
Neurociencias, Inteligencia Artificial y el futuro de la Medicina

— Manuel Graña, UPV/EHU —

Disclaimer

No he usado la IA para crear la presentación.

Mis (antiguos) doctorandos saben más que yo de casi todo.

En realidad he aprendido más de ellos que ellos de mi.

Las opiniones vertidas son personales y los entes financiadores no tienen responsabilidad alguna.



Narrativa

Sobre las Neurociencias

Sobre la Inteligencia Artificial

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Sobre el futuro de la Medicina

Sobre las Neurociencias

Sobre las Neurociencias

Alguna definición

El cerebro como objeto de estudio

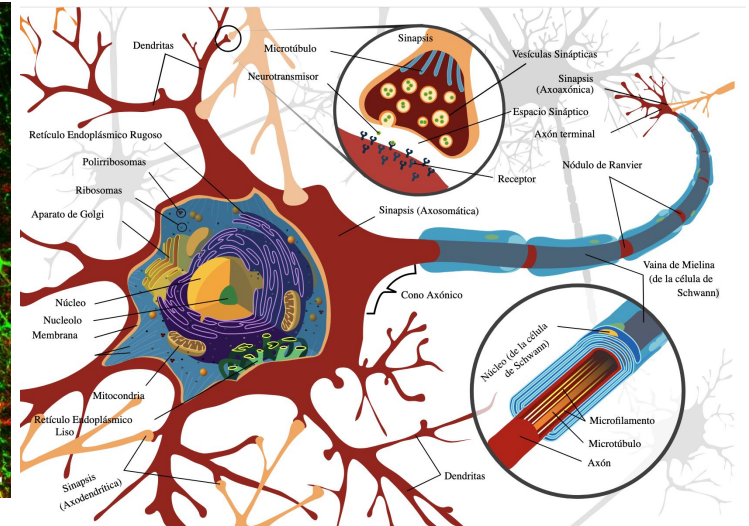
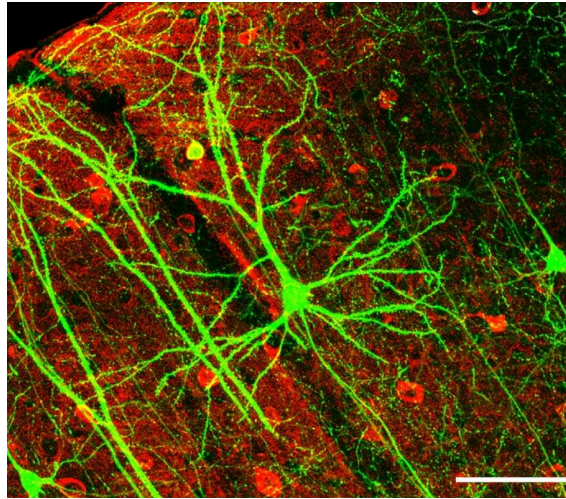
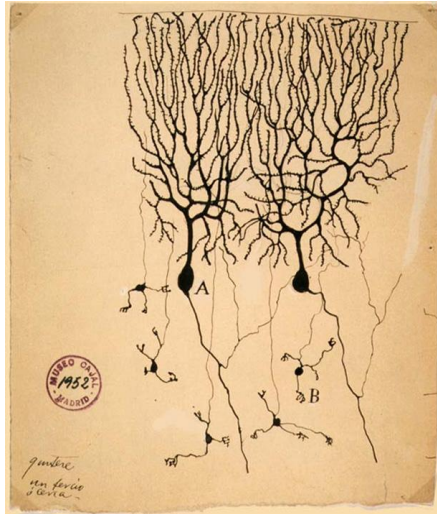
Las herramientas del oficio

La imprecisión y la incertidumbre

Neuroetología

Alguna definición

A fines del siglo XIX, Santiago Ramón y Cajal situó por primera vez las neuronas como elementos funcionales del sistema nervioso.^[5] Cajal propuso que actuaban como entidades discretas que, intercomunicándose, establecían una especie de red mediante conexiones especializadas o espacios.^[5] Esta idea es reconocida como la doctrina de la neurona, uno de los elementos centrales de la neurociencia moderna. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Neurona>)

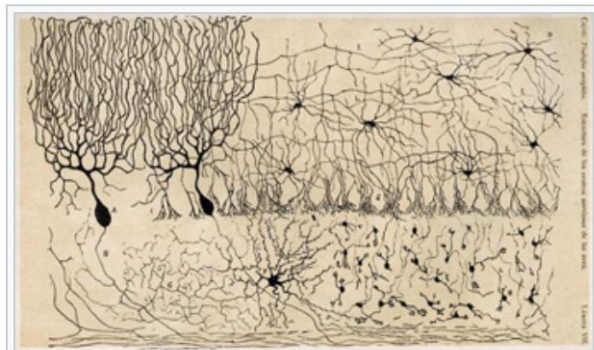


alguna definición

La **neurociencia** (también en plural, **neurociencias**) es una **disciplina científica** que estudia el **sistema nervioso** y todos sus aspectos: por ejemplo, **estructura**, **función**, **desarrollo** ontogenético y **filogenético**, **bioquímica**, **farmacología** y **patología**, y cómo sus diferentes elementos interactúan, dando lugar a las bases biológicas de la **cognición** y la **conducta**.^{1 2 3}

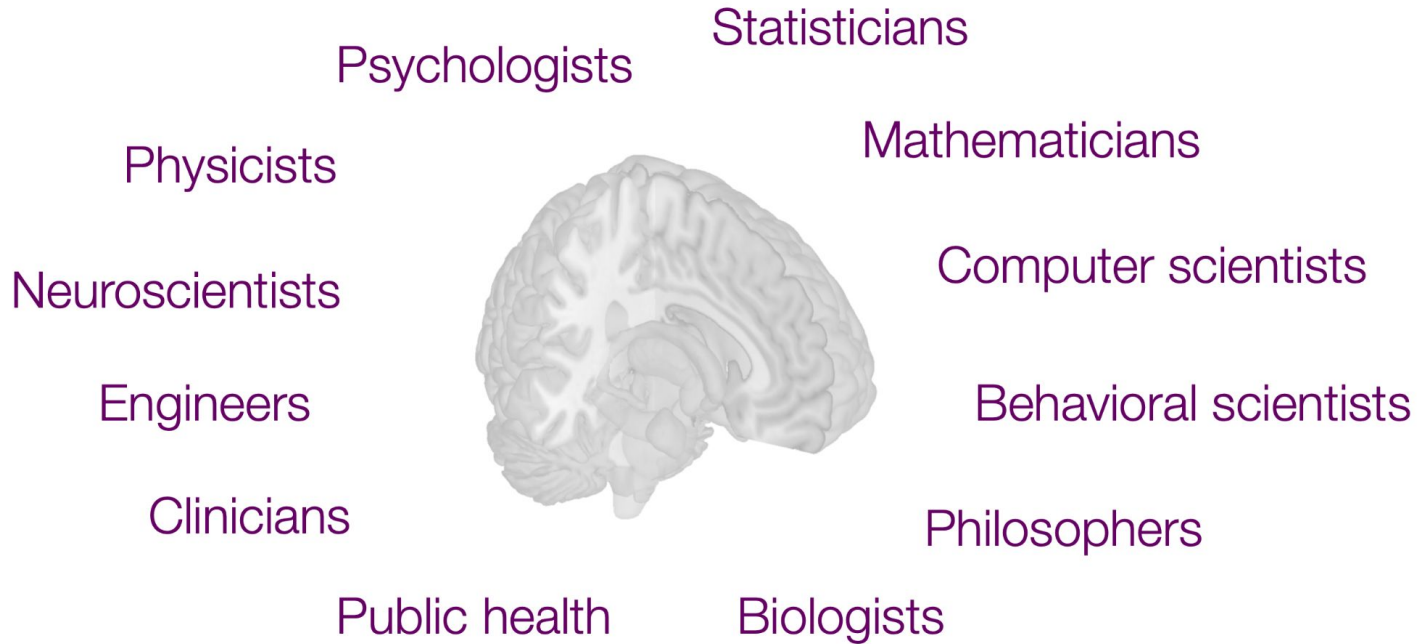
La neurociencia engloba una amplia gama de interrogantes acerca de cómo se organizan los sistemas nerviosos de los seres humanos y de otros animales, cómo se desarrollan y cómo funcionan para generar la conducta. Estas preguntas pueden explorarse usando las herramientas analíticas de la **genética** y la **genómica**, la **biología molecular** y la **biología celular**, la anatomía y la fisiología de los aparatos y sistemas, la filosofía, la **biología conductual** y la **psicología**.⁴

<https://es.wikipedia.org/wiki/Neurociencia>



Dibujo de las células de un cerebro de pollo, por **Santiago Ramón y Cajal**.

alguna definición



Sobre las Neurociencias

Alguna definición

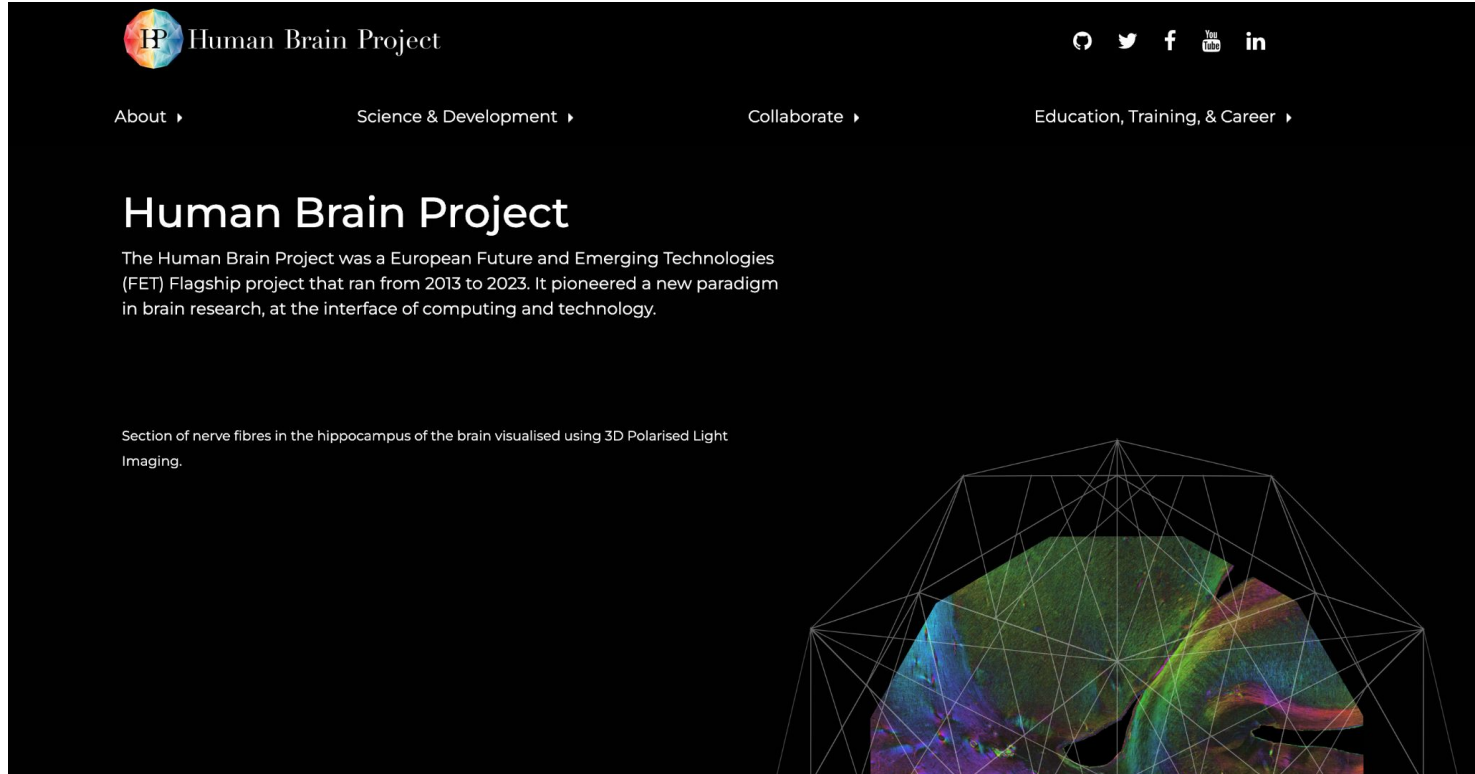
El cerebro como objeto de estudio

Las herramientas del oficio

La imprecisión y la incertidumbre

Neuroetología

El cerebro como objeto de estudio



Sobre las Neurociencias

Alguna definición

El cerebro como objeto de estudio

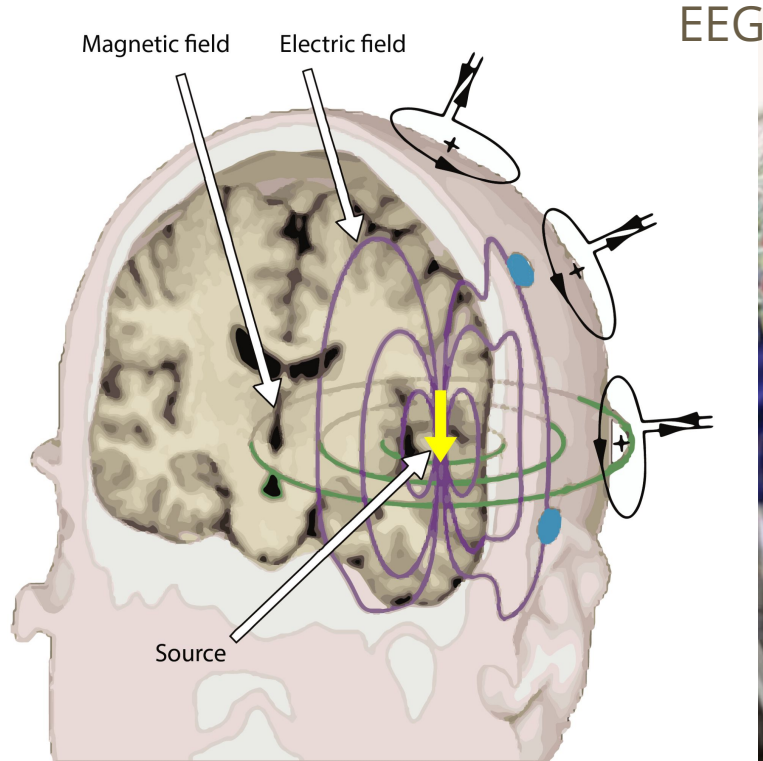
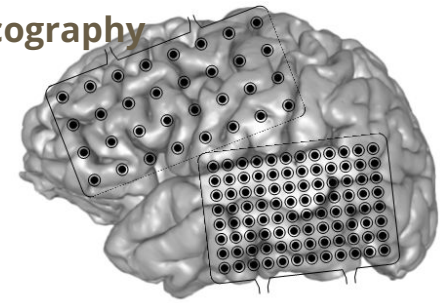
Las herramientas del oficio

La imprecisión y la incertidumbre

Neuroetología

Las herramientas del oficio

Electrocorticography



EEG

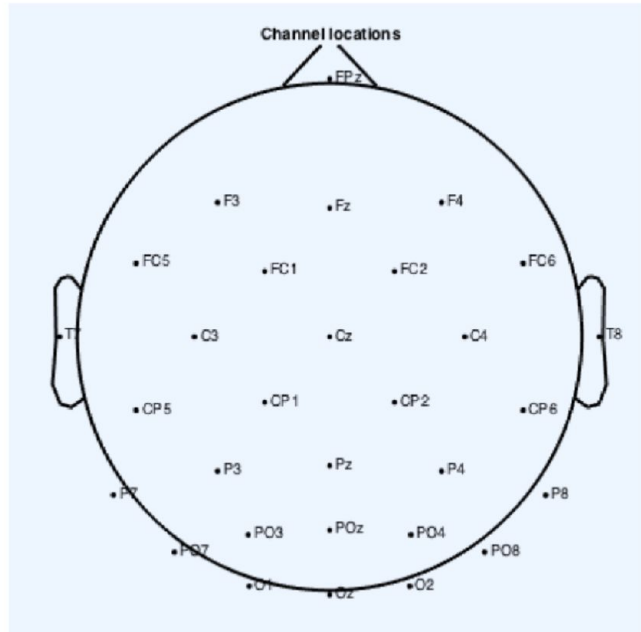


MEG

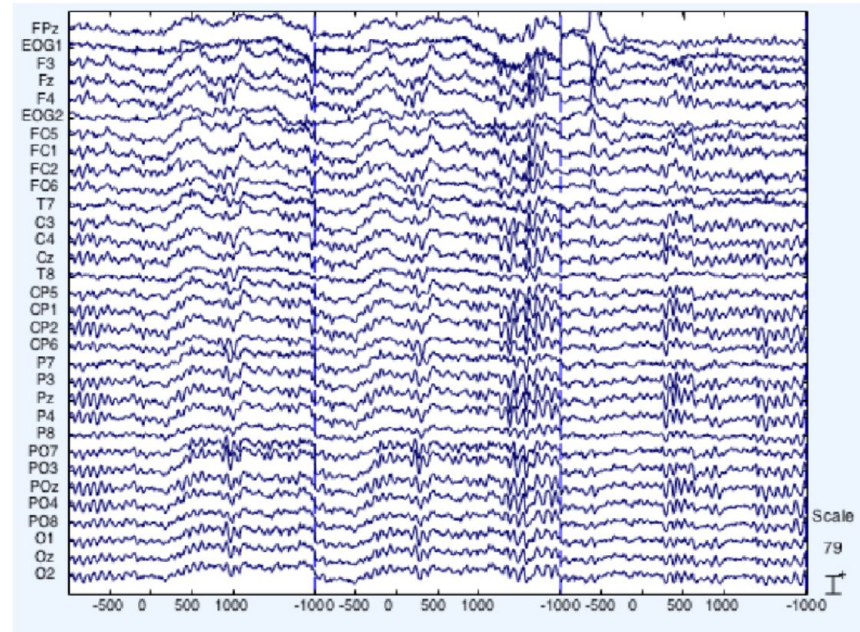


Las herramientas del oficio

EEG channel locations



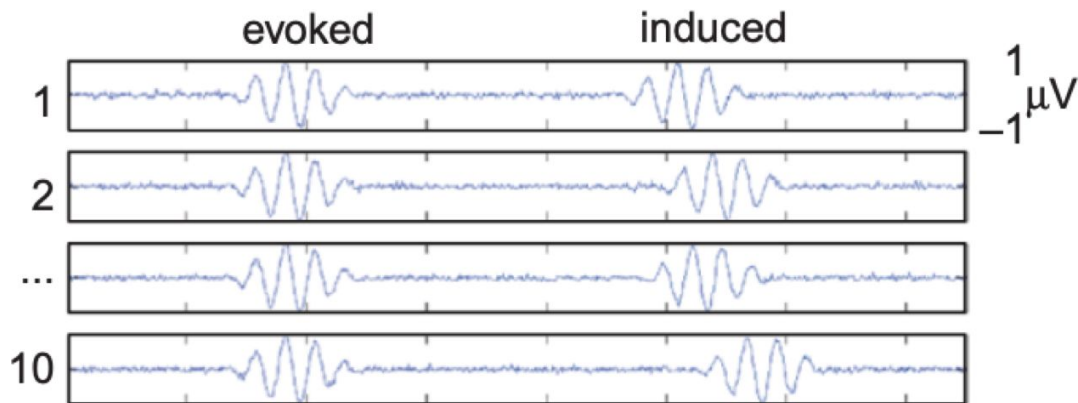
EEG signals at each location



las herramientas del oficio

ejemplo de datos de un canal EEG en un experimento

(c) Single EEG trials



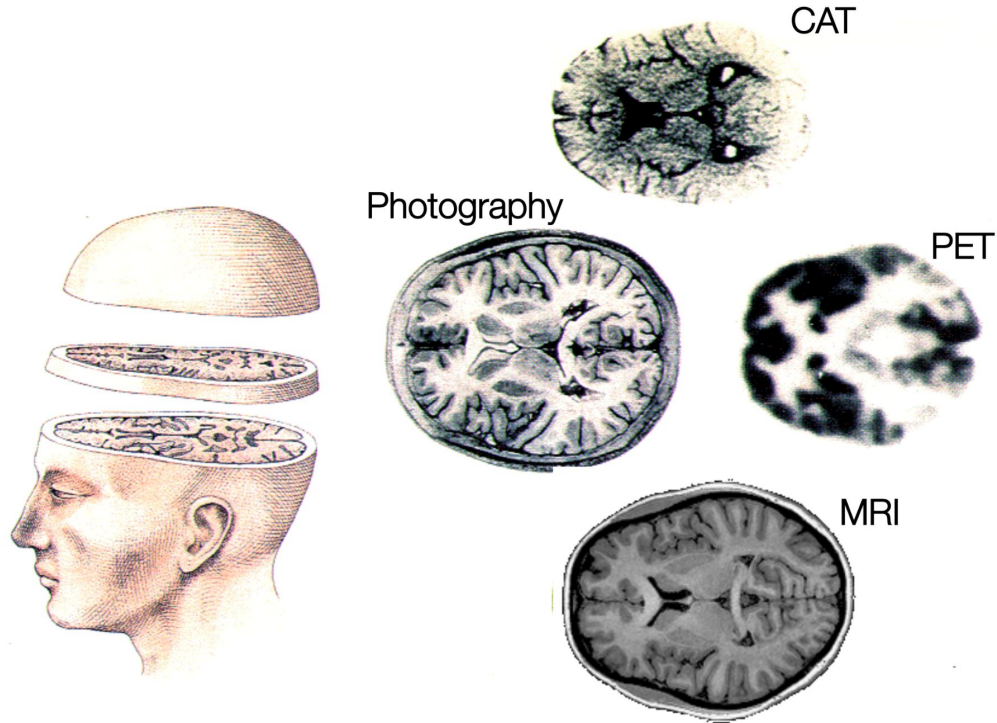
(d) ERP: average of all single trials



problemas:

sincronizacion
ruido
movimiento
parpadeos...

