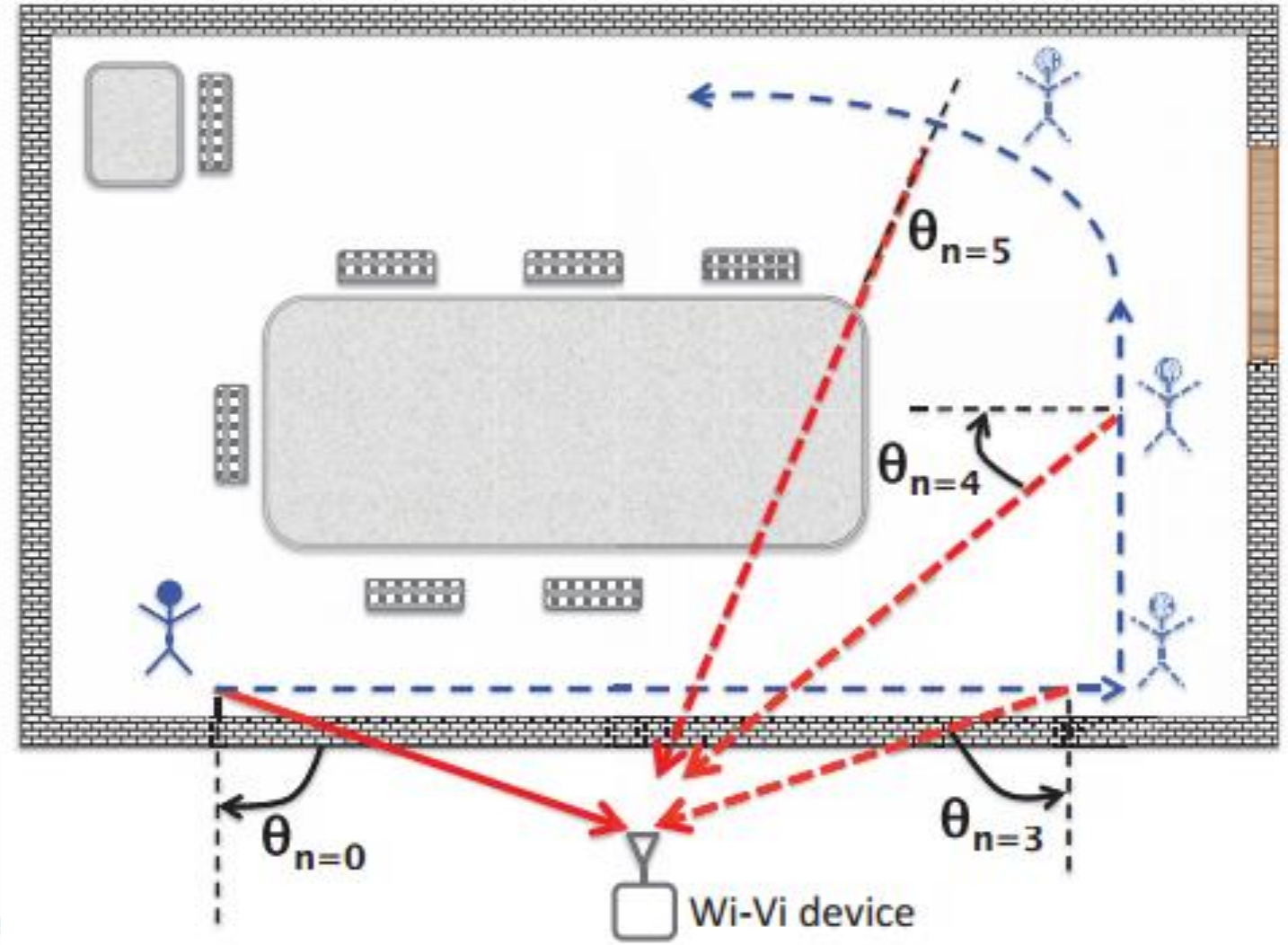
modelização 3D a partir de poucas imagens, visualizando percursos 3D "delirando" informação faltante...

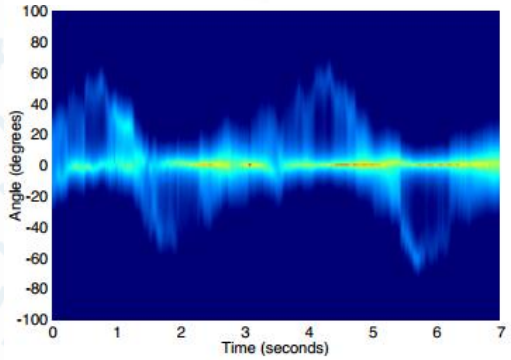


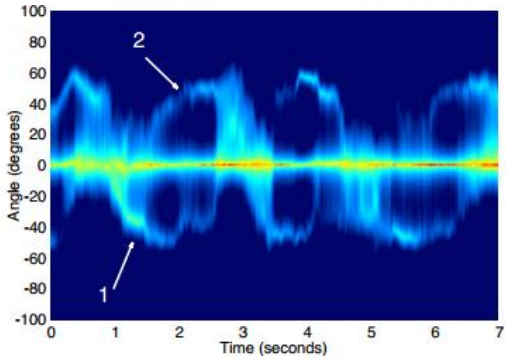
Everybody dance now!

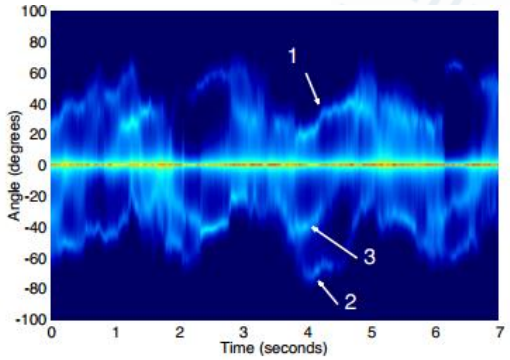


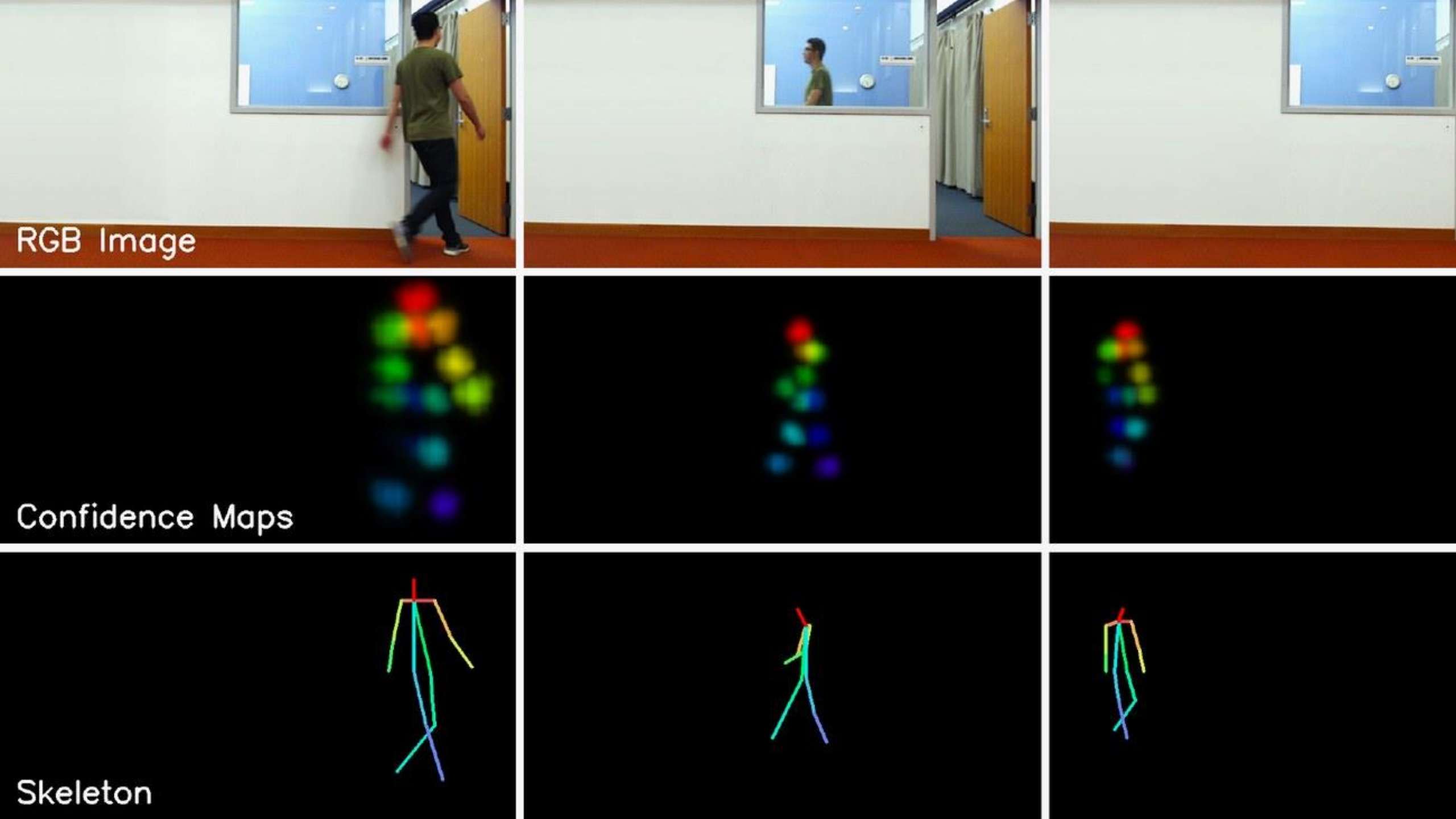

“visão” WiFi através de muros

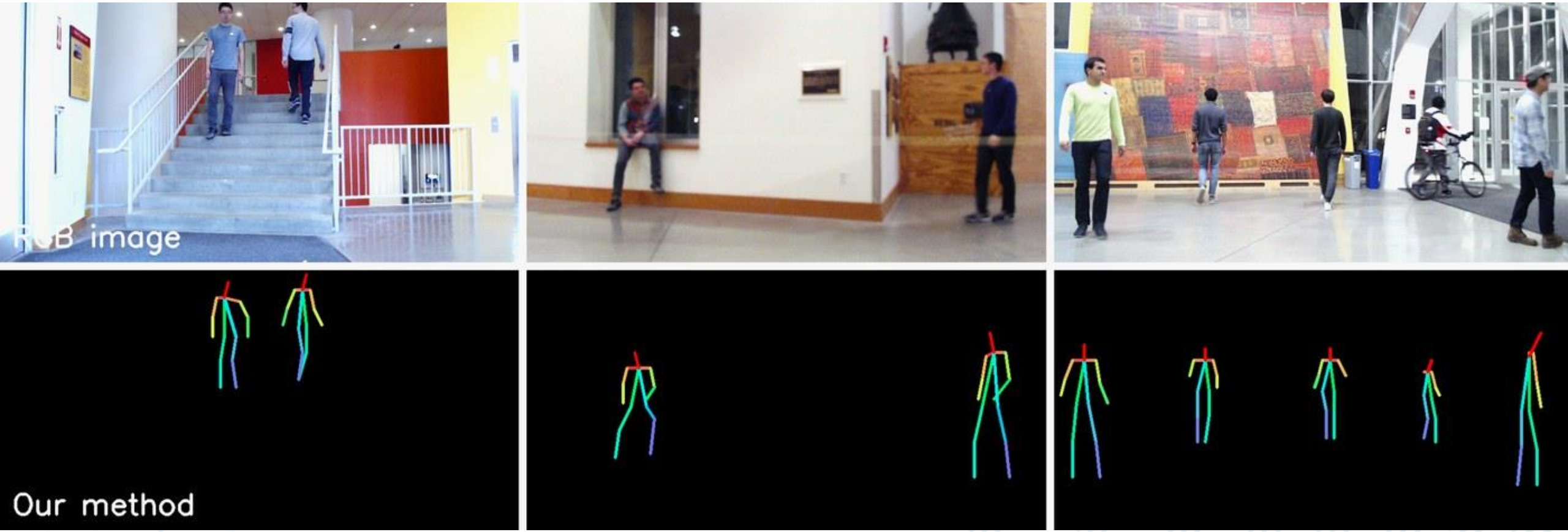

θn=5
θn=4
θn=0
θn=3
Wi-Vi device


Angle (degrees)
Time (seconds)

