

Tema 1: Introducción

Rafael Molina

Los tres pilares del aprendizaje automático (AA)*

*Usaremos:
Aprendizaje Automático (AA)
o
Machine Learning (ML)



¿Qué es el aprendizaje automático?

¿Es un perro o un gato?

Para enseñar a un niño a distinguir entre un perro y un gato no se le suele decir:

- “Perro: miembro de la especie Familiaris Canis dentro de los mamíferos, el gato pertenece a la especie Felis Catus también dentro de los mamíferos”
- Normalmente se le enseñan al niño algunos ejemplos de gatos y perros.

¿Qué pasos se siguen en el proceso de aprendizaje?

Recogida de Datos

Unos cuantos ejemplos de perros y gatos



Extracción de Rasgos Útiles

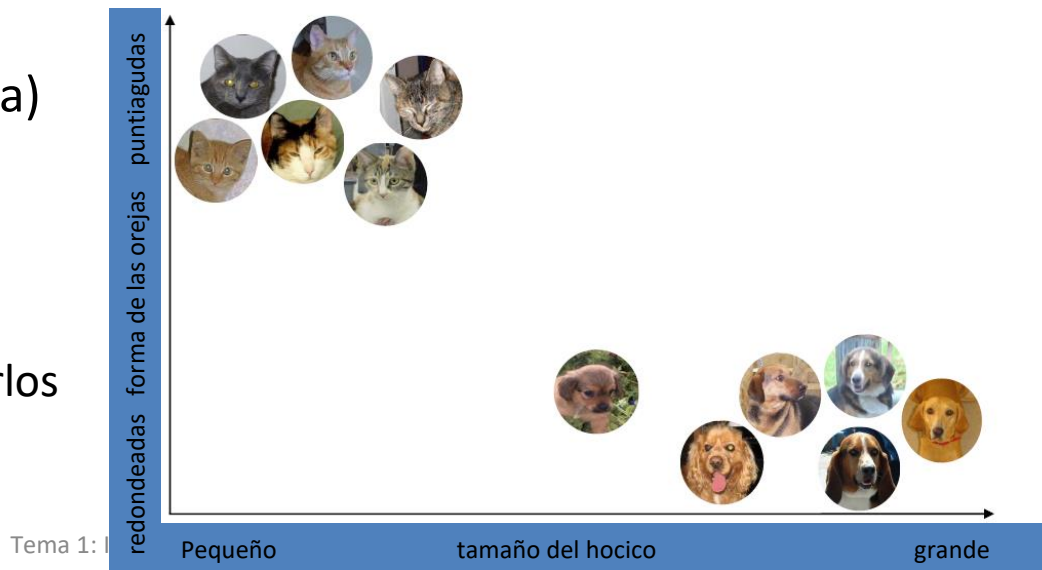
Proporcionar al ordenador sólo imágenes de perros y gatos no funciona....
investigadores trabajando en Deep Learning pueden no estar de acuerdo

Extraer rasgos como el número de patas no parece muy discriminativo.

¿Qué rasgos extraerías?, supongamos que es fácil extraerlos

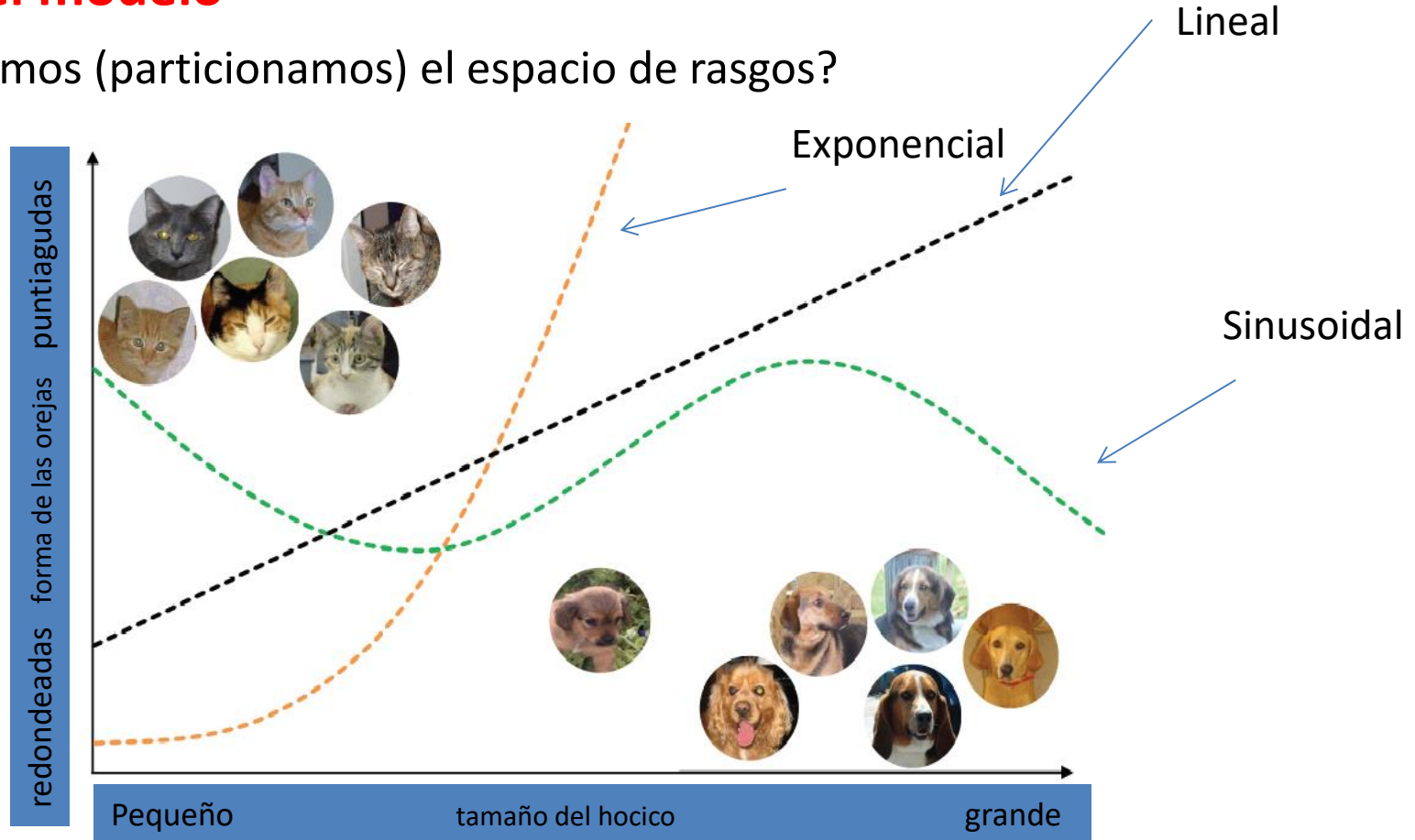
1. Tamaño del hocico
(en relación al tamaño de la cara)
2. Forma de las orejas