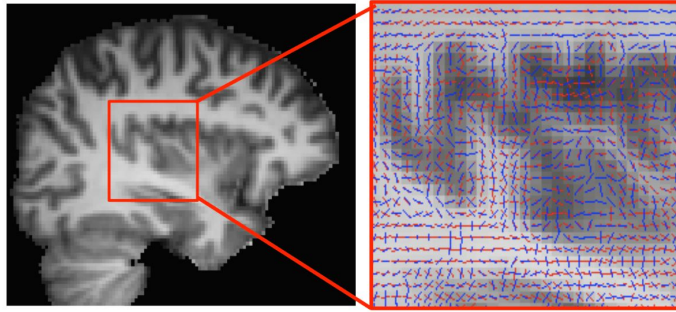
Las herramientas del oficio



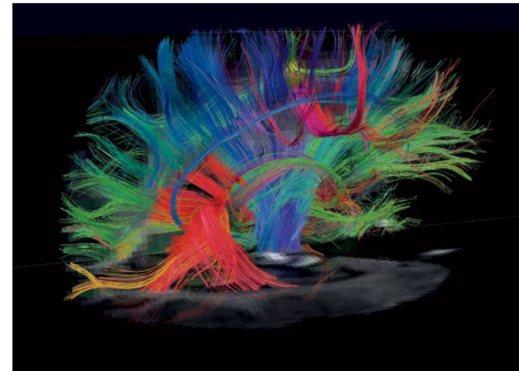
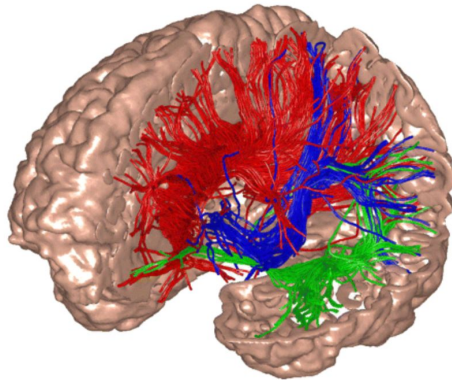
Las herramientas del oficio



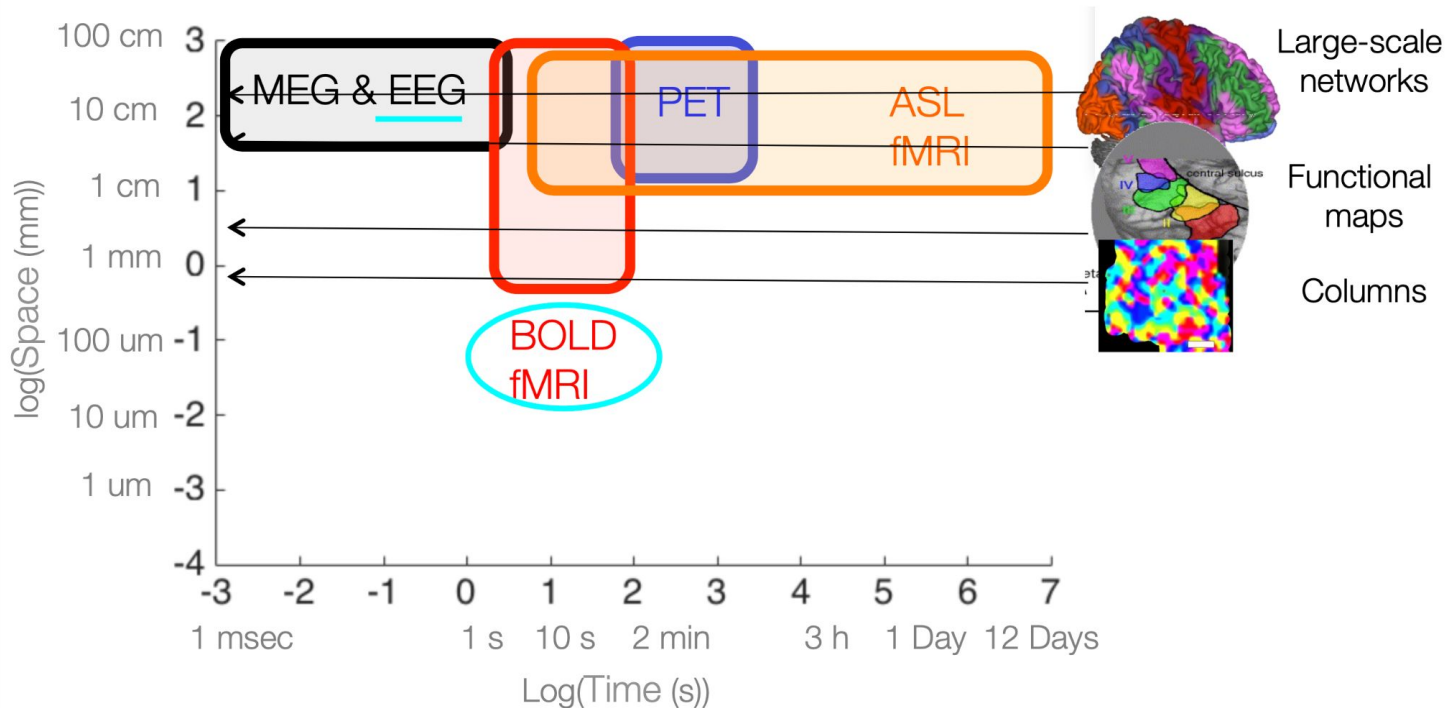
Las herramientas del oficio



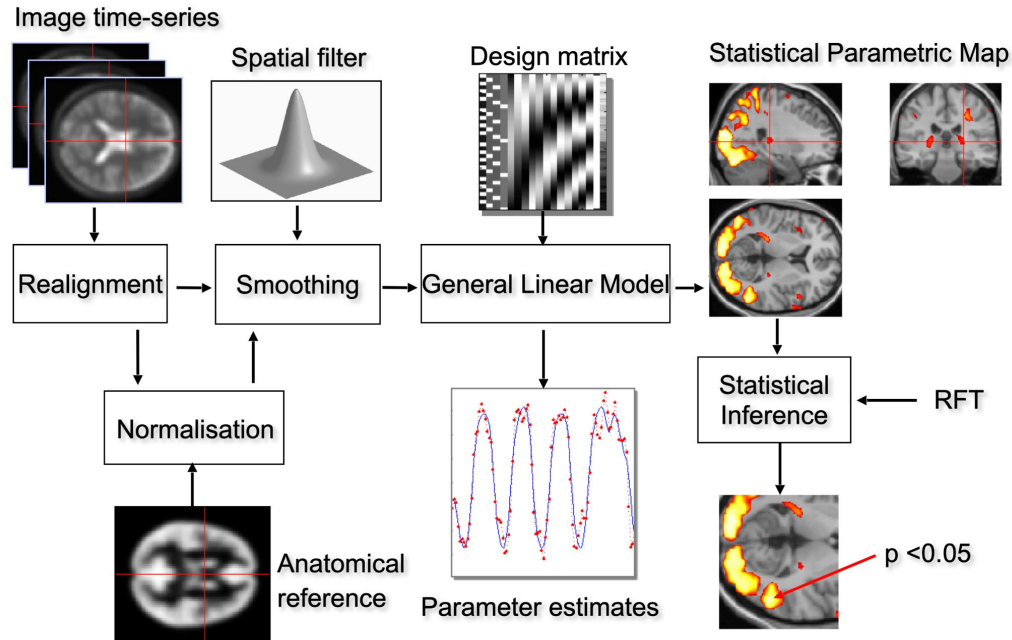
tractografía



Las herramientas del oficio

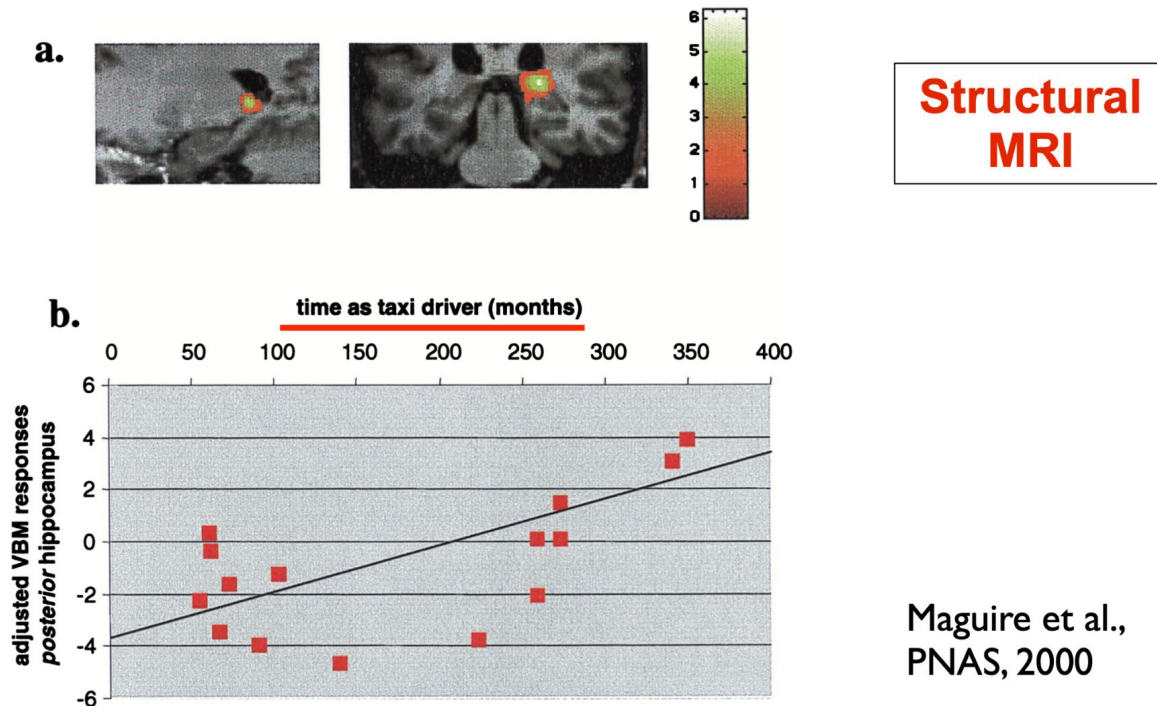


Las herramientas del oficio



Neuroimaging research examples: neuroscience

- Study of taxi drivers showing structural plasticity

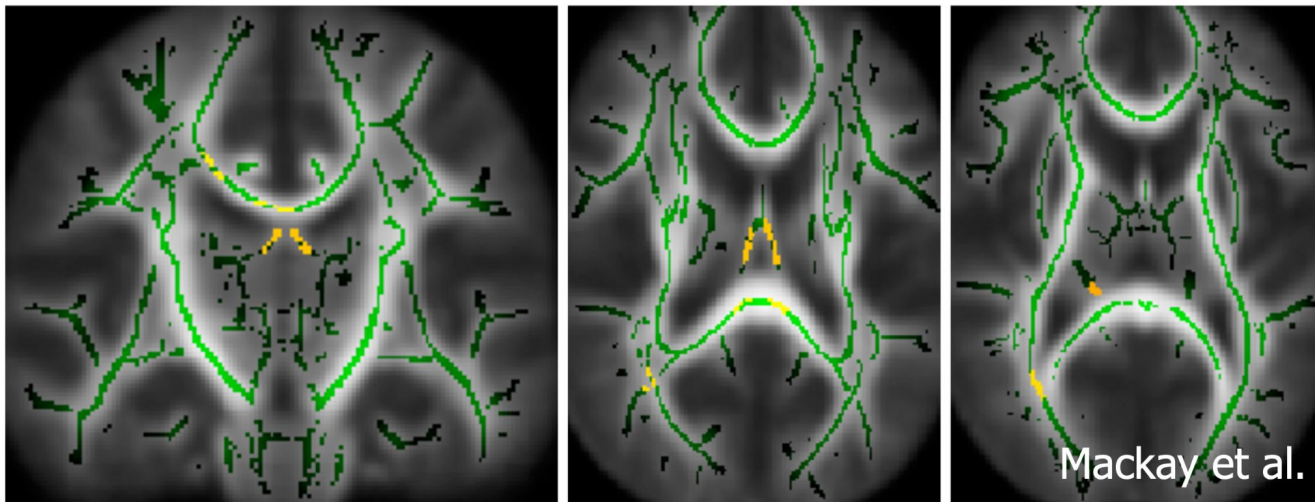


Maguire et al.,
PNAS, 2000

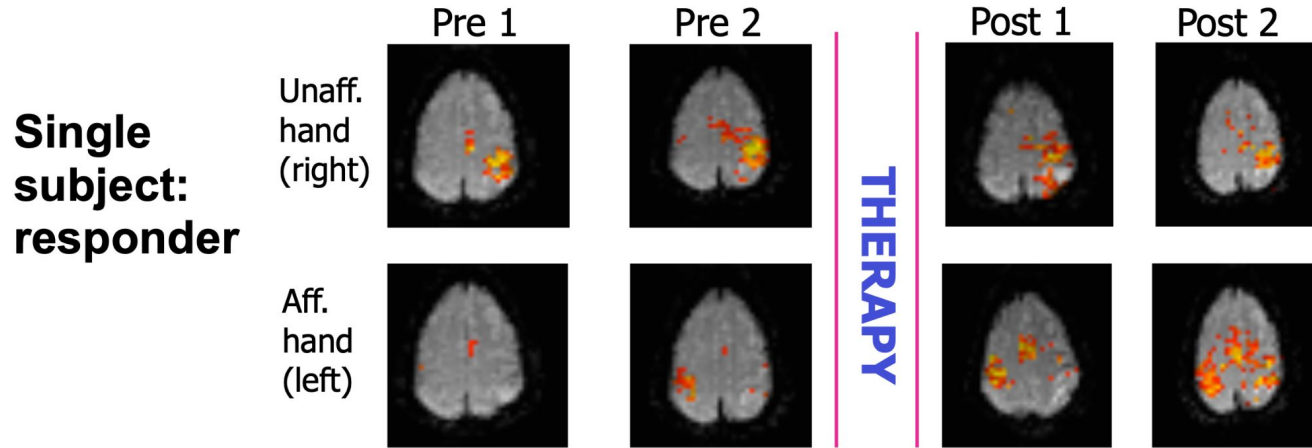
Neuroimaging research examples: schizophrenia

Diffusion MRI

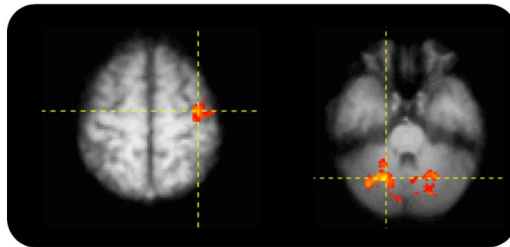
- White matter integrity - imaging tissue nature change
- Damage to brain connectivity - reduction in schizophrenia in corpus callosum, fornix, longitudinal fasciculus



Neuroimaging research examples: stroke therapy



**Group:
Correlations
with
improvement**



**Functional
MRI (task)**

Johansen-Berg, et al.,
Brain 2002



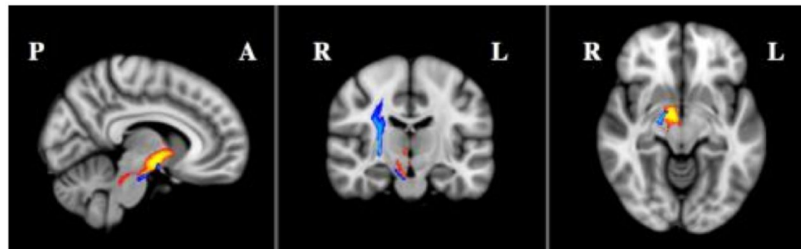
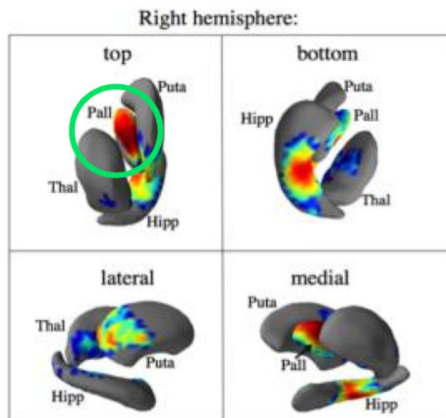
Neuroimaging research examples: Parkinson's Disease

**Structural
MRI**

+

**Diffusion
MRI**

Look at tracts
connected to regions
of structural change



Menke et al., Brain 2013

Neuroimaging research examples:

Altered functional connectivity in young, healthy carriers of APOE- ϵ 4

Distinct patterns of brain activity in young carriers of the APOE- ϵ 4 allele

Nicola Filippini^{a,b,c}, Bradley J. MacIntosh^b, Morgan G. Hough^b, Guy M. Goodwin^a, Giovanni B. Frisoni^c, Stephen M. Smith^b, Paul M. Matthews^{d,e}, Christian F. Beckmann^{b,e}, and Clare E. Mackay^{a,b,1}

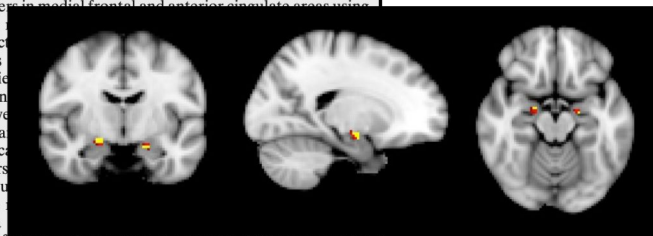
^aUniversity Department of Psychiatry and ^bFunctional Magnetic Resonance Imaging of the Brain Centre, University of Oxford, Oxford OX3 9DU, United Kingdom; ^cLaboratory of Epidemiology, Neuroimaging, and Telemedicine, Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico San Giovanni di Dio-Fatebenefratelli, Brescia 25125, Italy; ^dGlaxoSmithKline Research and Development, Clinical Imaging Centre, London W12 0NN, United Kingdom; and ^eDepartment of Clinical Neuroscience, Imperial College, Hammersmith Campus London W12 0NN, United Kingdom

Edited by Robert W. Mahley, The J. David Gladstone Institutes, San Francisco, CA, and approved March 6, 2009 (received for review November 25, 2008)

The APOE ϵ 4 allele is a risk factor for late-life pathological changes that is also associated with anatomical and functional brain changes in middle-aged and elderly healthy subjects. We investigated structural and functional effects of the APOE polymorphism in 18 young healthy APOE ϵ 4-carriers and 18 matched noncarriers (age range: 20–35 years). Brain activity was studied both at rest and during an encoding memory paradigm using blood oxygen level-dependent fMRI. Resting fMRI revealed increased “default mode network” (involving retrosplenial, medial temporal, and medial-prefrontal cortical areas) coactivation in ϵ 4-carriers relative to noncarriers. The encoding task produced greater hippocampal activation in ϵ 4-carriers relative to noncarriers. Neither result could be explained by differences in memory performance, brain morphology, or resting cerebral blood flow. The APOE ϵ 4 allele modulates brain function decades before any clinical or neurophysiological expression of neurodegenerative processes.

hippocampus | memory | neuroimaging | resting connectivity

fMRI studies have tested for early life associations of the APOE polymorphism with changes in brain function. Filbey et al. (18) reported greater activation in 8 APOE ϵ 4-carriers compared with 8 noncarriers in medial frontal and anterior cingulate areas using a working memory task. Filbey et al. also reported reduced activation in ϵ 4-carriers relative to noncarriers in the same areas during a resting state task. Both studies used a working memory task. Here, we used a resting state task to test for structural and functional differences between APOE ϵ 4-carriers and noncarriers to 35 years of age. We found that spontaneous fluctuations in brain activity relative to noncarriers were significantly higher in ϵ 4-carriers, showing a pattern of increased activity in the default mode network (DMN) and reduced activity in the executive network (EN). These findings suggest that frequency fluctuations (less than 0.1 Hz) are defined as “resting state networks” (RSNs), and they reflect intrinsic properties of functional brain organization (21). We were specifically inter-



**Functional
MRI
(resting)**

Sobre las Neurociencias

Alguna definición

El cerebro como objeto de estudio

Las herramientas del oficio

La imprecisión y la incertidumbre

Neuroetología

La imprecisión y la incertidumbre

Algunas veces la definición de la patología es imprecisa y abarca un espectro amplio

E.g. Trastornos del espectro autista

La diagnosis puede variar geográficamente y por razones socio-economicas

En otras ocasiones concurren varias circunstancias patológicas y la frontera es incierta:

E.g. Alzheimer y otras demencias

La imprecisión y la incertidumbre

Todas las medidas tienen ruido y confusores

La señal EEG tiene ruido debido al movimiento de los musculos faciales

La imagen RMN tiene ruido por movimiento o artefactos en la señal

El entorno sonoro de RMN es muy ruidoso, por tanto el área auditiva del cerebro presentará fuertes activaciones

La imprecisión y la incertidumbre

Las afirmaciones son siempre estadísticas

Los individuos no necesariamente responden a la estadística

e.g. un $x\%$ de las personas de un colectivo tiene una condición Y.

