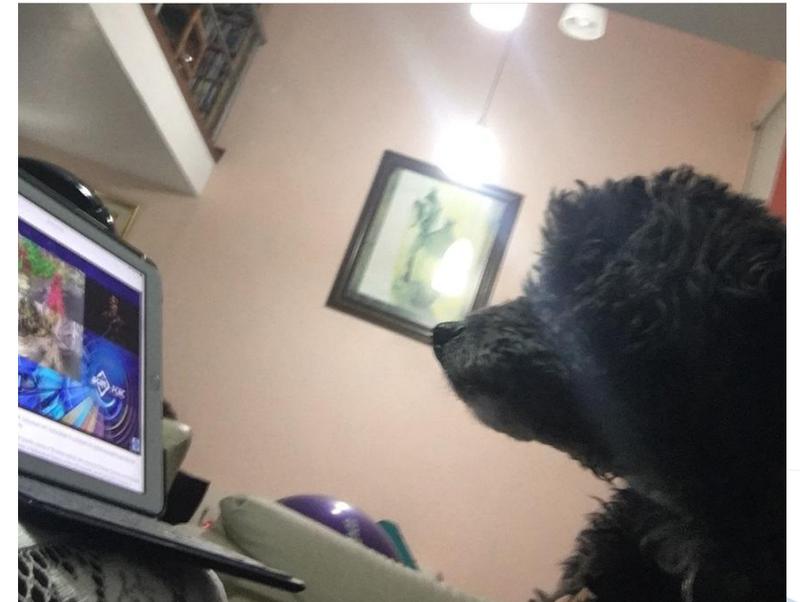


La Inteligencia Artificial y la Ética: diseñando según acuerdos internacionales

- *Dra. María del Pilar Gómez Gil*
Coordinación de Computación
INAOE, México
pgomez@inaoep.mx
23 de Octubre 2019

Contenido

- Un poco sobre nosotros...
- ¿Que significa realmente Inteligencia Artificial (IA)?
- La ética en el diseño de sistemas basados en IA
- Un ejemplo de estándar internacional para diseño ético de sistemas basados en IA
- Conclusiones y perspectivas



Un poco sobre nosotros...



EL INAOE

(C) Pilar Gómez-Gil, INAOE 2019



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA
Luis Enrique Erro 1,
Snta. María Tonanzintla, 72840, Pue. México

<https://www.inaoep.mx/>

gob.mx Trámites Gob

Inicio | Directorio | Contacto | Mapa del Sitio | Mapa de las Instalaciones | Mapa de Acceso | RSS | English | Versión Móvil

45

Aniversario



inaoe.edu.mx

ir



[Astrofísica](#) [Ciencias Computacionales](#) [Electrónica](#) [Óptica](#) [Posgrados](#) [Misión y Visión](#) [Historia](#) [Biblioteca](#) [Datos](#) [Transparencia](#)



David Hughes y Enrique Sucar reciben Presea Estatal de Ciencia y Tecnología

NOTICIAS

- [David Hughes y Enrique Sucar reciben Presea Estatal de Ciencia y Tecnología](#)
- [José Luis Alva y Lechuga \(1936- 2019\)](#)
- [2º Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías Biomédicas](#)
- [Logros INAOE](#)

Página de posgrados de INAOE

<https://posgrados.inaoep.mx/>

(c) P.Gómez Gil, INAOE 2019

The screenshot shows the website for the Institute of Space and Astronautical Sciences (INAOE) postgraduate programs. The header includes the 'gob.mx' logo and navigation links for 'Trámites', 'Gobierno', 'Participa', and 'Datos'. The main navigation bar features the INAOE logo, the text 'INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA', the website URL 'inaoe.edu.mx', and the CONACYT logo. Below this, a secondary navigation bar lists categories: 'Astrofísica', 'Ciencias Computacionales', 'Electrónica', 'Óptica', 'Posgrados', 'Misión y Visión', 'Historia', 'Ubicación', and 'Transparencia'. The main content area is titled 'INAOE | POSGRADOS' and includes a star rating for 'Asignar puntaje: ★★★★★'. A prominent banner reads 'PREPARÁNDOTE PARA EL FUTURO' with a subtext: 'Uno de los objetivos primordiales del INAOE desde su creación es el preparar investigadores, profesores especializados, expertos y técnicos en Astrofísica, Óptica, Electrónica, Ciencias Computacionales y áreas afines; así como orientar sus actividades hacia la solución de problemas fundamentales para el país.' Below this, a grid of eight postgraduate programs is displayed, each with a representative image and a title: 'ASTROFÍSICA', 'ÓPTICA', 'ELECTRÓNICA', 'CIENCIAS COMPUTACIONALES', 'CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESPACIO', 'CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS BIOMÉDICAS', 'ENSEÑANZA DE CIENCIAS EXACTAS', and 'CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE SEGURIDAD'. To the right, a sidebar titled 'POSGRADOS' lists the same eight programs with expandable arrows. Below that, a 'LIGAS DE INTERÉS' section lists: 'FECHAS IMPORTANTES', 'PROPEDEÚTICO', 'EXAMEN DE ADMISIÓN', 'DOCUMENTOS DE ADMISIÓN MAESTRÍA', 'DOCUMENTOS DE ADMISIÓN DOCTORADO', 'REQUISITOS', 'BECAS', 'INFRAESTRUCTURA', and 'SEGUIMIENTO A GRADUADOS'. At the bottom, a 'MULTIMEDIA' section includes a link to 'GALERIA DE FOTOS'.