También podríamos pensar en aprenderlos



Elección del modelo

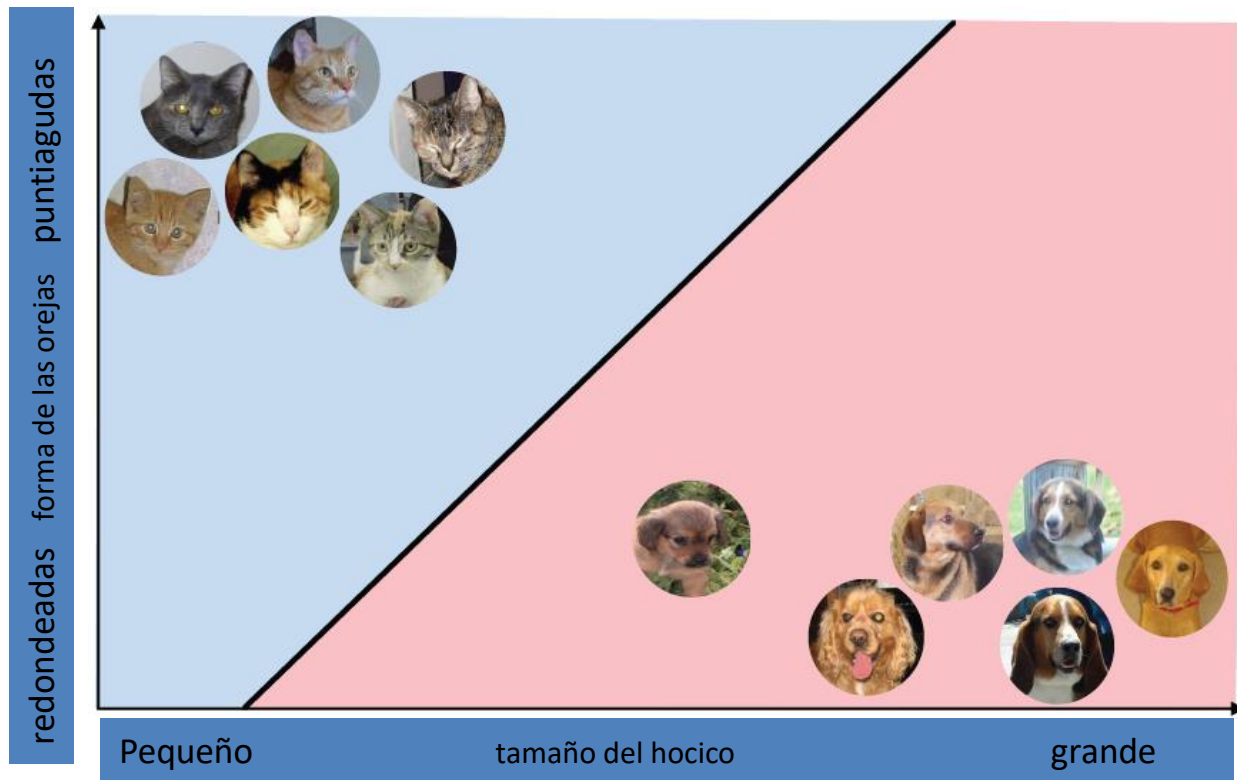
¿Cómo dividimos (particionamos) el espacio de rasgos?



Optimización

Supongamos que elegimos el modelo lineal.