Esta afirmación no implica que todo individuo de ese colectivo tenga esa condición

Por tanto, si obligamos a todos los individuos del colectivo a recibir un tratamiento Z, tendremos (estadísticamente) $(100-x)\%$ individuos que no lo necesitaban (y pueden tener efectos adversos indeseados)

Sobre las Neurociencias

Alguna definición

El cerebro como objeto de estudio

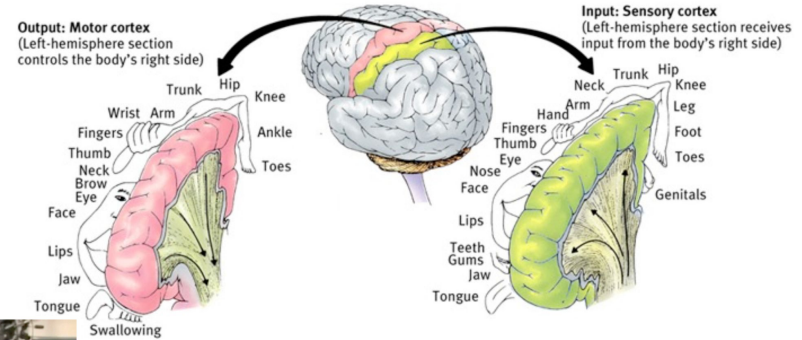
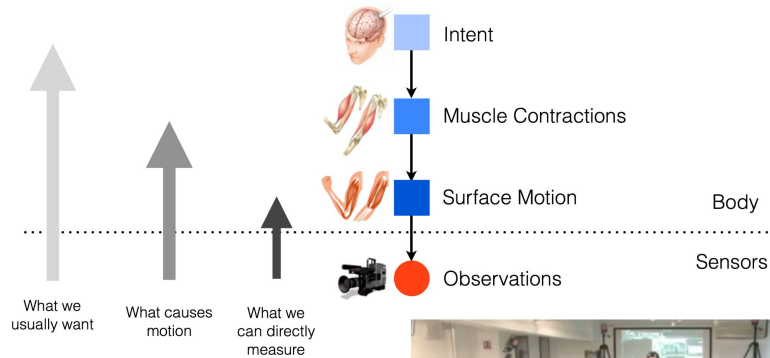
Las herramientas del oficio

La imprecisión y la incertidumbre

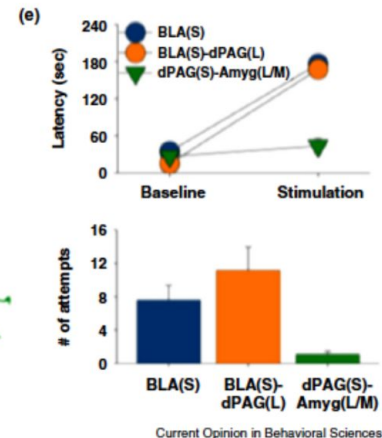
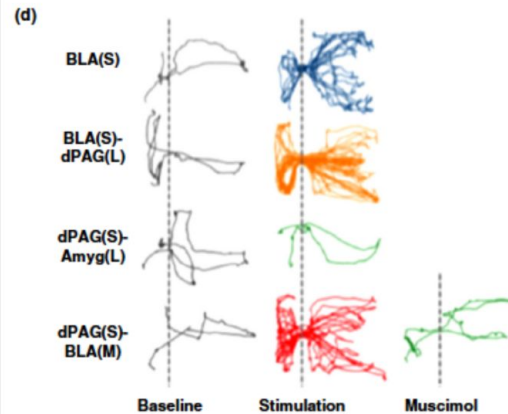
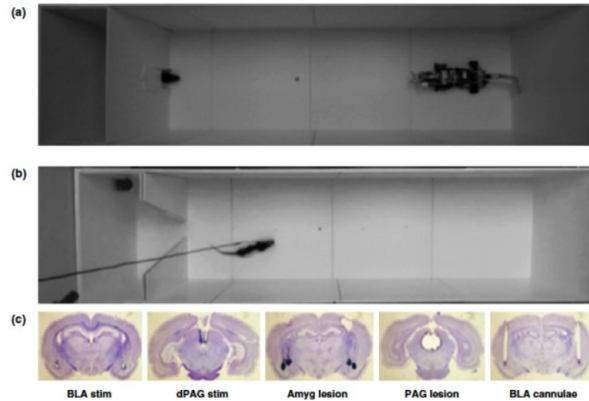
Neuroetología

Neuroetologia

Estudio de la correlación/causación entre el sistema nervioso, el cerebro y el comportamiento observable

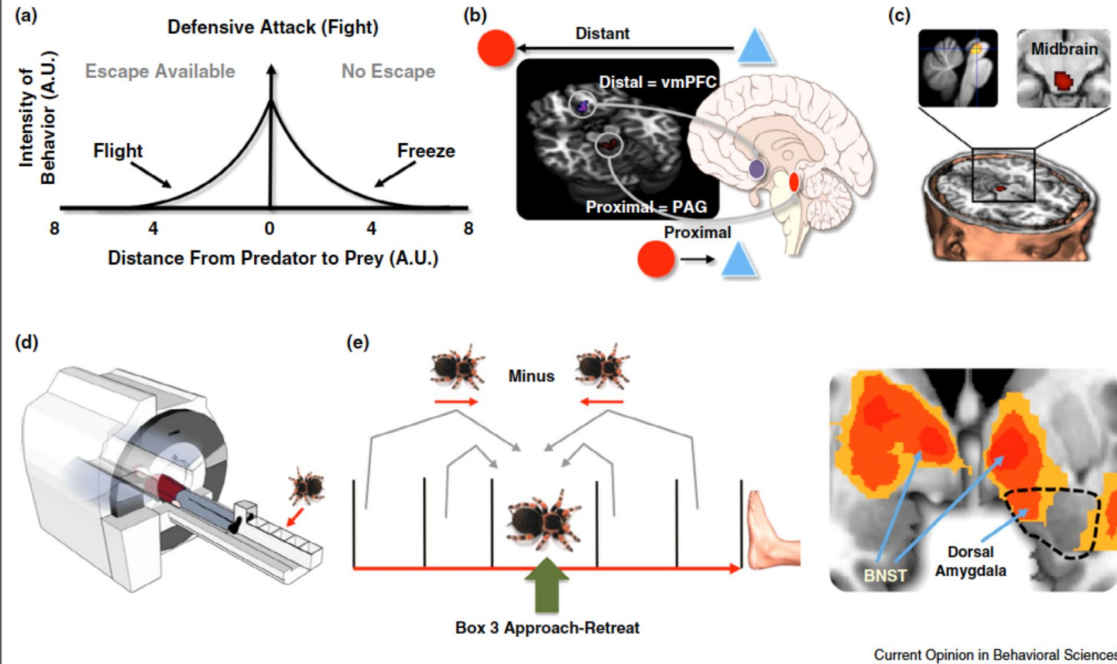


Neuroetologia



(a) A foraging rat facing a 'predatory' robot. Each time the rat approached the food pellet, the looming motion of the robot caused the rat to flee into the safety of the nest. Animals were unable to procure pellet located beyond certain distance but were able to retrieve pellet placed close to the nest. **(b)** Same experimental design except either the amygdala or the dPAG is stimulated in naïve rats as they came near the pellet. Both amygdala and dPAG stimulation always elicited fleeing response in animals regardless of the pellet location. **(c)** Histology photographs show the tip locations for stimulation electrode and guide cannulae, and the extent of lesions. **(d)** Representative track plots from a rat with basolateral amygdala (BLA) stimulation, a PAG-lesioned rat with BLA stimulation, a BLA-lesioned rat with dPAG stimulation, and BLA-inactivated rat with dPAG stimulation. **(e)** Group mean (\pm SEM) latency to procure pellet (180 s = unsuccessful), and group mean (\pm SEM) number of times animals approached the pellet during the 180 s allotted time.

Neuroetologia



(a) The Blanchard model proposing that physical distance to threat and escape (flight) availability evokes distinct defensive response. (b) The AET showing the neural switches between the vmPFC and PAG associated with distal and proximal threat and midbrain activity correlated with panic-related motor errors. (c) Experimental set up for oscillating tarantula task and (d) an example of monitoring the threats movement showing that as the Tarantula move closure based on it previous position compared to moving further away from a closure position there was increased activity in the dorsal amygdala and bilateral BNST.

Current Opinion in Behavioral Sciences

Neuromarketing

Las neurociencias dedicadas a inducir comportamientos de compra y consumo



Neuralink

NATIONAL GEOGRAPHIC ESPAÑA

ANIMALES MEDIO AMBIENTE CIENCIA HISTORIA VIAJES

SUSCRIBETE

El primer hombre con el chip Neuralink de Elon Musk: "Es un aprendizaje brutal aceptar que necesitas ayuda para absolutamente todo"

Desde su accidente en 2016, Noland Arbaugh vivía sin poder moverse ni jugar. Ahora, gracias a un dispositivo que conecta directamente su cerebro a un ordenador, ha recuperado parte de su libertad.

 **Sergio Parra**
PERIODISTA ESPECIALIZADO EN TEMAS DE CIENCIA, NATURALEZA, TECNOLOGÍA Y SALUD

Actualizado a 01 de abril de 2025, 12:39

Guardar Compartir



Vídeos :



Neuralink, de Elon Musk, muestra a su paciente con un ...

YouTube · El Mundo
21 mar 2024



Paciente cuadripléjico que recibió el chip cerebral de ...

YouTube · FRANCE 24 Español
7 abr 2024



"Neuralink" la tecnología que está innovando para dar ...

YouTube · adn40Mx
17 ene 2025

Sobre la Inteligencia Artificial

Artificial Intelligence and Machine Learning is everywhere!

circa
2019

amazon.com.

facebook

Google

Advertisement & social media



Robotics

Autonomous navigation



Image and speech understanding

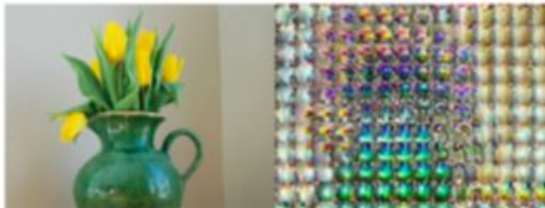
Artificial Intelligence and Machine Learning is everywhere!



The New York Times



Google Researchers Are Learning How Machines Learn



Artificial Intelligence and Machine Learning



THE
NEW YORKER

APRIL 3, 2017 ISSUE

A.I. VERSUS M.D.

What happens when diagnosis is automated?

By Siddhartha Mukherjee

MIT
Technology
Review



AI Is Continuing Its Assault on Radiologists

A new model can detect abnormalities in x-rays better than radiologists—in some parts of the body, anyway.

THE WALL STREET JOURNAL.

Subscribe Now | Sign In
SPECIAL OFFER: JOIN NOW

Europe Edition • July 28, 2018 • Today's Paper • Video

Home World U.S. Politics Economy Business Tech Markets Opinion Life & Arts Real Estate WSJ Magazine Q



ECONOMY | CAPITAL ACCOUNT

How Robots May Make Radiologists' Jobs Easier, Not Redundant

Artificial intelligence programs that diagnose disease by analyzing images still require human judgment.



By Greg Ip

Updated Nov. 22, 2017 12:16 p.m. ET

Earlier this month a team of computer scientists at Stanford

Recommended Videos

Can Greenhouse Do

www.news.cn
新华网
NEWS
www.xinhuanet.com

XINHUANET

Monday, July

China Focus: AI beats human doctors in
neuroimaging recognition contest

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

Un ejemplo arcaico

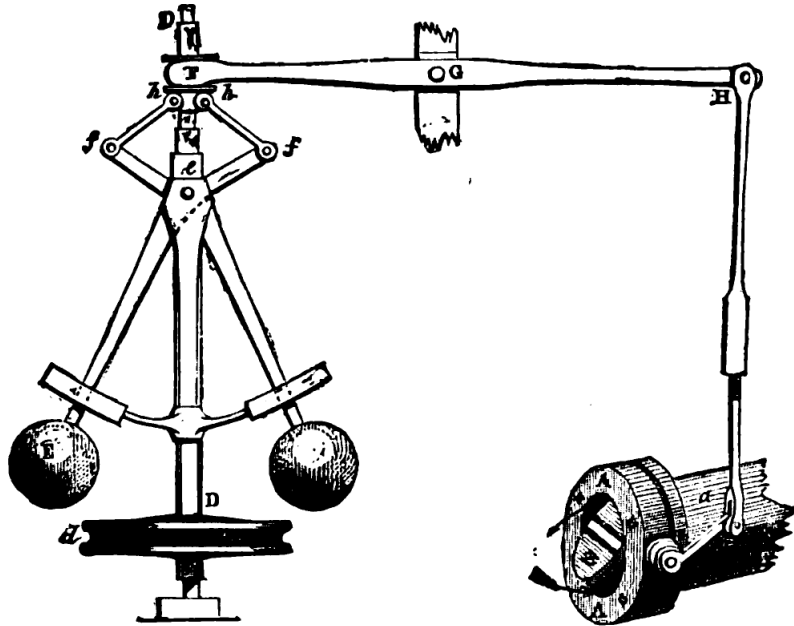


FIG. 4.—Governor and Throttle-Valve.



Control
automático

¿es
inteligente?

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catástrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

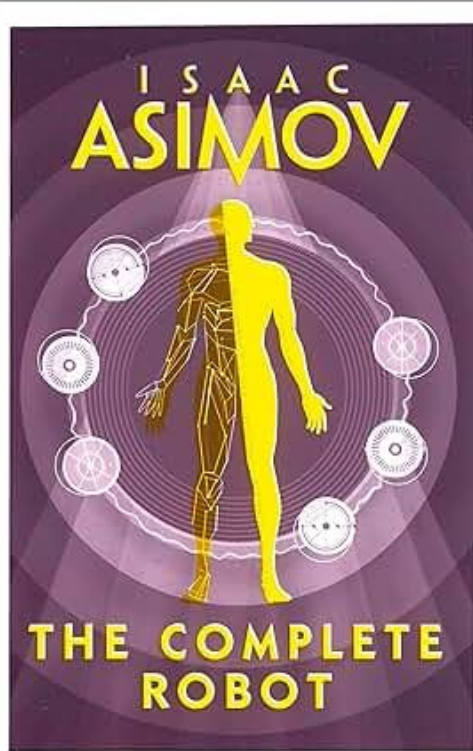
La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

Ciencia ficción y fantasía

El cerebro positronico



el
golem

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

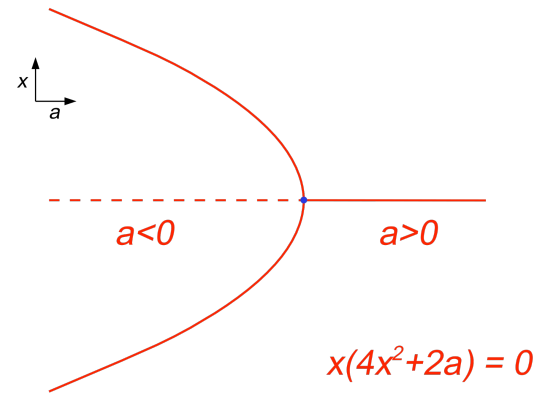
El paradigma no lineal

En los años 80 del siglo XX se estudian los sistemas no lineales en oposición a los modelos lineales

Irreversibilidad (Prigogine)

Sistemas caóticos

Teoría de catástrofes (Rene Thom)



Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

Breve historia de la IA

NEW NAVY DEVICE LEARNS BY DOING

Psychologist Shows Embryo
of Computer Designed to
Read and Grow Wiser

WASHINGTON, July 7 (UPI)—The Navy revealed the embryo of an electronic computer today that it expects will be able to walk, talk, see, write, reproduce itself and be conscious of its existence.

The embryo—the Weather Bureau's \$2,000,000 "704" computer—learned to differentiate between right and left after fifty attempts in the Navy's demonstration for newsmen.

The service said it would use this principle to build the first of its Perceptron thinking machines that will be able to read and write. It is expected to be finished in about a year at a cost of \$100,000.

Dr. Frank Rosenblatt, designer of the Perceptron, conducted the demonstration. He said the machine would be the first device to think as the human brain. As do human be-

ings, Perceptron will make mistakes at first, but will grow wiser as it gains experience, he said.

Dr. Rosenblatt, a research psychologist at the Cornell Aeronautical Laboratory, Buffalo, said Perceptrons might be fired to the planets as mechanical space explorers.

Without Human Controls

The Navy said the perceptron would be the first non-living mechanism "capable of receiving, recognizing and identifying its surroundings without any human training or control."

The "brain" is designed to remember images and information it has perceived itself. Ordinary computers remember only what is fed into them on punch cards or magnetic tape.

Later Perceptrons will be able to recognize people and call out their names and instantly translate speech in one language to speech or writing in another language, it was predicted.

Mr. Rosenblatt said in principle it would be possible to build brains that could reproduce themselves on an assembly line and which would be conscious of their existence.

1958 New York
Times...

In today's demonstration, the "704" was fed two cards, one with squares marked on the left side and the other with squares on the right side.