Página principal de la Coordinación de Ciencias Computacionales

7

<http://ccc.inaoep.mx/>

(c) P. Gómez Gil, INAOE 2019

[Inicio](#) | [Directorio](#) | [Contacto](#) | [Mapa del Sitio](#) | [RSS](#) | [English](#) | [Versión Móvil](#)



INSTITUTO
NACIONAL DE
ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y
ELECTRÓNICA

inaoe.edu.mx



[Astrofísica](#) | [Ciencias Computacionales](#) | [Electrónica](#) | [Óptica](#) | [Posgrados](#) | [Misión y Visión](#) | [Historia](#) | [Ubicación](#) | [Transparencia](#)

INAOE | CIENCIAS COMPUTACIONALES

Asignar puntaje: ★★★★★ Imprimir Enviar a un amigo

CIENCIAS COMPUTACIONALES



 *Coordinación de
Ciencias Computacionales*

Bienvenidos a la página de la Coordinación de Ciencias Computacionales (CCC) del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).

CIENCIAS COMPUTACIONALES

- ▶ [DIRECTORIO DE INVESTIGADORES Y PERSONAL](#)
- ▶ [LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN](#)
- ▶ [PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN](#)
- ▶ [LABORATORIOS](#)
- ▶ [POSGRADO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES](#)
- ▶ [DIRECTORIO DE ESTUDIANTES](#)
- ▶ [PUBLICACIONES](#)

MULTIMEDIA

- ▶ [GALERIA DE FOTOS](#)

NOTICIAS

7

Líneas de investigación/laboratorios en INAOE en los que participo

- Aprendizaje automático y Reconocimiento de patrones
- Procesamiento de señales y computación biomédica

A screenshot of the INAOE website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Inicio', 'Contacto', 'Mapa del Sitio', 'RSS', 'English', and 'Versión Móvil'. Below this is the INAOE logo and the URL 'inaoe.edu.mx'. A search bar with a magnifying glass icon and the text 'ir' is visible. Below the search bar is a menu with 'Misión y Visión', 'Historia', 'Comunicación', and 'Transparencia'. The main content area features a section titled 'LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN' with a list of research areas: '▶ APRENDIZAJE COMPUTACIONAL Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES', '▶ CÓMPUTO RECONFIGURABLE Y DE ALTO RENDIMIENTO', '▶ CÓMPUTO Y PROCESAMIENTO UBICUO', '▶ PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES Y COMPUTACIÓN MÉDICA', '▶ ROBÓTICA', '▶ LABTL', and '▶ VISIÓN POR COMPUTADORA'. Below this is a section for 'PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES Y COMPUTACIÓN MÉDICA' with a star rating and social media icons. The text below describes the project's focus on perception and artificial implementation of human senses.

Asignar puntaje: ★★★★★

Imprimir Enviar a un amigo

PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES Y COMPUTACIÓN MÉDICA

"Procesamiento de Bioseñales y Computación Médica" está planeado para reforzar la línea de investigación de Percepción, proporcionando las facilidades que permitan llevar a cabo los trabajos y experimentos relacionados con proyectos de investigación en las áreas de *Procesamiento y Clasificación de Bioseñales*, y con la implementación artificial de algunos de los sentidos, pertenecientes a la percepción humana, no tan experimentados como el oído y el olfato principalmente y para aplicaciones médicas en las que se utilizan algunas técnicas de análisis de imágenes.

- #### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
- ▶ APRENDIZAJE COMPUTACIONAL Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES
 - ▶ CÓMPUTO RECONFIGURABLE Y DE ALTO RENDIMIENTO
 - ▶ CÓMPUTO Y PROCESAMIENTO UBICUO
 - ▶ PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES Y COMPUTACIÓN MÉDICA
 - ▶ ROBÓTICA
 - ▶ LABTL
 - ▶ VISIÓN POR COMPUTADORA

Mis áreas de interés

- Aprendizaje Automático y Redes Neuronales Artificiales (RNA) aplicadas en problemas de:
 - Reconocimiento de patrones
 - Clasificación estática y temporal
 - Predicción
 - Diseño de RNA para soluciones “a la medida”
 - Modelos de aprendizaje para redes neuronales profundas
- Otras áreas de aplicadas a dichos problemas (ejemplo: Lógica Difusa, Procesamiento de Señales e imágenes)
- Técnicas para procesamiento de señales

Grupo “Procesamiento de señales e inteligencia computacional” (PSIC) (1/2)

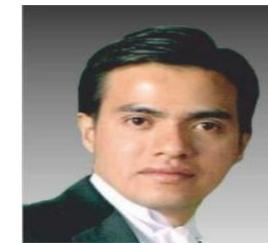
ψυχ

10

- Está formado por investigadores y estudiantes de ciencias de la computación, electrónica y óptica del INAOE y de otras universidades, como la UDLAP, Universidad Autónoma de Tlaxcala, BUAP y Yanchai Tech en Ecuador.
- Entre otras muchas cosas, trabajamos con el desarrollo de algoritmos para diagnóstico de motores, verificación de personas, procesamiento de imágenes médicas, predicción de series de tiempo, interfaces cerebro- computadoras y anexas...