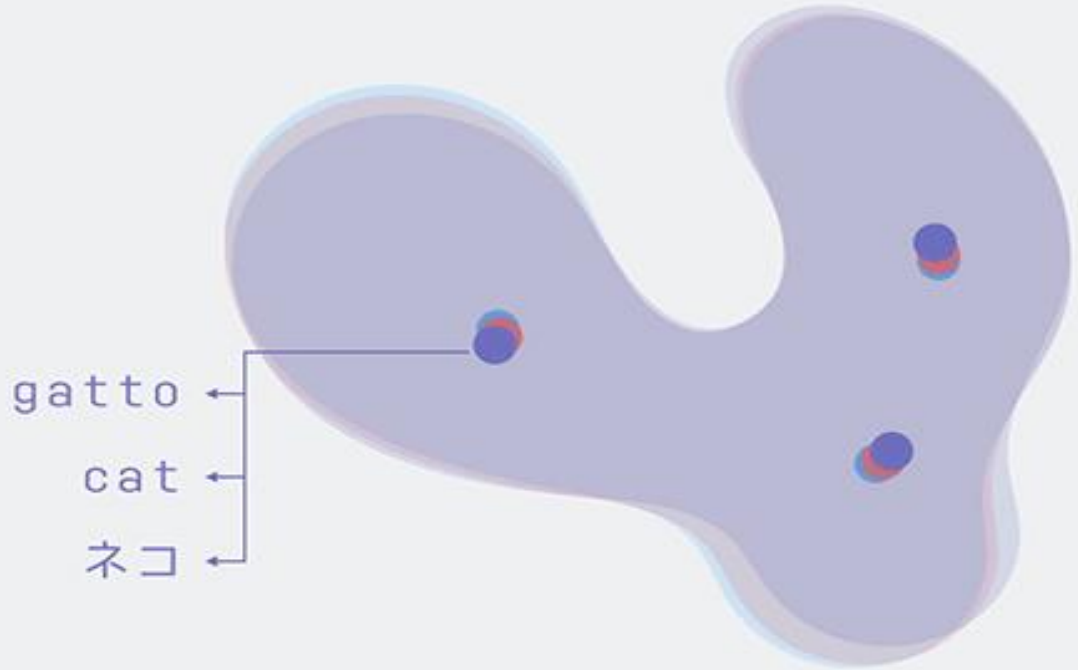

1
2
Angle (degrees)
Time (seconds)


1
2
3
Angle (degrees)
Time (seconds)


RGB Image
Confidence Maps
Skeleton

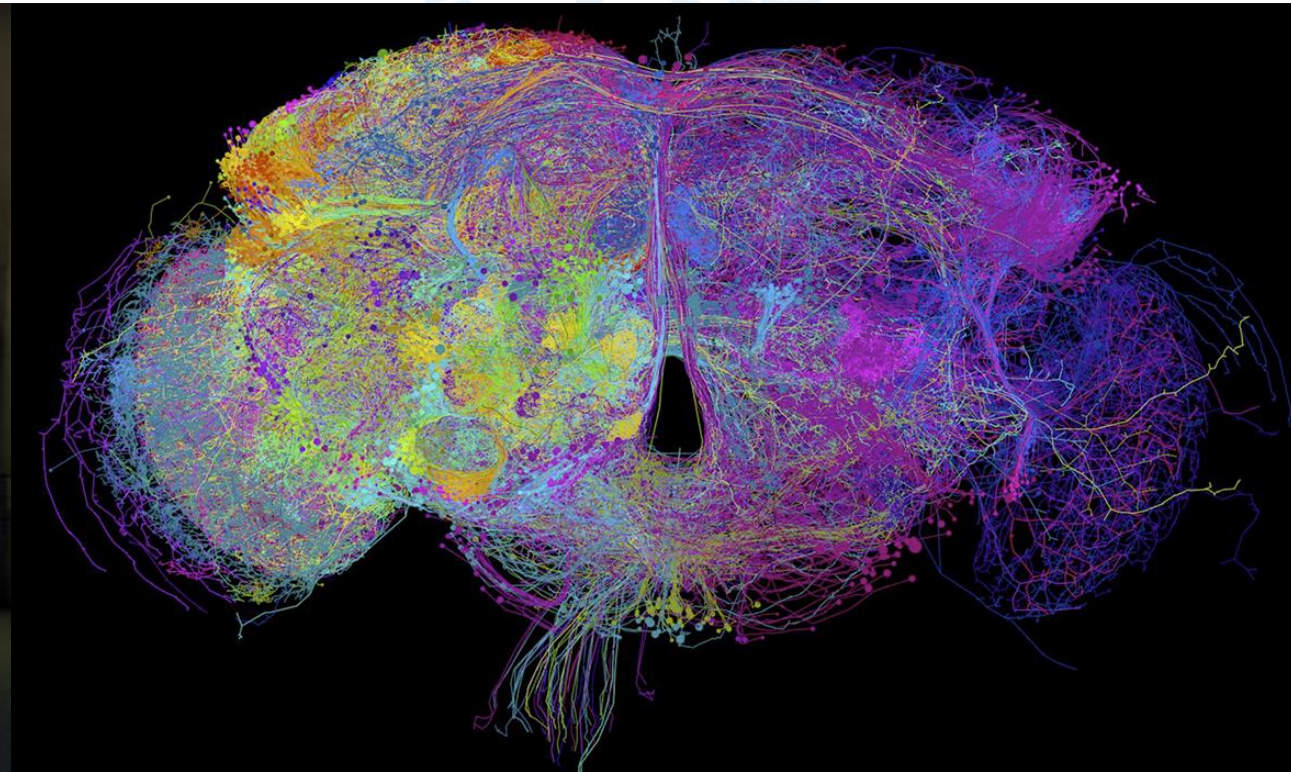

RGB image
Our method

Tradução Não Supervisionada



Modelização de fenômenos complexos

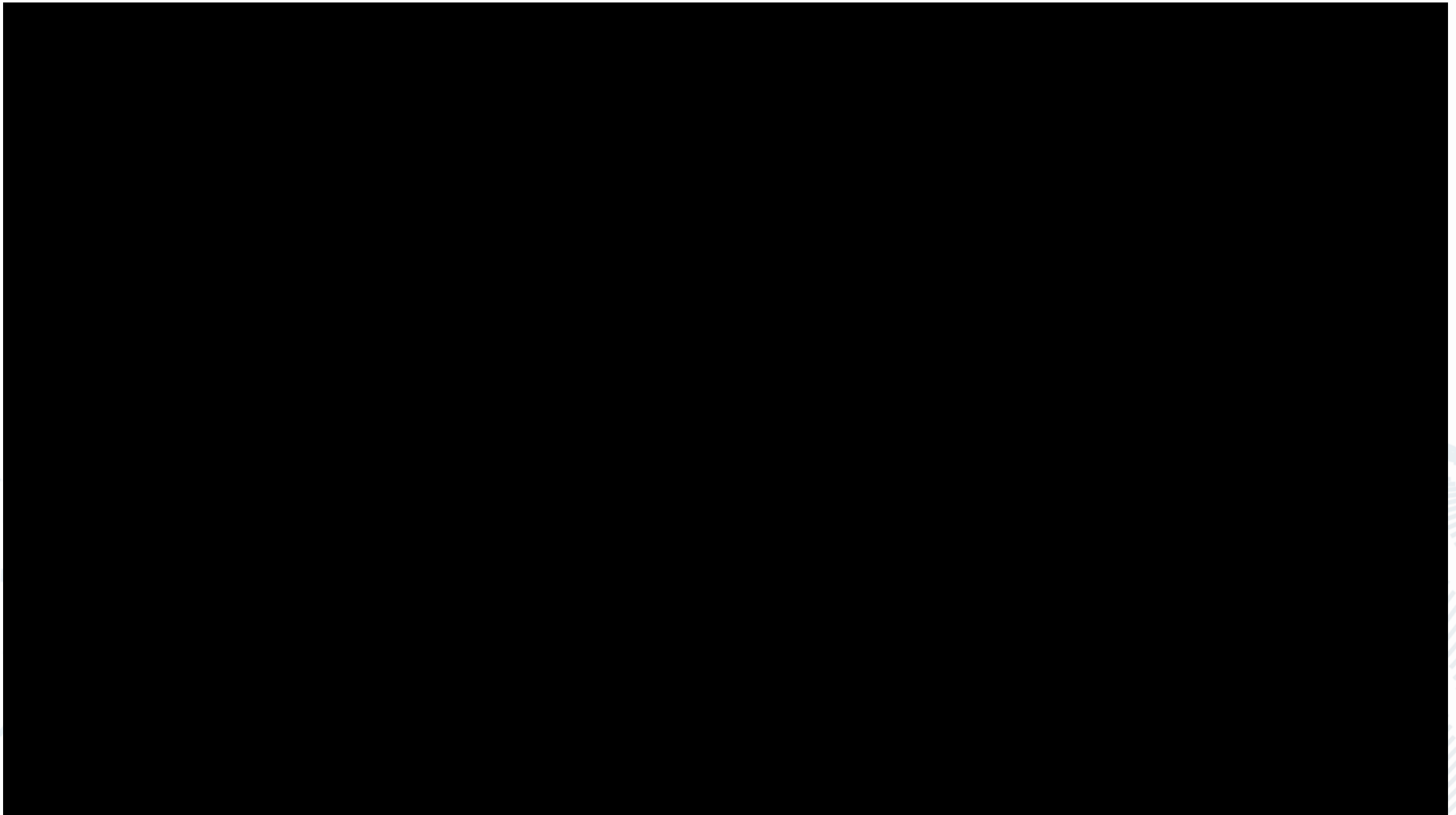
- Dobra de proteínas
- Segmentação de imagens biológicas e reconstrução 3D
- Modelo global de iluminação, simulando ray-tracing