Learns by Doing

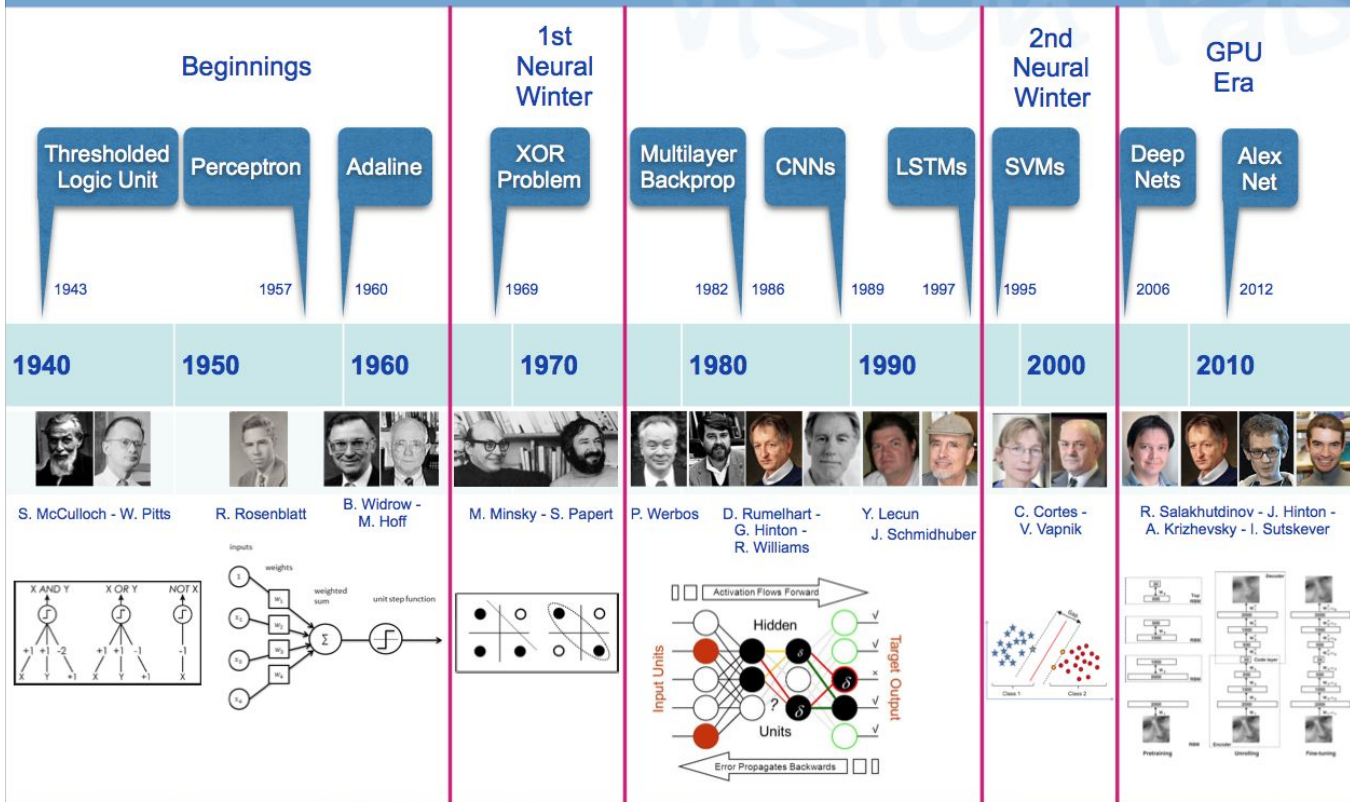
In the first fifty trials, the machine made no distinction between them. It then started registering a "Q" for the left squares and "O" for the right squares.

Dr. Rosenblatt said he could explain why the machine learned only in highly technical terms. But he said the computer had undergone a "self-induced change in the wiring diagram."

The first Perceptron will have about 1,000 electronic "association cells" receiving electrical impulses from an eye-like scanning device with 400 photo-cells. The human brain has 10,000,000,000 responsive cells, including 100,000,000 connections with the eyes.

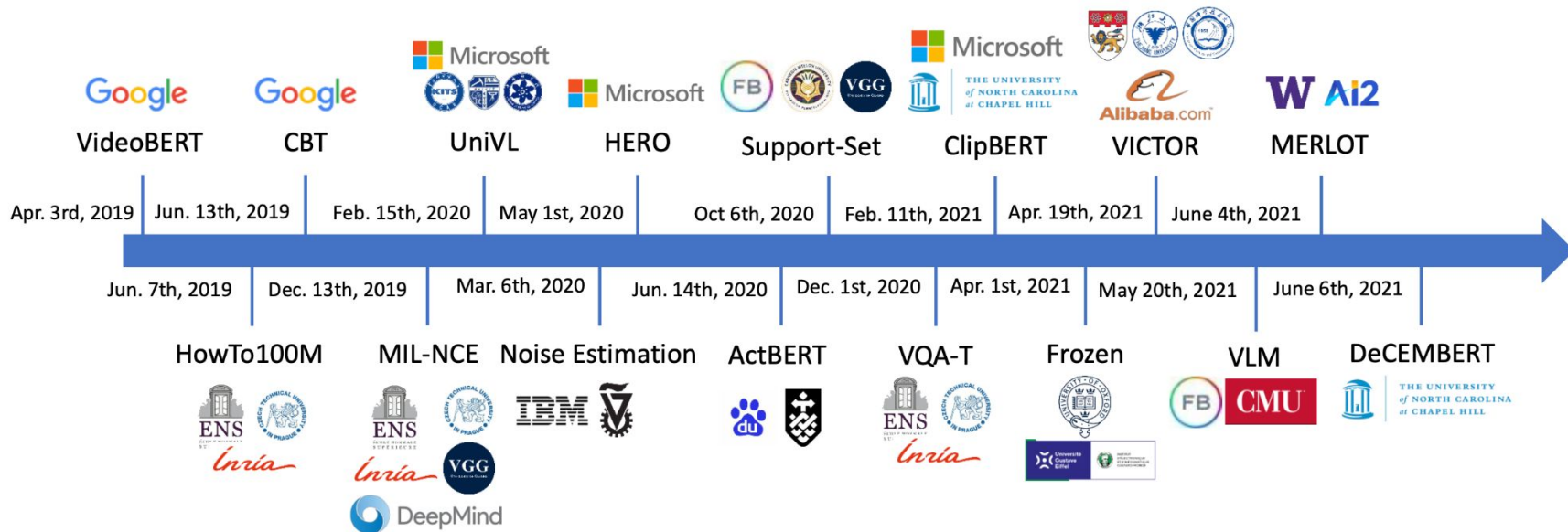
Noticia sobre una
demostración de
Rosemblatt a la
Navy

Brief History of Neural Networks



Evolution of Video-Text Pre-training

Representative Video-Text Models until CVPR 2021



Many more methods have been proposed since then ...

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

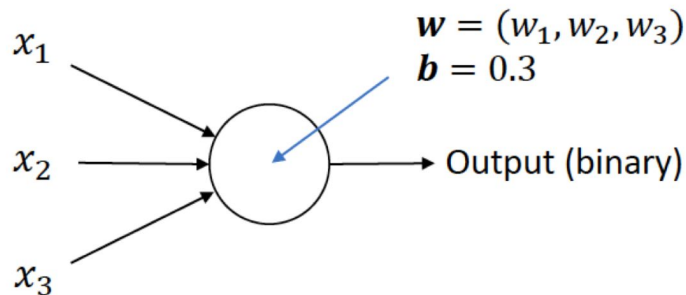
La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

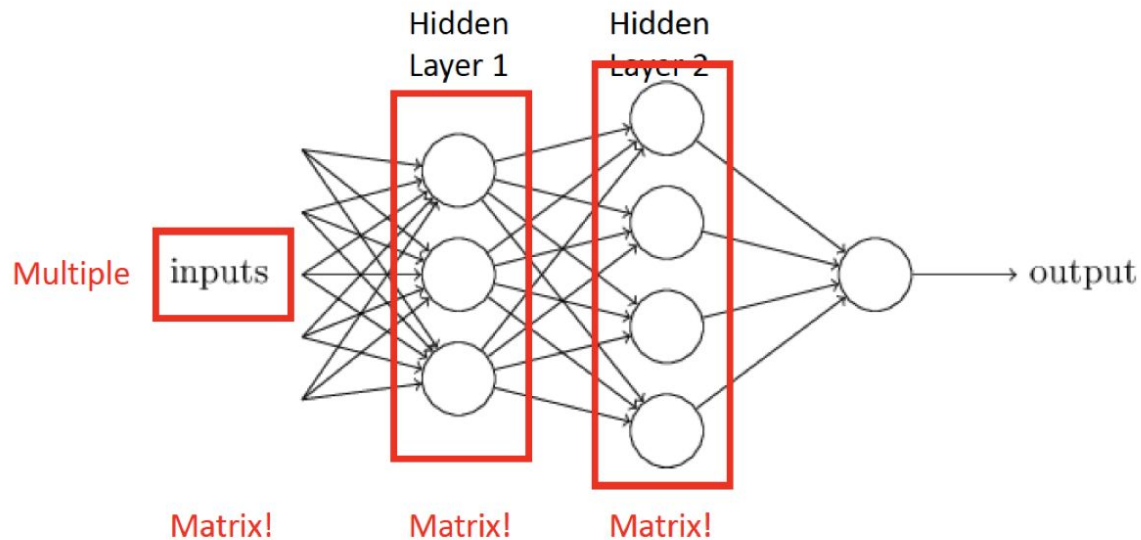
Arquitecturas neuronales (profundas)

- Basic building block for composition is a *perceptron* (Rosenblatt c.1960)
- Linear classifier – vector of weights w and a ‘bias’ b



$$\text{output} = \begin{cases} 0 & \text{if } w \cdot x + b \leq 0 \\ 1 & \text{if } w \cdot x + b > 0 \end{cases}$$

$$w \cdot x \equiv \sum_j w_j x_j$$

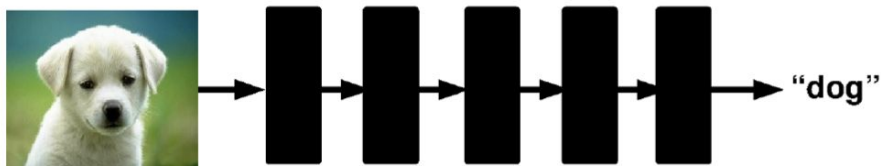


It's all just matrix multiplication!

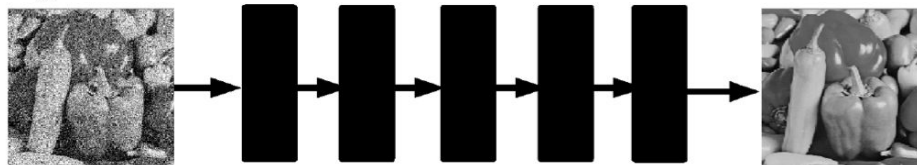
GPUs -> special hardware for fast/large matrix multiplication.

Supervised Deep Learning

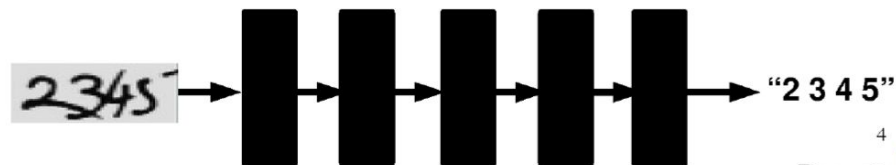
Classification



Denoising



OCR



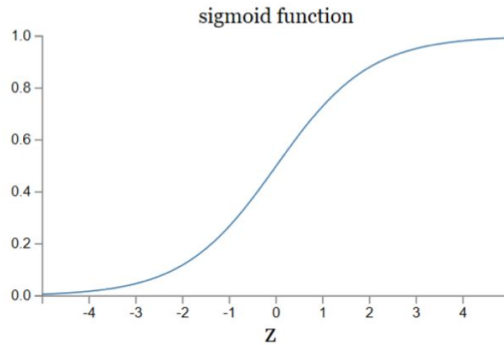
4

Let's introduce non-linearities

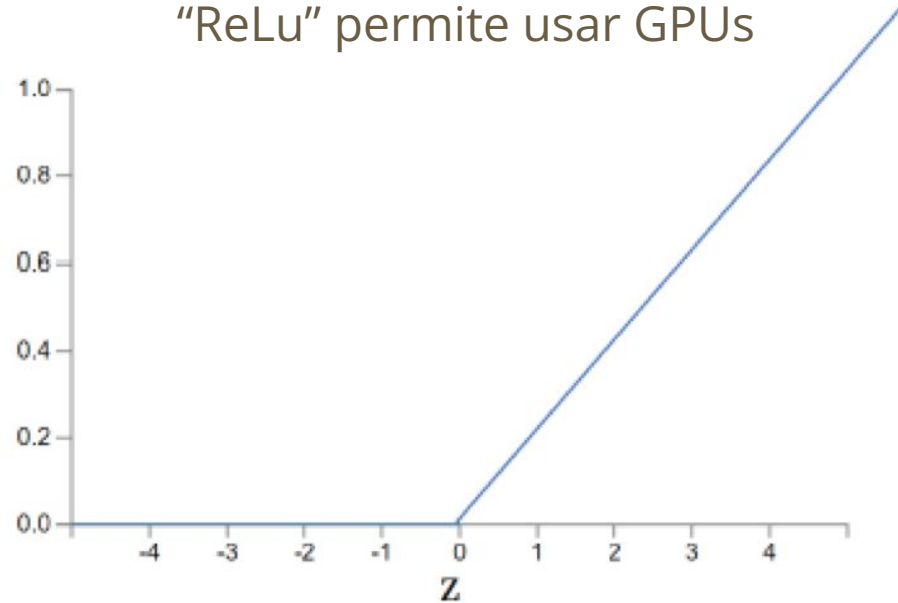
- We're going to introduce non-linear functions to transform the features.

$$\sigma(w \cdot x + b)$$

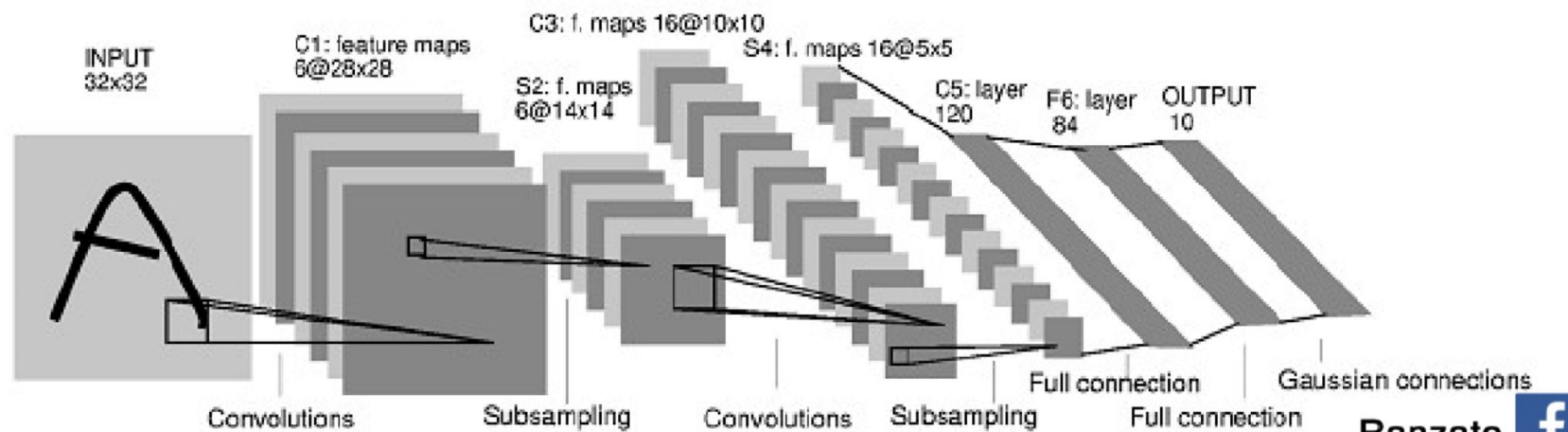
$$\sigma(z) \equiv \frac{1}{1 + e^{-z}}$$



"ReLU" permite usar GPUs



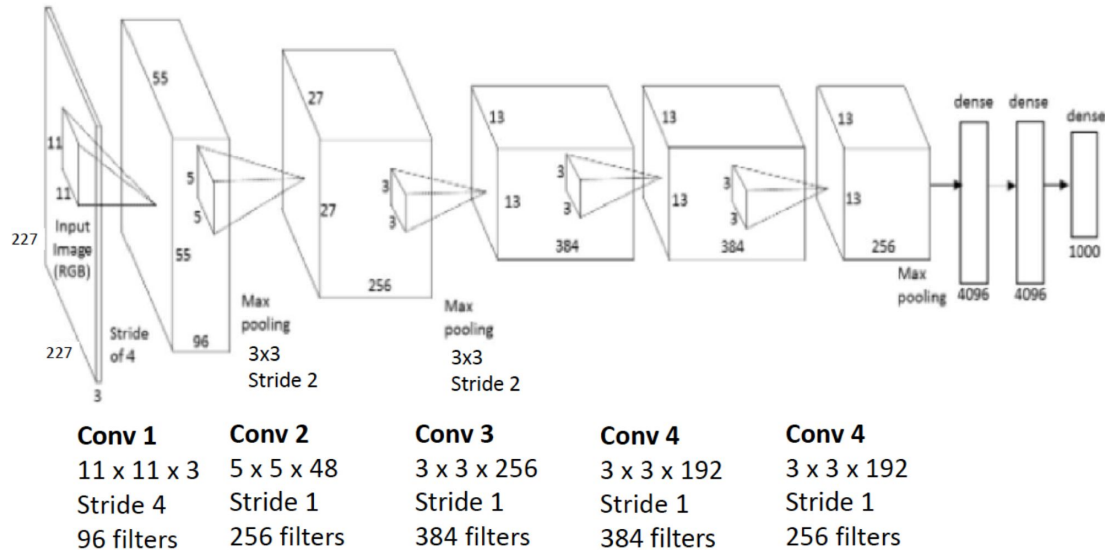
Yann LeCun's MNIST CNN architecture



[Krizhevsky et al. 2012]

AlexNet diagram (simplified)

Input size
227 x 227 x 3



Revolution of Depth

AlexNet, 8 layers
(ILSVRC 2012)



VGG, 19 layers
(ILSVRC 2014)



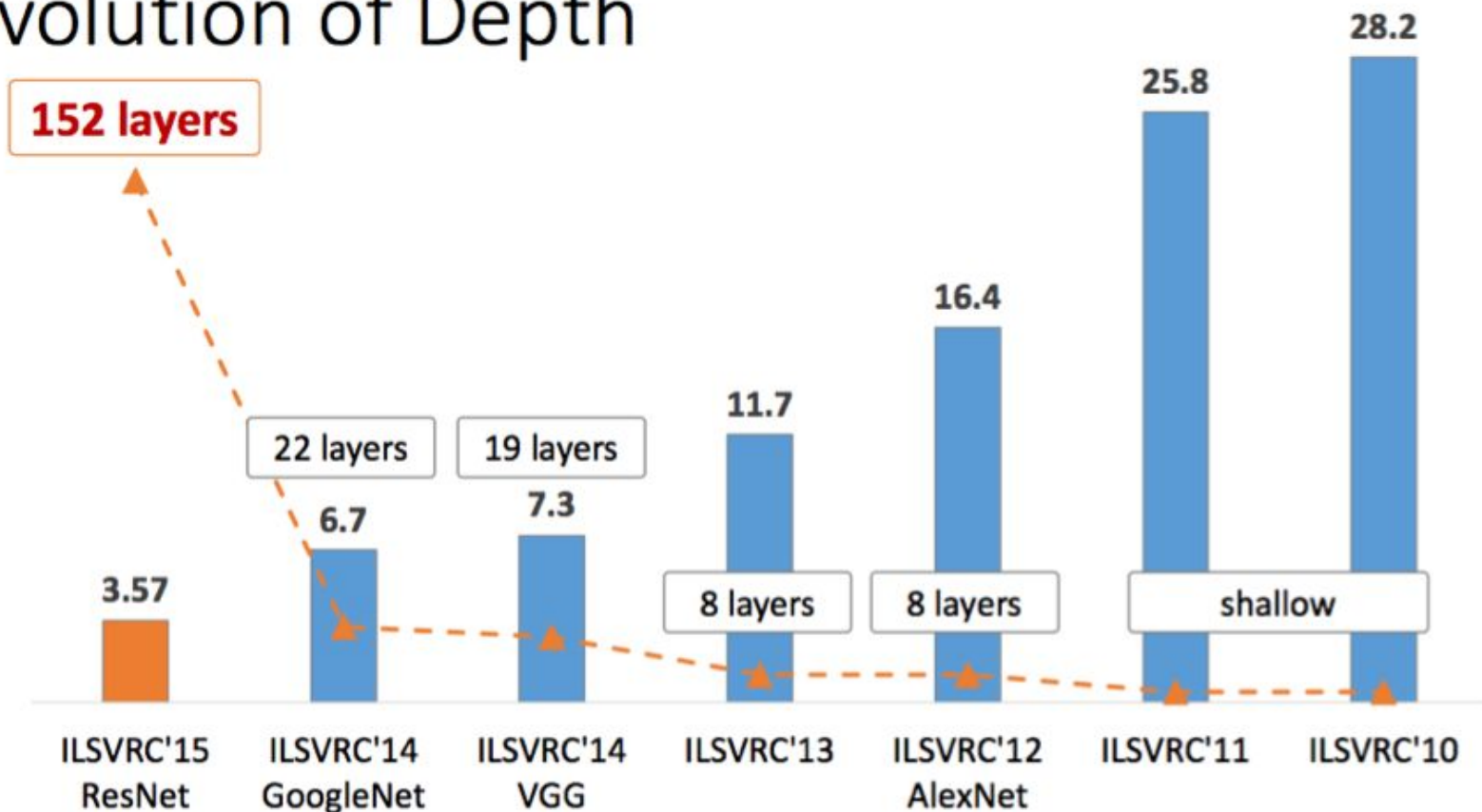
ResNet, **152 layers**
(ILSVRC 2015)



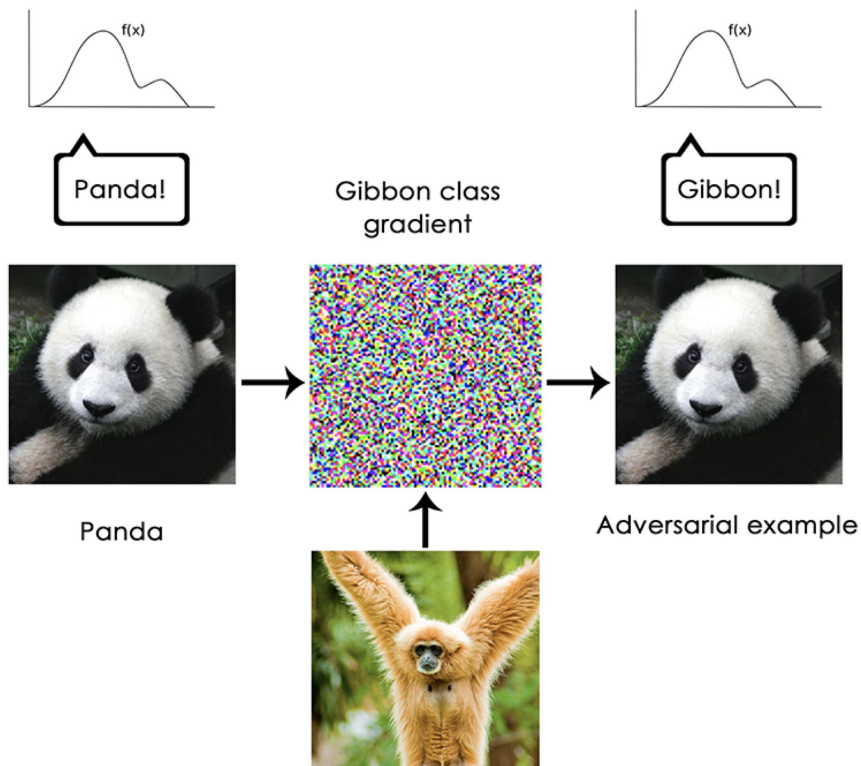
Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, & Jian Sun. "Deep Residual Learning for Image Recognition". CVPR 2016.