Grupo PSIC, algunos colaboradores y amigos

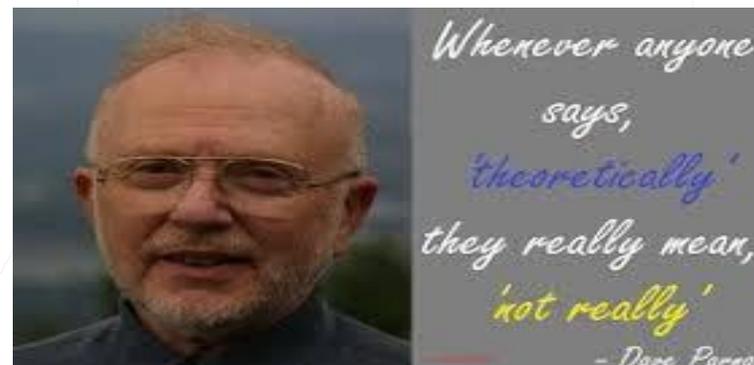


(c) P.Gómez Gil, INAOE 2019

¿Qué significa realmente Inteligencia Artificial?



- David L. Parnas, en un reciente artículo de la revista *Communications* de la ACM, titulado “[Los verdaderos riesgos de la Inteligencia artificial](#)” dice que IA es un concepto que “*muchos creen entender pero nadie puede definir*”



<https://sites.google.com/site/ingsoftware1teruel/student-of-the-month/davidlparnas-1>

¿Que es inteligencia?

14

- Según el diccionario Merriam-Webster:
 - “Es la habilidad de aprender, entender o enfrentar nuevas situaciones;
 - Es la habilidad de aplicar conocimiento para manipular el medio ambiente;
 - Es la habilidad de pensar de manera abstracta; puede medirse con criterios objetivos obtenidos de pruebas.”

¿Qué es inteligencia Artificial? (1/2)

- Es la habilidad de los sistemas autónomos (agentes), como computadoras, robots y otros dispositivos, para realizar actividades comúnmente asociadas a los seres humanos (Coperland, 2019)
- Algunos ejemplos de estas actividades son: la toma de decisiones, controlar procesos, reconocer e interpretar patrones, maniobrar de manera autónoma vehículos o robots en un ambiente desconocido (Kruse et al. 2013)
- El proceso “inteligente” incluye actividades como razonar, descubrir significados, generalizar o aprender de experiencias pasadas (Coperland, 2019)
- La calidad de los sistemas inteligentes depende fuertemente de la manera en que representan el conocimiento (Kruse et al. 2013)

¿Qué es inteligencia Artificial? (2/2)

- Desde que aparecieron las primeras computadoras digitales, se han hecho aplicaciones de inteligencia artificial, incluyendo sistemas que prueban teoremas, que juegan ajedrez, que reconocen todo tipo de objetos, etc.
- Hay actividades en las que aún los humanos se desempeñan “mejor” que las máquinas, pero hay otras, consideradas “inteligentes”, en las que las computadoras se están desempeñando “mejor” como por ejemplo, el jugar “go” , donde en 2017 el programa basado en inteligencia artificial AlphaGo Master, le ganó al campeón mundial Ke Jie.



The Chinese Go master Ke Jie during his second game against AlphaGo, an artificial intelligence program, in Wuzhen, near Shanghai, on Thursday.

China Stringer Network, via Reuters

<https://www.nytimes.com/2017/05/25/business/google-alphago-defeats-go-ke-jie-again.html>

By **Paul Mozur**

May 25, 2017

柯洁在AlphaGo面前崩溃



Algunos contextos de la IA

- La construcción de programas que intentan entender el pensamiento humano
- La construcción de programas que “juegan” o realizan “juegos serios”, es decir, programas que desean optimizar el beneficio de un agente con respecto a la competencia de recursos con otros.
- La construcción de programas y algoritmos que resuelven problemas reales, usando técnicas que representan el conocimiento de alguna manera, el cual pudo haber sido aprendido de forma automática

Aprendizaje automático

19

- Es el proceso por el cual una computadora puede generar automáticamente programas, a partir de datos.
- El proceso de aprendizaje automático requiere de una **adecuada representación de datos**, así como de procesos efectivos de **evaluación** y de **optimización**.
- Estos algoritmos son base para la **inteligencia computacional**.

(Domingos, 2012)



Pedro Domingos
@pmddomingos

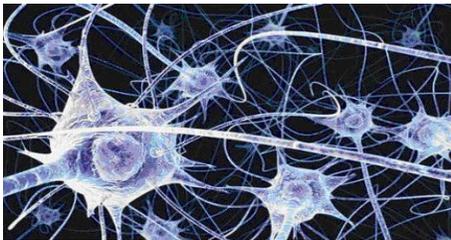
Inteligencia Computacional

- Es el conjunto de paradigmas y métodos, inspirados en la **naturaleza**, para la solución de problemas complejos, donde los métodos tradicionales no son efectivos o no pueden aplicarse.
- Cubre principalmente las áreas de Redes Neuronales, Computación Evolutiva y Lógica Difusa. También incluye inteligencia de enjambres, sistemas artificiales y otros campos de Aprendizaje de Máquina.
- Los algoritmos usados en inteligencia computacional son muy diferentes a los “convencionales.”