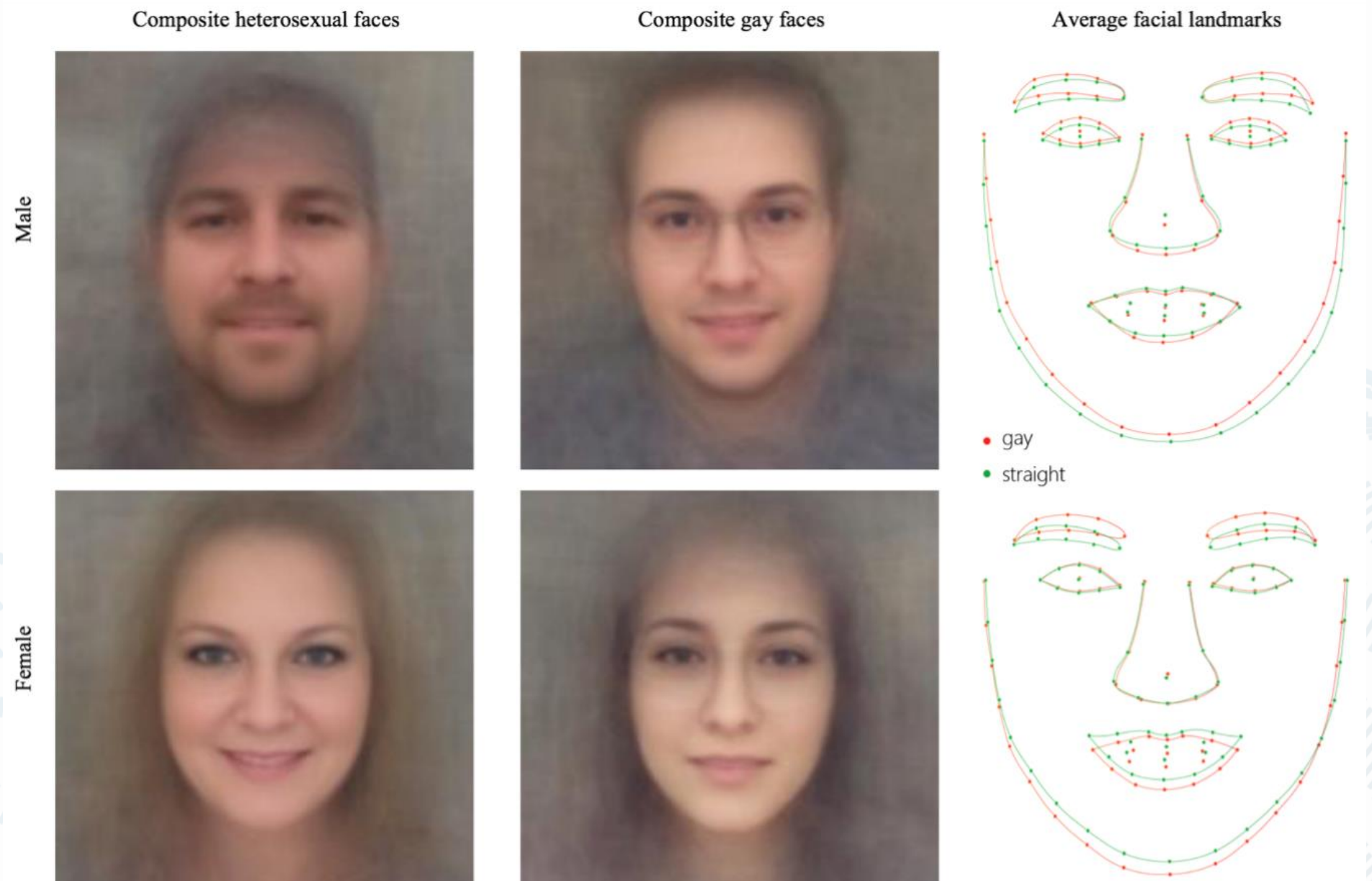
Usos mais questionáveis...

Fake videos

Armas autônomas



Deep neural networks are more accurate than humans at detecting sexual orientation from facial images.



Faces contain much more information about sexual orientation than can be perceived and interpreted by the human brain.

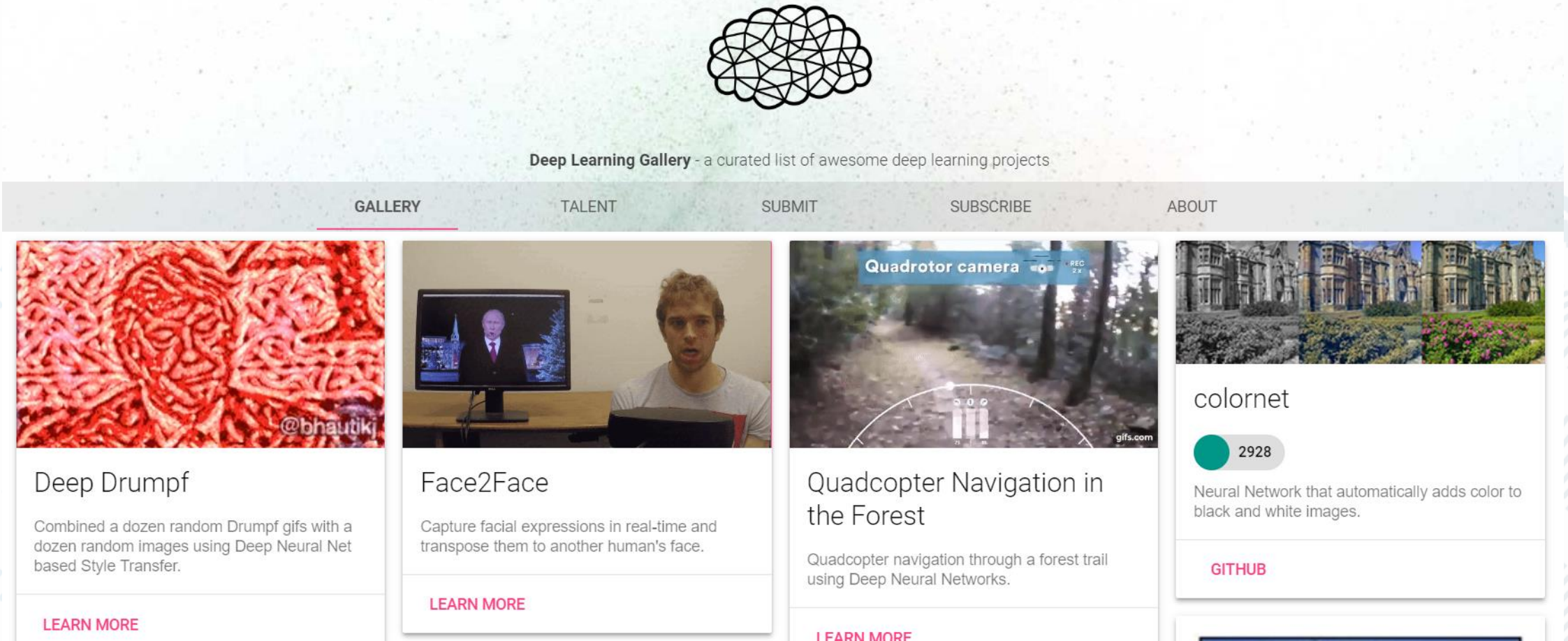
Deep neural networks were used to extract features from 35,326 facial images. These features were entered into a logistic regression aimed at classifying sexual orientation.

Given a single facial image, a classifier could correctly distinguish between gay and heterosexual men in 81% of cases, and in 74% of cases for women. Human judges achieved much lower accuracy: 61% for men and 54% for women. The accuracy of the algorithm increased to 91% and 83%, respectively, given five facial images per person.

Facial features employed by the classifier included both fixed (e.g., nose shape) and transient facial features (e.g., grooming style). Consistent with the prenatal hormone theory of sexual orientation, gay men and women tended to have gender-atypical facial morphology, expression, and grooming styles. Those findings advance our understanding of the origins of sexual orientation and the limits of human perception.

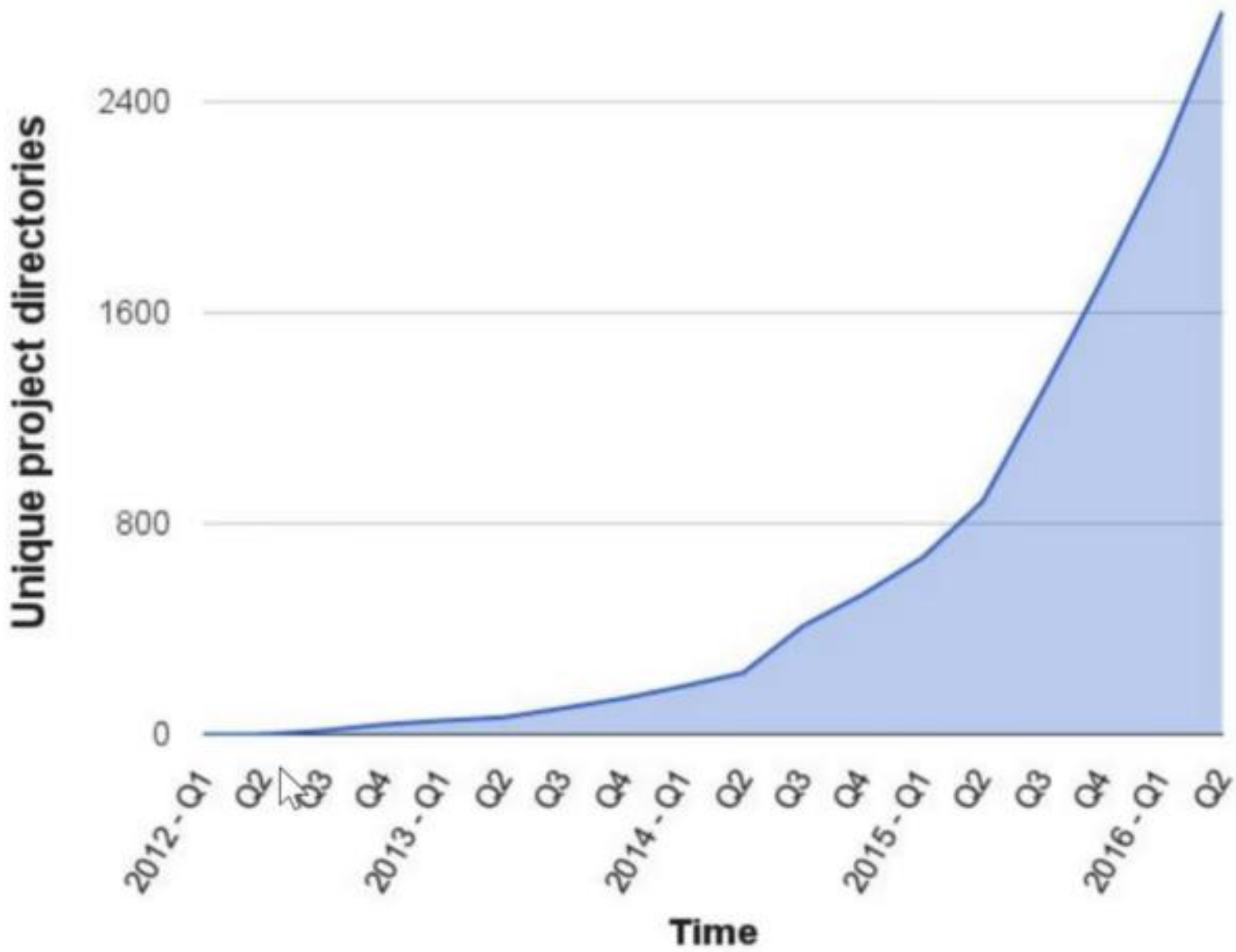
Ainda mais exemplos... Com código!

http://deeplearninggallery.com/



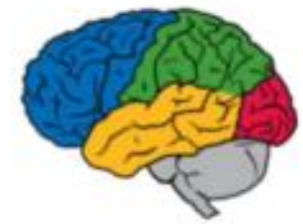
Growing Use of Deep Learning at Google

of directories containing model description files



Across many products/areas:

Android
Apps
drug discovery
Gmail
Image understanding
Maps
Natural language understanding
Photos
Robotics research
Speech
Translation
YouTube
... many others ...