Tenemos que estimar sus coeficientes



Validación (Test) del Modelo

Seleccionamos un conjunto de nuevas imágenes de gatos y perros

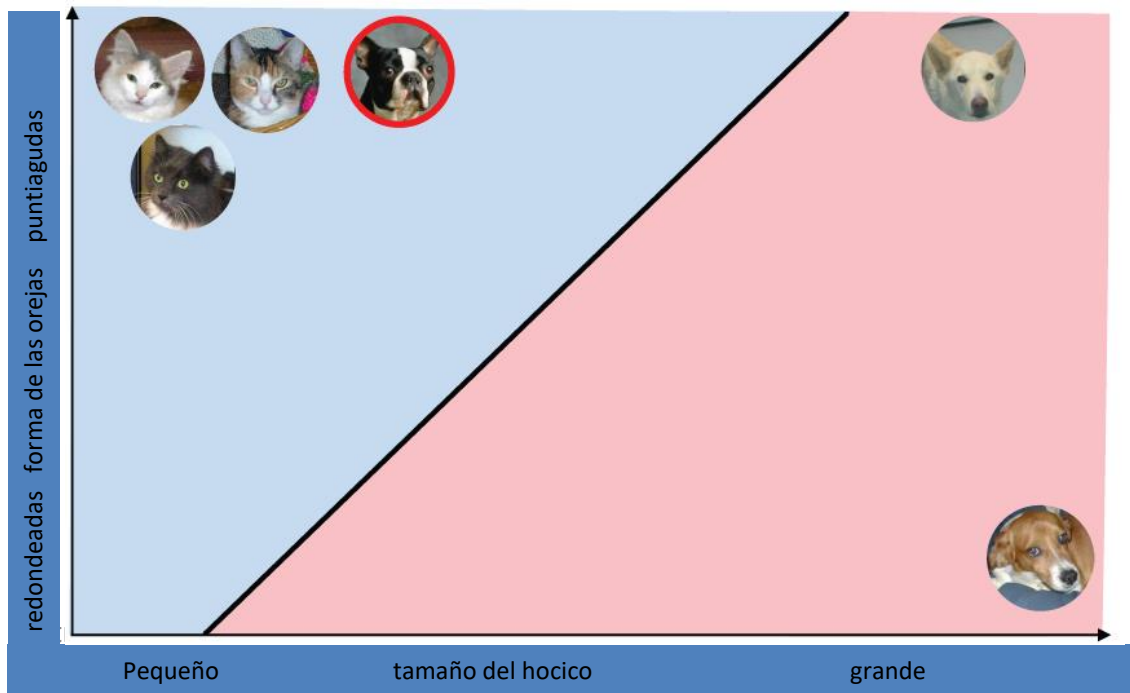


Validación (Test) del Modelo

Extraemos las mismas características:

1. Tamaño relativo del hocico
2. Forma de las orejas

y observamos en que región aparecen los rasgos del conjunto de test



Nos hemos equivocado en el Boston Terrier.

Tenemos un error de 1/6

Para mejorar el clasificador debemos:

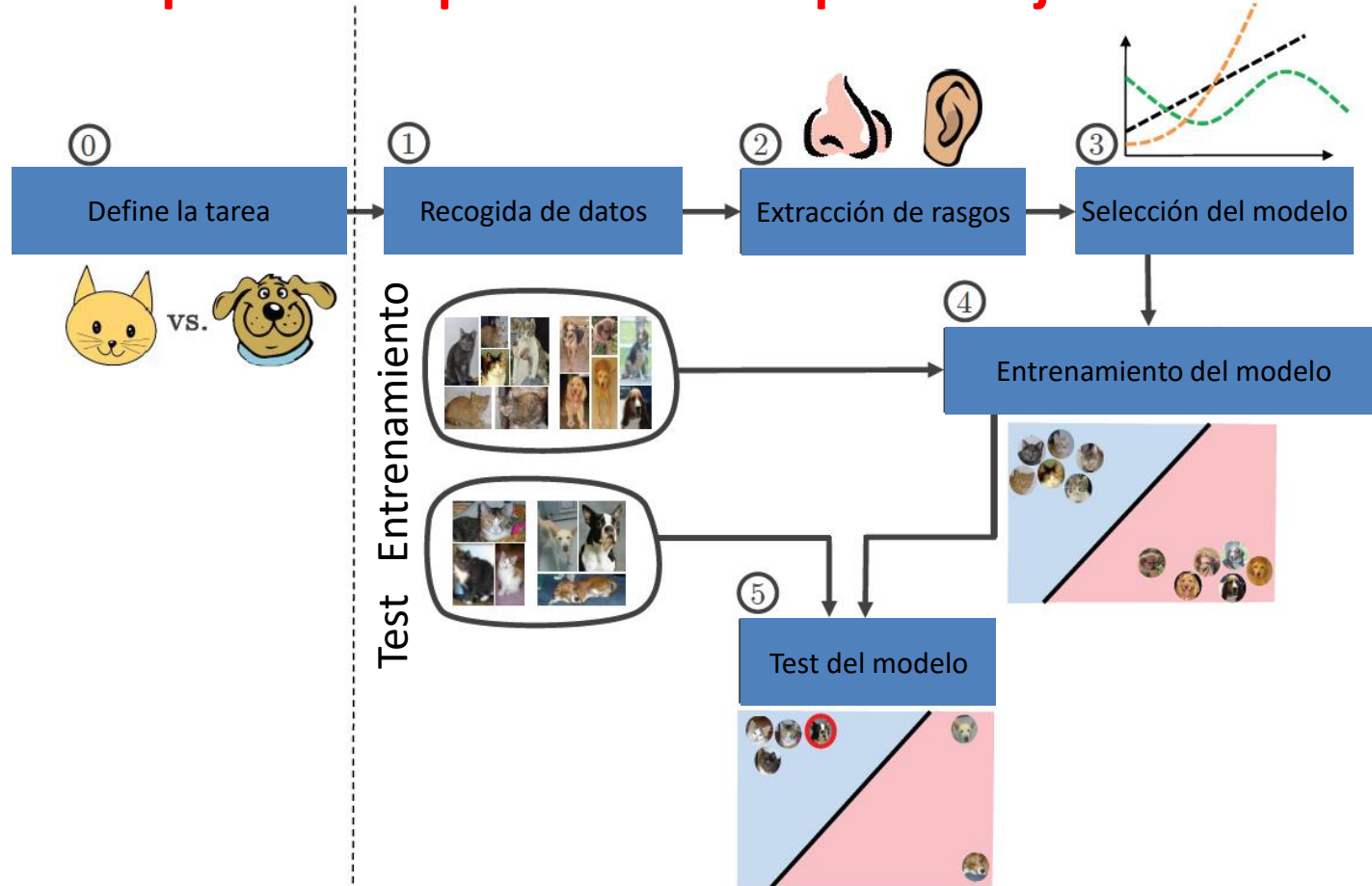
- usar mayor número de ejemplos
- **Utilizar rasgos más discriminativos**
- Tal vez, probar otros modelos