Emulando al cerebro: Redes Neuronales Artificiales (RNA)

21

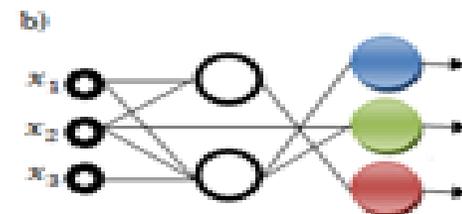
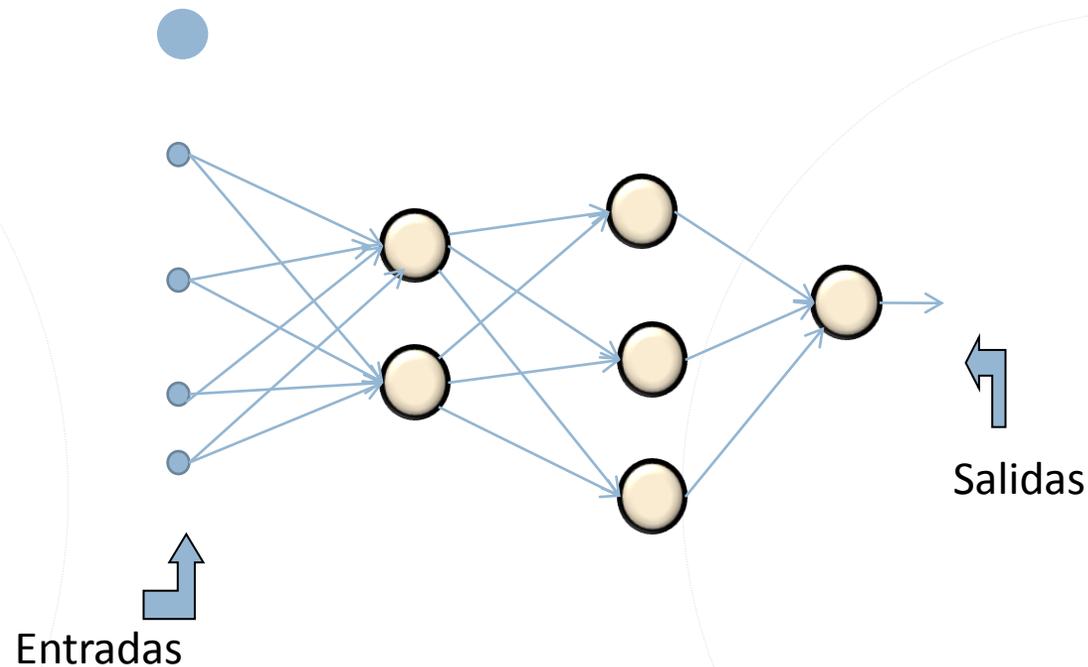
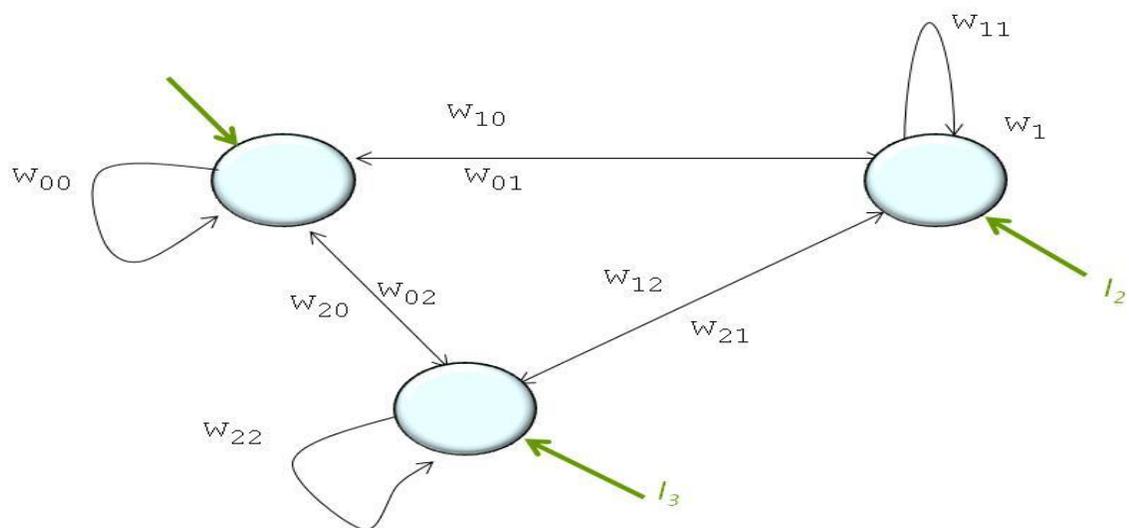
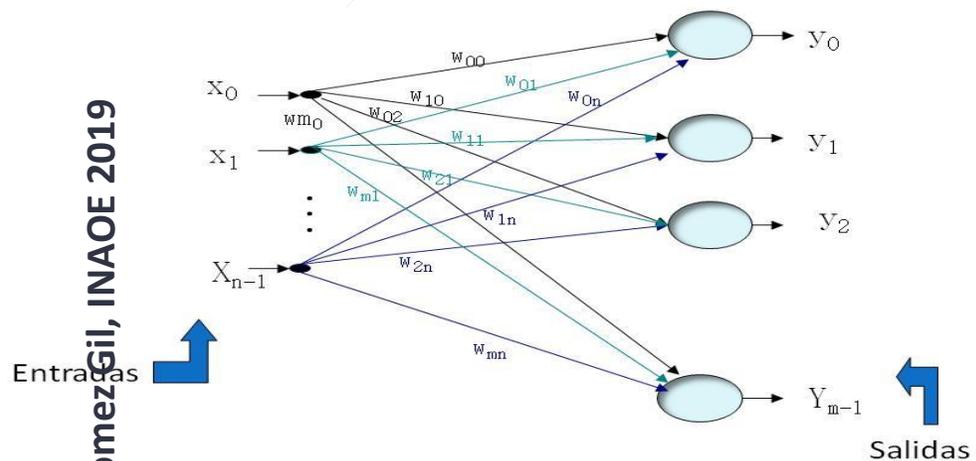
- Son **modelos matemáticos** capaces de adaptar su comportamiento en respuesta a ejemplos tomados del medio ambiente
- Están **inspiradas** en la construcción del cerebro y las neuronas biológicas.
- Sus componentes son procesadores simples que funcionan de forma **paralela y distribuida**
- Pueden **almacenar y utilizar** ese conocimiento adquirido de la experiencia