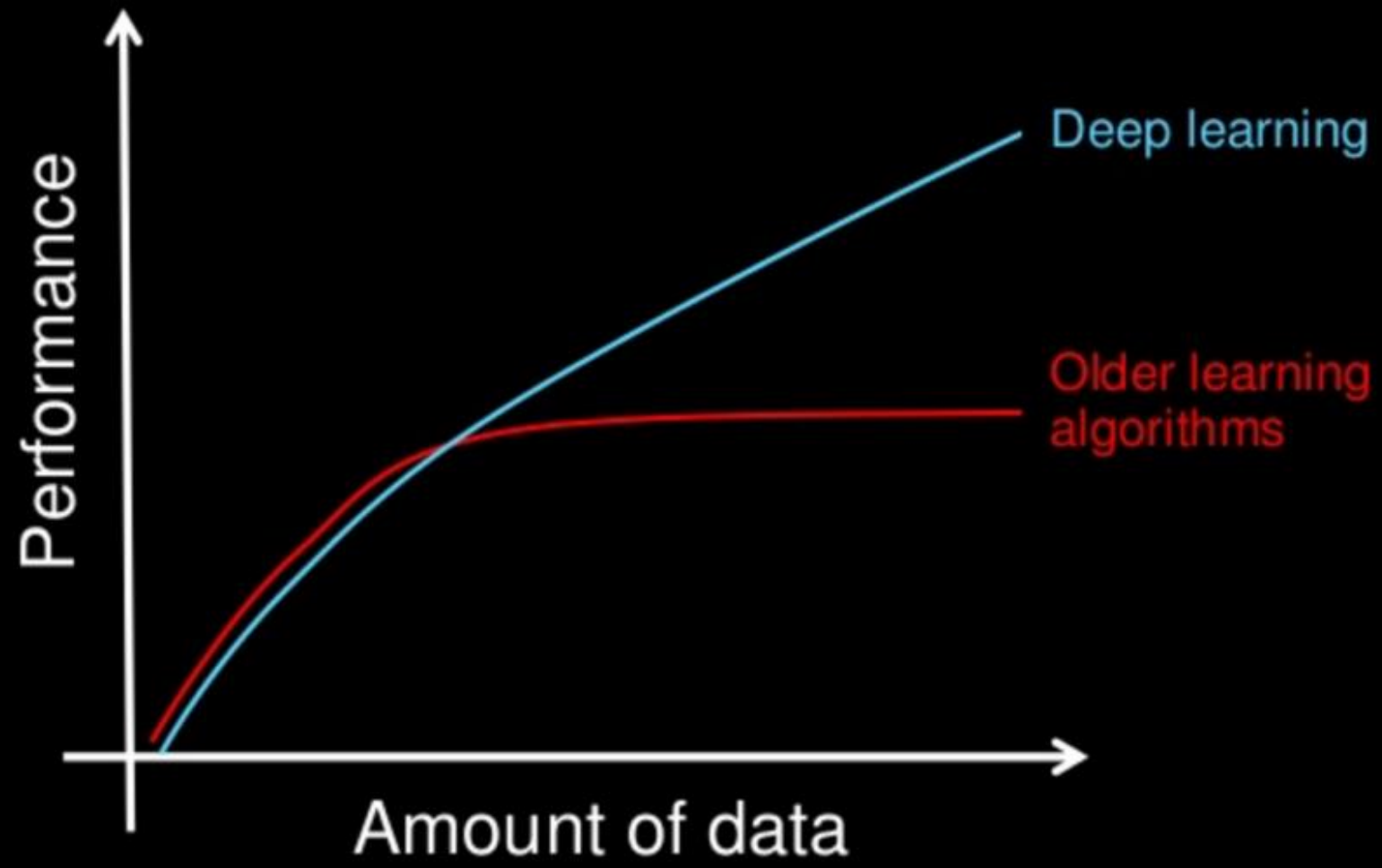


Limitações

- Convergência incerta para o mínimo global da função de custo/erro (*loss*)
- Difícil interpretação do estado interno da rede: “black box”
- Arquitetura da rede e híper parâmetros determinados de forma experimental e assistemática
- Alto custo computacional para treinamento
- **Necessita quantidades gigantescas de dados!**

Mas...

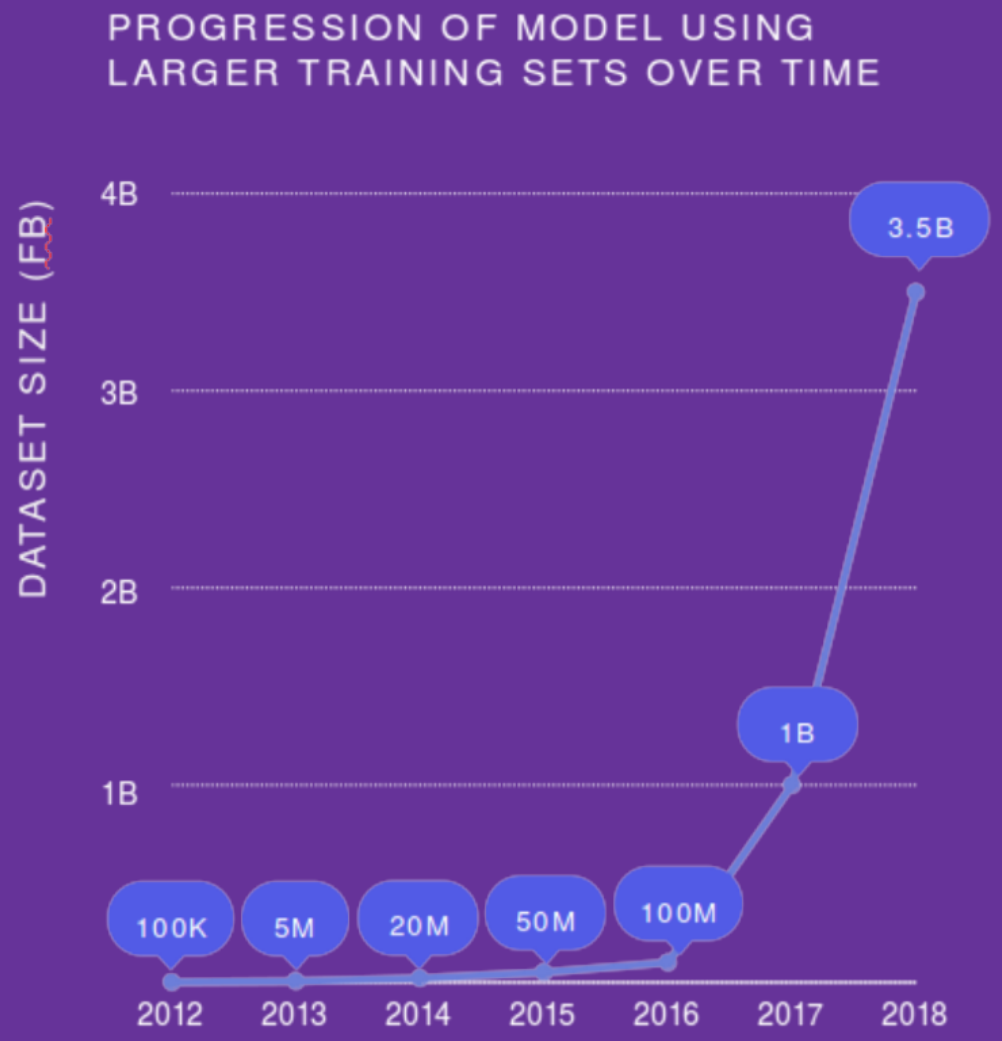
Why deep learning

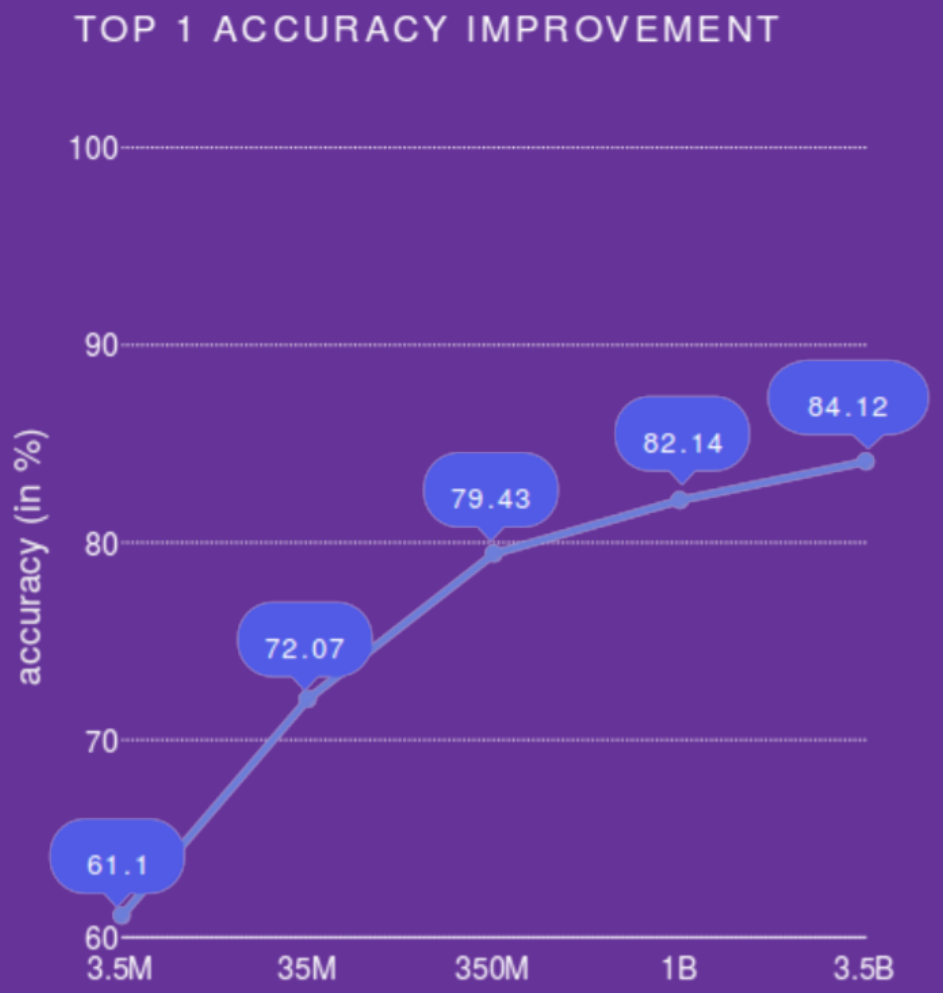


How do data science techniques scale with amount of data?

Weakly supervised learning: from Instagram hash tags

- **Pretraining on 3.5b instagram images with 17k hashtags. Training/test on ImageNet**





[Mahajan et al. CVPR 2018]

Relevância econômica

À medida em que as competências em IA cruzam a fronteira da pesquisa de laboratório em direção a tecnologias economicamente valiosas, um ciclo virtuoso se estabelece no qual até pequenas melhorias de desempenho passam a valer grandes somas de dinheiro, suscitando maiores investimentos em pesquisa.

Existe agora um amplo consenso de que a pesquisa em IA está progredindo firmemente, e que seu impacto na sociedade provavelmente aumentará...