Estructura típica de un problema de Aprendizaje Automático

En general la estructura es la siguiente

- 0 **Definición del problema:** ¿qué queremos hacer?. En nuestro ejemplo distinguir entre perros y gatos
- 1 **Recogida de datos:** normalmente cogeremos un conjunto de ejemplos que posteriormente separaremos en conjunto de entrenamiento y de test.
- 2 **Extracción de rasgos:** hasta ahora se ha creído que son dependientes del problema aunque la teoría del Aprendizaje Profundo dice lo contrario. Mucho más después
- 3 **Selección del modelo:** es también dependiente del problema. Regresión, clasificación, modelos no paramétricos
- 4 **Entrenamiento del modelo:** estimar de forma óptima los parámetros del modelo usando el conjunto de entrenamiento
- 5 **Test del modelo:** evaluamos los parámetros del modelo en el conjunto de test. Si el modelo no funciona bien debemos analizar los datos, los rasgos o incluso el modelo

Estructura típica de un problema de Aprendizaje Automático



Modelado

- Regresión
- Clasificación
- Aprendizaje no supervisado
-

Optimización

- Una vez elegido el modelo tenemos que estimar sus parámetros de una forma eficiente

Extracción y Preprocesamiento de Rasgos

La extracción de rasgos a partir de datos raw (crudos, sin procesar) se suele hacer de tres formas:

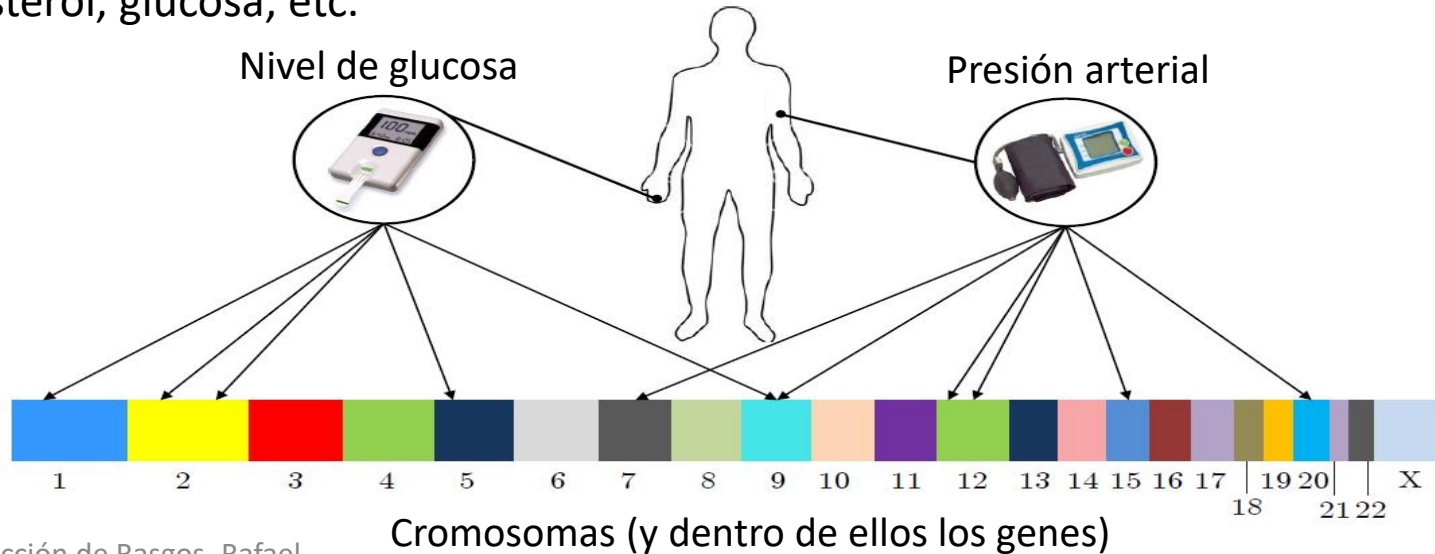
1. Selección de rasgos
2. Diseño o ingeniería de rasgos
3. Aprendizaje de rasgos