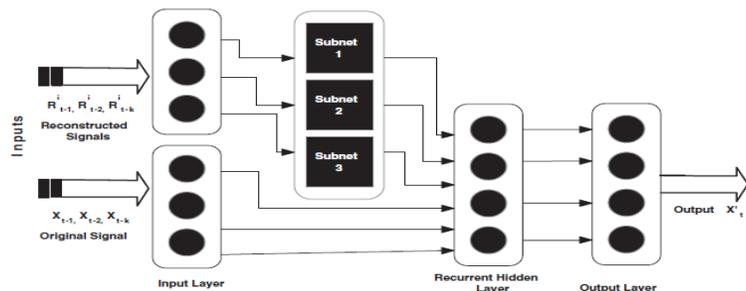
(Haykin, 2009)

La conexión entre neuronas forma las RNA

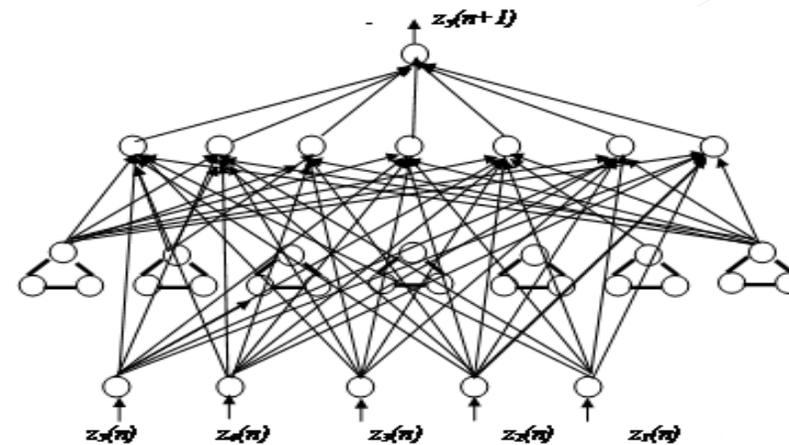
(c) P. Gómez Gil, INAOE 2019



Su topología puede ser bastante sofisticada



(Gómez-Gil et al, 2011 (b))



(Gómez-Gil et al, 2011)