Image category prediction

Revolution of Depth



Engañando a las CNN



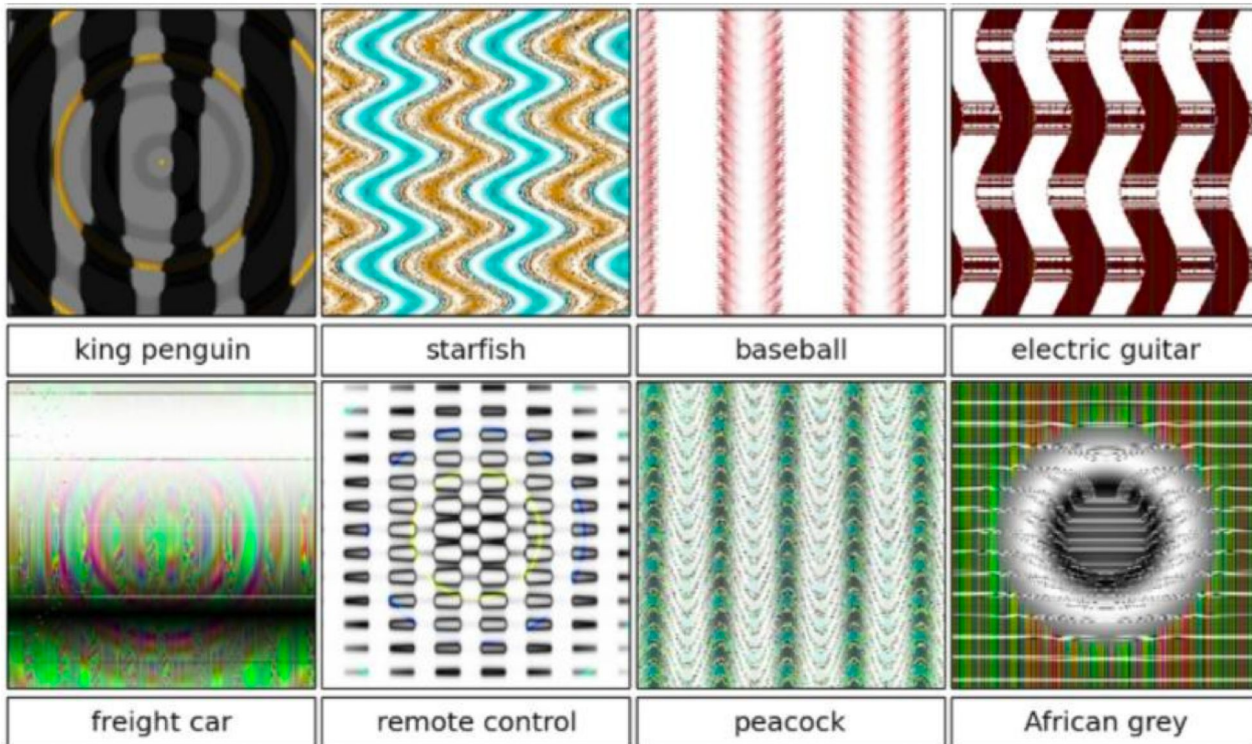
Ataques adversariales

Las CNN son sistemas casi lineales debido a la función ReLu

se puede buscar la interferencia optima para engañarlas

Se puede hacer con todas las arquitecturas

Breaking CNNs



The anatomy of an adversarial attack

Demonstration of how adversarial attacks against various medical AI systems might be executed without requiring any overtly fraudulent misrepresentation of the data.

Original image

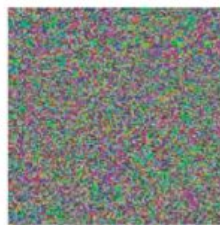


Dermoscopic image of a benign melanocytic nevus, along with the diagnostic probability computed by a deep neural network.



Diagnosis: Benign

Adversarial noise



Perturbation computed by a common adversarial attack technique. See (7) for details.

Adversarial example

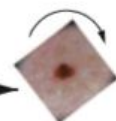


Combined image of nevus and attack perturbation and the diagnostic probabilities from the same deep neural network.



Diagnosis: Malignant

Adversarial rotation (8)



The patient has a history of back pain and chronic alcohol abuse and more recently has been seen in several...

Opioid abuse risk: High

277.7 Metabolic syndrome
429.9 Heart disease, unspecified
278.00 Obesity, unspecified

Reimbursement: Denied

Adversarial text substitution (9)

The patient has a history of lumbago and chronic alcohol dependence and more recently has been seen in several...

Opioid abuse risk: Low

401.0 Benign essential hypertension
272.0 Hypercholesterolemia
272.2 Hyperglycemia
429.9 Heart disease, unspecified
278.00 Obesity, unspecified

Reimbursement: Approved

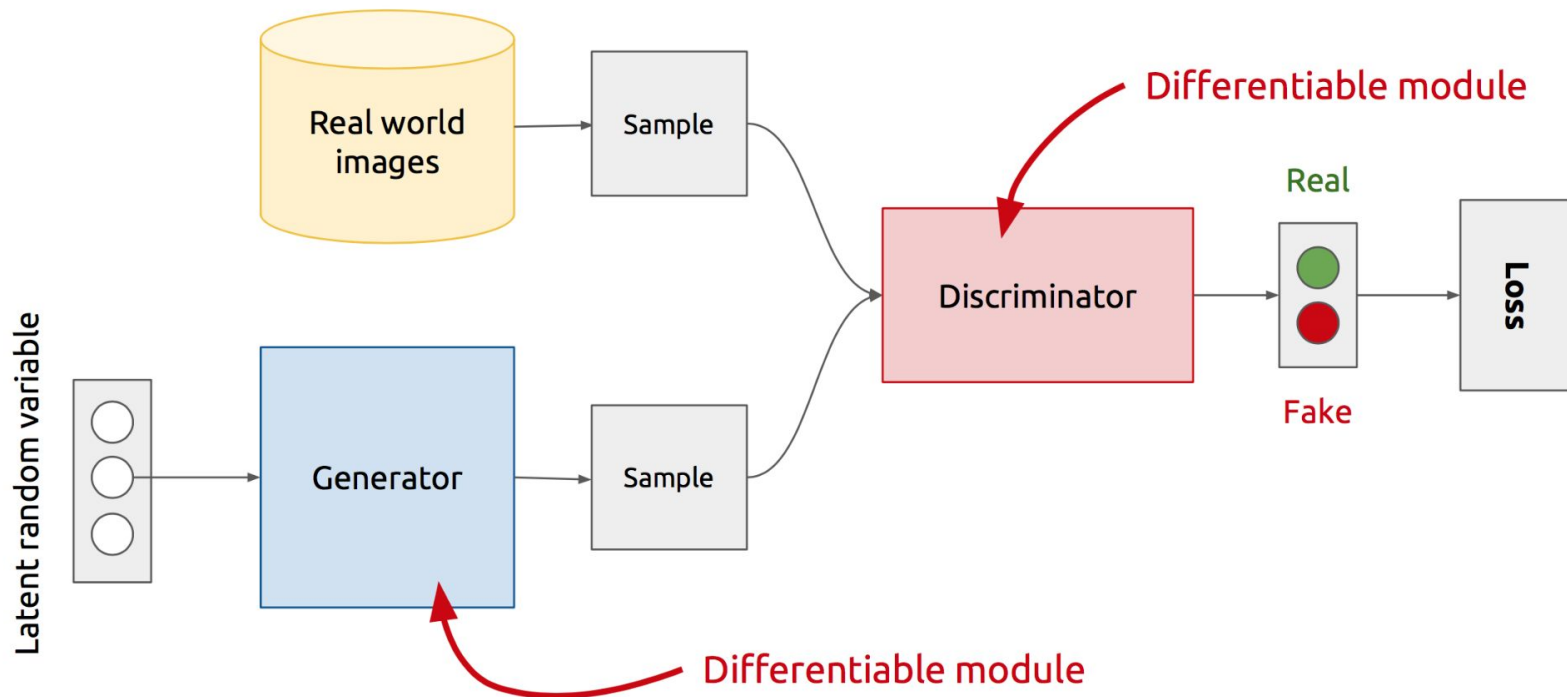
Adversarial coding (13)

Adversarial attacks on medical machine learning

Samuel G. Finlayson, John D. Bowers, Joichi Ito, Jonathan L. Zittrain, Andrew L. Beam and Isaac S. Kohane

Science 363 (6433), 1287-1289.
DOI: 10.1126/science.aaw4399

Redes generativas



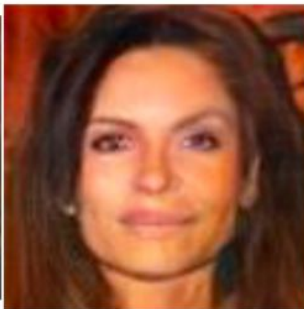
4.5 years of progress on faces



2014



2015



2016



2017



2018

(Goodfellow 2019)

Image-to-Image Translation

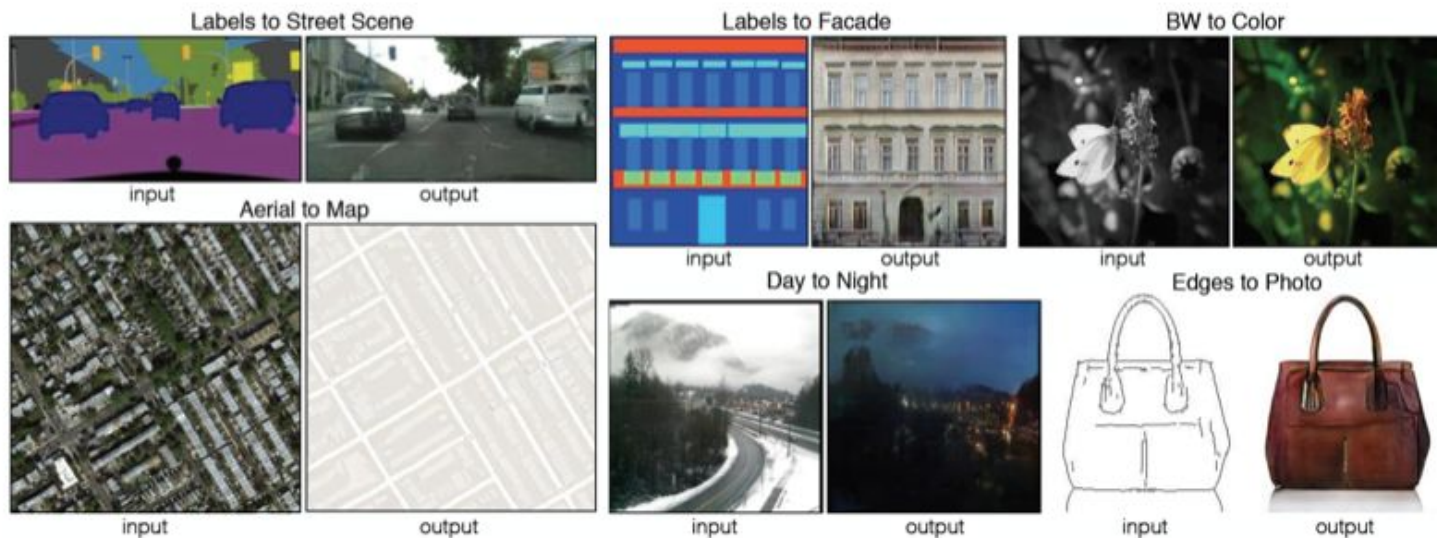


Figure 1 in the original paper.

Text-to-Image Synthesis

Motivation

Given a text description,
generate images closely
associated.

Uses a conditional GAN with
the generator and
discriminator being condition
on “dense” text embedding.

this small bird has a pink
breast and crown, and black
primaries and secondaries.



the flower has petals that
are bright pinkish purple
with white stigma



this magnificent fellow is
almost all black with a red
crest, and white cheek patch.



this white and yellow flower
have thin white petals and a
round yellow stamen



Figure 1 in the original
paper.

Transformers y los modelos de lenguaje (LLM)

La arquitectura “Transformers” han revolucionado primero los modelos de lenguaje y luego han impactado en otras áreas, como el análisis e interpretación de video o la robótica.

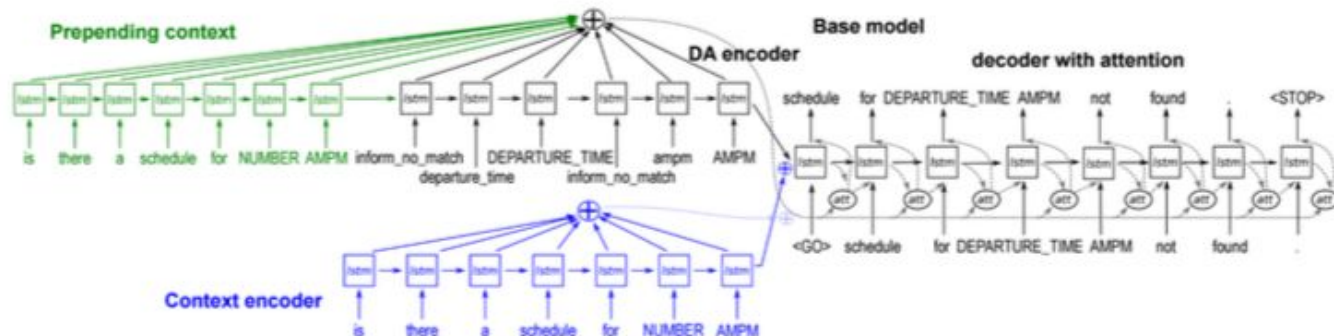
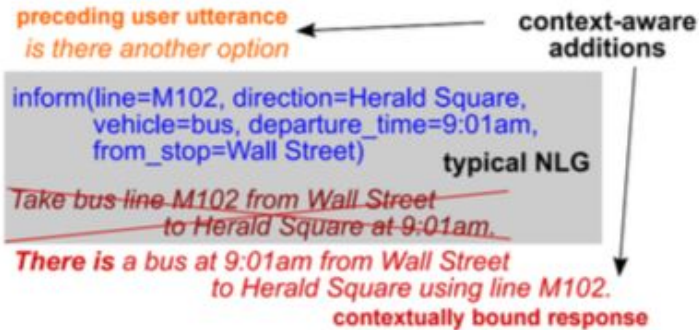
Muy brevemente, los LLM construyen gigantescas máquinas de calcular correlaciones (lineales) entre términos sobre una base inmensa de datos documentales.

La idea de “atención” se puede entender como un modelo de correlación espacio temporal propia de modelos de diálogo o chat bots

Contextual NLG (Dušek and Jurčiček, 2016)

- Goal: adapting users' way of speaking, providing context-aware responses

- Context encoder
- Seq2Seq model



Masked Language Modeling (MLM)

- MLM is a direct adoption from NLP field
- Facilitate the multimodal fusion between video and text

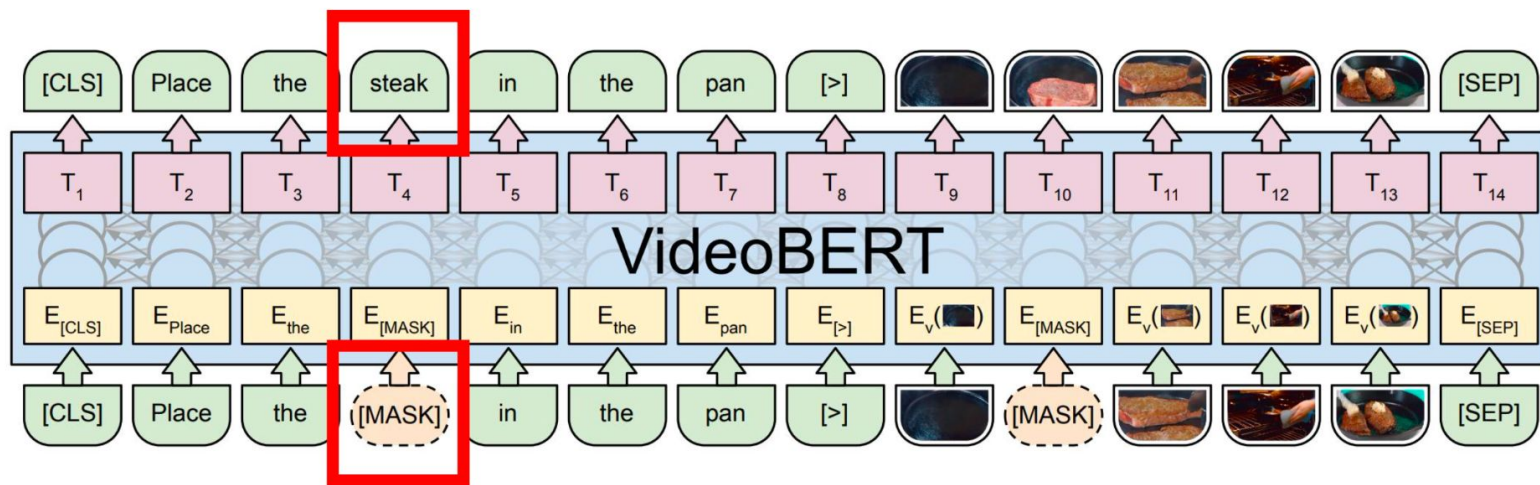


Figure credit: VideoBERT: A Joint Model for Video and Language Representation Learning, ICCV 2019

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

Paradigma Bayesiano

Robert Collins
Penn State

Bayes Rule

Bayes rule can be derived by a simple manipulation of the rules of probability. But it has far-reaching consequences.

$$p(x, y) = p(x|y)p(y) = p(y|x)p(x)$$

$$p(x|y) = \frac{p(y|x)p(x)}{p(y)} = \frac{p(y|x)p(x)}{\int_x p(y|x)p(x)}$$

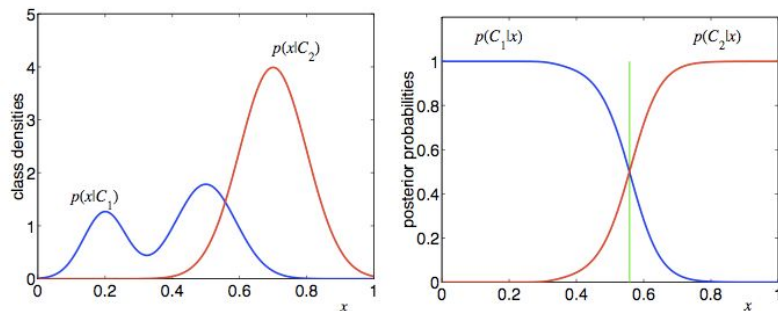
interpretation:

posterior \propto likelihood * prior



Thomas Bayes
1702-1761

Generative vs. Discriminative



Credit: C. Bishop, ICPR 2004

SU-VLPR 2010

Generative vs. Discriminative Models

- Generative approach:** separately model class-conditional densities and priors

$$p(\mathbf{x}|C_k), \quad p(C_k)$$

- then evaluate posterior probabilities using Bayes' theorem

$$p(C_k|\mathbf{x}) = \frac{p(\mathbf{x}|C_k)p(C_k)}{\sum_j p(\mathbf{x}|C_j)p(C_j)}$$