Veamos algunos ejemplos

1. Selección de Rasgos

Asociación de genes con rasgos cuantitativos

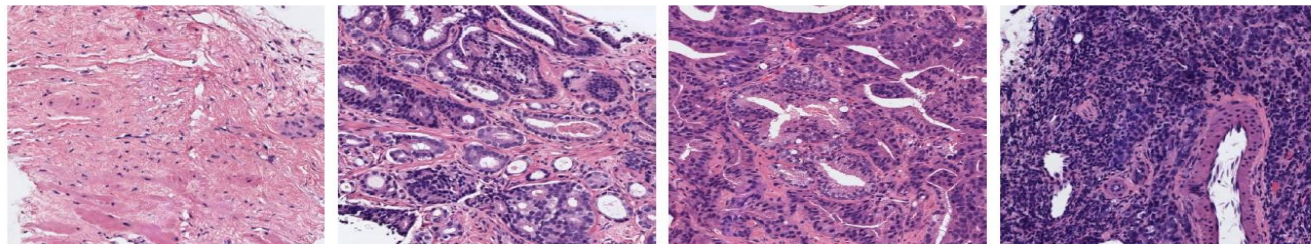
Los estudios de tipo Genome-Wide Association (GWA) intentan conocer las conexiones entre miles de marcadores genéticos tomados del genoma humano de personas con enfermedades como presión arterial alta, colesterol, diabetes, enfermedades de corazón, cáncer. De todos los rasgos observados (marcadores) se seleccionan unos, bien automática o manualmente, y se relacionan (regresión) con rasgos como niveles de colesterol, glucosa, etc.



2. Ingeniería o Diseño de Rasgos

En diferentes tareas, por ejemplo, en tareas de reconocimiento, necesitamos diseñar los rasgos, a veces se habla también de ingeniería de rasgos. Algunos ejemplos son:

- Los rasgos que hemos utilizado para la clasificación entre perro y gato
- Procesamiento de lenguaje natural
- Reconocimiento del habla
- Reconocimiento de objetos



Ejemplos de grados Gleason en imágenes histológicas de la próstata: (a) sana; (b) grado 3; (c) grado 4; (d) grado 5.

¿Qué rasgos usamos?

Extracción de Rasgos. Rafael
Molina

3. Aprendizaje de rasgos

A modo de introducción veremos aquí dos modelos que se usan frecuentemente en el aprendizaje de rasgos, sin olvidar las técnicas de **Deep Learning** de aprendizaje automático de rasgos:

1. **Reducción de dimensionalidad**
2. **Clustering**
3. **Deep Learning**

1. Reducción de la dimensión

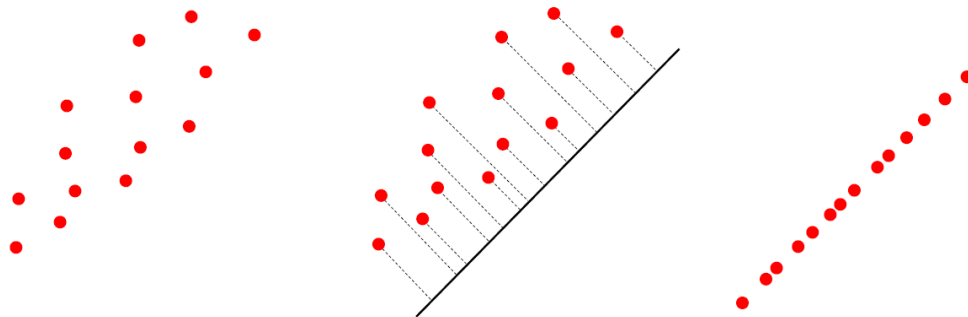
La dimensión de datos como imágenes, documentos e información genética es demasiado elevada como para que podamos realizar sobre ellos el modelado y análisis necesario en aprendizaje automático

Las imágenes son un ejemplo claro de este problema, una imagen pequeña, de 1 Megapixel, es muy grande para su procesamiento (esto si no tenemos en cuenta las tres bandas de color)

3. Aprendizaje de rasgos

1. Reducción de la dimensión

Geométricamente hablando, reducir la dimensionalidad es comprimir los datos en un espacio de dimensión menor.



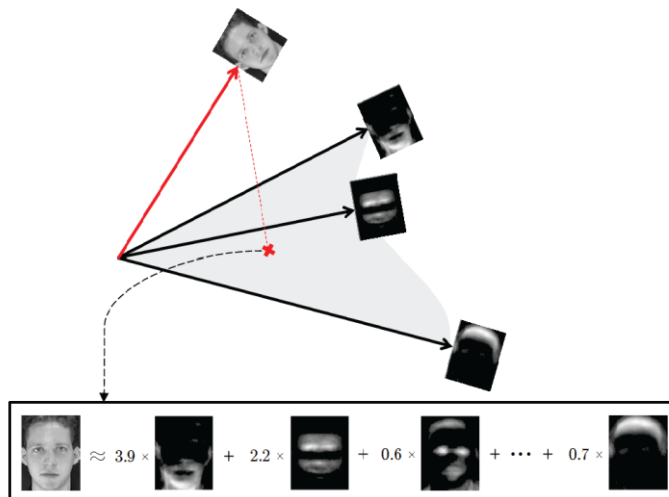
(izquierda): base de datos, (centro): proyectamos nuestra base de datos en un espacio de dimensión menor, (derecha): mantenemos la variabilidad pero hemos reducido la dimensionalidad

En el ejemplo hemos reducido a la mitad a dimensión pero a veces puede ser necesario reducirla al 1% o incluso menos.