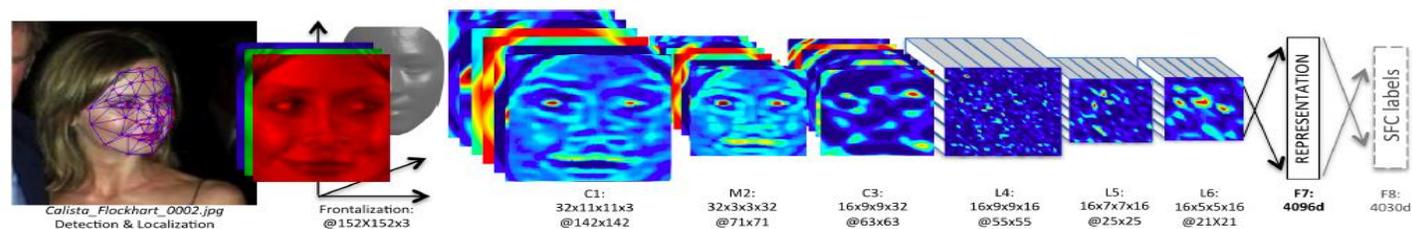
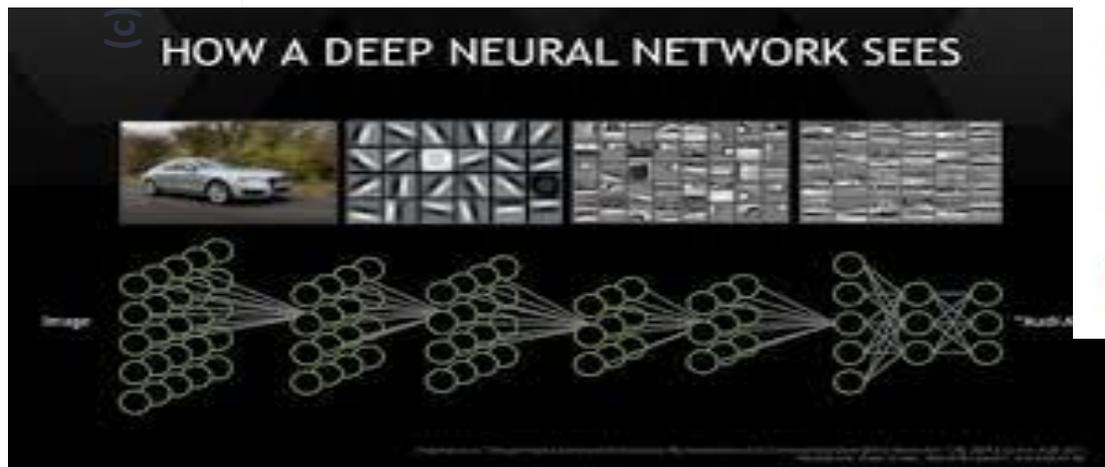


Figure 2. Outline of the DeepFace architecture. A front-end of a single convolution-pooling-convolution filtering on the rectified input, followed by three locally-connected layers and two fully-connected layers. Colors illustrate outputs for each layer. The net includes more than 120 million parameters, where more than 95% come from the local and fully connected layers.

(LeCun et al, 2016)

¿Qué es aprendizaje profundo?

- En el contexto de Inteligencia Artificial (IA), “aprendizaje profundo” (*Deep Learning* o **DL**) se refiere a la actividad **automática de adquisición de conocimiento**, a través del uso de máquinas que usan varios niveles para la extracción.
- El adjetivo “profundo” se aplica no en sí al conocimiento adquirido, sino a la forma en que el conocimiento se adquiere.

La ética en el diseño de sistemas basados en Inteligencia Artificial



Definición de Ética según el *Diccionario de filosofía Herder*.

“Proviene del griego *ethike*, derivado de *ethos*, carácter, y, según Aristóteles, de *éthos* costumbre. Es la rama de la filosofía cuyo objeto de estudio es la moral. Si por moral hay que entender el conjunto de normas o costumbres (mores) que rigen la conducta de una persona para que pueda considerarse buena, **la ética es la reflexión racional sobre qué se entiende por conducta buena y en qué se fundamentan los denominados juicios morales.** Las morales, puesto que forman parte de la vida humana concreta y tienen su fundamento en las costumbres, son muchas y variadas (la cristiana, la musulmana, la moral de los indios hopi, etc.) y se aceptan tal como son, mientras que la ética, que **se apoya en un análisis racional de la conducta moral, tiende a cierta universalidad de conceptos y principios** y, aunque admita diversidad de sistemas éticos, o maneras concretas de reflexionar sobre la moral, exige su fundamentación y admite su crítica, igual como han de fundamentarse y pueden criticarse las opiniones.”

http://www.filosofia.net/materiales/sofiafilia/eec/eec_24.html

¿Por qué aplicar ética en el diseño de sistemas basados en IA?

Porque (Sullins & Dignum 2018) :

- Los sistemas basados en IA actúan de forma autónoma,
- eventualmente estos sistemas tomarán "mejores" decisiones que los humanos,
- hay que asegurarse que el propósito de estos sistemas sea realmente el que quieren sus diseñadores y usuarios,
- es importante establecer límites técnicos, éticos y sociales que vayan de acuerdo con los valores de los involucrados.

- “Most of the knowledge in the world in the future is going to be extracted by machines and will reside in machines”
- Yann LeCun, Director of AI Research, Facebook¹



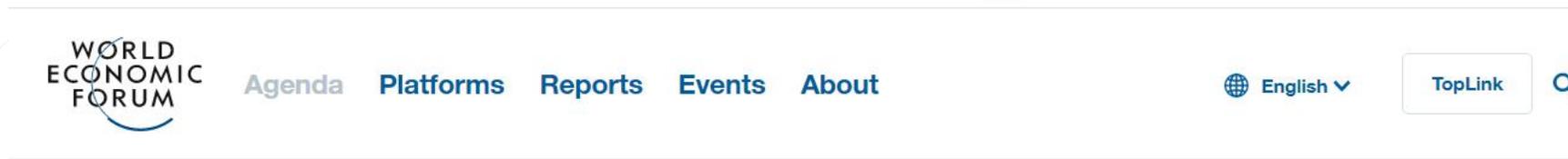
Yann LeCun. Photo-illustration: Randi Klett

¹ “[The Five Tribes of Machine Learning \(And What You Can Learn from Each\)](#),” Pedro Domingos, Webminar produced by the Association of Computing Machinery (ACM). Dec. 29, 2015

Una opinión: Los 9 problemas mas importantes en IA

29

(C) Pilar Gómez-Gil, INAOE 2019



Global Agenda | Artificial Intelligence and Robotics | Emerging Technologies

Top 9 ethical issues in artificial intelligence



21 Oct 2016

Julia Bossmann

Global Shaper, San Francisco Hub, Fathom Computing

<https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/>

¿Qué le quita el sueño a los expertos en IA, según J. Boosman (2016)? (1/3)

1. Gente sin empleo. ¿Que pasará cuando se terminen los trabajos?

Menos trabajo repetitivo significa oportunidad de trabajo cognitivo que en teoría es mas productivo o menos riesgoso, pero no es así para todo el mundo...