- Discriminative approach:** directly model posterior probabilities

$$p(C_k|\mathbf{x})$$

Credit: C. Bishop, ICPR 2004

SU-VLPR 2010

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

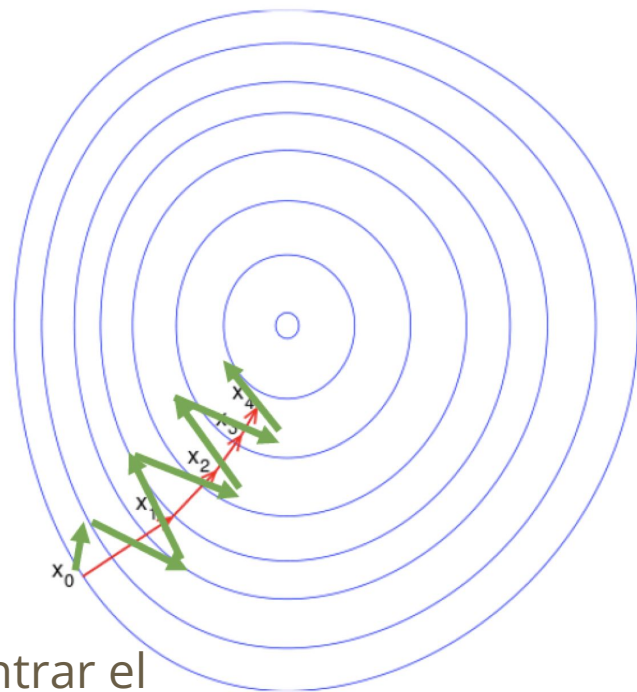
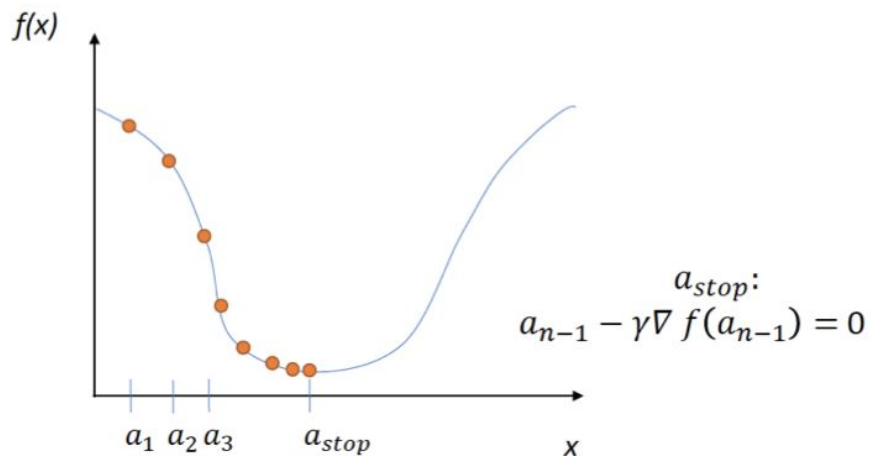
Aprendizaje

Visualización: un panel con muuuuchos potenciómetros que tenemos que ajustar para que nos dé la salida correcta para cada entrada.

Para cada entrada nos dan el error que está cometiendo el sistema y tenemos que adivinar qué potenciómetros son los “culpables” y ajustarlos para que el error sea menor la próxima vez

Solución: descenso de gradiente (estocástico)

Aprendizaje como minimización



en la práctica no existe garantía de encontrar el mejor mínimo... y hay muchos!!

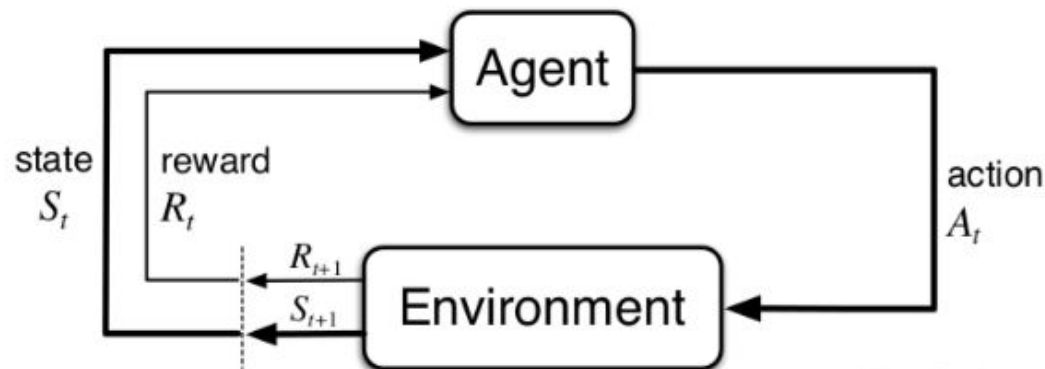
Aprendizaje por refuerzo

No le damos al sistema la solución

Le damos una recompensa que le informa si lo ha hecho bien o no

El maestro supervisa al alumno, pero no le dice lo que tiene que hacer exactamente

Reinforcement Learning in a picture



R. S. Sutton and A. G. Barto 2015

- learning what to do to maximize *future* reward
- general-purpose framework extending sequential decision making when the model of the environment is unknown

$t \leq 2015$

March 9-15, 2016

- the strongest Go programs are based on MCTS
- enhanced by policies that are trained to predict human expert moves
 - early rules hand-made
 - later ML based on simple features (lin. comb. of inputs)
- knowledge learned:
 - (i) fast (simple) knowledge used for move selection in simulation (*rollout policy*)
 - (ii) slower (better) knowledge used for move ordering in tree search (*SL policy*)

name
age
rank
titles
power
results
experience

<i>Lee Sedol</i>	<i>AlphaGo</i>
33	2
9 dan prof.	none
18	0
1 brain	1200 CPU and 200 GPU
loss, loss, loss, win , loss	win , win , win , loss, win
c · 1k games	c · 1M self-play games

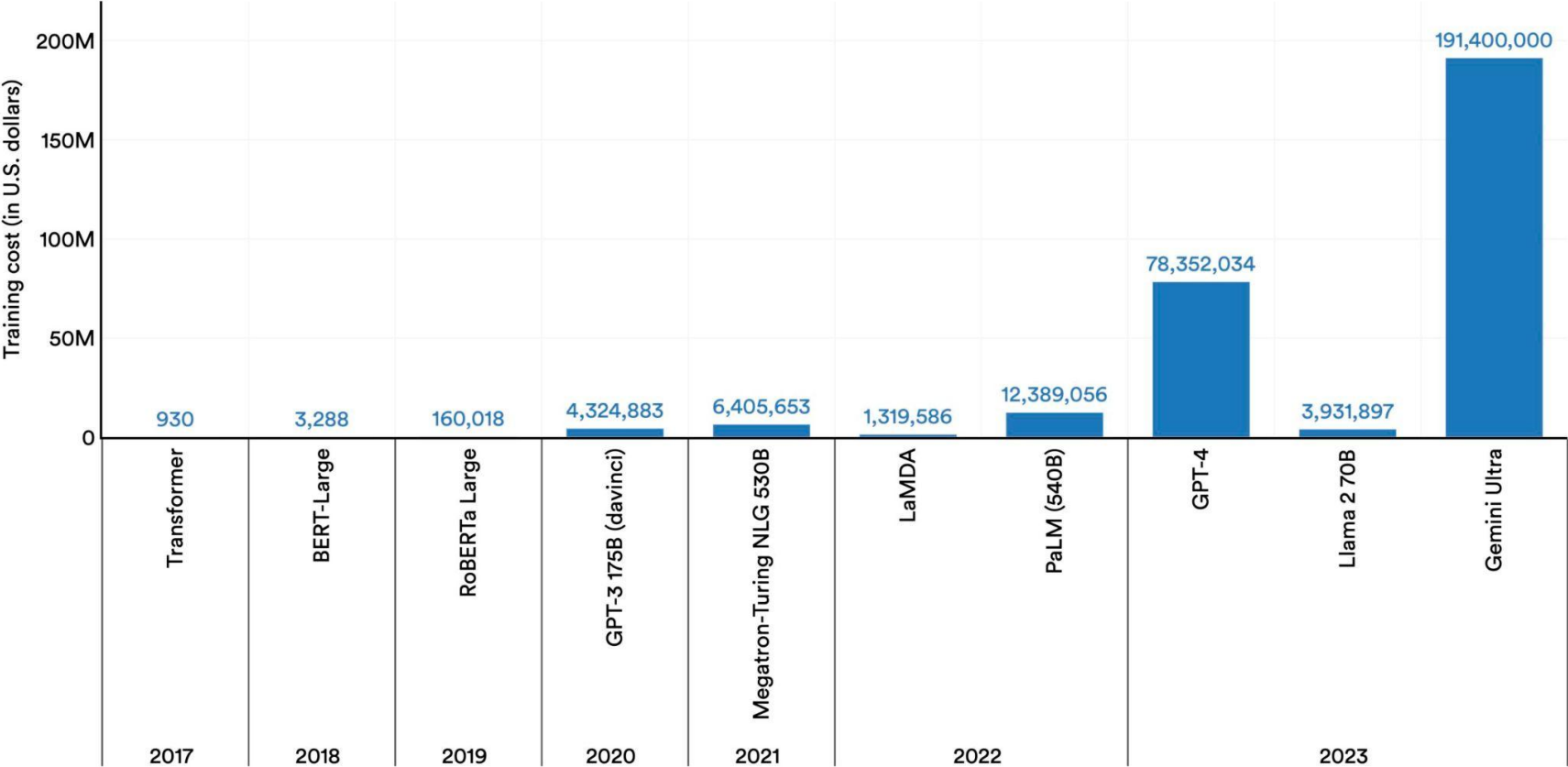
Science



Google's
Deepmind

Estimated training cost of select AI models, 2017–23

Source: Epoch, 2023 | Chart: 2024 AI Index report



Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

La importancia de los datos

Los saltos “cuánticos” en el rendimiento de los sistemas de IA han venido de la mano de incrementos en varios órdenes de magnitud de los datos disponibles (plus la capacidad de cálculo).

Los datos establecen las condiciones del aprendizaje y los resultados

La selección de los datos sesga los resultados (establece un potente “a priori”)

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

Open source y crowdsourcing

Open source: el código es compartido abiertamente y puede ser reutilizado gratuitamente: Python, Linux

Open source foundation: mantenimiento de algunas soluciones open source clave en la industria

Ha sido fundamental en la difusión y desarrollo de la IA moderna

Google ha sido probablemente el mayor impulsor: colab, tensorflow,...

Crowdsourcing: creación colaborativa del código (github, wikipedia)

Sobre la Inteligencia Artificial

Un ejemplo arcaico

La ciencia ficción y la fantasía

El paradigma no lineal y la teoría de catastrofes

Breve historia de la Inteligencia Artificial

Las arquitecturas neuronales (profundas)

El paradigma Bayesiano

El paradigma del aprendizaje como minimización de una función de energía

La importancia de los datos

Open source y crowdsourcing

La IA y la construcción de la realidad

La IA y la construcción de la realidad

De facto vivimos en una realidad artificial constituida por una sopa de información y de estadísticas

La IA se propone como una constructora de realidades artificiales, e.g. realidad virtual, metaverso

La IA generativa permite construir realidades fake (imagenes, videos, simulación de voz) con diversas finalidades (no siempre santas)

En este mismo momento, la gran mayoría de redacciones de noticias usan ChatGPT para “crear” la noticia.

La IA y la construcción de la realidad

La IA se propone como herramienta censora de las “desinformaciones” o “misinformation”

Obviamente, quien controla el proceso de creación (los datos) define “la verdad” o “lo bueno”

Propuestas de “General Artificial Intelligence” no mencionan quien controla los datos y qué sesgo impone...

La IA y la construcción de la realidad

Las generaciones jóvenes han crecido en el “paradigma del juego”

se le “perdonan” los errores al sistema

“si me matan, reinicio” el paradigma de la intrascendencia

el jugador se adapta al sistema, es “domesticado” por el juego

Esas jóvenes generaciones han adoptado ChatGPT como su “tutor” con completa naturalidad

La IA y la construcción de la realidad

La necesidad de validar y comprobar rigurosamente la eficiencia y la seguridad del sistema ha desaparecido

Es imposible reproducir los resultados o construir el sistema de forma independiente

Basta con una noticia en twitter (X) para que se acepten las afirmaciones de eficiencia y seguridad

Se ignoran los efectos catastróficos bajo el manto de la publicidad

Impacto social de la IA: lo que no se usa se atrofia



cuando dejan
de necesitar
sistema
nervioso,
simplemente
lo
metabolizan,
lo digieren

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Intentos primitivos de aplicación

Aplicación en apoyo diagnóstico

Aplicación en imagen médica: Radiomics, imagen patológica

Aplicación en diseño de drogas

El problema de los datos

Intentos primitivos

<https://en.wikipedia.org/wiki/Mycin>

Mycin: un sistema de reglas lógicas con pesos probabilísticos para elegir tratamiento ante infección bacteriana

Probado con 10 pacientes y 7 médicos

No tiene algoritmo de aprendizaje, los pesos se fijan manualmente

Construido circa 1980 (1st AI winter)

```
(defrule 52
  if (site culture is blood)
    (gram organism is neg)
    (morphology organism is rod)
    (burn patient is serious)
  then .4
    (identity organism is pseudomonas))
```

Rule 52:

If

- 1) THE SITE OF THE CULTURE IS BLOOD
- 2) THE GRAM OF THE ORGANISM IS NEG
- 3) THE MORPHOLOGY OF THE ORGANISM IS ROD
- 4) THE BURN OF THE PATIENT IS SERIOUS

Then there is weakly suggestive evidence (0.4) that

- 1) THE IDENTITY OF THE ORGANISM IS PSEUDOMONAS

Combinación de evidencias

$$CF(x, y) = \begin{cases} X + Y - XY & \text{if } X, Y > 0 \\ X + Y + XY & \text{if } X, Y < 0 \\ \frac{X+Y}{1-\min(|X|, |Y|)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Intentos primitivos de aplicación

Aplicación en apoyo diagnóstico

Aplicación en imagen médica: Radiomics, imagen patológica

Aplicación en diseño de drogas

El problema de los datos

IA y soporte diagnóstico

Machine Learning (Aprendizaje automático) y estadística se usa rutinariamente para determinar factores de riesgo

La IA tiene el problema de la explicabilidad para su traslación al ámbito clínico

La IA es una caja negra y el médico necesita explicación mediante reglas

Los intentos de hacer IA explicable han tenido poco éxito...

<https://chatgpt.com/g/g-OXYX5D9y4-medical-diagnosis-assistant>



Medical Diagnosis Assistant

Por Delio AI 

A ChatGPT specialized in medical knowledge that can help users understand symptoms, provide basic diagnoses, and offer guidance on seeking appropriate medical care.

Suscríbete para chatear

[Suscríbete o inicia sesión para chatear](#) | [Informar sobre contenido ilegal](#)

el problema del sesgo en los documentos de entrenamiento y la censura de información no deseable...

<https://chatgpt.com/g/g-xck3iENsZ-legalgpt>



LegalGPT

Por RAHUL PORWAL 

Specialized in legal matters, this GPT could assist lawyers and legal professionals with case research, legal documentation, and even help in predicting case outcomes based on historical data.

Suscríbete para chatear

[Suscríbete o inicia sesión para chatear](#) | [Informar sobre contenido ilegal](#)

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Intentos primitivos de aplicación

Aplicación en apoyo diagnóstico

Aplicación en imagen médica: Radiomics, imagen patológica

Aplicación en diseño de drogas

El problema de los datos

Imagen patológica

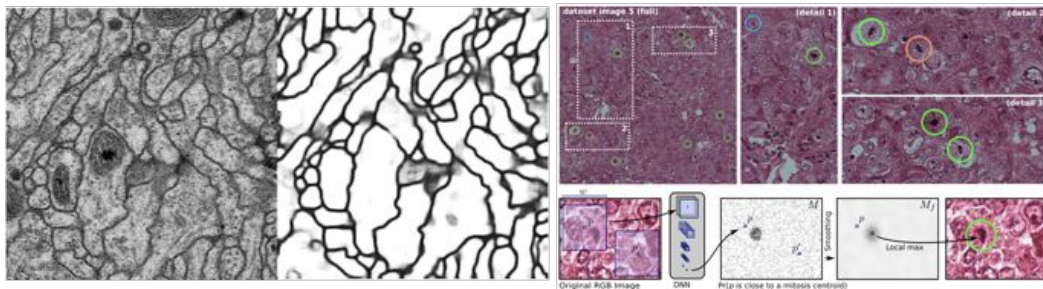
Medical imaging at the forefront of DL advances

ISBI'12 Challenge on Segmenting neuronal membranes [\[link\]](#)

Winner: Ciresan et al, Deep neural networks segment neuronal membranes in electron microscopy images, **NIPS 2012**.

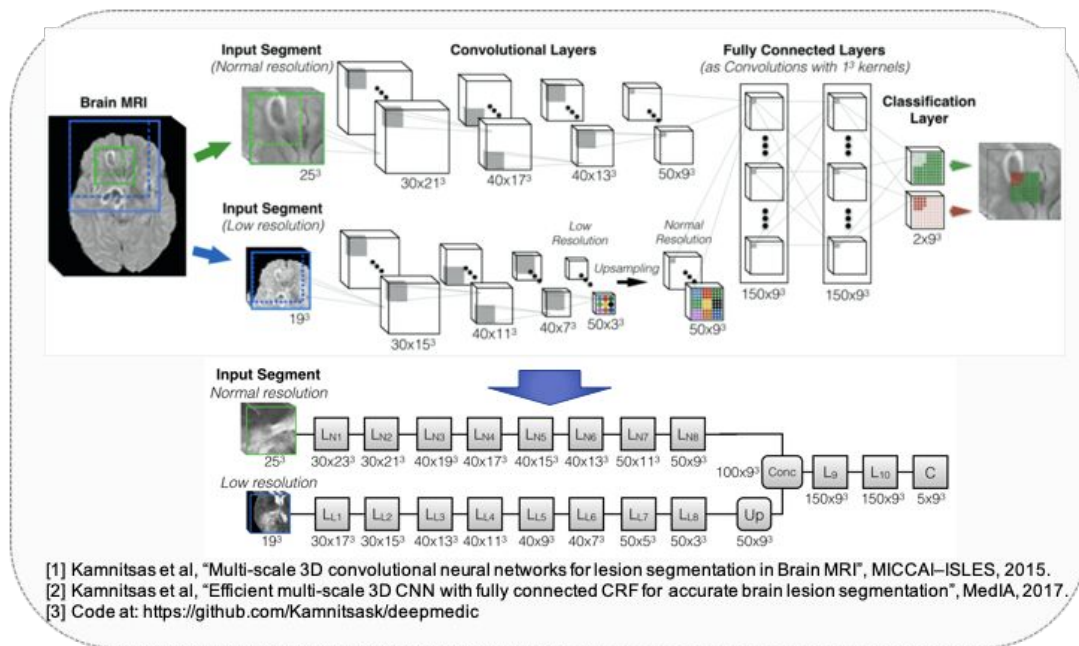
ICPR'12 Contest on Mitosis Detection in Breast Histological Images [\[link\]](#)

Winner: Ciresan et al, Mitosis detection in breast cancer histology images with deep neural networks, MICCAI 2013.