3. Aprendizaje de rasgos

1. Reducción de la dimensión

Aprendizaje de rasgos faciales mediante reducción de la dimensión















En el ejemplo los rasgos ya no son los píxeles de la imagen sino un conjunto pequeño de coeficientes que expresan las caras en función de una nueva base aprendida

3. Aprendizaje de rasgos

1. Reducción de la dimensión

Sistemas de recomendación

Con millones de usuarios y miles de películas, Netflix e IMDb entre otros, almacenan la opinión de sus usuarios (normalmente de una a 5★) en matrices como la que se muestra a continuación

								
	★★★	★★	?	?	?	?	?	?
	?	?	?	★★	?	?	★★	?
	?	?	★★★	?	?	★★★★	?	★★★★
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	★★	?	?	★	?	?	?	?

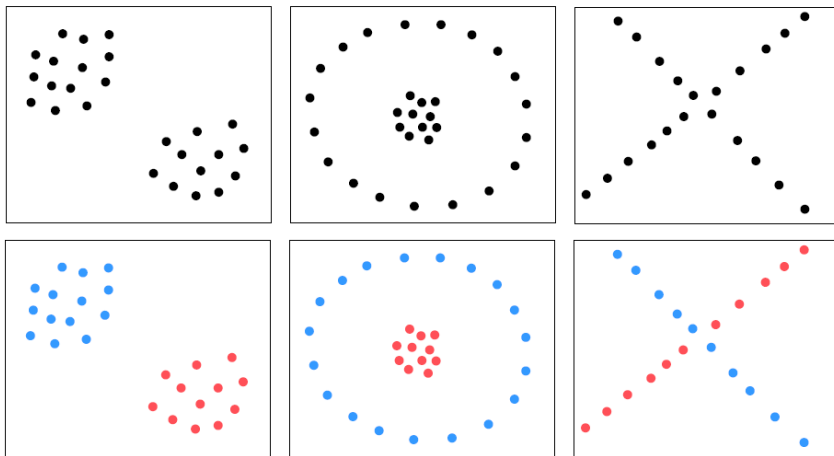
Las compañías utilizan técnicas de reducción de dimensionalidad para recomendar películas a sus clientes

3. Aprendizaje de rasgos

2. Clustering

Clustering es otro modelo de preprocesamiento/aprendizaje de rasgos.

Su objetivo es identificar la estructura en un conjunto de datos de entrenamiento agrupando puntos que tienen características estructurales comunes.



Existen diferentes algoritmos que extraen estas estructuras (si existen).

Raramente, igual que la reducción de dimensionalidad, el clustering se utiliza solo

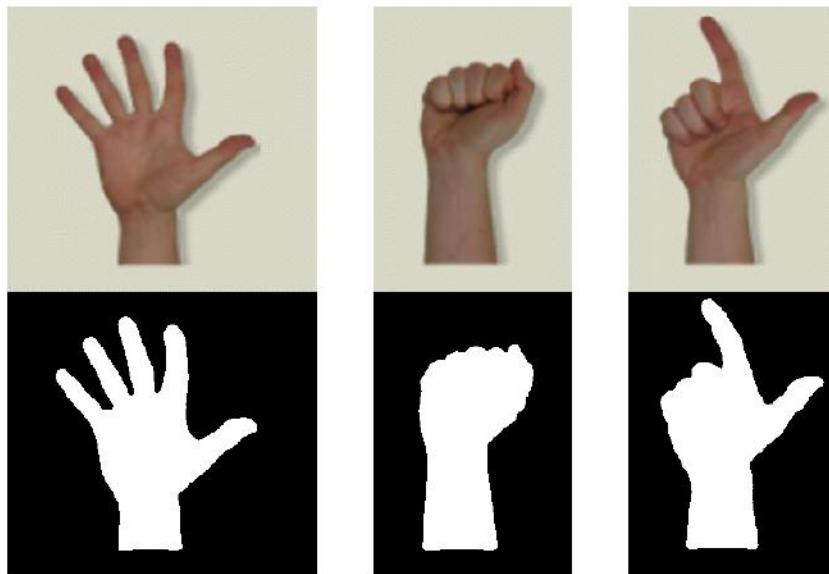
De izquierda a derecha: estructuras globulares, variedades no lineales, unión de subespacios

3. Aprendizaje de rasgos

2. Clustering

Preprocesamiento basado en Clustering para el reconocimiento de gestos

Muchos sistemas de reconocimiento de gestos funcionan examinando secuencias de vídeo. La mano es segmentada usando, frecuentemente, técnicas de clustering, aplicando un clasificador a rasgos de la mano segmentada