2. Desigualdad. ¿Cómo se distribuye la riqueza creada por máquinas?

Ejemplo: en 2014, las ganancias generadas por las tres compañías mas grandes de Detroit fue mas o menos la misma que la generada por las 3 compañías mas grades de Silicon Valley, solo que esta última tenía 10 veces menos empleados que la primera...

3. Humanidad. ¿Cómo las máquinas afectan nuestro comportamiento e interacción?

Actualmente es difícil distinguir a un *bot* de una máquina, las máquinas no se cansan ni desesperan con clientes, pero tienen muchos mas recursos para captar nuestra atención. *"La adicción a la tecnología es la nueva frontera de la dependencia humana"*

¿Qué le quita el sueño a los expertos en IA, según J. Boosman (2016)? (2/3)

4. Estupidez artificial. ¿Qué nos protege de los errores de las máquinas?

No es difícil conseguir que los sistemas artificiales aprendan errores o sean engañados

5. Robots racistas. ¿Cómo eliminamos el sesgo de la IA?

Actualmente hay muchos ejemplos de software inteligente que toma decisiones sesgadas. Por ejemplo: **tus propias cuentas de Facebook o Tweeter!**

6. Seguridad. ¿Cómo mantenemos a la IA segura de ataques de adversarios?

Ejemplo: el control del uso de drones militares

7. Genios diabólicos. ¿Cómo nos protegemos de consecuencias de decisiones de IA no intencionadas ?

Los sistemas de IA del futuro podrían realizar cosas dañinas con tal de cumplir nuestros deseos

¿Qué le quita el sueño a los expertos en IA, según J. Boosman (2016)? (3/3)

8. Singularidad. ¿Cómo mantenemos el control de sistemas inteligentes complejos?

Estamos hasta arriba en la cadena alimenticia debido a nuestra ingenuidad e inteligencia, pero que pasa si aparece algo "mas inteligente" que nosotros

9. Derechos de los robots. ¿Cómo se define el tratamiento "humano" de la IA?

¿llegará el momento en que debemos considerar que los sistemas tienen sentimientos?

Subscribe

Latest Issues

SCIENTIFIC
AMERICAN®

Cart 0

Sign In | Stay Informed 

(C) Pilar Gómez-Gil, INAOE 2019

SHARE

LATEST

Ethics in the Age of Artificial Intelligence

If we don't know how AIs make decisions, how can we trust what they decide?

By Shohini Kundu on July 3, 2019

<https://blogs.scientificamerican.com/observations/ethics-in-the-age-of-artificial-intelligence/>



The importance of ethical decision making in the age of technology | Shohini Kundu | TEDxStockholm

• <https://www.youtube.com/watch?v=q-nhktqMoT4>

Puntos que resalta Kundu (2019)

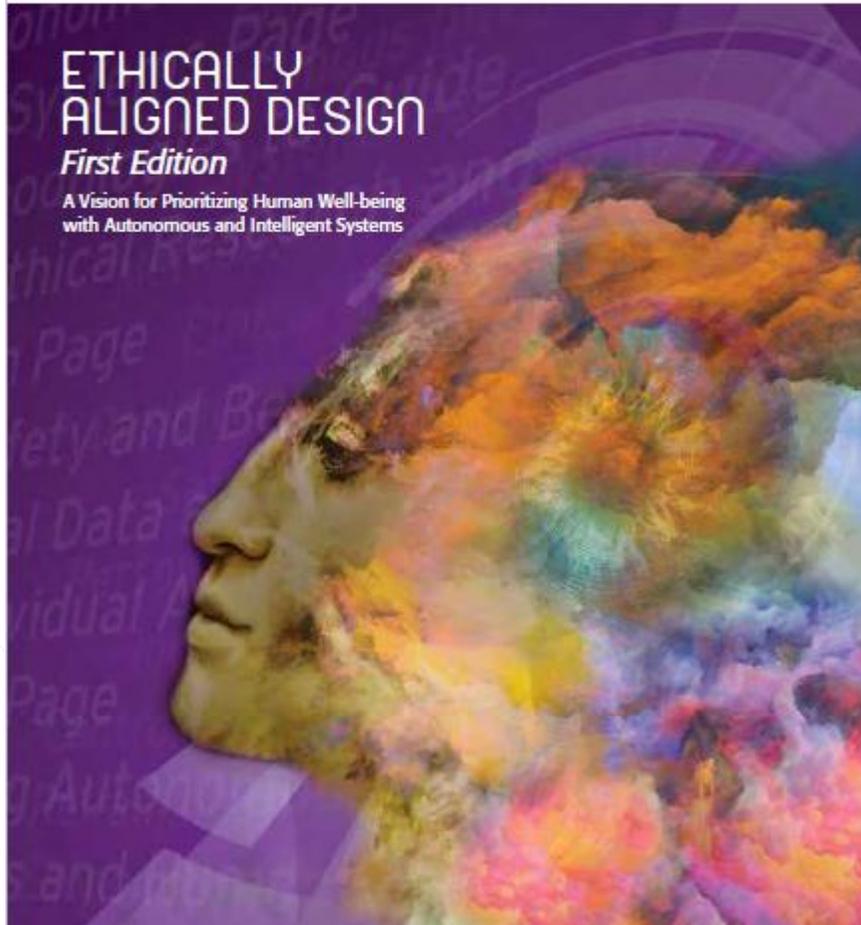
- La tecnología está cada día mas al alcance de mas personas en cualquier lugar, en cualquier momento; teóricamente CUALQUIERA puede acceder a internet.
- Antes nos “adaptábamos” a la tecnología; hoy estamos CAMBIANDO nuestro comportamiento y la forma en que nos relacionamos con otros.
- Antes la tecnología nos proporcionaba información de forma rápida para tomar decisiones; hoy la tecnología DECIDE POR NOSOTROS a través del uso de inteligencia artificial (IA).
- La inteligencia artificial (IA) es **la nueva REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.**