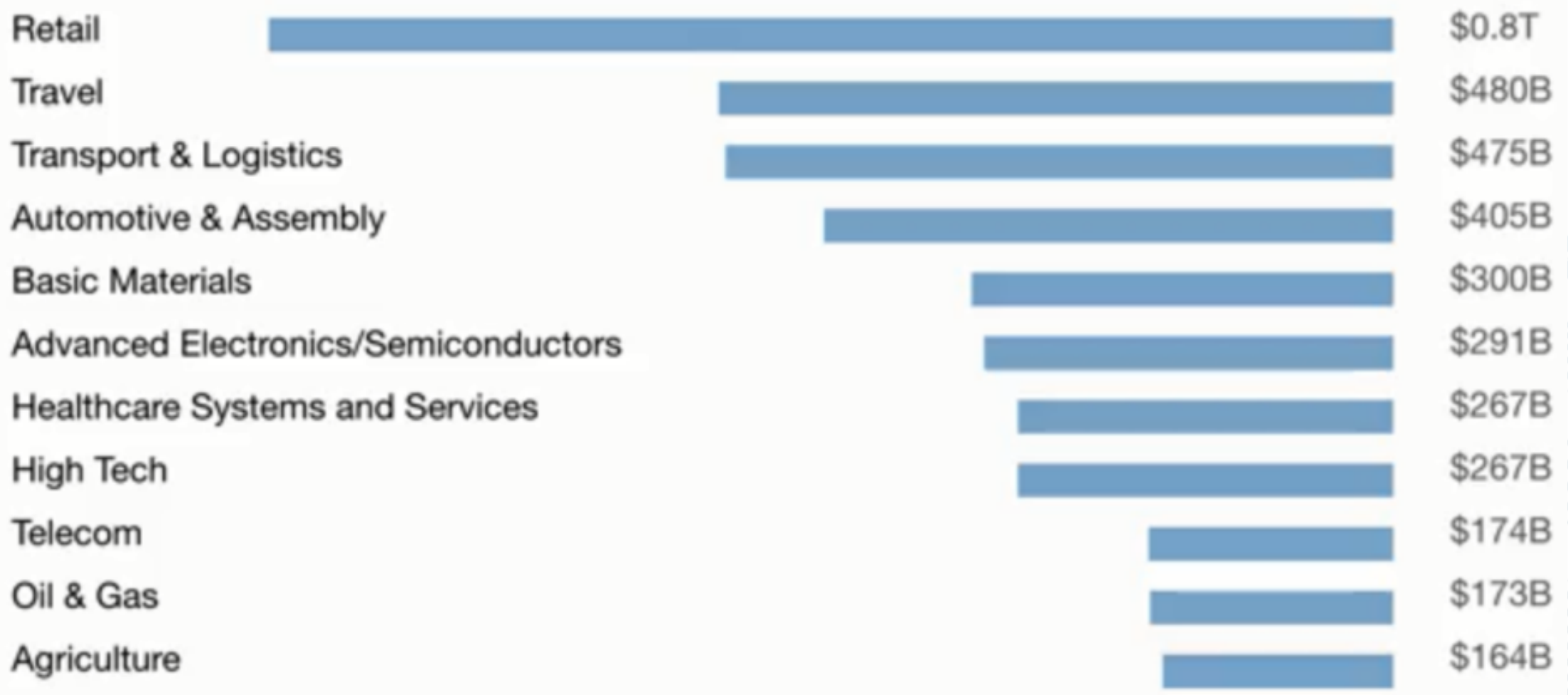
Devido ao grande potencial da IA, é importante pesquisar como colher seus benefícios, evitando perigos potenciais.

Stephen Hawking

Traduzido e adaptado

Criação de valor com a IA até 2030

McKinsey: 13 trilhões de dólares



Ranking global de empresas por capitalização de mercado (setembro/2018)

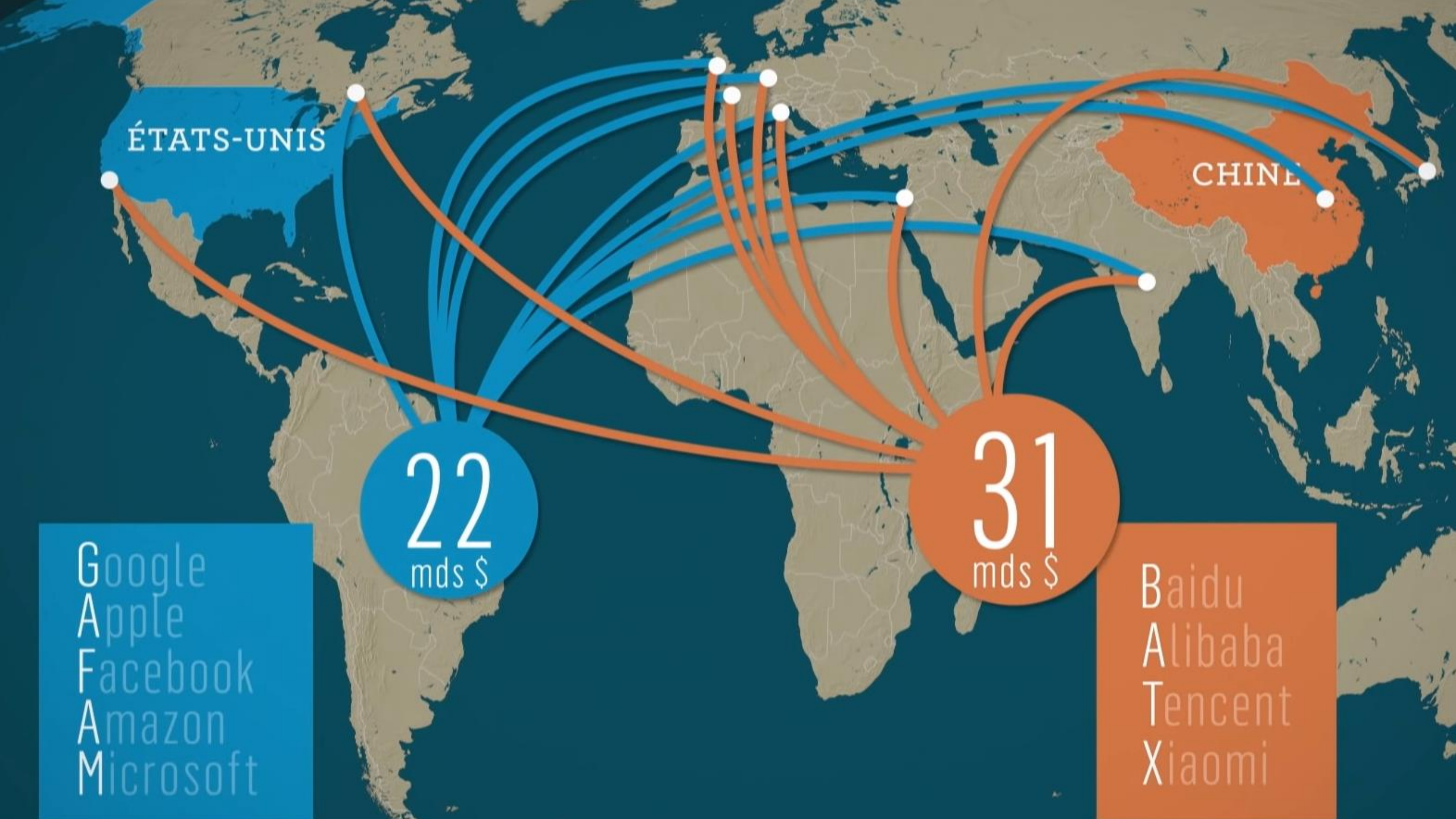
Apple vale mais de 6% do PIB do Brasil

1		Apple Inc. 1.091.000	Tec
2		Amazon.com 976.650	Tec
3		Microsoft 877.400	Tec
4		Alphabet Inc. 839.740	Tec
5		Berkshire Hathaway 523.520	Fin
6		Facebook 473.850	Tec
7		Alibaba Group 423.600	Tec
8		Tencent 388.080	Tec
9		JPMorgan Chase 379.440	Fin
10		Johnson & Johnson 370.650	Med/Farma

Fundada em 2004

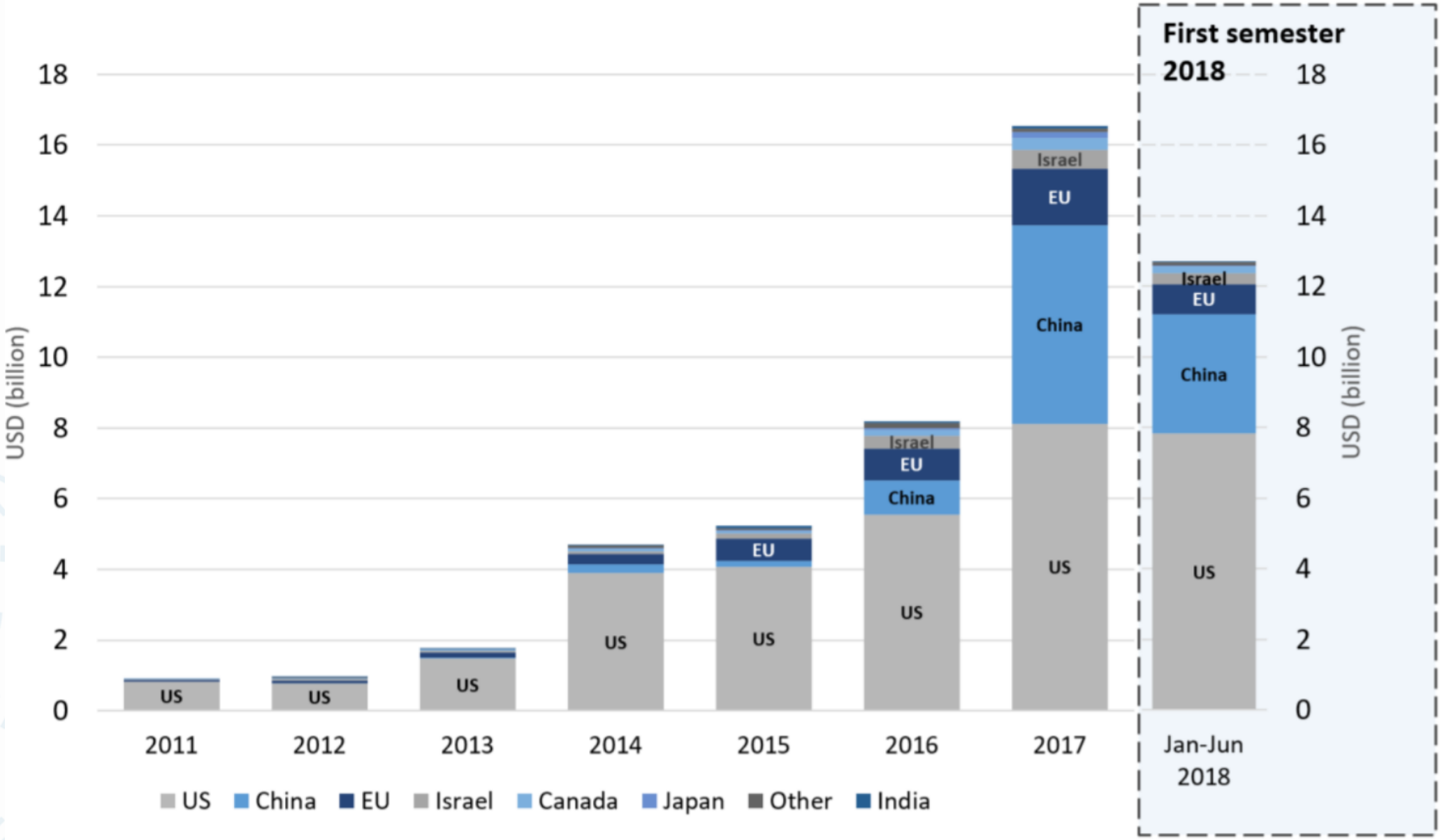
Fora do top 10, Combustível e Veículos: Exxon (1º), Shell, BP, General Electric, AT&T, Proctor&Gamble, Chevron, Walmart...