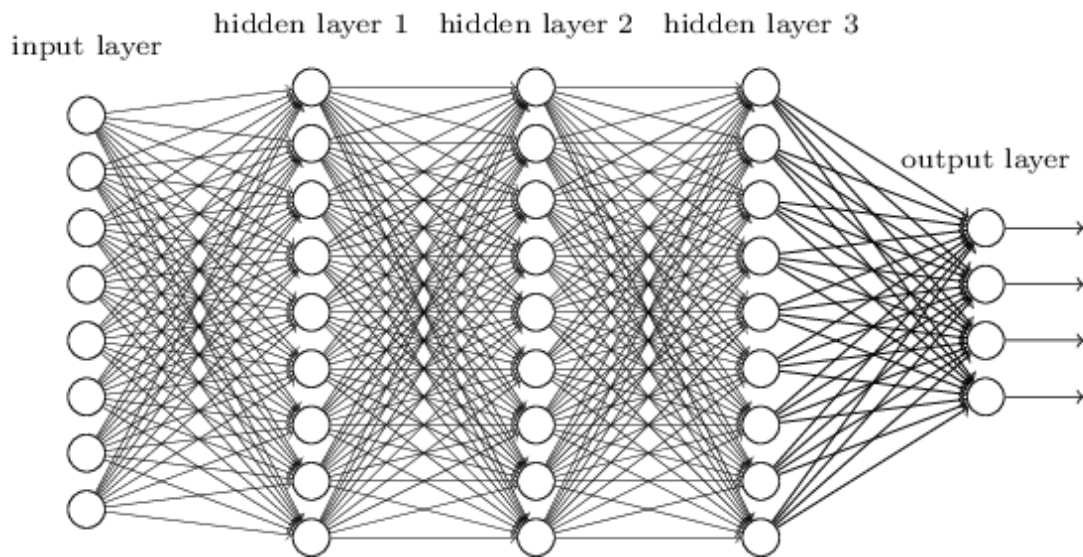


3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

Algunos ejemplos

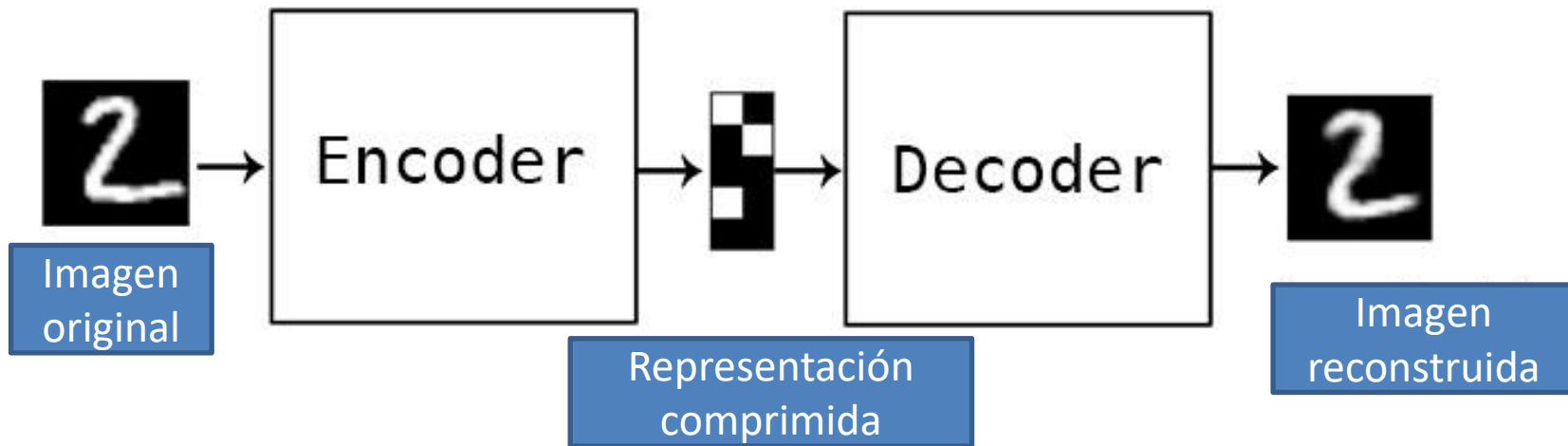
Uso de una red neuronal profunda para extraer rasgos (capas concretas de la red)



3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

Autoencoders

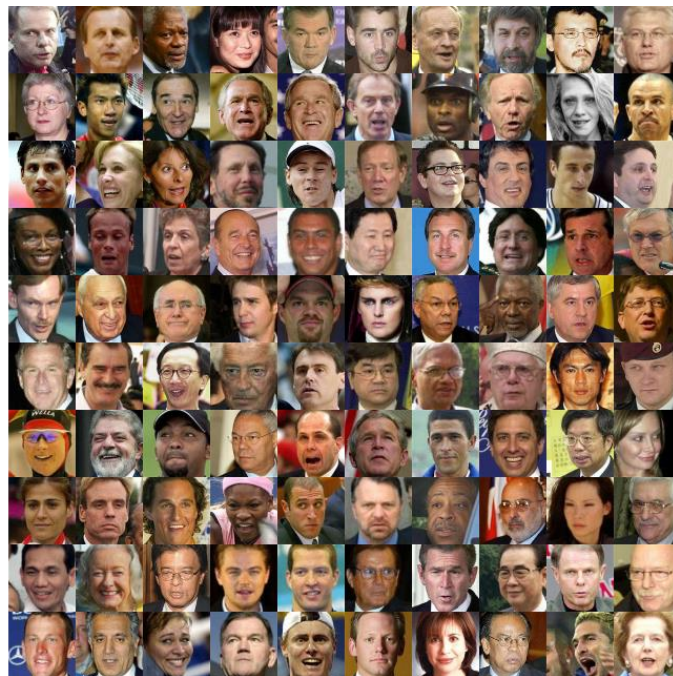
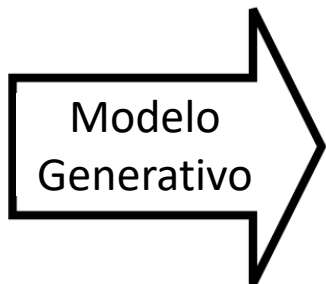
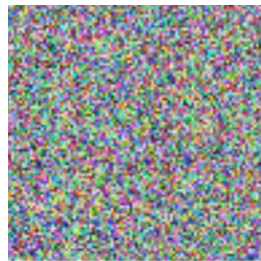