• Un ejemplo de estándar internacional para diseño ético de sistemas basados en IA



Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, First Edition (EAD1e)

37



<https://ethicsinaction.ieee.org/>

Puntos principales de EAD (1/2)

- Es necesaria una reflexión introspectiva y comunitaria, sobre aspectos asociados al diseño de guías internacionales, que aseguren que los sistemas autónomos e inteligentes (A/IS por sus siglas en inglés) sean desarrollados y operen de forma que beneficien a las personas y al medio ambiente, mas allá de resolver problemas técnicos o cumplir especificaciones funcionales.
- Según Aristóteles, el bienestar humano, tanto individual como comunitario, es la **máxima virtud de una sociedad** (*eudaimonia* o *floreCIMIENTO*)

Puntos principales de EAD (2/2)

- Los A/IS deberán buscar el florecimiento de la sociedad, definida de forma universal e **independiente de las filosofías o creencias particulares.**
- El objetivo de la Iniciativa Global de la IEEE en la Ética de Sistemas autónomos e Inteligentes (*IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems*) es que el “*Diseño Alineado a la ética*” proporcione guías pragmáticas y recomendaciones para tecnólogos, educadores y estrategas.

Principios Generales del Diseño Alienado a la Ética

40

1. Protección de derechos humanos
2. Bienestar
3. Administración de datos
4. Efectividad
5. Transparencia
6. Responsabilidad y racionalidad
7. Protección contra usos indebidos
8. Aseguramiento de la pericia de los desarrolladores

Áreas de Impacto del Diseño Alineado a la Ética

41

- A/IS para el desarrollo sustentable,
- Protección de datos personales y administración de la identidad digital,
- Marcos de referencia legales para la administración y protección de datos,
- Políticas para la educación e información general a la sociedad.

Implementación del Diseño Alineado a la Ética

- Diseño y uso de **métricas** de bienestar
- **Inclusión de valores** en los A/IS
- Creación de **métodos** que aseguren que las máquinas sirven a los humanos y no al revés
- **Computación afectiva** para que el diseño de sistemas ayude a la humanidad en todos los sentidos posibles

Conclusiones y perspectivas



Conclusiones y perspectivas

- La universalidad del acceso a la información, con todas sus ventajas y peligros en un hecho.
- El uso de técnicas basadas en IA para la toma de decisiones presenta una capacidad alta, sin embargo, la madurez de muchos de procesos que planean utilizarla aún es baja, por lo que se necesita vigilancia y prudencia constantes
- La educación de todos los usuarios (stakeholders), basada en fuentes confiables, es fundamental durante la implementación de sistemas basados en IA
- Es fundamental que las universidades incluyan cursos de ética en el desarrollo de software, especialmente cuando IA está involucrada.



**GRACIAS
POR SU ATENCIÓN!!**

pgomez@inaoep.mx

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez>



Esta presentación está disponible en:

<https://ccc.inaoep.mx/~pgomez/conferences/PggUAT19.pdf>

Referencias

- B.J. Copeland. “Artificial intelligence”, Encyclopædia Britannica Encyclopedia Britannica, publicado May 09, 2019, accesado Octubre 21, 2019. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
- The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems. “Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, First Edition (EAD1e)” <https://ethicsinaction.ieee.org/>
- S. Haykin. Neural Networks, A comprehensive Foundation. MacMillan College Publishing Company. 1999
- R. Kruse, C. Moewes, C. Borgelt, M. Steinbrecher, F. Klawonn, P. Held. Computational Intelligence, a methodological introduction. Springer: London, 2013. URL: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4471-5013-8>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). [Deep learning](#). *Nature*, 521(7553), 436-444.
- John P. Sullins & Virginia Dignum. “Webinar: Artificial Intelligence and Ethics in Design.” Sponsored by “The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems.” Support material, May 8, 2018 <https://innovate.ieee.org/free-webinar-artificial-intelligence-and-ethics-in-design/>