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_public_corporations_by_market_capitalization
(September 28, 2018)


ÉTATS-UNIS
CHINE
22
mds $
31
mds $
Google
Apple
Facebook
Amazon
Microsoft
Baidu
Alibaba
Tencent
Xiaomi

Total estimated equity investments in AI start-ups, by start-up location

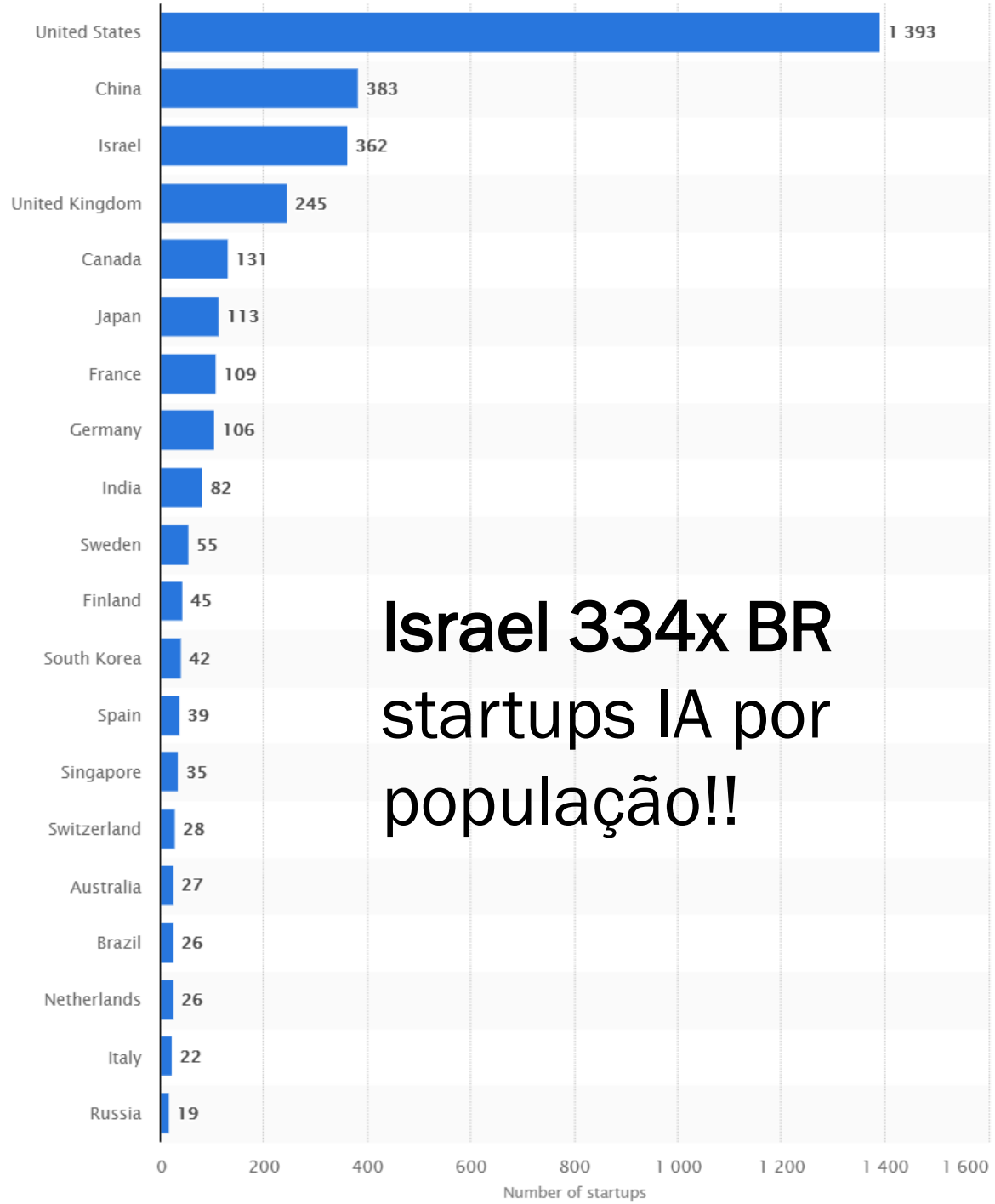
2011-17 and first semester 2018




CANADA
R.U.
ALLEMAGNE
FRANCE
ÉTATS-UNIS
ISRAËL
CHINE
JAPON
INDE

Top 20 países em número de startups de IA (maio 2018)

EUA > 50x BR
Israel ~ 14x BR
Índia ~ 3x BR



Israel 334x BR startups IA por população!!

Posição do Brasil na IA

Vocação brasileira?

Comodities: Soja ($19.4B)

Comodities: Ferro ($14.1B)

Comodities: Açúcar ($10.8B)

Comodities: Petróleo ($9.6B)

Comodities: Carne ($6.18B)

E daí?

Cédric Villani

- Atrasar-se no desenvolvimento em IA levaria a dependência de quem domina essas tecnologias
- Risco de “ciber-colonização”: “você explora um recurso local criando um sistema que tira o valor agregado para a sua economia”
  - Perda de competitividade econômica
  - Ameaça à soberania nacional

E o Brasil nessa revolução da IA?

Ausência de Estratégia Nacional para posicionamento do Brasil frente às oportunidades e riscos decorrentes da IA

- Pesquisa científica
- Formação para aplicações de IA
- Infraestrutura digital e dados
- Capital para investimento
- Incentivos estatais & adoção governamental
- Ecossistema de startups

Comparação internacional: AI Strategies

Artificial Intelligence Strategies

March: Pan-Canadian AI Strategy

May: AI Singapore Announced

October: AI Strategy 2031

December: Finland's AI Strategy

January: Budget for AI Taiwan

March: AI at the Service of Citizens

April: First Workshop for Strategy

April: UK AI Sector Deal

May: White House Summit on AI

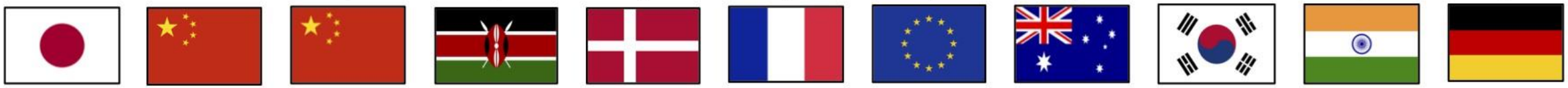
May: Sweden's AI Strategy

June: Towards an AI Strategy in Mexico

Fall 2018: EU's AI Strategy

2017

2018



March: AI Technology Strategy

July: Next Generation AI Plan

December: Three-Year Action Plan

January: Blockchain and AI Task Force

January: Strategy for Digital Growth

March: France's AI Strategy

April: Communication on AI

May: Australian Budget

May: AI R&D Strategy

June: National Strategy for AI

Fall 2018: Germany's AI Strategy


ORDEM E PROGRESSO
EMBRAER 190

Problemas decorrentes da IA

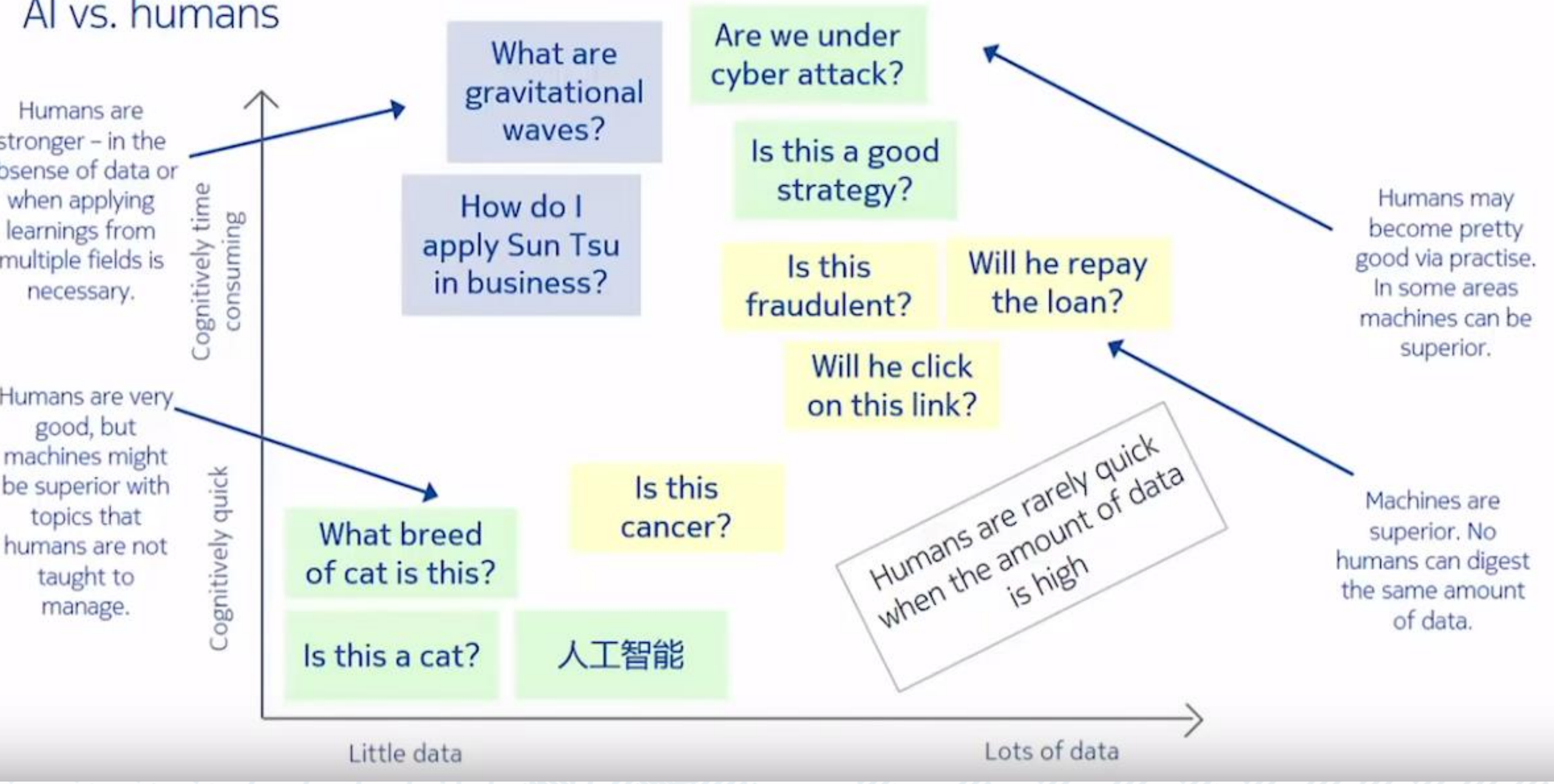
- Problema essencial: quem controla a IA, para lhe fornecer os objetivos que ela irá otimizar?
- Prováveis consequências negativas:
  - **Concentração de poder & riqueza nos controladores da IA**
  - Desemprego em massa, podendo levar a “irrelevância” de parte da população
  - Manipulação ou controle da opinião em grande escala

Paridade com desempenho humano

- **Visão computacional**: reconhecimento de objetos em imagens
- **Reconhecimento de fala**: transcrição do áudio de conversas
- **Compreensão de texto**: respostas a perguntas sobre texto dado
- **Tradução automática**: paridade em qualidade na tradução de notícias entre alguns pares de línguas, como chinês-inglês

Quais serão as próximas atividades que hoje associamos à inteligência humana que passarão a ser automatizadas por IA com alto desempenho?