3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

Generative Adversarial Networks (GAN)

Ruido $\sim N(0,1)$



Nos permiten generar también representaciones latentes (rasgos) de los datos

<https://medium.com/syncedreview/gan-2-0-nvidias-hyperrealistic-face-generator-e3439d33ebaf>



Mira el ejemplo de uso en el video

<https://www.youtube.com/watch?v=dCKbRCUyop8> (desde el minuto 19:05).

3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

Algunos ejemplos

Generative Adversarial Networks

Generar
dormitorios



Generar dibujos
anime



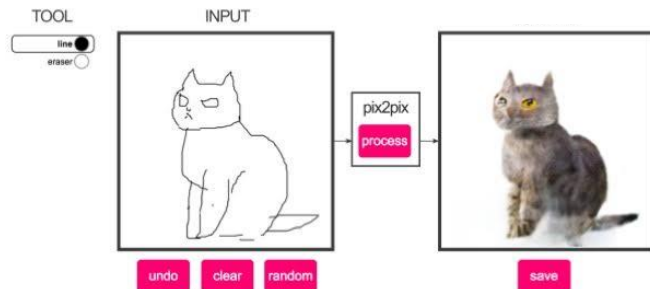
3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

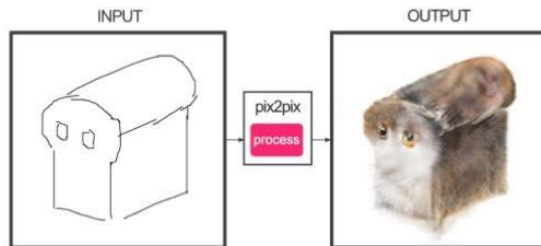
Algunos ejemplos

Generative Adversarial Networks (Conicionados)

Edges2Cats



@gods_tail



Ivy Tasi @ivymyt

Resultados



Vitaly Vidmirov @vvid



@ka92

3. Aprendizaje de rasgos

3. Deep Learning

Algunos ejemplos

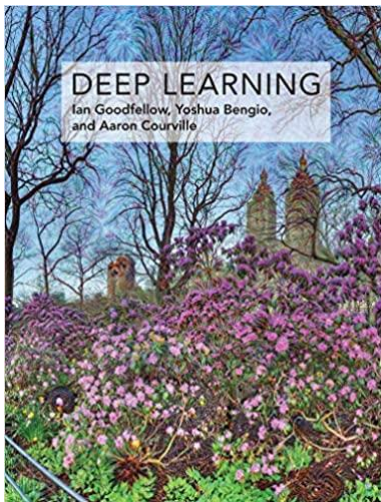
Variational Autoencoders
(muy relacionados con las GANs)



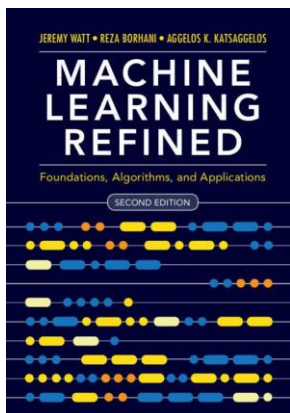
¿Cuál sería el resumen del curso?

- Ingeniería de rasgos. (Jesús Chamorro)
- Aprendizaje de rasgos. (Rafael Molina)
 - Modelos deterministas
 - Modelos probabilísticos
 - Modelos Basados en Deep Learning.

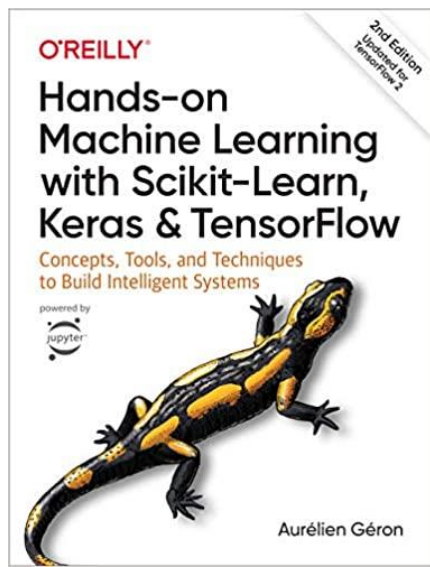
Bibliografía



Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, "Deep Learning," The MIT Press, 2016



J. Watt, R. Borhani, and A. K. Katsaggelos, "Machine Learning Refined," Cambridge University Press, 2020.



Bibliografía

A. Geron, “Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow,” O’Reilly Media, 2019