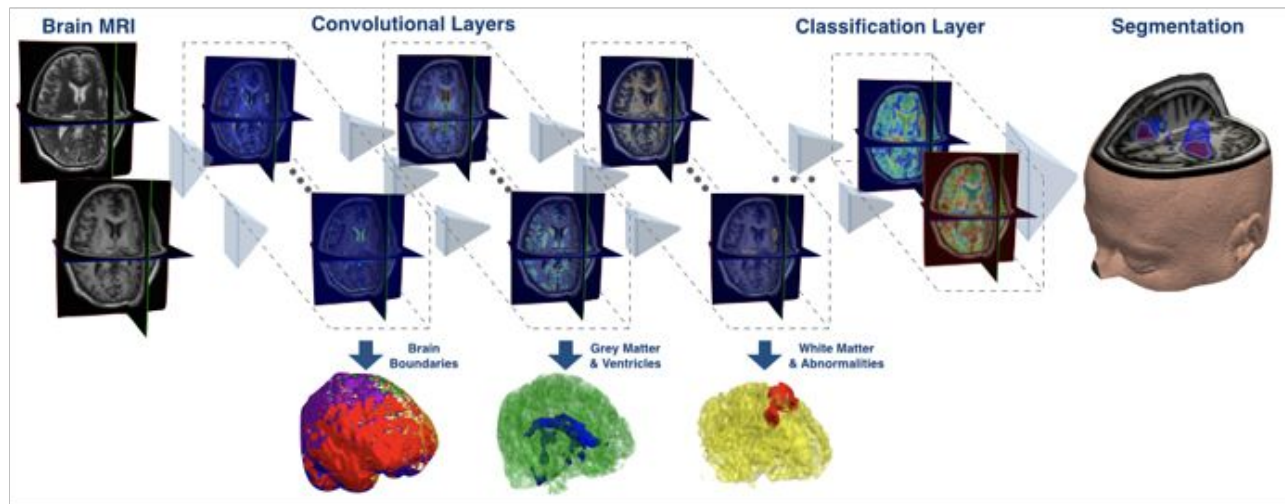


Segmentación de imagen cerebral

DeepMedic



Interpreting Feature Maps



Kamnitsas et al, "Efficient multi-scale 3d CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation", MedIA, 2017.

Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Intentos primitivos de aplicación

Aplicación en apoyo diagnóstico

Aplicación en imagen médica: Radiomics, imagen patológica

Aplicación en diseño de drogas

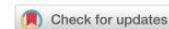
El problema de los datos

Diseño de drogas



From the journal:
Chemical Science

PIGNet: a physics-informed deep learning model toward generalized drug–target interaction predictions†

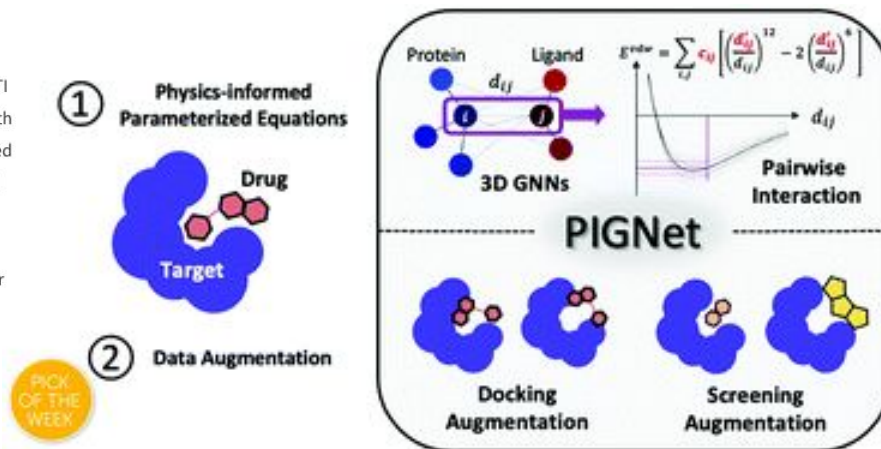


Seokhyun Moon, ^{‡ a} Wonho Zhung, ^{‡ a} Soojung Yang, ^{‡ § a} Jaechang Lim ^b and Woo Youn Kim ^{* abc}

Author affiliations

Abstract

Recently, deep neural network (DNN)-based drug–target interaction (DTI) models were highlighted for their high accuracy with affordable computational costs. Yet, the models' insufficient generalization remains a challenging problem in the practice of *in silico* drug discovery. We propose two key strategies to enhance generalization in the DTI model. The first is to predict the atom–atom pairwise interactions *via* physics-informed equations parameterized with neural networks and provides the total binding affinity of a protein–ligand complex as their sum. We further improved the model generalization by augmenting a broader range of binding poses and ligands to training data. We validated our model, PIGNet, in the comparative assessment of scoring functions (CASF) 2016, demonstrating the outperforming docking and screening powers than previous methods. Our physics-informing strategy also enables the interpretation of predicted affinities by visualizing the contribution of ligand substructures, providing insights for further ligand optimization.



Sobre el impacto de la IA en la Medicina

Intentos primitivos de aplicación

Aplicación en apoyo diagnóstico

Aplicación en imagen médica: Radiomics, imagen patológica

Aplicación en diseño de drogas

El problema de los datos

El problema de los datos

Los datos proceden de experimentación (voluntaria o involuntaria) con humanos

Existe un problema de reticencia de los humanos a ser usados para la experimentación

Muchos resultados publicados en revistas científicas se basan en muestras muy pequeñas artificialmente balanceadas

No existe contrapartida económica seria para el uso de la información médica en el desarrollo de productos médicos

Los procesos de “data augmentation” tienen poca credibilidad en el ámbito clínico

El gemelo digital

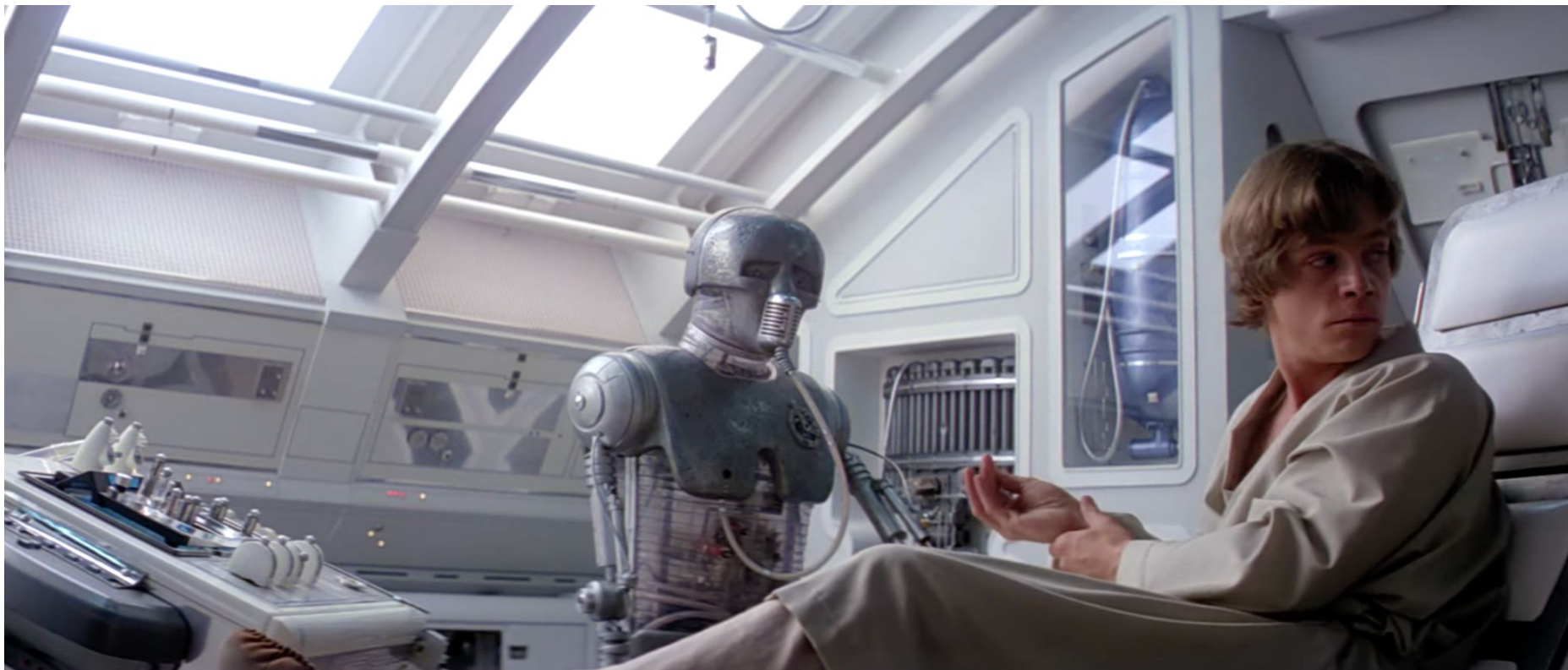
El “gemelo digital” surge en contexto de la fabricación en la Industry 4.0 (ya se está quedando obsoleta) para controlar de forma remota los procesos de fabricación

Actualmente se propone crear un gemelo digital del humano para el control personalizado de los procesos fisiológicos, metabólicos, etc.

La experimentación con el humano podría ser sustituida por la experimentación sobre el modelo digital

Idem para las decisiones terapéuticas/clínicas

Sobre el futuro de la Medicina



escena final del Imperio Contra Poca

Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

La cuestión demográfica

Sostenibilidad

Medicina industrial

Para maximizar beneficios el objetivo es poder manufacturar un producto único para todos los usuarios optimizando costos y beneficios

Ford T
como
paradigma



Medicina Industrial



máxima
automatización
máximo
beneficio

Medicina industrial



planta de terapias
génicas: 70 empleos
“de calidad”

Medicina industrial

Exige la estandarización de las enfermedades: codificación OMS

Un código → una solución, una tarifa, una relación costo-beneficio

La IA se propone como tecnología clave para

- Identificar y categorizar los “problemas”

- Diseñar las “soluciones”

Personalización de la medicina: la IA se encarga de “perfilar” al sujeto y de “ajustar” el tratamiento

Medicina industrial

https://www.bio.org/sites/default/files/2023-06/BIO_CSBA_Best_Practices_Report_2023.pdf

Biosciences HIGH-SKILLED JOBS, COMPANIES, AND WAGES

The U.S. Biosciences industry stands out for being a steady generator and source of high-wage jobs.

Industry wages are consistently significantly higher, on average, than those for the overall economy, reflecting high-quality jobs in demand within an industry advancing a wide range of services, and it further reflects the importance of the industry as a national

In addition, industry employees who earn high average wages generate services through their own personal spending. As a result, the Bioscience impact that extends and multiplies well beyond the industry's direct employment. The chart below illustrates that every state, and Puerto Rico have the Bioscience industrial mix of private sector employment and the average salaries that technology industry.

STATE	Bioscience Industry Establishments, 2021	Bioscience Industry Employment, 2021	Bioscience Industry Avg. Wages, 2021
United States	127,389	2,135,704	\$125,750
Alabama	1,264	14,372	\$77,658

STATE	Bioscience Industry Establishments, 2021	Bioscience Industry Employment, 2021	Wages, 2021
United States	127,389	2,135,704	\$125,750
Alabama	1,264	14,372	\$77,658
Alaska	171	1,147	\$72,574
Arizona	2,912	36,410	\$99,585
Arkansas	1,316	10,177	\$79,472
California	14,268	334,690	\$163,181
Colorado	3,359	38,102	\$117,225
Connecticut	2,021	24,251	\$136,103
Delaware	686	7,190	\$131,612
District of Columbia	484	3,387	\$161,710
Florida	8,599	106,688	\$106,360
Georgia	3,349	38,449	\$97,413
Hawaii	424	3,393	\$79,396
Idaho	1,065	8,031	\$89,521
Illinois	4,297	90,941	\$141,681
Indiana	2,713	65,290	\$109,138
Iowa	1,805	26,469	\$87,885
Kansas	1,603	19,405	\$90,745
Kentucky	1,860	16,354	\$92,798

Medicina Industrial

El caso de las terapias genéticas

Una enfermedad → un gen culpable → una droga para “desactivar” el gen o “insertar” un gen bueno

Problemas?:

¿existe correspondencia biunívoca gen <--> enfermedad?

Validación

¿Está bien definida la enfermedad?

Medicina Industrial

El caso de las terapias génicas:

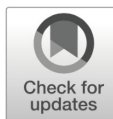
(casi) todo el proceso de desarrollo se realiza por software: IA

- Identificación del “target”

- Creación de la terapia

- La validación es innecesaria y se reduce al mínimo

La parte “húmeda” es la de producción de la terapia en los reactores genéticos



The Genetic Epidemiology of Type 2 Diabetes: Opportunities for Health Translation

James B. Meigs^{1,2,3,4}

Abstract

Purpose of Review Genome-wide association studies have delineated the genetic architecture of type 2 diabetes. While functional studies to identify target transcripts are ongoing, new genetic knowledge can be translated directly to health applications. The review covers several translation directions but focuses on genomic polygenic scores for screening and prevention.

Recent Findings Over 400 genomic variants associated with T2D and its related quantitative traits are now known. Genetic scores comprising dozens to millions of associated variants can predict incident T2D. However, measurement of body mass index is more efficient than genetic scores to detect T2D risk groups, and knowledge of T2D genetic risk alone seems insufficient to improve health. Genetically determined metabolic sub-phenotypes can be identified by clustering variants associated with physiological axes like insulin resistance. Genetic sub-phenotyping may be a way forward to identify specific individual phenotypes for prevention and treatment.

Summary Genomic polygenic scores for T2D can predict incident diabetes but may not be useful to improve health overall. Genetic detection of T2D sub-phenotypes could be useful to personalize screening and care.

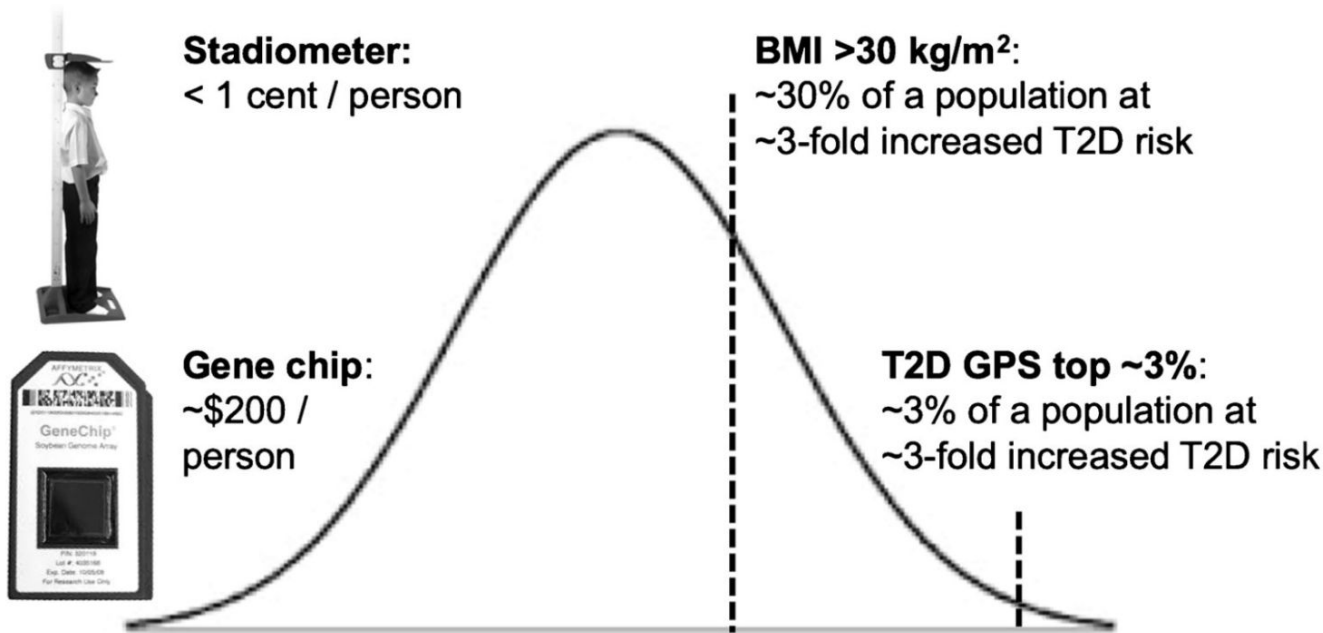


Fig. 2 Body mass index outperforms genomic polygenic risk when identifying high-T2D risk individuals. In an example, high genetic risk, defined as the top ~3% of a genomic polygenic score, confers 3-fold increased risk versus the rest of the distribution and affects ~3% of a screened population, by definition. In 2019, a genomic polygenic score

costs about \$200/person. BMI exceeding 30 kg/m², which affects about 30% of the US population, also confers about 3-fold increased risk versus non-obese. While consideration of costs of polygenic scores does not take into account other conditions that may be detected by array genotyping, the cost of a stadiometer is essentially free per patient over time

Medicina Industrial

Terapias génicas:

Índices genéticos que mezclan muchos genes → cocktail de drogas?

Tamaños pequeños de muestras

Medicina Industrial

Enfermedades raras:

desarrollo financiado por el estado o la caridad (telethon)

precios astronómicos → beneficios astronómicos

irresponsabilidad y falta de garantía de los resultados

Medicina Industrial

Las consideraciones financieras son prioritarias

La medicina es considerada como una inversión de alto rendimiento

El lenguaje es financiero: “oportunidades”

Medicina Industrial

La medicina como industria “promovida” por el gobierno en sus planes de la reconversión industrial

E.g. La ley del medicamento habla más de las facilidades a la industria que de la protección del usuario

El estado del bienestar ... de la empresas

La vigilancia farmacológica (informar efectos adversos) es un problema para los beneficios financieros....

Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

La cuestión demográfica

Sostenibilidad

La publicidad como paradigma



Pixar's
Wall-E

<https://youtu.be/fRV7uVfCcCM>



La publicidad como paradigma

Algunas propiedades de la propaganda

- No es necesario decir la verdad
- Mentir o dar medias verdades es bueno si favorece la venta del producto
- La escenificación es más importante que el contenido
- Uso intensivo de “expertos” en los medios
- Cancelación de los “opositores”
- Irresponsabilidad: si usted lo compró es su problema, nosotros no le obligamos
- Si algo es gratis, tú eres el producto

La publicidad como paradigma

Inversión de los papeles: la necesidad del vendedor se transmuta en la necesidad del comprador

La propaganda no reconoce fronteras o límites: actitud depredadora

- Explotación del miedo, la culpabilidad, chantaje emocional

- Creación de situaciones de urgencia

- Manipulación de las figuras políticas

- Invasión de la privacidad/derechos personales

Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

La cuestión demográfica

Sostenibilidad

El paradigma de la industria del software

El software se licencia “tal como está”

El fabricante se exime de toda responsabilidad

El fabricante puede imponer actualizaciones no deseadas (windows)

El fabricante puede imponer la obsolescencia de los equipos y/o de las aplicaciones

El usuario acepta “voluntariamente” la situación de desprotección

El paradigma de la industria del software

Es necesario crear nuevas aplicaciones → nuevas enfermedades

Es necesario que los tratamientos (farmacos) se conviertan en obsoletos → ¿resistencia a los antibióticos?

Es necesario explotar al máximo el tiempo de validez de la patente → reducir al mínimo la fase de “pruebas y evaluación”

Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

La cuestión demográfica

Sostenibilidad

El caso de Estados Unidos



HEALTH AND SCIENCE

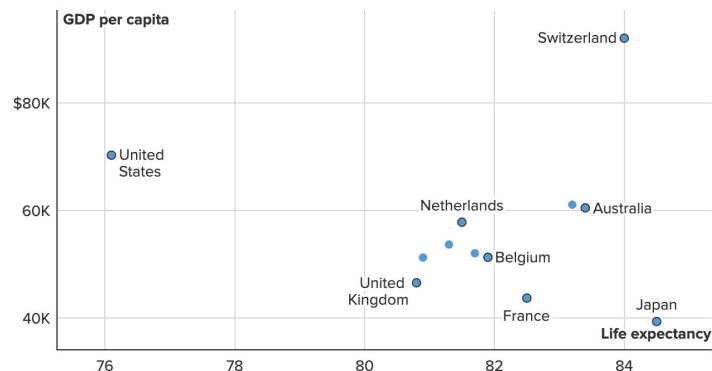
Health misinformation is lowering U.S. life expectancy, FDA Commissioner Robert Califf says

PUBLISHED TUE, APR 11 2023-7:30 AM EDT | UPDATED WED, APR 12 2023-8:45 AM EDT

Meg Tirrell

SHARE f X in e

Life expectancy in the U.S. is lower than it is in other large economies

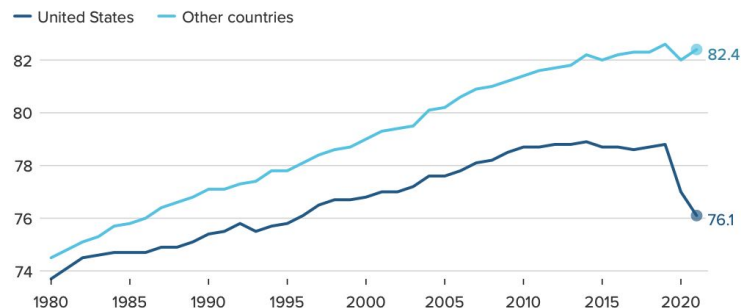


Note: GDP per capita is in current U.S. dollars.
Life expectancies are as of 2021.