AI vs. humans


Humans are stronger – in the absense of data or when applying learnings from multiple fields is necessary.
Humans are very good, but machines might be superior with topics that humans are not taught to manage.
Cognitively time consuming
Cognitively quick
What are gravitational waves?
Are we under cyber attack?
Is this a good strategy?
How do I apply Sun Tsu in business?
Is this fraudulent?
Will he repay the loan?
Will he click on this link?
Is this cancer?
What breed of cat is this?
Is this a cat?
人工智能
Humans are rarely quick when the amount of data is high
Humans may become pretty good via practise. In some areas machines can be superior.
Machines are superior. No humans can digest the same amount of data.
Little data
Lots of data

Tópicos não abordados

- AutoML
- Revolução em NLP:
  - Grandes ganhos de desempenho recentes com *transfer learning* e modelos de linguagem: ELMo, ULMFit, BERT
  - reconhecimento de fala, síntese vocal, compreensão de diálogo, perguntas e respostas, tradução. Ex: Google Duplex
- Robótica!

Desenvolvendo competência em IA

Grupo de Estudo ML/DL em Brasília

- Organizados por voluntários, gratuitos e abertos a todos
- Apoiado por diversos órgãos, principalmente coLAB-i/ISC/TCU
- Reuniões semanais, no ISC/TCU
- Realizamos mais de 40 encontros presenciais em 2018
- Atingimos 100 participantes em um mesmo encontro
- +750 inscritos nos dois Meetups
- +580 participantes no grupo Telegram: t.me/DeepLearningBSB
- Concluintes certificados nas primeiras turmas da fast.ai: 85
  - *Practical Machine Learning*: 42
  - *Practical Deep Learning: 36*
  - *Advanced Deep Learning*: 7
- Hackathons, International fellowship, Projetos...

https://medium.com/deeplearningbrasilia/

Telegram

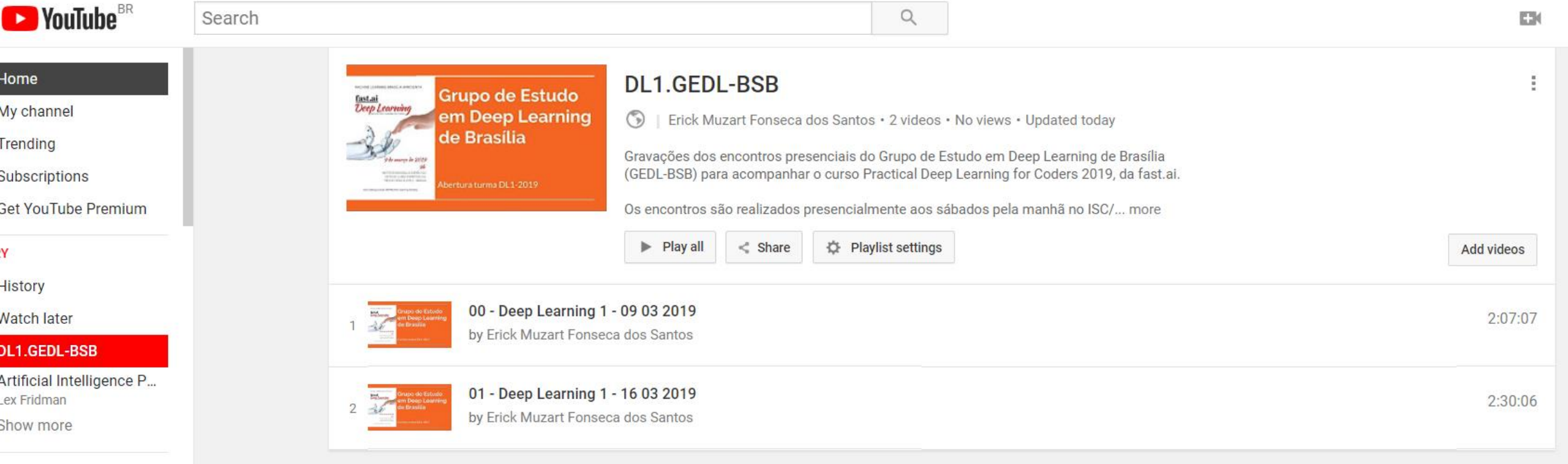
Meetup

Machine Learning Brasília

Brasília, Brasil

736 membros · Grupo público

https://www.meetup.com/Machine-Learning-Brasilia/



Cursos de referência

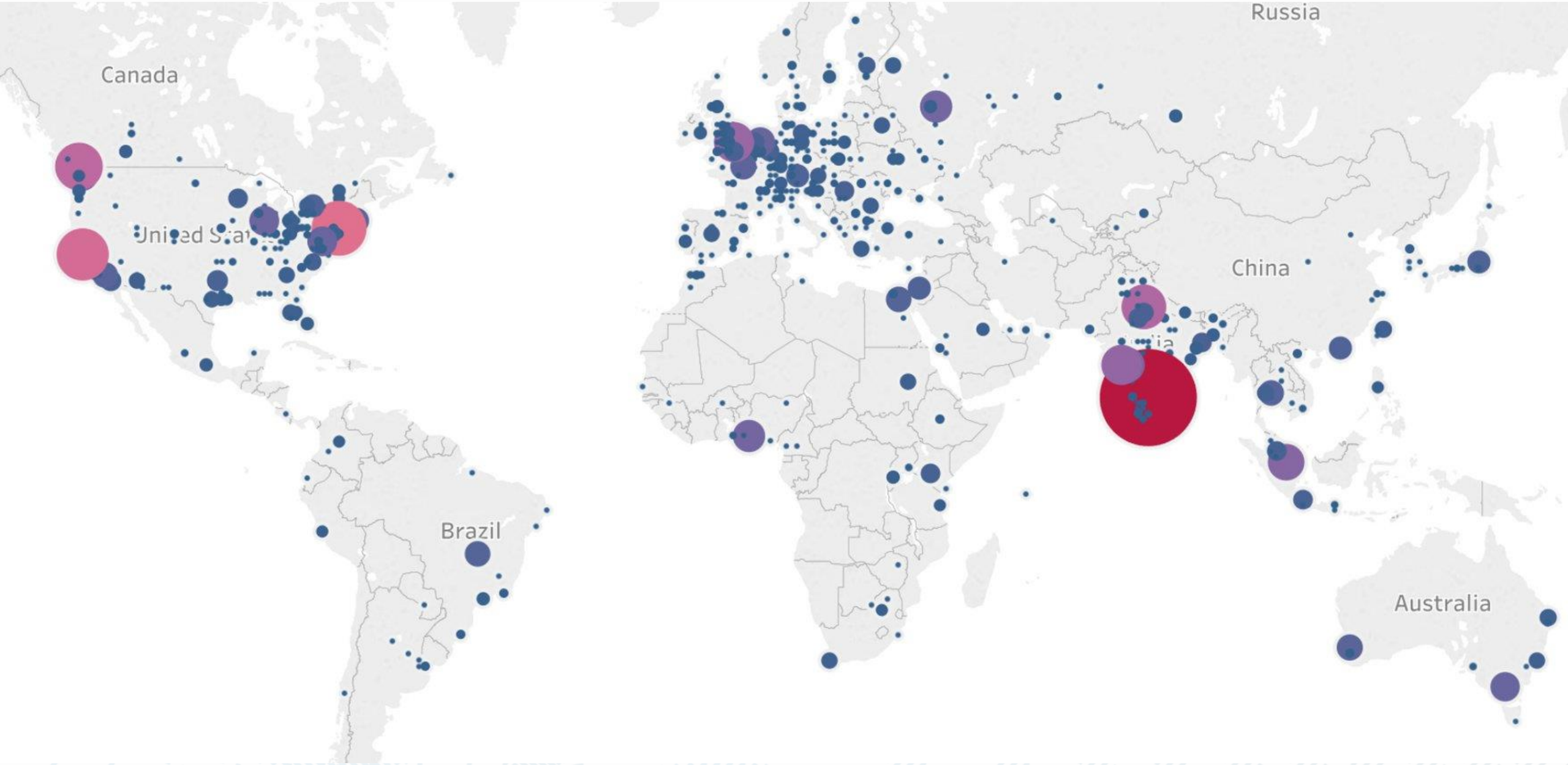
Gratuito, disponível no YouTube, prático, produz um classificador de imagens na primeira aula, voltado a programadores, com cadernos Jupyter no GitHub, resultados no estado da arte da pesquisa atual, utiliza a biblioteca PyTorch, centenas de milhares de ex-alunos pelo mundo, fórum ativo e amigável

Fast.ai: do ML ao DL avançado

ML: 12 aulas

- Decision Trees
- Random Forest (RF)
- Metrics, bagging & hyperparameters
- RF: confidence & feature importance
- Validation, test sets
- Neural Networks from scratch
- Naive Bayes
- Natural Language Processing

DL avançado: 14 aulas
- Object Detection
- Single Shot multibox Detector (SSD)
- NLP Classification and Transfer Learning
- Neural Translation & Multi-modal Learning
- DarkNet & Generative Adversarial Network
- Cycle GANs, Data Ethics & Style Transfer
- Super resolution & Segmentation with Unet


Russia
Canada
China
Brazil
Australia

Objetivos do grupo de estudo

- capacitar no uso e desenvolvimento da tecnologia
- contribuir para o desenvolvimento do ecossistema brasiliense de IA
- expor para o público o que as novas tecnologias permitem
- identificar demandas de negócio que poderiam ser atendidas por IA
- reunir especialistas em torno de problemas desafiadores
- desenvolver novos negócios
- pesquisar a próxima geração dessas tecnologias

Projetos no coLAB-i/TCU?

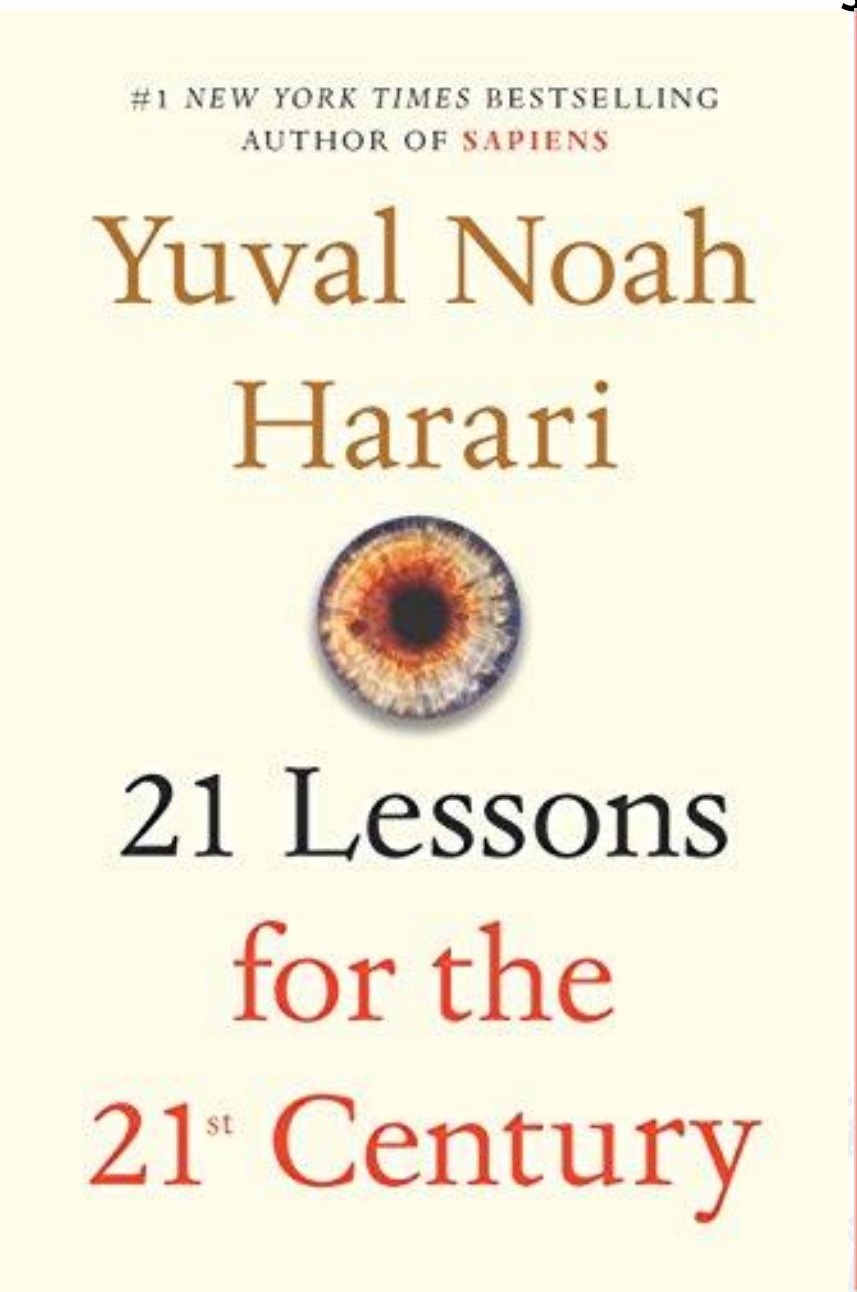
Nosso grupo pretende ir além da capacitação e voltar-se para desenvolvimento de projetos, com aplicação de ML para resolução de problemas da adminstração pública.

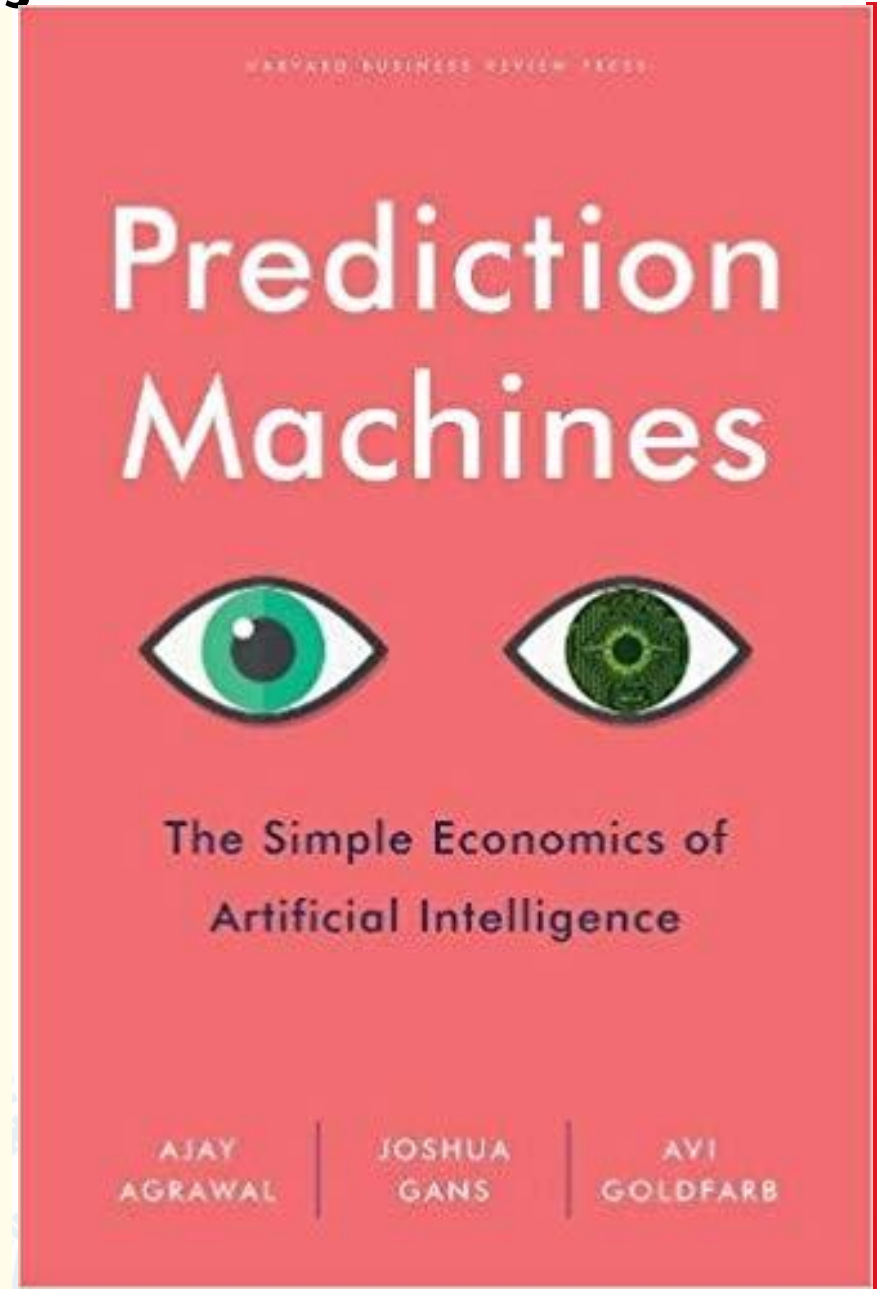
Queremos oferecer suporte para especificação de projeto apoiado em ML: requisitos de negócio, fontes de dados, características do modelo, métricas de desempenho do resultado final para que seja utilizável em produção

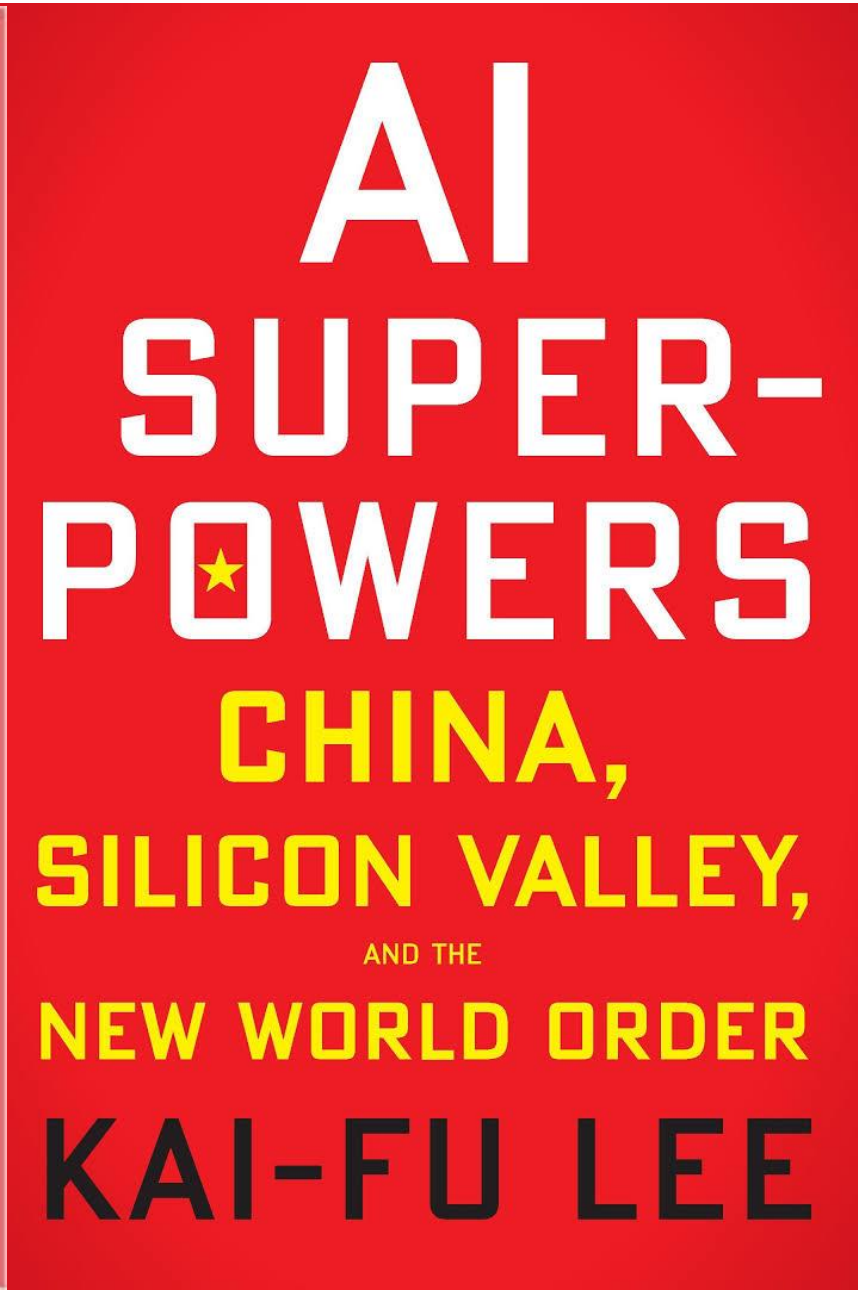
Ex: Classificação de documentos na Anac

Interessados?

Recomendações de leitura







Demais referências

Perspectivas remotas: Max Tegmark. **Life 3.0**
Otimismo: Ray Kurzweil. **How to create a mind**; The singularity is near
Pessimismo: James Barrat. **Our final invention**
Riscos: Nick Bostrom. **Superintelligence**
Manual matemático: Goodfellow et al. **Deep Learning**
Entrevistas: Martin Ford. **Architects of Intelligence**

Vídeos YouTube: Two Minute Papers

Próximos passos...

- Capacitação das equipes: cursos, grupos de estudo, hackatons, Kaggle, etc.
- Experimentação: tocar um projeto piloto!

Gravação da palestra Panorama IA (no TCU, fev 2018, 2h30):
https://youtu.be/4Y8nKIWPqZ0

Síntese de insights

- Porque agora?
- Intuição do que é ML:
  - Prever um mapeamento entre entradas e saídas
  - Treinamento complexo e lento; inferência/predição rápida e barata
- Relevância: fatores aceleradores de ML continuam presentes; forte expectativa de criação de valor!
- Recomendações: divulgar compreensão, estratégia de dados, construir competência, ganhos de eficiência, inserção em serviços

Por que priorizar IA?

1. Necessidade: para não ser dominado por quem controlar a IA
2. Gosto do desafio: desenvolver aplicações transformadoras em todas as áreas de atividade humana
3. Pelo prazer intelectual de descobrir algo novo, surpreendente e pronto para ser explorado!

Obrigado!

Erick Muzart

erickmf@tcu.gov.br