Chart: Gabriel Cortes / CNBC
Source: KFF



Life expectancy in the United States and other comparable nations



Note: Comparable countries include Australia, Austria, Belgium, Canada, France, Germany, Japan, Netherlands, Sweden, Switzerland and the U.K.

Chart: Gabriel Cortes / CNBC
Source: KFF



El caso de Estados Unidos

<https://www.youtube.com/watch?v=UeST7FO-MjQ&t=28s>

**BIG PHARMA IS THE
MOST POWERFUL
LOBBYING
INDUSTRY
IN THE COUNTRY.**




**IN 2018, IT SPENT
\$216.13 MILLION
LOBBYING CONGRESS**


**BIG PHARMA HAS NEARLY
TWO LOBBYISTS
FOR EVERY MEMBER
OF CONGRESS**



**NINE OUT OF TEN
U.S. HOUSE
REPRESENTATIVES**



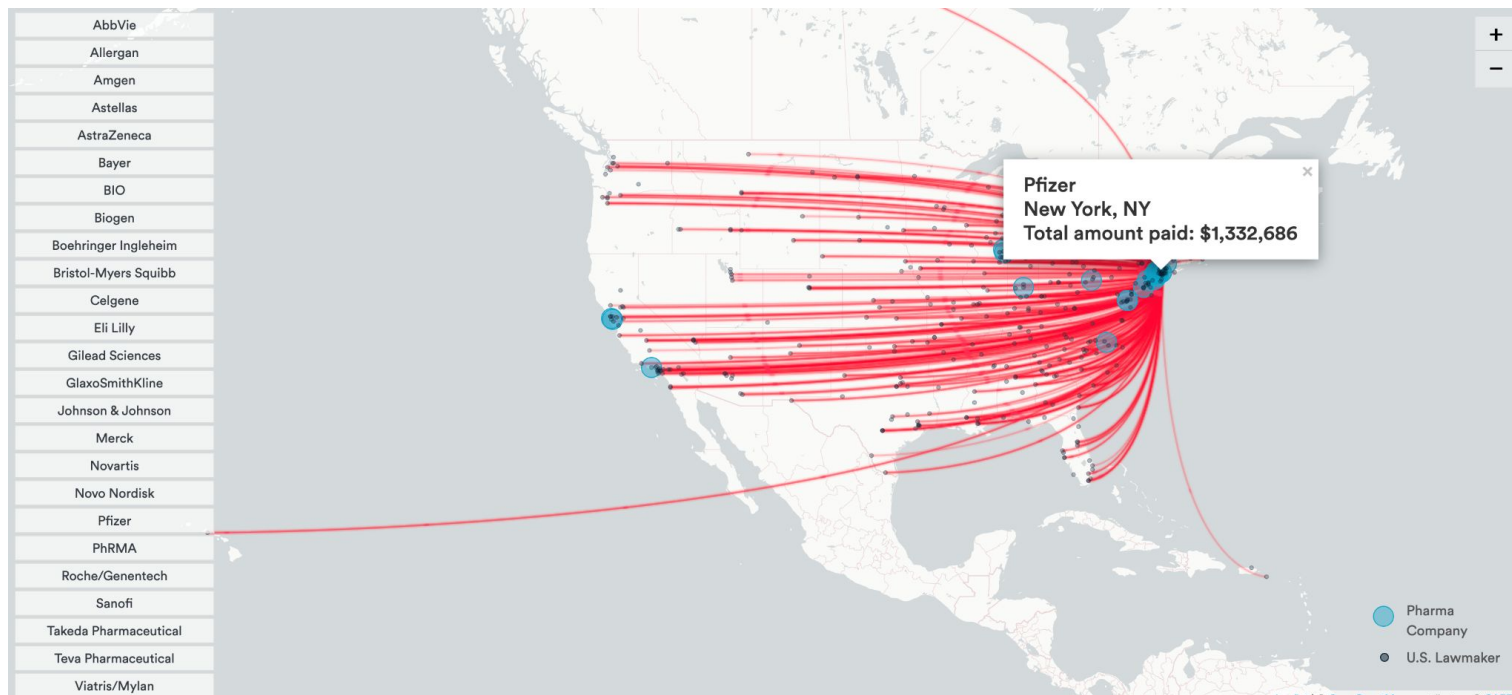
**AND
97 OUT OF
100 SENATORS**



**HAVE TAKEN
CAMPAIGN
CONTRIBUTIONS
FROM BIG PHARMA.**

El caso de Estados Unidos

<https://www.statnews.com/feature/prescription-politics/federal-full-data-set/>



El caso de Estados Unidos

<https://www.adweek.com/brand-marketing/pharmas-12bn-tv-ad-budget/>



DATA & INSIGHTS

Where Pharma's \$12B TV Ad Budget Could Go Next

More U.S. adults oppose drug commercials on TV than support them



POPULAR NOW

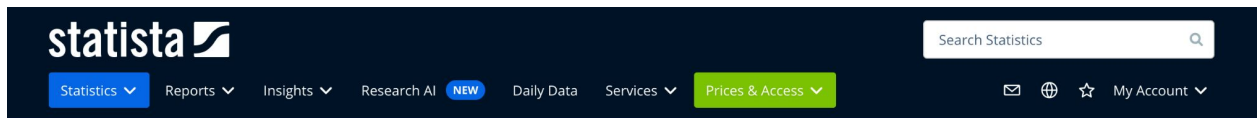
1 Too Much Milk, Not Enough
Oscar Pistorius Medals

Pharmaceutical ad spend has grown from \$12.2 billion in 2015 to an estimated \$39 billion in 2025, with the biggest gains occurring during the pandemic, according to marketing intelligence firm WARC.

El caso de Estados Unidos

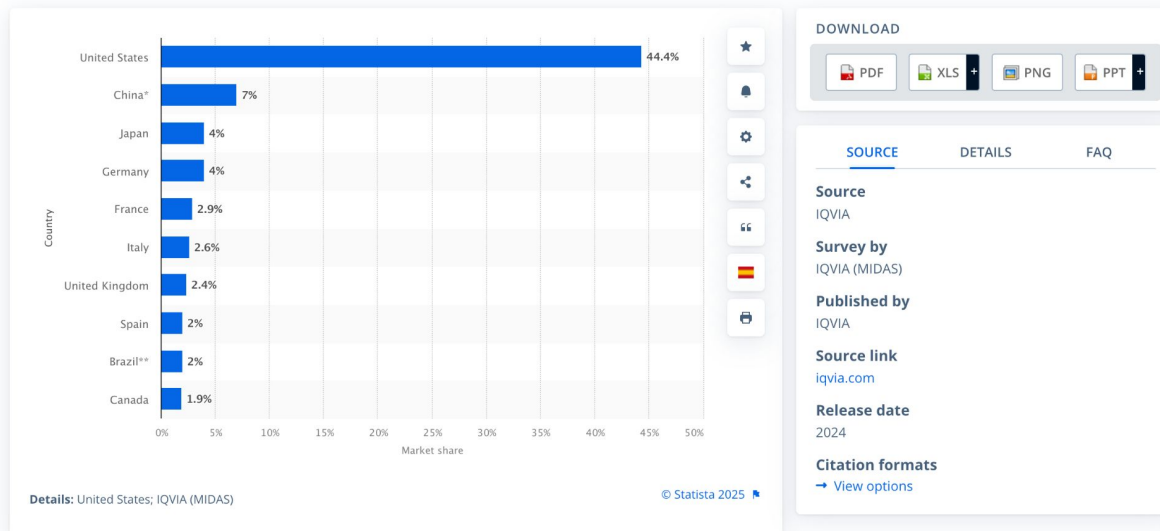


El caso de Estados Unidos



Health, Pharma & Medtech › Pharmaceutical Products & Market

Market share of leading 10 national pharmaceutical markets worldwide in 2023



El caso de Estados Unidos

Pfizer ad spending 2006-2024

Published by [Matej Mikulic](#), Mar 3, 2025



Advertising costs of Pfizer totaled approximately 3.3 billion U.S. dollars in 2024, a decrease of 400 million U.S. dollars compared to the previous year, but still one of the higher amounts in the provided period.

What are Pfizer's biggest expenses?

[Read more](#)

Most advertised drugs on U.S. TV 2022

Published by [Michele Majidi](#), Jan 29, 2025



Rinvoq, Dupixent, and Skyrizi were the top three most advertised drugs on U.S. TV in 2022 based on ad spend. Rinvoq led the pack with more than 315.8 million U.S. dollars in TV ad expenditures that year, while Dupixent and Skyrizi spent 305.9 and 174.4 million, respectively.

Pharmaceutical industry TV ad spend in the U.S 2016-2020


Published by [Michele Majidi](#), Dec 20, 2023



In 2020, the pharmaceutical industry spent 4.58 billion U.S. dollars on advertising on national TV in the United States, unsurprisingly representing a big shift in spending compared to the 2019 pre-covid market. In 2020 TV ad spending of the pharma industry accounted for 75 percent of the total ad spend.

El caso de Estados Unidos

<https://www.ispot.tv/hub/resources/free-reports/pharma-tv-transparency-report/>

 EMARKETER

Search for reports, forecasts, charts, trends, and more

Log in

Become a Client

Products ▾ Events & Resources ▾ Topics ▾ Articles Pricing About ▾

Pharma companies increase ad spending on linear TV despite declining viewership on the platform

Article by Rajiv Leventhal | Dec 6, 2024

The trend: Pharma companies are increasing their advertising presence on linear TV, according to a recent report from iSpot.tv. The report analyzed [pharma ads on linear TV](#) from January through August of this year.

The topline findings on pharma's traditional TV ad spending:

- [Pharma advertisers](#) poured around **\$3.4 billion in linear TV** during the first eight months of 2024. That's an 8.1% YoY increase.
- **Drug ads generated 54.2 billion household TV ad impressions**, a 4.2% YoY increase.

Top TV programs for Rx ads: Nearly half (48%) of household TV ad impressions for prescription drug brands were split between ABC, CBS, CNN, Fox News, ION, MSNBC, and NBC.

Drug ads were most prevalent on cable news, re-runs of popular dramas and game shows, and special event programming.

Already have a subscription? [Sign In](#)

Access All Charts and Data

- Learn about what technologies are transforming your industry
- Gain exclusive perspectives from top industry leaders
- Access thousands of data sets and forecasts via our iconic charts

Become a Client

El caso de Estados Unidos



El elefante en la
tienda de porcelanas

Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

La cuestión demográfica

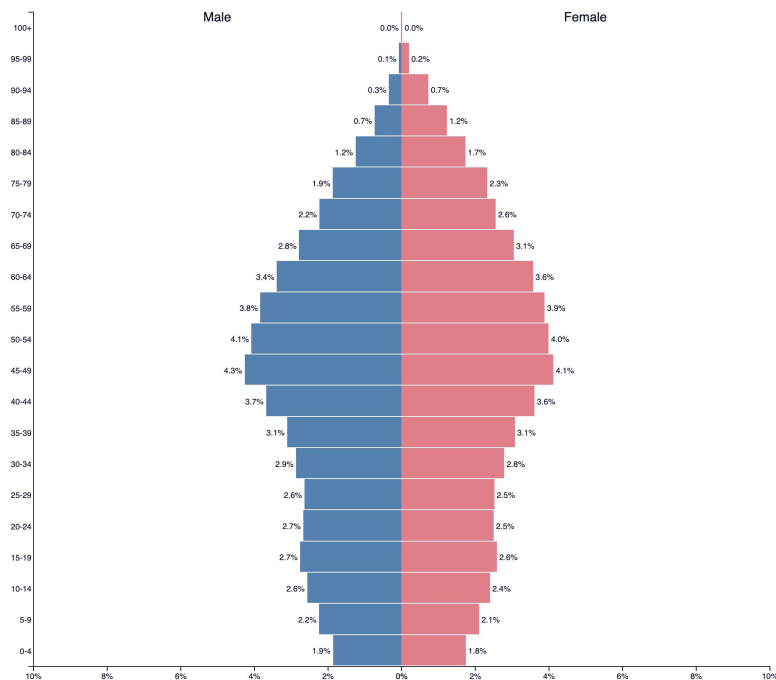
Sostenibilidad

La cuestión demográfica

<https://www.populationpyramid.net/spain/2024/>

Spain ▼
2024

Population: 47,910,526

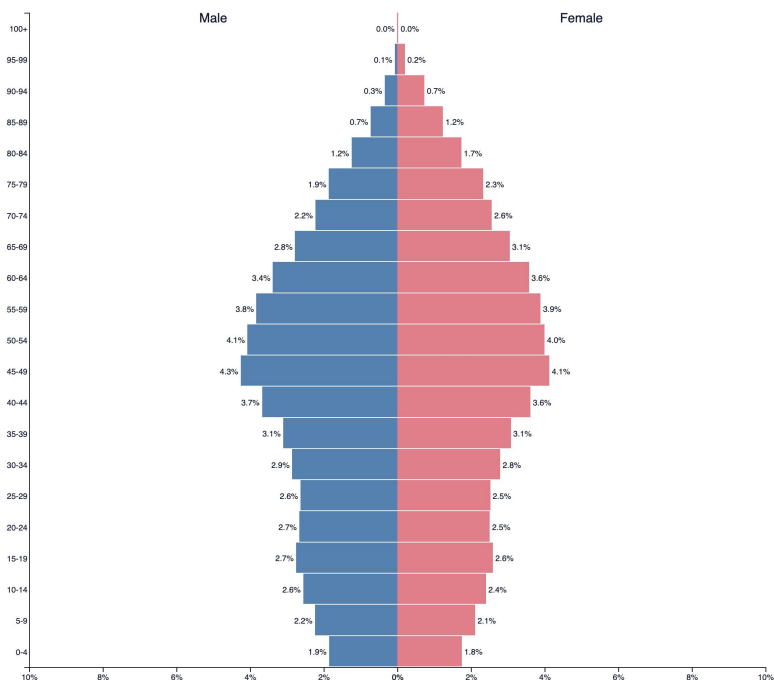


La cuestión demográfica

<https://www.populationpyramid.net/spain/2024/>

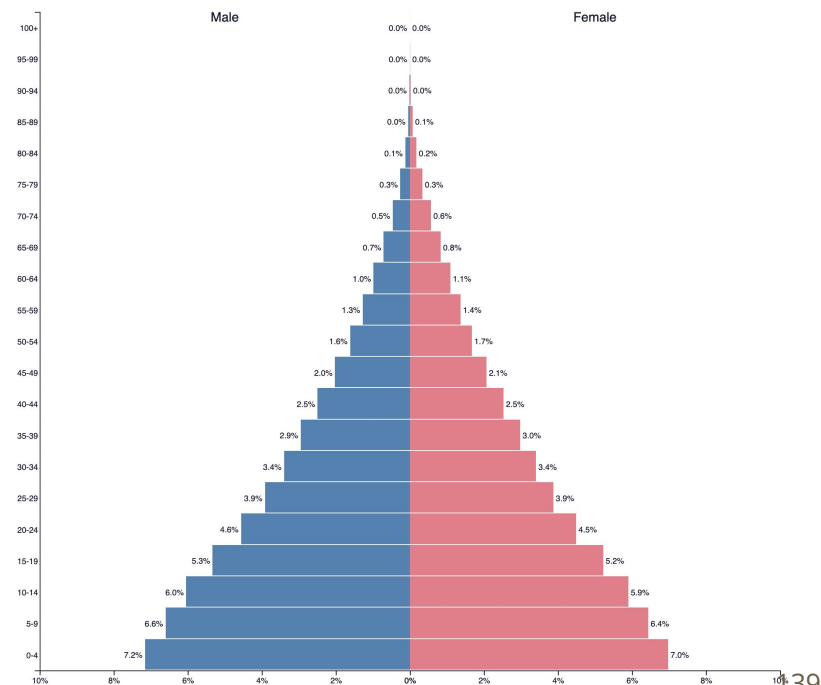
Spain ▼
2024

Population: 47,910,526



AFRICA ▼
2024

Population: 1,515,140,849



La cuestión demográfica

¿De quién es el futuro de Europa?



Sobre el futuro de la Medicina

Medicina industrial

La publicidad como paradigma

La industria del software como paradigma

El caso de Estados Unidos

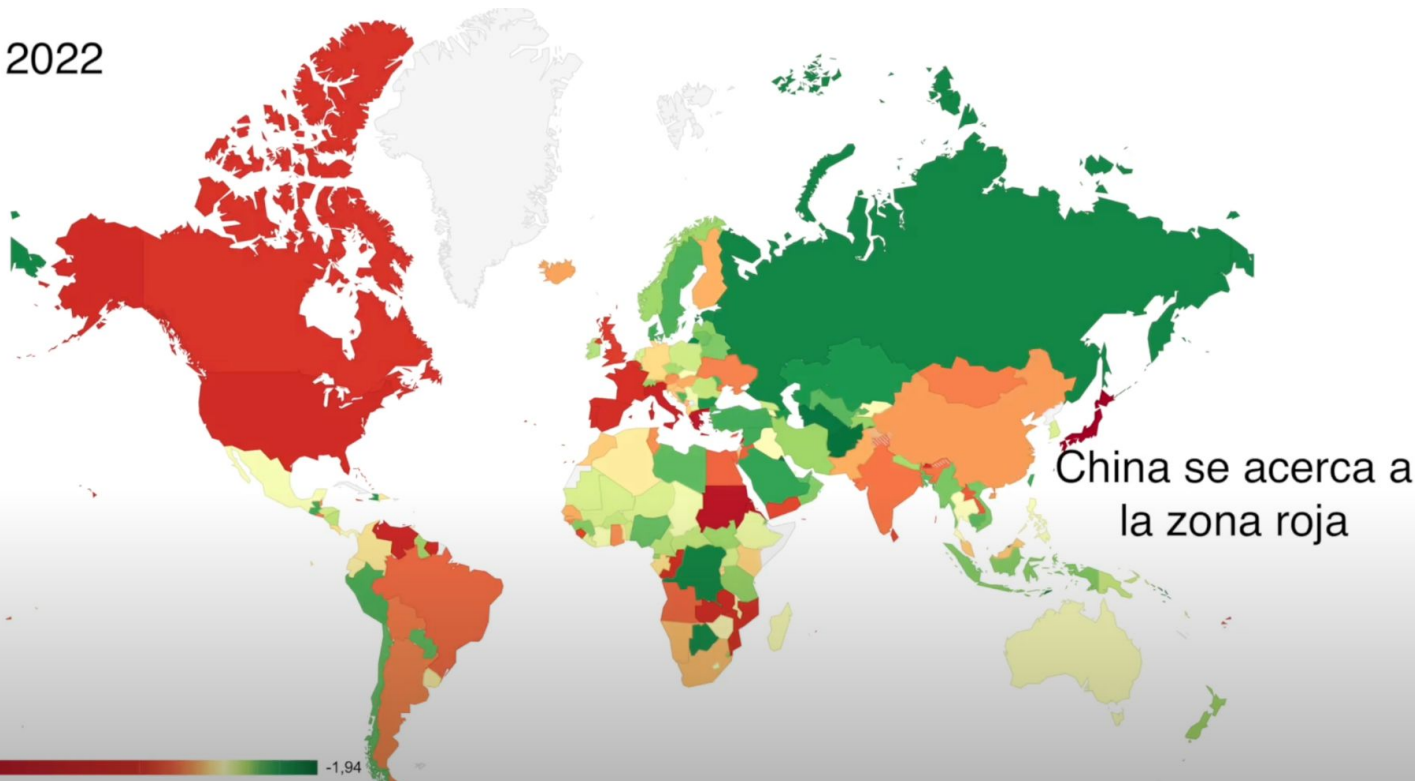
La cuestión demográfica

Sostenibilidad

Sostenibilidad: ratio pib / deuda

<https://datosmacro.expansion.com/deuda?anio=2024>

2022



Sobre el futuro de la Medicina

En la medicina del futuro todos estaremos enfermos

Aldous Huxley, autor de "Un mundo feliz" "A brave new world"

Sobre el futuro de la Medicina

Un hombre sano es un enfermo que se ignora

Una persona sana no es negocio

¿La medicina es un bien de consumo, sin más?



El Vendedor de Humo

7,5 M de visualizaciones • hace 12



PrimerFrame

CHELO ANDREU - ANIMACIÓN/ MO

Muchas gracias
por la atención